Қазақстан Жумһурийити Билим вә пән министрлиги тәвсийә қилған

Н.А. Закирова
Р.Р. Аширов

# ФИЗИКА

Умумий билим беридиған мәктәпләрниң
тәбиий-математикилиқ йөнилишидики
11-синиплириға беғишланған дәрислик

# 11

баспасы
арман-пв

УДК 373.167.1
ББК 22.31я72
З-16

Қазақ тилидин тәрҗимә қилған: *Илишев А. М.*

Закирова Н.А. вә б.
З-16 **Физика:** умумий билим беридиған мәктәпниң тәбиий-математикилиқ йөнилишидики 11-синипиға беғишланған дәрислик./ Н.А. Закирова, Р.Р. Аширов – Нур-Султан: «Арман-ПВ» нәшрияти, 2020. – 336 б.

ISBN 978-601-318-328-2

«Физика» дәрислиги умумий билим беридиған мәктәпниң тәбиий-математикилиқ йөнилишидики 11-синипиға беғишланған йеңиланған мәзмундики үлгилик оқуш программисиға мувапиқ келиду. Материалларни мәзмунлашта оқутушниң илмий нәзәрийәси вә оқуғучиларниң яш алаһидиликлири инавәткә елинған.

УДК 373.167.1
ББК 22.31я72

© Закирова Н.А.,
Аширов Р.Р., 2020
© «Арман-ПВ» нәшрияти, 2020

ISBN 978-601-318-328-2

Пүткүл һоқуқлири қоғдалған. Нәшрияттниң рухситисиз көчирип бесишқа болмайду.

## Шәртлик бәлгүләр

**Әстә сақлаш керәк ениқлимилар**

**Тәкшүрүш соаллири**

Нәзәрийәвий материал бойичә өзини тәкшүрүшкә беғишланған соаллар

**Көнүкмә**

Синипта орунлинидиған көнүкмиләр

**Экспериментал тапшурма**

Тәтқиқат ишлириға беғишланған тапшурмилар

**Иҗадий тапшурма**

Иҗадийәт сәвийәсидики тапшурмилар

**Физика бизниң һаятимизда**

Дунияви тәтқиқатлар форматидики һесаплар(TIMSS, PISA)

**Җавави қандақ?**
Физикилиқ һадисиләрниң мәнасини чүшәндүрүшни тәләп қилидиған соаллар.

**Тапшурма**
Синипта орунлинидиған тапшурмилар

**Өз тәҗрибәңлар**
Синипта орунлинидиған экспериментлиқ тапшурмилар

**Әстә сақлаңлар!**
Ядта сақлаш керәк мәлуматлар

**Инавәткә елиңлар!**
Хатирилик язмилар

**Бу қизиқ!**
Мавзуға бағлинишлиқ қошумчә әхбаратлар

**Муһим әхбарат**
Мавзуни чоңқурирақ чүшиниш үчүн һаҗәтлик әхбаратлар

**Әскә чүшириңлар!**
Өзләштүрүлгән материални тәкрарлашқа беғишланған тапшурмилар

**Нәзәр селиңлар!**
Көнүкмини орунлаш пәйтидә қийинчилиқ пәйда қилидиған оқуш материалири

# Киришмә

Һөрмәтлик оқуғучилар!

Мошу жили силәр оттура мәктәпкә беғишланған физика курсини толуқ тамамлайсиләр. Физика – тәбиәт тоғрилиқ әң қизиқ илимларниң бири, униң қанунлирини билиш пәқәт мутәхәссиләргә керәк болуп қалмай, шуниң билән күндүлүк һаятта һәрбир адәмгиму керәк. Физика – мурәккәп илимларниң бири, у ойлашқа үгитиду, логикини мустәһкәмләндүриду. Физика асаслирини чоңқур тәтқиқ қилиш арқилиқ көплигән мәсилиләрни йешисиләр, тәбиәт һадисилириниң сирлириға жавап таписиләр.

Силәр 10-синипниң физика курсида классикилиқ механика вә электродинамика бөлүмлири билән тонушишни давамлаштурдиңлар. 11-синипта физика курсиниң асасий бөлүми, заманивий XXI әсир физикисиға беғишланған. Буниңда нисбийәтлик нәзәрийәси, квантлиқ нәзәрийә, атом ядросиниң физикиси вә элементар зәрричиләр тоғрилиқ чүшәнчиләр берилиду. Заманивий физика классикилиқ физикидин вақитниң өтүшигә бағлиқ өзгириши мүмкин гипотезилар билән постуларларниң көп болуши билән пәриқлиниду. Силәр мошу күнгичә жавави бәлгүсиз көплигән соаллар билән тонушисиләр. Бәзи бир өзгиришләргә әмәлий электродинамика тап болди. Йеңи санлиқ технологиялар радиотехникилиқ вә оптикилиқ әсвапларни толуқ өзгәртти. Нурғунлиған әһбарат еқимини елишқа вә алмаштурушқа мүмкинчилик беридиған техникилиқ әсваплар жуқарқи вә адәттин ташқири чапсанлиқтики диапазонни пайдилиниду, буниң өзима әсваплар билән түзилмиләрниң курулишиға тәсир қилди. Физика жансиз тәбиәт тоғрилиқ илим ретидә тәрәққий этмәктә, сәвәви, униң мәхсити – тәбиәттики өтүливатқан һадисиләрни чүшәндүрүш вә униң қанунийәтлирини ениқлаш. Бизни қоршиған муһит һәр қачан һәрикәттә, өзгириштә вә алдимизға йешиш үчүн йеңи мәсилиләр билән вәзипиләрни қойиду.

Оқуш қуралиниң түзүлиши өзгиришсиз қалди: һәрбир параграфтин кейин тәкшүрүш соаллири, көнүкмиләр, экспериментал вә иҗадий тапшурмилар кәлтүрилгән. Заманивий физикини бир оқуш қурали арқилиқ билип-үгиниш мүмкин әмәс, у қошумчә материалларни оқуп-үгинишни тәләп қилиду. Мошу мәхсәттә иҗадий тапшурмилар, берилгән мавзулар бойичә мультимедиялик вә адәттики презентация түридә хәвәрләндүришләрни тәйярлаш тәклип қилинған. Параграф мәтинигә «Жавави қандақ?», «Бу қизиқ!», «Өз тәҗрибәңләр», «Нәзәр селиңлар!», «Әстә сақлаңлар» дегән рубрикилар киргүзүлгән, улар мәтинлик материалларни чүшинишкә имканийәт бериду.

Шуниң билән биллә, дәрисликтә лабораториялиқ ишлар берилгән, уларни орунлаш силәрниң алған билимиңларни мустәһкәмләшкә ярдәмлишиду.

Көнүкмиләрниң жаваплири дәрисликниң ахирида берилгән.

Физикини оқуп-үгиништә утуқлар тиләймиз!

*Авторлар*

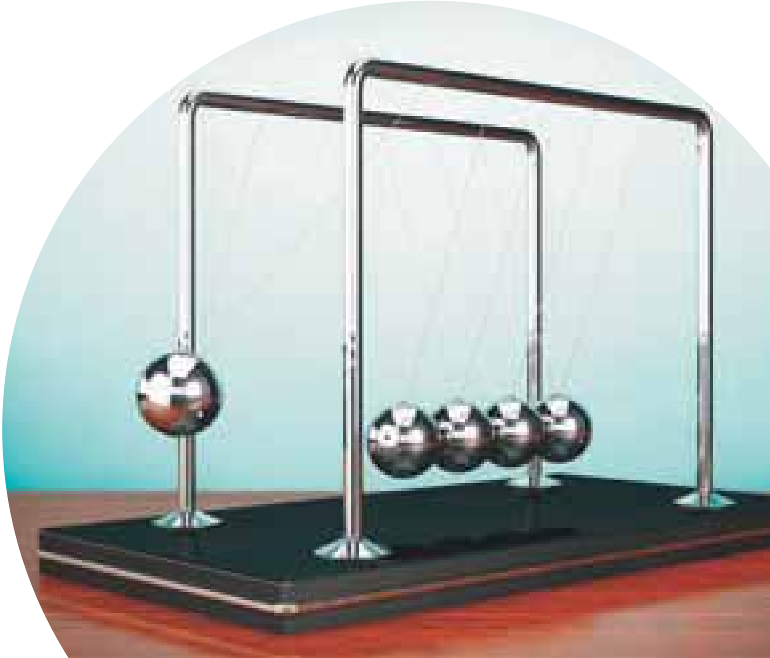
1-БАП

# МЕХАНИКИЛИҚ ТӘВРИНИШЛӘР

Тәврәнмә һәрикәт – тәбиәттә әң көп таралған һәрикәтниң бир түри. Тәвринишләрни тәкшүрәш – бу микроаләм вә космослуқ җәриянларни тонуп билиш қурали.
Тәбиәттә әң көп учиришидиған механикилиқ һәрикәтләргә тәкрарлинидиған һәрикәтләр ятиду, мәсилән: Йәрниң өз оқини вә Күн әтрапида айлиниши, саат тилиниң айлиниши, тирик организмниң паалийәтлик активлиғи.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

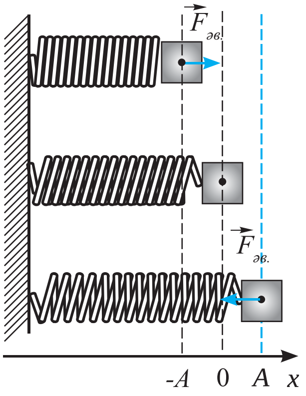
- экспериментлиқ, аналитикилиқ вә графикилиқ усул билән гармоникилиқ тәвринишләрни $(x(t), \upsilon(t), a(t))$ тәкшүрәшни үгинисиләр.



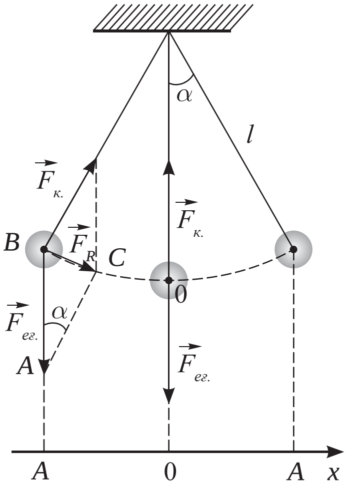
# § 1. Гармоникилиқ тәвринишләрниң графиги билән тәңлимилири

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *экспериментлиқ, аналитикилиқ вә графикилиқ усул билән гармоникилиқ тәвринишләрни x(t), $\upsilon$(t), a(t) тәкшүрәшни үгинисиләр.*




***1-сүрәт.** Пружинилиқ маятник тәвринишини вуҗутқа кәлтүридиған күч*




***2-сүрәт.** Математикилиқ маятник тәвринишини вуҗутқа кәлтүридиған күч*

## I. Әркин гармоникилиқ тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлири

Җисим тәңпуңлуқ һалитидин чәтнәштүрүлгәндә, униң чәтнишигә пропорционал вә тәңпуңлуқ һалитигә йөнәлгән күч пәйда болғанда, җисим әркин гармоникилиқ тәврәниш ясайду.

*Тәңпуңлуқ һалити* дәп җисимниң униңға тәсир қилидиған барлиқ күчләрниң тәң тәсирлик күчи нөлгә тәң һалитини атайду.

Тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилған пружинилиқ маятниктики җисимға гармоникилиқ тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлирини қанаәтләндүридиған әвришимлик күч тәсир қилиду *(1-сүр)*:

$$F_x = -kx. \qquad (1),$$

**1-тапшурма**

1. Тәврәнмә һәрикәт ясайдиған җисимларға мисал кәлтүриңлар.
2. Берилгән җисимлар ичидин әркин тәврiниш ясайдиған җисимларни көрситиңлар: ичидин янидиған двигатель (ИЯД) цилиндрдики поршень, механикилиқ саатиниң маятниги, шамал тәсиридин қозғалған яғач шахлири, балилар гүләңгүчи, адәм жүрүшидики қолиниң һәрикити.

**2-тапшурма**

Математикалиқ маятникниң тәвриниши, чәтнишигә пропорционал вә тәңпуңлуқ һалитигә йөнәлгән тәң тәсирлик күчниң тәсиридин болиду *( 2-сүр)*: $F_R = -kx$. 2-сүрәтни пайдилинип, математикилиқ маятникқа тәсир қилидиған тәң тәсирлик күч билән чәтнәш арилиғидики пропорционаллиқ коэффициентиниң $k = \dfrac{mg}{l}$ (2) екәнлигини испатлаңлар.

**Әскә чүшириңлар!**

$$T = \frac{1}{\nu}; \; T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \; T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}; \; \nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}; \; \omega_0 = 2\pi\nu; \; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}; \; \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

## II. Гармоникилиқ тәвринишләрниң қанунлири

Математикилиқ вә пружинилиқ маятникларда синус яки косинус қанунлири бойичә өтүдиған әркин гармоникилиқ тәвринишләр орун елиши мүмкин.

Сүркилиш күчлири билән қаршилиқни етиварға алмиғанда, гармоникилиқ тәврениш қанунлири төвәндикидәк болиду:

$$x = A \cos \omega_0 t \qquad (3)$$

$$x = A \sin \omega_0 t, \qquad (4)$$

буниңдики $A$ – силҗиш амплитудисиниң мәнаси, $\omega_0$ – хусусий цикллиқ чапсанлиғи.

Әгәр җисим $x=A$ максимал чәтнәш һалитидин өз һәрикитини башлиса, у чағда һәрикәт қанунини (3) пайдилиниду. Әгәр җисим һәрикитини $x=0$ тәңпуңлуқ һалитидин башлиса, һәрикәт қанунини (4) пайдилиниду.

### Иванәткә елиңлар!

Тәвринишәрниң хусусий чапсанлиғи, цикиллиқ чапсанлиқ вә системиниң периоди уни характерләйдиған миқдариға: жүкниң $m$ массисиға вә пружинилиқ маятник үчүн пружининиң $k$ – каттиқлиғиға, математикилиқ маятник үчүн униң жипиниң $l$ – узунлуғиға бағлиқ.

У тәвриниш амплитудисиға бағлиқ әмәс.

## III. Тәвриниш фазиси. Гармоникилиқ тәвриниш фазисиниң период билән бағлиниши

(3) вә (4) һәрикәт қанунлиридики $\varphi$ косинус яки синус функциясиниң аргументини тәвриниш фазиси дәп атайду:

$$\varphi = \omega_0 t \qquad (5)$$

Фазиниң өлчәм бирлиги – радиан, $[\varphi] = 1$ рад.

Әгәр системиниң тәвринишини һәр қандақ вақит мәзгилидин байқиса, у чағда тәвриниш фазиси нөлгә тәң болмайду. Бу һаләттә тәвриниш фазиси төвәндики формула билән ениқлиниду:

$$\varphi = \omega_0 t + \varphi_0, \qquad (6)$$

Бу йәрдики $\varphi_0$ – тәвринишләрниң дәсләпки фазиси. $t = 0$ болғанда тәвринишләр фазиси дәсләпки тәвринишләр фазисиға тәң: $\varphi = \varphi_0$.

Цикиллиқ чапсанлиқниң тәвринишләр периоди билән бағлинишини $\omega_0 = \frac{2\pi}{Ò}$ етиварға алсақ, (5) формулидин келип чиқиду:

$$\varphi = 2\pi \frac{t}{T}. \qquad (7)$$

### Иванәткә елиңлар!

Умумий түрдә гармоникилиқ тәвриниш қанунлириниң түрлири:

$x = A \cos (\omega_0 t + \varphi_0)$;

$x = A \sin (\omega_0 t + \varphi_0)$,

буниңдики $\varphi_0$ – дәсләпки фаза, $\omega_0$ – хусусий цикллиқ чапсанлиқ

### -тапшурма

Яғач кубни тәврәнмә һәрикәткә кәлтүридиған күч билән чәтнәш арисидики пропорционаллиқ коэффициентини ениқлаңлар.

### -тапшурма

Җисимларниң тәврәнмә һәрикәтни характерләйдиған кинематикилиқ миқдарларға: периодқа, чапсанлиққа вә цикллиқ чапсанлиққа ениқлима бериңлар. Уларниң өлчәм бирликлирини атаңлар.

### -тапшурма

(7) формулини пайдилинип,

$t = \frac{T}{4}$; $t = \frac{T}{2}$; $t = \frac{3T}{4}$;

$t = T$ вақит арилилиқлириға мас келидиған тәвриниш фазисини ениқлаңлар

***Тəвринишлəр фазиси* – берилгəн вақит мəзгилидə тəвринишлəрни характерлəйдиған вə периодниң үлүши билəн ипадилəнгəн вақитниң булуңлуқ өлчими.**

## IV. Гармоникилиқ тəвринишлəрниң тəңлимиси

Җисимниң иштиклəп һəрикəтлиниши вақтида *Ньютнниң иккинчи қанунини* пайдилинимиз:

$$ma = F. \quad (8)$$

Маятникларни (1) вə (2) һəрикəткə кəлтүридиған күчлəрни етиварға алсақ, пружинилиқ маятник үчүн Ньютонниң иккинчи қануни төвəндикидəк болиду:

$$ma = -kx \quad (9)$$

математикилиқ маятник үчүн:

$$ma = -\frac{mg}{l}x\,. \quad (10)$$

Бир сизиқ бойи билəн һəрикəтлинидиған җисимниң илдамлиғи – җисим координатисиниң чапсан өзгириши $\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, иштиклəш болса – җисим илдамлиғиниң чапсан өзгириши $a = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$ екəнлиги мəлум, у чағда $\Delta t$ аз мəнасида илдамлиқни җисим координатисиниң биринчи рəтлик һасилати: $\upsilon = x'$, иштиклəшни болса җисим илдамлиғиниң биринчи рəтлик һасилати: $a = \upsilon'$ ретидə ениқлашқа болиду. Демəк, иштиклəш җисим координатисиниң иккинчи рəтлик һасилати: $a = x''$. (11)

(11) формулини етиварға алсақ, (9) вə (10) формулилар төвəндики түргə келиду:

$$x'' = -\frac{k}{m}x\,, \quad (12)$$

$$x'' = -\frac{g}{l}x\,. \quad (13)$$

(12) вə (13) тəңлимилəрни төвəндикичə язайли:

$$x'' = -\omega_0^2 x\,. \quad (14)$$

Елинған (12), (13) вə (14) ипадилəрни əвришимлик вə еғирлиқ күчиниң тəсиридин *тəвринидиған җисимниң тəңлимилири* дəп атайду.

## V. Тəврəнмə һəрикəттики илдамлиқ билəн иштиклəш

Иштиклəш билəн илдамлиқни һесаплаш формулилирини һəрикəт қанунидин елишқа болиду:

$$\upsilon = x' = (A\cos\omega_0 t)' = -A\omega_0 \sin\omega_0 t \quad (15)$$

яки $$\upsilon = x' = (A\sin\omega_0 t)' = A\omega_0 \cos\omega_0 t\,, \quad (16)$$

**-тапшурма**

(3) вə (4) җисимниң һəрикəт қанунлири тəвриништики җисим тəңлимисиниң (14) йешилиши екəнлигини испатлаңлар: тəврениш амплитудиси билəн чапсанлиғини турақлиқ миқдар дəп елип, җисим координатисиниң (3) вə (4) формулилиридин иккинчи рəтлик һасилатни елиңлар.

**-тапшурма**

(17) вə (20) формулиларни пайдилинип, максимал илдамлиқ вə максимал иштиклəшниң тəврениш периоди билəн чапсанлиғиға бағлинишлиқ формулилирини йезиңлар.

**-тапшурма**

$x = 0{,}2\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ қануни бойичə тəврениш ясайдиған массиси 2 кг җисим үчүн илдамлиқ билəн иштиклəшниң вақитқа бағлинишлиқ тəңлимилирини йезиңлар.

**Өз тəҗрибəңлар**

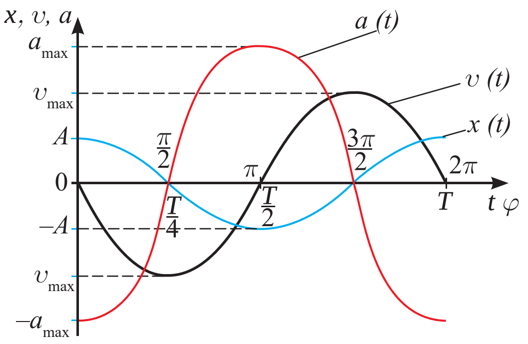
Пружинилиқ маятникниң амплитудиси билəн тəврениш периодини, илдамлиқниң максимал мəнаси билəн иштиклəшни, җисимға тəсир қилғучи күчниң максимал мəнасини ениқлаңлар.
Елинған мəналар бойичə маятник үчүн координатиларниң, илдамлиқниң вə иштиклəшниң вақитқа бағлиқ графигини қуриңлар.

бу йәрдә $\upsilon_{max} = A\omega_0$ (17) – илдамлиқнің амплитудилиқ мәнаси. $a = x'' = -A\omega_0^2 \cos \omega_0 t$ (18)
яки $a = x'' = -A\omega_0^2 \sin \omega_0 t$, (19)
бу йәрдә $a_{max} = A\omega_0^2$ (20) – иштикләшнің амплитудилиқ мәнаси.

## VI. Гармоникилиқ тәвринишләрниң графиклири. Фазилар силжиши

Дәсләпки фазиниң мәнасини нөлгә $\varphi_0 = 0$ тәң дәп қараштуруп, елинған (3, 15, 18) бағлинишларни пайдилинип, бир период арисида $x(t)$, $u(t)$, $a(t)$ тәврниш графиклирини қураштурайлуқ.

4-сүрәттин миқдарларниң тәвриниши фазиниң силжиши бойичә әмәлгә ашудиғанлиғини байқаймиз. $\frac{\pi}{2}$ -дә илдамлиқниң тәвриниши координата тәвринишидин ашиду. Иштикләшниң тәвриниши билән жисим координатилириниң тәвриниши қариму-қарши фазиларда өтүду.




***3-сүрәт.*** *Координатиниң, илдамлиқниң, иштикләшниң вақитқа вә тәвриниш фазисиға бағлиқ графиклири*

**Бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләнгән, бир чапсанлиқтики гармоникилиқ тәвринишләрниң фазилар айримисини *фазилар силжиши* дәп атайду.**

$\varphi_0 = 0$ болғанда (20) етиварға елип, (18) формулидин төвәндики ипадини алимиз:

$$a = -a_{max}\cos \omega_0 t = a_{max}\cos(\omega_0 t + \pi).$$

Иштикләш тәвриниши жисим координатисиниң тәвринишидин

$$\Delta\varphi = (\omega_0 t + \pi) - \omega_0 t = \pi \text{ ашиду.}$$

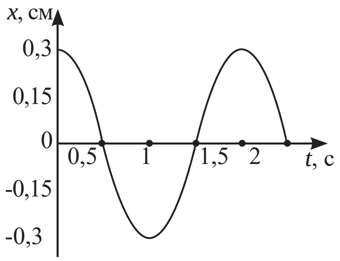
Алгебралик вә графикилиқ усул билән алған нәтижилиримиз бир-биригә мас келиду.

**Әстә сақлаңлар!**

Фазилар айримисини ениқлаш үчүн кәлтүрүш формулилирини пайдилинип миқдарларниң вақитқа бағлинишлиғини бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләш керәк.

**-тапшурма**

1. 5-сүрәттики график бойичә, амплитудини, периодни, тәвринишниң чапсанлиғи билән цикллиқ чапсанлиғини ениқлаңлар.
2. Тәврәнмә һәрикәт қанунини йезиңлар.
3. Илдамлиқ билән иштикләшниң максимал мәналирини ениқлаңлар.
4. Илдамлиқ билән иштикләшниң вақитқа бағлиқ тәңлимисини йезиңлар




***4-сүрәт.*** *Жисим координатисиниң вақитқа бағлиқ графиги*

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә тәңпуңлуқ һалитидин максимал чәтнәш вақитида тәвриништики жисимниң илдамлиғи нөлгә тәң?*
2. *Немишкә чәтнәшниң иҗабий мәналирида иштикләш сәлбий мәнаға егә?*
3. *Немишкә чәтнәш нөлгә тәң болғанда иштикләшма нөлгә тәң?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ тәвринишләрни гармоникилиқ тәвринишләр дәп атаймиз?
2. Тәврениш косинус яки синус қанунлири бойичә орунлинидиған шәртләрни атаңлар.
3. Тәврениш фазиси дәп немини атайду? Фазилар силҗиши дегинимиз немә?
4. Қараштуриливатқан миқдарларниң тәврениш фазилириниң силҗишини ениқлаш шәртлири?

## Көнүкмә 1

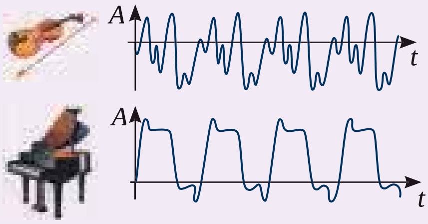
1. Шар амплитудиси 0,1 м гармоникилиқ тәврениш ясайду. Дәсләпки вақит мәзгилидә у тәңпуңлуқ һаләттә туриду. Шарниң $t$ = 1/12Т периодқа тәң вақиттики тәңпуңлуқ һалитидин чәтнишишини ениқлаңлар.
2. Пружиниға илингән жүк амплитудиси 0,1 м, периоди 1,57 сек гармоникилиқ тәврениш ясайду. Жүкниң һәрикәтлиниши вақтидики максимал иштиклишини ениқлаңлар.
3. Тарниң өчмәйдиған тәвринишлириниң чапсанлиғи 5 Гц. Тардики қандақту бир чекитниң тәврениш амплитудиси 1 мГц. Мошу чекит 5 сек ичидә қанчилик йол жүрип өтүду?
4*. Массиси 80 кг адәм суда ләйләп үзүп жүргән муз парчисини басиду, адәм турған муз парчиси 2 сек период билән тәвринишкә башлайду. Әгәр муз бетиниң мәйдани 1 $м^2$, зичлиғи 900 $кг/м^3$ болса, музниң келинлиғини ениқлаңлар.
5. Материялиқ чекит $x = 0{,}4 \cos\pi(2t + 1/2)$ қануни бойичә тәврениду. Чекит координатисиниң вақитқа бағлиқ графигини қуруңлар.
6. Материялиқ чекит $x = 0{,}4 \sin\pi(2t - 1/2)$ қануни бойичә тәврениду. Чекит илдамлиғиниң вақитқа бағлиқлиғини вә $t_1$ = 2 сек вақит мәзгилидики илдамлиқни ениқлаңлар. Чекит илдамлиғиниң вақитқа бағлиқ графигини қуруңлар.

## Експериментал тапшурма

Саат маятнигиниң тәврениш амплитудиси билән периодини ениқлаңлар.
Елинған нәтиҗиләр бойичә маятник үчүн координатиниң, илдамлиқниң вә иштикләшниң вақитқа бағлиқ графигини қуруңлар.

## Иҗадий тапшурма

«Гармоникилиқ тәвринишләр вә музыка» *(5-сүр)* мавзуси бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар.



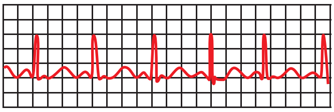

***5-сүрәт.*** *Музыкилиқ әсваплар вә уларниң тавуш тәвринишлири*

Энциклопедиялиқ луғәттә пульс сөзигә төвәндикичә ениқлима берилгән:

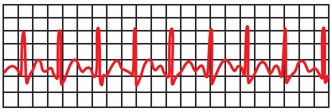
Пульс (лат. тилидин «pulsus» – соқуши) – периодлуқ түрдә артерия томурлириниң жүрәкниң қисилиши билән синхронлуқ соқуши. Теч һаләттә чоң адәмниң пульси 1 минут ичидә 60–80 рәт соқиду.

6–8-сүрәтләрдә жүрәкниң бирхил, иштикләп вә аста соқушлириниң вақтидики өзгириш кардиограммилири берилгән. Жүрәк минутиға 60 рәт соқиду дәп һесаплап, тахикардия вә брадикардия һалитидә жүрәк соқушиниң периоди билән чапсанлиғини ениқлаңлар.

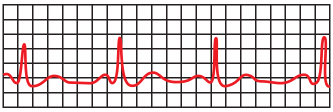
Жүрәкниң соқулиши гармоникилиқ тәвринишкә ятамду?



***6-сүрәт.*** *Жүрәкниң бирхил соқуши*



***7-сүрәт.*** *Тахикардия, иштикләп соқуши*



***8-сүрәт.*** *Брадикардия, аста соқуши*

**Бу қизиқ!**

**Йәр қәвитиниң тәвриниши**

1. 1887 жили 7,3 магнитудилиқ Йәр тәвринишиниң ақивитидин, тәхминән, 2000 км$^2$ мәйданни елип ятқан қурулуш имарәтлири бузилди. Тәвриниш мәркизи Верный шәһиридин (һазирқи Алмута шәһири) жәнубқа қарап 10-12 км жирақлиқта болди *(9-сүр)*.
2. Верный шәһириниң қурулуши үчүн йеңи орунни таллаш Петербург тағ-кан институтиниң профессори И. В. Мушкетовқа тапшурилди.
3. Алмута вә униң әтрапидики территориялар Алмутиниң сейсмоактивлиқ зонисиға ятиду.
4. Йәрниң тәвринишини тәтқиқ қилиш вә уни молжалаш билән шуғуллинидиған илмий мәркәз Алмута шәһиридики «ҚЖ БИМ сейсмология Институти».
5. «ҚЖ БИМ сейсмология Институти» статистикиси бойичә 2015 жили 11,5 миң Йәр тәвриниши тиркәлгән, 2016 жили бу көрсәткүч миңға азайған.

***9-сүрәт.*** *Верный шәһириниң Йәр тәвринишидин кейинки мәнзириси, 1887 жил*

# 1-бап йәкүни

| Механикилиқ тәвринишләр | |
|---|---|
| Һәрикәт тәңлимиси | $x'' = -\omega_0^2 x$ ; $x'' = -\frac{k}{m}x$; $x'' = -\frac{g}{l}x$ |
| Һәрикәт қануни | $x = A\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$;<br>$x = A\sin(\omega_0 t + \varphi_0)$ |
| Тәврәнмә һәрикәтниң илдамлиғи. | $\upsilon = x' = -A\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi_0)$;<br>$\upsilon = x' = A\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$; |
| Максимал илдамлиқ | $\upsilon_m = A\omega_0$ |
| Тәврәнмә һәрикәтниң иштиклишиши.<br><br>Максимал иштикләш | $a = x'' = -A\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$;<br>$a = x'' = -A\omega_0^2\sin(\omega_0 t + \varphi_0)$;<br><br>$a_{max} = A\omega_0^2$ |

## Глоссарий

**Тәңпуңлуқ һалити** – жисимға тәсир қилғучи күчләрниң векторлуқ қошундиси нөлгә тәң вақиттики жисимниң һалити.

**Фазиларниң силжиши** – бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләнгән, бир чапсанлиқтики тәврениш фазилириниң айримиси.

**Тәвриниш фазиси** – периодлуқ үлүштә ипадиләнгән вақитниң булуңлуқ өлчими.

2-БАП

# ЭЛЕКТРОМАГНИТЛИҚ ТӘВРИНИШЛӘР

Электромагнитлиқ тәвринишләрниң механикилиқ тәвринишләр билән охшашлиғи көп: улар бирдәк мөлчәрлик қанунларға беқиниду. Электромагнитлиқ тәвринишләр дәп – зарядниң, ток күчи билән күчинишниң периодлуқ түрдә өзгиришини атайду.
Һәртүрлик физикилиқ һадисиләр арисида электромагнитлиқ тәвринишләр алаһидә орунни егиләйду, улар электротехникида, радиотехникида вә физикилиқ оптикида кәң қоллинишқа егә болған электромагнитлиқ долқунларни пәйда қилиду.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- әркин вә мәҗбурий тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлирини ениқлашни;
- электромагнитлиқ вә механикилиқ тәвринишләрниң охшашлиғини ениқлашни;
- компьютерлик модельлаш арқилиқ заряд билән ток күчиниң вақитқа бағлиқ графиклирини тәкшүрәшни үгинисиләр.

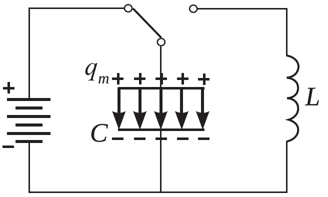
# § 2. Әркин вә мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә: Әркин вә мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлирини ениқлашни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

*10-сүрәттә көрситилгән тизмида электромагнитлиқ тәвринишләр пәйда болуш үчүн немә қилиш керәк?*




***10-сүрәт.*** *Тәврәнмә контурдики конденсаторниң зарядлиниши*

## I. Әркин электромагнитлиқ тәвринишләр. Әркин тәвринишләрниң тәңлимиси

Контурда тәврениш җәриянини пәйда қилиш үчүн икки усулни пайдилинишқа болиду: конденсаторни зарядләш *(10-сүрәт)* яки ташқи өзгәрмә магнит мәйдани арқилиқ катушкида индукция ЭҺК-сини пәйда қилиш.

Тәврәнмә контури үчүн Ом қанунини язимиз:

$$u + iR_L = e_{is}, \qquad (1)$$

бунидики $u$ – конденсатор қәвәтлиридики (обкладкилири) өзгәрмә күчиниш, $e_{is}$ – катушкиниң өзлүк индукция ЭҺК-си, $i$ – туюқ контурдики ток күчи, $R_L$ – катушкиниң актив қаршилиғи.

Әгәр тәврәнмә контурни идеал контур дәп алсақ, яки $R_L \to 0$, күчинишни конденсаторға берилгән заряд арқилиқ ипадилисәк: $u = \frac{q}{C}$, өзлүк индукция ЭҺК-сини катушкидики токниң өзгириши арқилиқ язсақ $e_{is} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t} = -Li'$, у чағда (1) формула төвәндики түргә келиду:

$$\frac{q}{C} = -Li'. \qquad (2)$$

Аргументниң аз мәнада өзгириши $i = q'$ вақит арилиғида болса, у чағда

$$i' = q''. \qquad (3)$$

(3) ипадини (2) ипадигә қоюп, идеал контурда өтүдиған җәриянларни характерләйдиған тәңлимини яки тәврәнмә контур үчүн Ом қанунини алимиз:

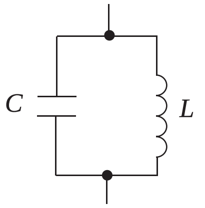
$$q'' = -\frac{1}{LC}q. \qquad (4)$$

«Тәвринишләрниң хусусий цикллиқ чапсанлиғи» чүшәнчисини киргүзәйлук:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}, \qquad (5)$$

**Әскә чүшириңлар!**

1. Өзара туюқланған тизмиға қошулған конденсатор билән индуктивлиқ катушка *тәврәнмә контурни* тәшкил қилиду, бу контурда электромагнитлиқ тәвринишләр өтүши мүмкин *(11-сүр)*.
2. Ток күчи – вақит бирлиги ичидә өткәзгүчниң тоғра қийилмиси арқилиқ өткән заряд: $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$. $\Delta t$ аз мәнасида ток күчи заряднин биринчи дәриҗилик һасилатиға тәң: $i = q'$.




***11-сүрәт.*** *Тәврәнмә контуриниң электрлик схемиси. C – конденсаторниң электр сиғдурушлиғи , L – индуктивлиқ катушка*

у чағда (4) формула төвәндикичә йезилиду:

$$q'' = -\omega_0^2 q\,. \qquad (6)$$

Елинған (6) тәңлимә контурдики электромагнитлиқ тәвриниш җәриянлирини характерләйду.

**-тапшурма**

1. Механикилиқ тәвринишләрни характерләйдиған § 1 (14) тәңлимини электромагнитлиқ тәвринишләр үчүн елинған (6) тәңлимә билән селиштуруңлар.
2. Миқдарларниң охшашлиғи асасида конденсатор қәвәтлиридики заряднниң өзгириш қанунлирини йезиңлар.

**Инавәткә елиңлар!**

Электромагнитлиқ тәврinишләрниң периоди билән хусусий чапсанлиғи пәқәт кондесатор сиғдурушлиғиға $C$ вә катушкиниң индуктивлиғиға $L$ бағлиқ. Улар зарядқа, ток күчигә вә күчинишкә бағлиқ әмәс.

## II. Тәвранмә контурдики әркин тәврinишләрни характерләйдиған миқдарлар

Тәвранмә контурда өтүдиған җәриянлар период, хусусий чапсанлиқ, цикллик чапсанлиқ, заряд, ток күчи, күчиниш охшаш миқдарлар арқилиқ характерлиниду.

Тәвранмә контурдики ток күчиниң пәйтлик мәнасини (7) вә (8) тәңлимилиридин зарядниң биринчи дәриҗилик һасилатини елиш арқилиқ ениқлаймиз:

$$i = q' = -q_m\omega_0 \sin\omega_0 t = -I_m \sin\omega_0 t$$

яки $$i = q' = q_m\omega_0 \cos\omega_0\, t = I_m \cos\omega_0\, t\,. \qquad (10)$$

Елинған ипадидин контурдики ток күчиниң максимал мәнаси заряднниң максимал мәнасиға бағлиқ екәнлиги келип чиқиду:

$$I_m = q_m\omega_0\,. \qquad (11)$$

Конденсатор қәвәтлиридики заряд қанчилик көп болса, уларниң арисидики күчинишму жуқири

болиду : $u = \dfrac{q}{C}$. Тәвранмә контурда күчиниш билән

заряд бир қанун бойичә өзгириду:

$$u = \frac{q_m}{C}\cos\omega_0\, t \;\text{ яки }\; u = \frac{q_m}{C}\sin\omega_0\, t\,. \qquad (12).$$

**Җавави қандақ?**

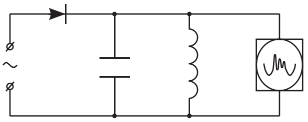
1. *Қандақ шәртләр орунланғанда конденсатор қәвәтлиридики зарядларниң өзгириши* $q = q_m \cos\omega_0\, t$ *(7) қануни билән характерлиниду?*
2. *Қандақ шәртләр үчүн* $q = q_m \sin\omega_0\, t$ *(8) қанунини қоллиниш керәк?*
3. *Қандақ шәртләр орунланғанда қанунлар төвәндикичә йезилиду:*
   $q = q_m\cos(\omega t + \varphi_0)$ *яки*
   $q = q_m\sin(\omega t + \varphi_0)$. *(9)*

**-тапшурма**

Хусусий цикллиқ чапсанлиқ (5) формулисини қоллинип, электромагнитлиқ тәврinишләр үчүн период билән чапсанлиқни һесаплаш формулисини йезиңлар.

**Өз тәҗрибәңлар**

1. 12-сүрәттә көрситилгән схема бойичә тизма қуриңлар.
2. Немишкә контурда тәврinишләр амплитудиси азийиду? Амплитудиси азийидиған тәврinишләрни қандақ атайду?
3. Тәвриниш чапсанлиғиниң конденсатор сиғдурушлиғи билән индуктивлиқ катушкиға бағлиқлиғини тәкшүрәңлар.



***12-сүрәт.*** *Әркин электромагнитлиқ тәврinишләрни байқашқа беғишланған тизминиң схемиси*

## III. Автотәврәнмә системилири. Мәҗбурий тәврinишләр

Автотәврәнмә системилири, чапсанлиқлири һәрхил өчмәйдиған тәврinишләрни елишқа мумкинчилик бериду. Бу системиларда бәлгүлүк бир вақит мәзгилидә исрап болған энергияниң орнини толтурип туридиған энергия мәнбәлири бар.

**Әстә сақлаңлар!**

Автотәврәнмә системилири – бу система ичидики мәнбәсидин чүшидиған энергия һесавидин өчмәйдиған тәврinишләрни әмәлгә ашуридиған система.

Автотәврәнмә системисиниң асасий элементлири 13-сүрәттә тәсвирләнгән:

***13-сүрәт.*** *Автотәврәнмә система түзүлмисиниң принципиал схемиси*

## IV. Транзисторлуқ генератор

15-сүрәттә «Транзисторлуқ генератор» намиға егә болған автотәврәнмә электр системисиниң схемиси берилгән. Униңда клапанниң ролини транзистор атқуриду. Әкси бағлинишни бағлиниш катушкиси $L_{баг}$ әмәлгә ашуриду.

**-тапшурма**

Ленц қаидисигә асаслинип, транзистор базисидики потенциалниң өзгиришини чүшәндүрүңлар (*16 вә 17-сүр*).

## V. Транзисторлуқ генераторниң тәсир қилиш принципи

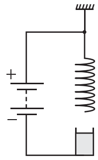
Транзисторниң p-*n*-p эмиттериға иҗабий потенциал берилсә, эмиттер – база өтүши (p-*n*) уттура, база – коллектор өтүши (p-*π*) эксинчә. Әгәр базидики потенциал сәлбий болса, у чағда тизмида ток пәйда болиду (16-*сүр*) вә базидики потенциал иҗабий болған һалаттә

**Әскә чүшириңлар!**

Мәҗбурий тәврinишләр – бу ташқи периодлуқ күчләрниң тәсиридин болидиған тәврinишләр.

**-тапшурма**

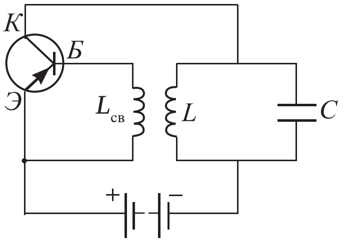
1. 13-сүрәттә берилгән автотәврәнмә система түзүлмисиниң принципиал схемисини қараштуруңлар. Автотәврәнмә системисиниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
2. 14-сүрәткә қараңлар. Автотәврәнмә системиниң ишләш принципини принципиал схемиси бойичә чүшәндүрүңлар.



***14-сүрәт.*** *Автотәврәнмә системиси*

**-тапшурма**

Автотәврәнмә системисиниң асасий элементлири (*13-сүр*) вә транзисторлуқ генераторниң электр әсваплири (*15-сүр*) арисидики охшашлиқни ениқлаңлар.

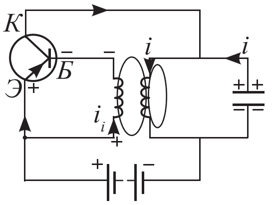



***15-сүрәт.*** *Автотәврәнмә электр системисиниң схемиси*

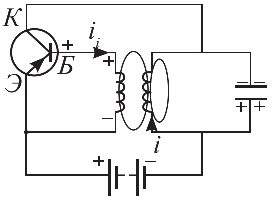
**-тапшурма**

Транзисторлуқ генератор һасил қилған тәврinишләрниң чапсанлиғини ениқлаңлар. Тәврәнмә контур сиғдурушлиғи $C$ = 0,1 мкФ конденсатордин вә индуктивлиғи $L = 10^{-10}$ Гн катушкидин туриду.

ток тохтайду. Базидики сәлбий потенциал бағлиниш катушкисида индукциялиқ ток һасил қилиду (*17-сүр*).




***16-сүрәт.*** *Эмиттер – база өтүши очуқ. Конденсаторниң зарядлиниши әмәлгә ашиду*




***17-сүрәт.*** *Эмиттер – база өтүши йепиқ. Конденсаторниң зарядлиниши тохтайду*

### Җавави қандақ?

1. *Автотәвринишни әркин тәвриниш дәп һесаплашқа боламду? Немишкә?*
2. *Автотәвринишни мәҗбурий тәвринишләр дәп һесаплашқа боламду? Немишкә?*

### Әскә чүшириңлар!

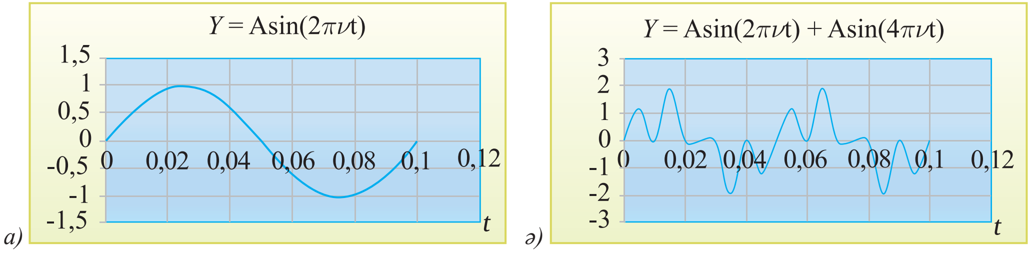
Транзистор – бу икки p-n өтүши бар йерим өткәзгүчлик әсвап. Транзистор инерциясиздур, чапсанлиғи кГц-тин ТГц-ғичә жуқарқи чапсанлиқтики сигналлар билән иш ишләш үчүн қоллиниду.

### Җавави қандақ?

1. *Тәврәнмә контурда ток күчини көпәйткәндә, бағлиниш катушкисидики индукциялиқ ток йөнилишиниң сәлбий мәнаға егә болушиниң сәвәвини чүшәндүрүңлар.*
2. *Автотәврәнмә системилирида немишкә ток мәнбәсидин энергия берилиши қәтъий түрдә бәлгүләнгән вақит арилиғида жүриш керәк?*

### -тапшурма

1. Графиктики мәлуматларға асаслинип $y = A\sin(2\pi\nu t)$ бағлиқ графигини тәсвирләңлар (*18 а-сүр).*
2. Елинған графикни дәсләпки график билән бириктүриңлар, елинған нәтиҗиләрни *18 ә. сүрәттә* тәсвирләнгән график билән селиштуриңлар.




***18-сүрәт.*** *Тәвринишләрни бириктүрүш*

### Әскә чүшириңлар!

Индукциялиқ ток һәр қачан униң магнит мәйданида шу токни пәйда қилидиған магнит еқиминиң өзгиришигә қарши һәрикәт билән йөнәлгән.

### Тәкшүрүш соаллири

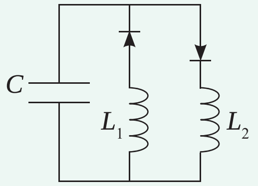
1. Қандақ тәвринишләр электромагнитлиқ тәвринишләр дәп атилиду?
2. Электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларни атаңлар.

3. Тәвриниш системисидики җәриянларни тәсвирләш үчүн қандақ қанунлар қоллиниду?
4. Автотәврәнмә системиси дәп немини атайду?
5. Автотәврәнмә системисиниң асасий элементлирини атаңлар.
6. Электрлиқ автотәвринишлик системидики транзисторниң роли?
7. Транзисторлуқ генераторда әкси бағлиниш қандақ орунлиниду?

## Көнүкмә 2

1. Тәврәнмә контурниң индуктивлиғи 100 мкГн болғанда, әркин электромагнитлиқ тәвринишләрниң чапсанлиғи 2 МГц-ға тәң. Электр сиғдурушлуқ өзгәрмисә, контурдики тәвринишләрниң чапсанлиғи 4 МГц болуши үчүн контурниң индуктивлиғи қандақ болуши керәк?
2. Тәврәнмә контур, индуктивлик катушкидин вә параллель қошулған икки охшаш конденсатордин туриду. Әгәр конденсаторларни пәйдин-пәй қошса, контурдики әркин тәвринишләрниң чапсанлиғи қанча һәссә өсуду?
3. Тәвриниш чапсанлиғи икки һәссә өсуши үчүн тәврәнмә контурдики конденсатор пластинилириниң арилиғини қандақ өзгәртиш керәк?

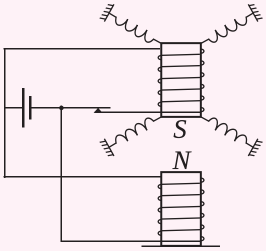
4*. 19-сүрәттә тәсвирләнгән контуриниң тәвриниш периодини ениқлаңлар. Контурға икки идеал йерим өткәзгүч диод қошулған. $C = 0{,}25$ мкФ,$L_1 = 2{,}5$ мГн, $L_2 = 4{,}9$ мГн.



***19-сүрәт.*** *Идеал диоди бар тәврәнмә контури*

## Экспериментал тапшурма

20-сүрәттә тәсвирләнгән автотәврәнмә системиниң иш ишләш принципини чүшәндүрүңлар. Түзилмини жиғип, тәврәнмә җәрияниниң характеристикилирини, уларниң сиртқи факторларға бағлиқлиғини тәкшүрәңлар. Тәврәнмә системиниң берилгән модели қандақ практикилиқ қоллинишқа егә болиду?



***20-сүрәт.*** *Электромеханикилиқ автотәврәнмә системиси*

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Тәврәнмә контуриниң вә транзисторлуқ генераторниң практикида қоллинилиши.
2. Җанлиқ тәбиәттики электромагнитлиқ тәвринишләр.

# § 3. Механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләр арисидики охшашлиқлар

**Кутилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләр арисидики охшашлиқларни ениқлашни;*
- *компьютерлик модельлаш арқилиқ заряд билән ток күчиниң вақитқа бағлиқ графиклирини тәкшүрүшни үгинисиләр.*

## I. Механикилиқ вә элетромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларниң охшашлиқлири

Механикилиқ тәвринишләрни характерләйдиған барлиқ миқдарларға электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарлар ичидин охшаш миқдарларни тепишқа болиду (1-җәдвал).

***1-җәдвал.*** *Механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларниң охшашлиқлири*

| Механикилиқ тәвринишләр | Электромагнитлиқ тәвринишләр |
|---|---|
| Силҗиши $x$ | Заряд $q$ |
| Тәврениш амплитудиси $A$ | Максимал заряд $q_m$ |
| Илдамлиқ $\upsilon = x'$ | Ток күчи $i = q'$ |
| Иштикләш $a = \upsilon' = x''$ | Ток күчиниң өзгириш илдамлиғи $\frac{\triangle I}{\triangle t}$ |
| Масса $m$ | Индуктивлиқ $L$ |
| Қаттиқлиқ коэффициенти $k$ | Сиғдурушлуққа экси миқдар $\frac{1}{\tilde{N}}$ |
| Күч $F = ma$ | Күчиниш $u = e_i = Li'$ |

**-тапшурма**

Тәвранмә контур үчүн энергияниң сақлиниш қанунини $W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$, қоллинип, электромагнитлиқ тәвринишләр тәңлимисини елиңлар § 2 (6). Тәклип: конденсатор сиғдурушлиғи, катушка индуктивлиғи вә толуқ энергия (бу миқдарларниң һасилити нөлгә тәң) турақлиқ миқдар дәп һесаплап, толуқ энергиядин һасилат елиңлар.

## II. Тәвранмә системисиниң энергияси

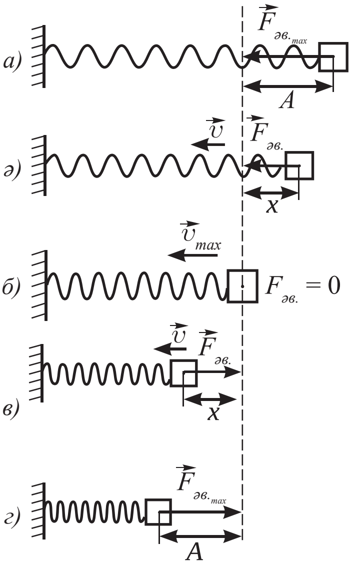
Миқдарларниң охшашлиғи механикилиқ тәвринишләрниң формулилири бойичә электромагнитлиқ тәвринишләр үчүн формулиларни йезишқа мүмкинчилик бериду. Мәсилән, пружинилиқ маятникниң кинетикилиқ энергияси җисимниң массиси билән илдамлиғи арқилиқ ениқлиниду: $W_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$. Электромагнитлиқ долқунлар үчүн алимиз: $W_{м.м} = \frac{Li^2}{2}$.

Пружинилиқ маятникниң потенциаллиқ энергияси тәңпуңлуқ һалитидин чәтнишиши арқилиқ ениқлиниду $W_p = \frac{kx^2}{2}$. Миқдарларниң охшашлиғи асасида электромагнитлиқ тәвринишләр үчүн $W_{э.м} = \frac{q^2}{2C}$ алимиз. Демәк, пружинилиқ маятникниң потенциаллиқ

энергияси зарядланған конденсаторниң электр мәйданиниң энергиясиға, пружинилиқ маятникниң кинетикилиқ энергияси индуктивлиқ катушкиниң магнит мәйданиниң энергиясиға охшаш болуп келиду.

## III.Энергияниң сақлиниш қанунининң механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләргә қоллинилиши

Пружинилиқ маятникни тәңпуңлуқ һалитидин чиқиримиз *(21 а-сүр)*. Созулған пружина максимал чәтнәш һалитидә максимал потенциаллиқ энергияға егә болиду $W_{max} = \frac{kA^2}{2}$. Бу һаләттә әврͣшимлик күчи тәңпуңлуқ һалитигә йөнәлгән вә максимал мәнаға $F_{әв.} = kA$ егә. Жисим тәңпуңлуқ һалитигә йеқинлашқанда потенциаллиқ энергия кинетикилиқ энергияға айнилиду *(21 ә-сүр)*. Тәңпуңлуқ һалитидин өтүш вақтида кинетикилиқ энергия максимал мәнаға ашиду *(21 б-сүр)*. Жисим инерция билән тәңпуңлуқ һалитидин өтүп, пружинини қисиду. Кинетикилиқ энергия потенциаллиқ энергияға айнилиду, әврͣшимлик күчи өсүду *21 в, г-сүр)* (*2-җәдвал*).




***21-сүрәт.*** *Пружинилиқ маятниктики потенциаллиқ вә кинетикилиқ энергияларниң өзара түрлиниши*

Қаршилиқ күчи болмиған һаләттә толуқ механикилиқ энергияниң сақлиниш қануни орунлиниду:

$$W_p + W_k = const$$

яки $$W_{p1} + W_{k1} = W_{p2} + W_{k2} \quad (1)$$

бунииндики $W_{p1}$, $W_{k1}$ – маятникниң биринчи һалитидики потенциаллиқ вә кинетикилиқ энергиялири; $W_{p2}$, $W_{k2}$ – маятникниң иккинчи һалитидики потенциаллиқ вә кинетикилиқ энергиялири.

***2-җәдвал.*** *Пружинилиқ маятникниң тәвриниш энергияси*

| Период үлүшидики вақит | Потенциаллиқ энергия | Кинетикилиқ энергия | Толуқ энергия |
|---|---|---|---|
| $t = 0$ | $W_{p\,max} = \frac{kA^2}{2}$ | $W_k = 0$ | $W = \frac{kA^2}{2}$ |
| $t = \frac{T}{8}$ | $W_p = \frac{kx^2}{2}$ | $W_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$ | $W = \frac{kx^2}{2} + \frac{m\upsilon^2}{2}$ |
| $t = \frac{T}{4}$ | $W_p = 0$ | $W_{k\,max} = \frac{m\upsilon^2_{max}}{2}$ | $W = \frac{m\upsilon^2_{max}}{2}$ |
| $t = \frac{3T}{8}$ | $W_p = \frac{kx^2}{2}$ | $W_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$ | $W = \frac{kx^2}{2} + \frac{m\upsilon^2}{2}$ |
| $t = \frac{T}{2}$ | $W_{p\,max} = \frac{kA^2}{2}$ | $W_k = 0$ | $W = \frac{kA^2}{2}$ |

-тапшурма

1. 21-сүрәтни вә 2-җәдвалдики мәлуматларни қоллинип, а вә ә, ә вә б, а вә б һаләтлири үчүн толуқ механикилиқ энергияниң сақлиниш қанунлирини йезиңлар.
2. $t = \frac{5T}{8}$; $t = \frac{3T}{4}$; $t = \frac{7T}{8}$; $t = T$ вақит ариliқлири үчүн тәвриниш системисиниң һалитини тәсвирләңлар.
3. Мошу вақит мәналири үчүн «Пружинилиқ маятник тәвринишиниң энергияси» җәдвалини толтуриңлар.

## IV. Энергияниң сақлиниш қануниниң электромагнитлиқ тәвринишләргә қоллинилиши

Тәврәнмә контурдики электромагнитлиқ тәвринишләрни қараштурайлуқ *(22, а-сүр)*. Дәсләпки вақит мәзгилидә конденсатор қәвәтлири арисидики электр мәйданиниң энергияси максимал мәнаға егә вә контурдики толуқ энергияни ениқлайду (3-җәдвал). Конденсатор разрядләнгәндә униң қәвәтлиридики заряд вә электр мәйданиниң энергияси кемийду. Катушкида ток пәйда болуп, магнит мәйданиниң энергияси өсүду *(22, ә-сүр)*. Контурдики толуқ энергия конденсаторниң электр мәйданиниң энергияси билән токи бар катушкиниң магнит мәйданиниң энергиясиниң қошундисиға тәң. Төрттән бир периодтин кейин конденсатор қәвәтлиридики заряд нөлгә тәң болиду, катушкидики ток күчи $I_m$ максимал мәнаға йетиду, мошу вақитта магнит мәйданиниң энергияси максимал мәнасини егиләйду *(22, б-сүр)*. Контурдики толуқ энергия катушкиниң магнит мәйданиниң максимал мәнасиға тәң. Конденсаторниң қайта зарядлиниши вақтида контурдики ток күчи азийиду *(22, в-сүр)*, магнит мәйданиниң энергияси электр мәйданиниң энергиясигә айлиниду. Контурниң толуқ энергияси конденсаторниң электр мәйданиниң энергияси билән токи бар катушкиниң магнит мәйданиниң энергиясиниң қошундисиға тәң. Конденсатор йерим период давамида қайтидин зарядлиниду, униң қәвәтлиридики заряд қайтидин максимал мәнаға егә болиду, катушкидики ток өчиду *(22, г-сүр)*. Мошу вақитта магнит мәйданиниң энергияси нөлгә тәң, электр мәйданиниң энергияси максимал мәнаға егә. Андин кейин җәриян экси рәт билән орунлиниду.

*Иссиқлиқ чиқими болмиған вақитта тәврәнмә контуриниң толуқ энергияси турақлиқ миқдар болуп қалиду:*

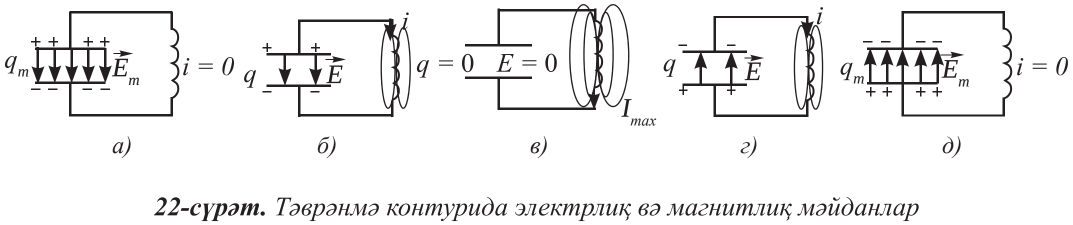
$$W_{э.м.} + W_{м.м.} = const$$

яки

$$W_{э.м.1} + W_{м.м.1} = W_{э.м.2} + W_{м.м.2}, \qquad (2)$$

бунидики $W_{э.м.1} + W_{м.м.1}$ – тәврәнмә контуриниң бир һалитидики электромагнитлиқ тәвринишләрниң толуқ энергияси,

$W_{э.м.2} + W_{м.м.2}$ – тәврәнмә контуриниң башқа һалитидики электромагнитлиқ тәвринишләрниң толуқ энергияси.




***22-сүрәт.*** *Тәврәнмә контурида электрлиқ вә магнитлиқ мәйданлар энергиялириниң өзара айлиниши*

***3-җәдвал.*** *Электромагнитлиқ тәвринишләрниң энергияси*

| Период үлүшидики вақит | Электрлиқ конденсатор энергияси | Катушкиниң магнит мәйданиниң энергияси | Толуқ энергия $W = W_{э.м.} + W_{м.м.}$ |
|---|---|---|---|
| $t = 0$ | $W_{э.м.т.} = \frac{q_m^2}{2C}$ | $W_{м.м.} = 0$ | $W = \frac{q_m^2}{2C}$ |
| $t = \frac{T}{8}$ | $W_{э.м.} = \frac{q^2}{2C}$ | $W_{м.м.} = \frac{Li^2}{2}$ | $W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$ |
| $t = \frac{T}{4}$ | $W_{э.м.} = 0$ | $W_{м.м.} = \frac{LI_m^2}{2}$ | $W = \frac{LI_m^2}{2}$ |
| $t = \frac{3T}{8}$ | $W_{э.м.} = \frac{q^2}{2C}$ | $W_{м.м.т} = \frac{Li_m^2}{2}$ | $W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$ |
| $t = \frac{T}{2}$ | $W_{э.м.т.} = \frac{q_m^2}{2C}$ | $W_{м.м.} = 0$ | $W = \frac{q_m^2}{2C}$ |

## V. Электромагнитлиқ тәвринишләрниң графиги

Электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларниң фазилиқ силҗишини ениқлайлуқ. Конденсатордики заряд төвәндики қанун бойичә өзгәрсун:

$$q = q_m \cos \omega t. \qquad (3)$$

У чағда ток күчиниң өзгириши төвәндики қанун бойичә орунлиниду:

$$i = -I_m \sin \omega t = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}). \qquad (4)$$

Конденсатор қәвәтлиридики күчиниш төвәндики қанун бойичә өзгириду:

$$u = \frac{q}{C} = \frac{q_m \cos \omega t}{C} = U_m \cos \omega t. \qquad (5)$$

**Җавави қандақ?**

1. *Әгәр индуктивлиқ катушкини реостат билән алмаштурсақ, контурда тәвринишләр әмәлгә ашамду?*
2. *Қандақ һадисә нәтиҗисидә конденсатор қайтидин зарядлиниду?*
3. *Конденсаторниң қайтидин зарядлиниш вақтини ашуриш үчүн тәврәнмә контуриға қандақ катушкини: индуктивлиғи көп яки аз қошуш керәк?*

Катушкиниң магнит мәйдани пәйда қилған мәйданниң өзлүк индукция ЭһК-синиң өзгириш қанунини төвәндики формула билән ениқлаймиз:

$$e_{is} = -Li' = -Lq'' = -L\left(q_m \cos \omega t\right)'' = Lq_m\omega^2 \cdot \cos\left(\omega t + \pi\right) = \varepsilon_m \cos\left(\omega t + \pi\right) \qquad (6)$$

Барлиқ миқдарлар бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләнгән, фазилар айримини ениқлаймиз. Ток күчиниң тәвриниши конденсатордики заряд тәвринишини фаза бойичә $\frac{\pi}{2}$-ға алдида болиду. Конденсатор қәвәтлиридики күчинишниң тәвриниши заряд тәвриниши билән синфазилиқ әмәлгә ашиду. (6) формулида бу сәлбий бәлгүси билән берилгән. 23-сүрәттә бир период ичидә заряднiң, ток күчиниң, күчинишниң вә өзлүк индукция ЭһК-ниң вақитқа вә фазиға бағлиқ графиклири берилгән.

**Инавәткә елиңлар!**

Актив қаршилиғи нөлгә тәң, энергия чиқимиға елип келидиған конденсатордики ток өткүзгүчлиги вә башқа һадисиләр йоқ тәврәнмә контурини *идеал тәврәнмә контури* дәп атайду

**-тапшурма**

1. Тәврәнмә контурда периодниң иккинчи йеримида орунлинидиған җәриянларни тәсвирләңлар.
2. $t = \frac{5T}{8}$; $t = \frac{3T}{4}$; $t = \frac{7T}{8}$; $t = T$ вақит ариliқлири үчүн тәврәнмә контуриниң һалитини тәсвирләңлар.
3. Мошу вақит мәналири үчүн «Контур тәвринишиниң энергияси» җәдвилини толтуруңлар.

**-тапшурма**

$q = q_m \sin \omega t$ қануни бойичә орунлинидиған тәврiниш үчүн ток күчи билән күчинишниң вақитқа бағлиқ тәңлимилирин йезиңлар. Мошу бағлинишларниң графиклирини түзүңлар.

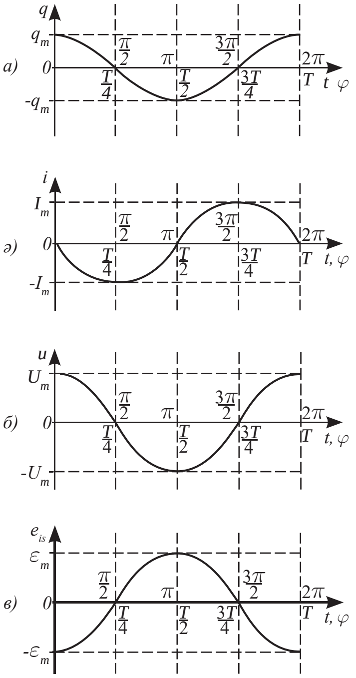
**-тапшурма**

https://www.geogebra.org/graphing программисини қоллинип, $q = 3,2\cos 314\,t$ мкКл зарядниң вақитқа бағлиқ графигини түзүңлар.Ток күчиниң вақитқа бағлиқлиғини ениқлап, график түзүңлар. Миқдарларниң тәврiниш чапсанлиғи билән дәсләпки фазиға бағлиқлиғини тәкшүрәңлар.

**Бу қизиқ!**

**«Адәм – тәврәнмә контури»** *(24-сүр)*

1. Тирик клеткини электр сиғдурушлиғи вә қаршилиғи бар тәврәнмә контури түридә тәсәввур қилишқа болиду. Клеткиниң сиғдурушлиғи әркин радикал реакциялири вә антиоксидантлиқ сақлиниш системиси арқилиқ, қаршилиқни болса ферментативлиқ оксидлиниш арқилиқ ениқлиниду.
2. Тәврәнмә контури түридә пәқәт клеткини әмәс, шуниң билән биллә бeғир, қан айлиниш системисиниму қараштурушқа болиду.
3. Нерв системиси барлиқ организмниң ишини башқуриду.
4. Адәм әзалириниң электрлик потенциалиниң ритмлири:
   ашқазан вә үчәйдә – 0.01…0.05 Гц;
   өпкидә – 0.2…0.3 Гц;
   жүрәктә – тәхминән 1.2 Гц;
   нерв системисида – 10…1000 Гц;
   баш мейиниң электрлик активлиғиниң ритми – 8... 100 Гц.




***23-сүрәт.*** *Зарядниң, ток күчиниң, күчинишниң вә өзлүк индукция ЭҺК-ниң вақитқа вә фазиға бағлиқлиғи*

***24-сүрәт.*** *«Адәм – тәврәнмә контури»*

**-тапшурма**

Елинған мәлуматлар асасида адәм әзалириниң һалитини тәкшүрәйдиған диагностикилиқ аппаратниң иш ишләш принципини тәклип қилиңлар. Заманивий медицинида мундақ аппарат қоллиништа барму?

## Тәкшүрүш соаллири

1. Пружинилиқ маятникта вә тәврәнмә контурида энергия айлинишиниң қандақ түрлири әмәлгә ашиду?
2. Қандақ шәртләр орунланғанда тәврәнмә системиниң толуқ механикилиқ энергиясиниң сақлиниш қануни әмәлгә ашиду?
3. Қараштуриливатқан миқдарлар тәвринишлириниң фазилиқ силҗиши қандақ шәртләрдә ениқлиниду?

## Көнүкмә 3

1. Массиси 0,1 кг жүк тәңпуңлуқ һалитидин 0,03 м-ға чәтнигәндә пружининиң потенциаллиқ энергиясини ениқлаңлар. Гармоникилиқ тәвринишниң чапсанлиғи 20 рад/сек.
2. Электр сиғдурушлиғи 10 пФ конденсатори бар тәврәнмә контуриниң толуқ энергиясини ениқлаңлар. Конденсатор қәвәтлиридики максимал күчиниш 100 В йетиду.
3. Массиси 0.81 кг жүки бар пружинилиқ маятник тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилди. Әгәр униң чәтниши 0,314 сек-тин кейин биринчи рәт тәвриниш амплитудисиниң йеримиға тәң болса, пружининиң қаттиқлиғини ениқлаңлар.
4. Идеал тәврәнмә контурида индуктивлиқ катушкидики ток күчиниң тәвриниш амплитудиси 5 мА, конденсатордики заряндниң амплитудиси 2,5 нКл тәң. Бираз вақит өткәндин кейин конденсаторниң заряди 1,5 нКл тәң болди. Мошу вақиттики катушкидики ток күчиниң мәнасини ениқлаңлар.
5. Тәврәнмә контур конденсаториниң сиғдурушлиғи 0,4 мкФ, хусусий тәвриниш чапсанлиғи 50 кГЦ, заряд тәвринишиниң амплитудиси 8 мкКл тәң. $q = q(t)$, $u = u(t)$, $i = i(t)$ тәңлимилирини йезиңлар. Күчинишниң тәвриниш амплитудисини, ток күчиниң тәвриниш амплитудисини вә катушкиниң индуктивлиғини ениқлаңлар. Миқдарларниң бағлиниш графиклирини қуруңлар.
6. Сиғдурушлиғи 1 мкФ конденсатор қәвәтлиридики күчиниш $u = 100\cos 500t$ қануни бойичә өзгириду: Ениқлаңлар а) конденсатордики күчинишниң максимал мәнасини; ә) контурдики тәвриниш периодини, чапсанлиғини вә цикллиқ чапсанлиғини; б) конденсаторниң максимал зарядини; в) контурниң индуктивлиғини; г) контурдики максимал ток күчини; Йезиңлар: д) конденсатордики заряндниң вақитқа бағлинишлиқ тәңлимисини; е) ток күчиниң вә күчинишниң вақитқа бағлинишлиқ тәңлимисини. $u(t)$, $q(t)$, $i(t)$ бағлинишлиқ графигини қуруңлар

## Экспериментал тапшурма

Математикилиқ маятник тәвринишиниң максимал илдамлиғини ениқлаңлар. Бир период арилиғида максимал илдамлиқ билән тәвриниш амплитудисиниң вақитқа бағлиқ графиклирини қуруңлар.

## Физика бизниң һаятимизда

### Транзисторлуқ радиотаратқуч

Өчмәйдиған электромагнитлиқ тәвринишләрни пәйда қилидиған аддий түзүлмә – Транзисторлуқ генератор. У радиотаратқучи түзүлмиси ретидә қоллинилиду. 4-җәдвалдә ҚЖ территориясидики бәзи бир радиоканалларниң иш ишләш чапсанлиғи көрситилгән.

***4-җәдвал***

| | |
|---|---|
| **Қазақ радиосы**<br>Нур-Султан ш.<br>106,8 МГц | **Астана радиосы**<br>Нур-Султан ш.<br>101,4 МГц |
| **Ретро FM**<br>Алмута ш.<br>107 МГц | **DALA FM**<br>Алмута ш.<br>100,2 МГц |

**1-тапшурма**

Берилгән чапсанлиқларни елиш үчүн индуктивлиғи 1 мкГн катушкиға қошушқа һаҗәт конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар.

**Бу қизиқ!**

1998 жили Алмутида LGElectronics заводи ечилди. У – Оттура Азиядики аләмлик дәрижидики электроника ишләп чиқиридиған дәсләпки вә ялғуз завод. Сүрәтләрдә телевизор вә платиларни жиғиш җәрияни көрситилгән.

***25-сүрәт.*** *Телевизор вә бесиш платиларни жиғиш линияси*

## 2-бап йәкүни

| Әркин электромагнитлиқ тәвринишләр | |
|---|---|
| Әркин тәвринишләрниң тәңлимиси | $q'' = -\omega_0^2 q\,; \quad q'' = -\dfrac{1}{LC} q$ |
| Электромагнитлиқ тәвринишләрниң қанунини | $q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)\,;\ q = q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$ |
| Ток күчи | $i = -I_m \sin \omega_0 t\,;\ I_{\max} = q_{\max}\omega_0$ |
| Период | $T = 2\pi\sqrt{LC}$ |
| Хусусий чапсанлиқ | $\nu_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ |
| Хусусий цикллиқ чапсанлиқ | $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{1}{LC}}$ |
| Тәврәнмә контуриниң толуқ энергияси | $W = \dfrac{q^2}{2C} + \dfrac{Li^2}{2}$ |
| Энергияниң сақлиниш қануни | $W_{э.м.} + W_{м.м.} = const$ |

### Глоссарий

**Автотәврәнмә системилар** – бу системиниң ичидики энергия мәнбәлириниң һесавидин өчмәйдиған тәвринишләр әмәлгә ашидиған система.

**Мәҗбурий тәвринишләр – с**иртқи күчләрниң периодлуқ тәсиридин пәйда болидиған тәвринишләр.

**Әркин электромагнитлиқ тәвринишләр –** катушкидики ток күчиниң вә конденсатор қәвәтлири арисидики күчинишниң сиртин энергия алмай, периодлуқ түрдә тәкрарлинидиған өзгириши.

**Электромагнитлиқ тәвриниш –** заряднiң, ток күчи вә күчинишниң периодлуқ түрдә өзгириши.

**Идеал тәврәнмә контур** – актив қаршилиғи нөлгә тәң, энергия чиқимиға елип келидиған конденсатордики ток өткүзгүчлиги вә башқа һадисиләр йоқ тәврәнмә контур.

3-БАП

# ӨЗГӘРМӘ ТОК

Генератор пәйда қилған өзгәрмә магнит мәйданиниң тәсиридин санаәт торида өзгәрмә ток пәйда болиду, у зарядланған зәрричиләрниң тәврәнмә һәрикити болуп һесаплиниду.

**Бапни оқун-үгиниш арқилиқ силәр:**

- генератор моделини қоллинип, өзгәрмә ток генераториниң иш ишләш принципини тәкшүрәшни;
- физикилиқ миқдарларни (период, чапсанлиқ, күчиниш, ток күчиниң максимал вә тәсирлик мәналири вә электр һәрикәтләндиргүчи күчини (ЭҺК) ) қоллинип өзгәрмә токни характерләшни билисиләр;
- синусоидилиқ өзгәрмә ток яки күчинишни гармоникилиқ функция түридә көрситишни үгинисиләр;
- өзгәрмә ток тизмисида пәқәт активлиқ жүклимә вақтида (резистор) фазилиқ силҗишини характерләшни;
- өзгәрмә ток тизмисида пәқәт реактивлиқ жүклимә вақтида (катушка, конденсатор) фазилиқ силҗишини характерләшни;
- R, L, C-тин туридиған өзгәрмә токниң пәйдин-пәй қошулған электр тизмисини һесаплашни;
- өзгәрмә токниң активлиқ вә реактивлиқ қувәт чүшәнчисиниң физикилиқ мәнасини чүшәндүрүшни;
- векторлуқ диаграмма түзүш арқилиқ қувәт коэффициентини ениқлашни;
- резонансниң болуш шәртлирини чүшәндүрүшни вә униң қоллинишиға мисал кәлтүрүшни;
- резонанслиқ чапсанлиқни һесаплашни;
- қувәт формулисиниң асасида трансформаторниң иш ишләш принципини тәһлил қилишни;
- электр энергиясини йәткүзүш үчүн жуқарқи күчиништики өзгәрмә токниң экономикилиқ артуқчилиқлирини чүшәндүрүшни;
- трансформатор обмоткилиридики орам санлирини тәҗирибидә ениқлашни;
- Қазақстандики электр энергия  мәнбәлириниң артуқчилиқлири билән камчилиқлирини баһалашни үгинисиләр.

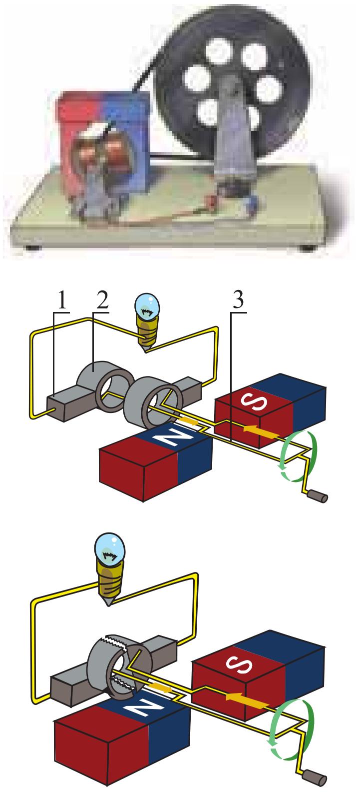
# § 4. Өзгәрмә ток генератори

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *генератор моделини қоллинип өзгәрмә ток генераториниң иш ишләш принципини тәкшүрәшни үгинисиләр .*

**Өз тәҗрибәңлар**

Өзгәрмә вә турақлиқ токларниң индукциялиқ генераторлар моделиниң ишини байқаңлар *(25-сүр)*.




***26-сүрәт.*** *Турақлиқ ток вә өзгәрмә ток индукциялиқ генераторлириниң модели: 1) щеткилар; 2) төңгиләр; 3) рама*

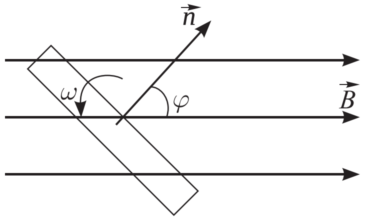
## I. Өзгәрмә токниң индукциялиқ генераториниң санаәт торидики орни

Турмушта вә санаәттә қувәтлири һәрхил электр әсваплири қоллинилиду, уларни тәминләш үчүн чапсанлиғи 50 Гц өзгәрмә токиниң санаәт тори қурулди. Бу торниң ток мәнбәси электростанциялардики өзгәрмә токниң индукциялиқ генераторлири болиду. Өзгәрмә ток электр тошуғучи симлар арқилиқ пайдиланғучиларға әвитилиду.

> ***Индукциялиқ генератор*** **– бу механикилиқ энергияни электрлиқ энергияға айландуридиған түзүлмә.**

**Әскә чүшириңлар!**

Туюқланған өткүзгүч контурини қийип өтүдиған магнит еқиминиң өзгириши вақитида индукциялиқ ток пәйда болиду. Мәйдани S бәттин өтүдиған Φ магнит еқими $\Phi = BS\cos\varphi$, (1) тәң, буниндики $\varphi$ – рама тәкшилигигә чүшүрилгән $\vec{n}$ нормаль билән $\vec{B}$ магнит индукция вектори арисидики булуң *(27-сүр)*.




***27-сүрәт.*** *Туюқланған контури арқилиқ өтүдиған магнит еқиминиң өзгириши, $\vec{n}$ – рама тәкшилигигә чүшүрилгән нормаль*

**Муһим әхбарат**

Раминиң $\omega$ булуңлуқ илдамлиқ билән айнилиши вақтида бурулуш булуңиниң мәнаси $\varphi = \omega t$ формулиси билән ениқлиниду. Мошу ипадини етиварға алсақ, магнит еқимини һесаплаш формулиси (1) төвәндики түрдә йезилиду: $\Phi = BS\cos\omega t$. (2)

## II. Өзгәрмә ток генератори пәйда қилидиған индукцияниң ЭҺК-си

Өзгәрмә ток генераториниң иш ишләш принципи электромагнитлиқ қануниға асасланған: туюқланған өткүзгүч рама арқилиқ өтүдиған өзгәрмә магнит

еқими қуюнлуқ электр мәйданини пәйда қилиду, рамида индукциялиқ ток пәйда болиду.

$\Delta t$ вақит арилиғининиң аз мәнасида туюқланған контур үчүн электромагнитлиқ индукция қануни төвәндикичә йезилиду:

$$e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi', \quad (3)$$

буниңдики $e_i$ – индукция ЭҺК-ниң пәйтлик мәнаси.

Магнит еқиминиң һасилатини ениқлаймиз:

$$e_i = -\Phi' = -(BS\cos\omega t)' = BS\omega\sin\omega t \quad (4)$$

яки

$$e_i = e_{im}\sin\omega t, \quad (5)$$

$e_{im}$ = BS$\omega$ (6) – ЭҺК-ниң максимал мәнаси. (6)

Генератор ротори көплигән рамилардин туриду. Әгер роторлардики рамилар сани $N$ болса, у чағда ЭҺК-ниң максимал мәнаси төвәндикигә тәң:

$$e_m = Ne_1 \text{ яки } e_m = NBS\omega. \quad (7)$$

**1-тапшурма**

1. 26-сүрәттин турақлиқ вә өзгәрмә ток генераторлири моделлирини көрситип, асасий пәриқлирини атаңлар.
2. Индукциялиқ ток генераторiниң асасий қисимлирини атаңлар.
3. Индукциялиқ ток генераториниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

**Әскә чүшириңлар!**

Туюқланған контур үчүн электромагнитлиқ индукция қануни: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

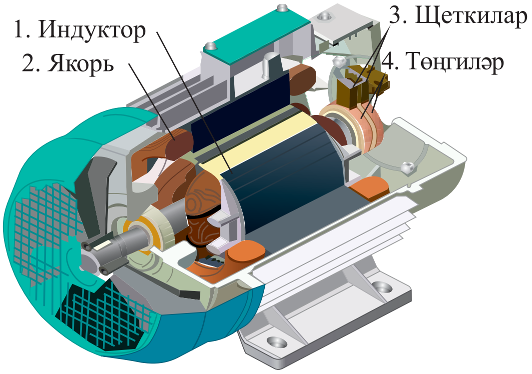
$N$ орамдин туридиған контур үчүн $\varepsilon_i = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,

буниңдики $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ – магнит еқиминиң өзгириши.

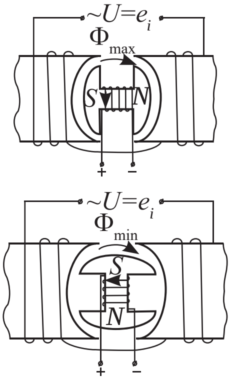
## III.Өзгәрмә токниң индукциялиқ генераториниң түзүлиши

Генератор: 1) индуктор – магнит мәйданини пәйда қилидиған түзүлмә; 2) якорь – ЭҺК индукцияланидиған обмоткилар; 3) щеткилири бар төңгә – генераторниң айнилидиған бөлүгигә токни елишқа яки кәлтүришкә ярдәм қилидиған түзүлмә *(28-сүр)*.

Генераторниң айнилидиған бөлүгини ротор, қозғалмайдиған бөлүгини статор дәп атайду. Қувәтлик генераторларда ротор индуктор ретидә, статор болса якорь ретидә қоллинилиду. Сәвәви, ротордики ток күчи һәрикәтлинидиған контактиларниң қизиши билән чәклиниду, якорьда пәйда болған мәналири жуқарқи токларни һәрикәтләнмәйдиған обмоткилар арқилиқ елиш қолайлиқ. Индукция ЭҺК-ни ашуриш үчүн орам сани көп статор обмоткилири пайдилиниду. Магнит еқимини ашуриш үчүн индуктор билән якорь обмоткилирини полат сердечникларға орайду, айлиниш үчүн уларниң арисида көп әмәс арилиқ қалдирилиду. Роторниң айлиниши вақтида якорьни қийип өтүдиған магнит еқими өзгириду, индукциялиқ ЭҺК пәйда болиду *(29-сүр)*.




***28-сүрәт.** Өзгәрмә токниң индукциялиқ генераториниң асасий қисимлири*




***29-сүрәт.** Якорьни қийип өтүдиған магнит еқиминиң өзгириш нәтижисидә индукциялиқ ЭҺК-ниң пәйда болуши*

**Жавави қандақ?**

*Немә сәвәптин N орамдин туридиған ротор ЭһК-си бир орамниң ЭһК-си билән орам саниниң көпәйтиндиси ретидә ениқлиниду?*

## IV. Генераторниң чиқишидики күчиниш

Әгәр статор обмоткисиниң қаршилилиғи ташқи тизминиң қаршилиғи билән селиштурғанда аз болса $u = e_i$, күчинишни индукциялиқ ЭһК-ниң санлиқ мәнасиға тәң дәп елишқа болиду:

у чағда $$u = e_i = NBS\,\omega \sin \omega t. \qquad (8)$$

(8) тәңлимидин индукциялиқ ЭһК-ниң максимал мәнаси билән генератор чиқишидики күчинишиниң тәң екәнлиги чиқиду:

$$U_m = \varepsilon_m = NBS\,\omega, \qquad (9)$$

буниңдики $N$ – якорь орамлириниң сани.

Электростанциялардики генераторлар бир нәччә миңлиған вольттики күчинишни пәйда қилиду.

## V. Генератор роториниң айлиниш чапсанлиғи

Чапсанлиғи 50 Гц өзгәрмә токни елиш үчүн бир жүп полюси бар ротор 50 айл/сек яки 3000 айл/мин чапсанлиғи билән айлиниши керәк. Роторға мундақ айлиниш илдамлиғини һо вә газ турбинилири берәләйду. Су электростанциялиридә аста һәрикәтлинидиған су турбинилири қоллинилиду, шуниң үчүн өзгәрмә токниң стандартлиқ чапсанлиғини елиш үчүн көп жүп полюслиқ роторлири бар генераторлар қоллинилиду. 24 жүп полюслири бар ротор 125 айл/мин яки тәхнимән 2 айл/сек чапсанлиқ билән айлиниду: $\nu_p = \dfrac{50\,Гц}{n}$,

буниңдики $n$ – индуктордики жүп полюслар сани.

**2-тапшурма**

1. Индукциялиқ генератор ЭһК-ниң пәйтлик мәнасиниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар. Рамини қийип өтүдиған магнит еқиминиң бағлиқ тәңлимиси төвәндикичә йезилиду: $\Phi = 0,5 \cdot \cos 100\pi t\ мВб.$
2. Рамидики ЭһК-ниң максимал мәнасини ениқлаңлар.
3. ЭһК-ниң максимал мәнаси 30 В-ға тәң болуши үчүн ротордики рама сани қанчә болуши керәк?

**3-тапшурма**

Магнит еқими билән ЭһК-ниң вақитқа бағлиқ графиклирини түзүңлар. Дәсләпки вақит мәзгилидә рамиға чүшүрилгән нормаль йөнилиши магнит индукцияси вектори йөниилишигә мувапиқ келидиғини бәлгүлүк. Тәвринишләрниң фазилиқ силҗишини ениқлаңлар.

**4-тапшурма**

12 жүп полюслири бар генератор роториниң айлиниш чапсанлиғини ениқлаңлар. Генератор 50 Гц чапсанлиқтики тәвринишләрни пәйда қилиду

### Тәкшүрүш соаллири

1. Өзгәрмә токниң индукциялиқ генераториниң асасий қисимлирини вә уларниң хизмитини атаңлар.
2. Өзгәрмә ток генераториниң ишләш принципи қандақ һадисигә асасланған?
3. Генератор роториниң айлиниш чапсанлиғини қандақ усул билән азайтиду? Бу немә үчүн керәк?

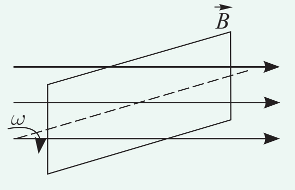
## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

$N = 100$ сим орамлиридин ибарәт, қийилмиси $S = 400$ см$^2$ контурни, күч сизиқлири айлиниш оқиға перпендикуляр болған, индукцияси B = 0,01 Тл бирхил магнит мәйданида $\omega = 1$ рад/сек булуңлуқ илдамлиқ билән бирхил айландуриду. ЭҺК-ниң максимал мәнасини ениқлаңлар.

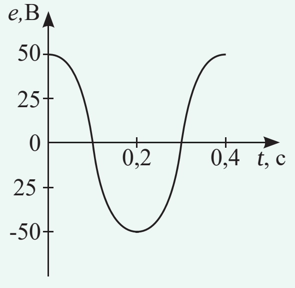
| Берилди: | СИ | Йешилиши: |
|---|---|---|
| $S = 400$ см$^2$<br>$N = 100$<br>$\omega = 1$ рад/сек<br>$B = 0,01$ Тл | 0,04 м$^2$ | $\varepsilon_{max} = BS\omega \cdot N$<br>$\varepsilon_{max} = 0,01$ Тл $\cdot$ 0,04 м$^2$ $\cdot$ 1 рад/сек $\cdot$ 100 = 0,04 В. |
| $\varepsilon_{max}$ – ? | | **Жавави:** $\varepsilon_{max} = 0,04$ В. |

## Көнүкмә 4

1. Мәйдани $S = 200$ см$^2$ рамини индукцияси $B = 0,2$ Тл *(30-сүр)* магнит мәйданида $\nu = 8$ сек$^{-1}$ чапсанлиғи билән айландуриду. а) рамини қийип өтүдиған магнит еқиминиң өзгириш қанунини; ә) рамида пәйда болидиған индукциялик ЭҺК-ниң қанунини йезиңлар. Дәсләпки вақит мәзгилидә рама магнит мәйданиға перпендикуляр орунлашқан.
2. График бойичә (*31-сүр*) өзгәрмә ЭҺК-ниң амплитудилиқ мәнасини, периоди билән чапсанлиғини ениқлаңлар. ЭҺК-ниң вақитқа бағлиқ өзгириш қанунини йезиңлар.
3. Өзгәрмә ток генераториниң ротори полюсиниң сәккиз жүпи бар $n = 8$. Генератор $\nu = 50$ Гц стандартлиқ чапсанлиқта ток ишләп чиқиридиған болса, роторниң айнилиниш чапсанлиғи қандақ?




***30-сүрәт.*** *4.1-көнүкмә үчүн*




***31-сүрәт.*** *ЭҺК-ниң вақитқа бағлиқ өзгириш графиги*

## Експериментал тапшурма

Оюнчуқ машинининг двигатели асасида йоруқ диодлуқ лампа үчүн индукциялиқ генератор қуруңлар.

## Иждадий тапшурма

«Электроэнергияниң альтернативлиқ мәнбәлири» мавзуси бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар.

# § 5. Мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр. Өзгәрмә ток

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *физикилиқ миқдарларни (период, чапсанлиқ, күчиниш, ток күчиниң максимал вә тәсирлик мәналири вә электр һәрикәтләндиргүчи күчини (ЭҺК) ) қоллинип өзгәрмә токни характерләшни билисиләр;*
- *синусоидилиқ өзгәрмә ток яки күчинишни гармоникилиқ функция түридә көрситишни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

Санаәт ток торидики зарядланған зәрричиләр тәвринишиниң периодини ениқлаңлар.

**Җавави қандақ?**

1. *Турмуш әсвапириниң ишида қандақ ток қоллиниду (32-сүр)?*
2. *Турмуштики әсваплар қандақ күчинишкә һесапланған?*

***32-сүрәт.*** *Турмуштики электр әсваплири*

## I. Өзгәрмә ток мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләргә мисалдур

ЭҺК-си:

$$e_i = \varepsilon_{i\,m} \sin \omega t$$

яки

$$e_i = \varepsilon_{i\,m} \cos \omega t \qquad (1)$$

өзгәрмә ток генератор пәйда қилған өзгәрмә электр мәйданиниң тәсиридин тизмида өзгәрмә ток пәйда болиду. У зарядләнгән зәрричиләрниң тәврәнмә һәрикитини тәсвирләйду.

> ***Өзгәрмә ток*** **– өткәзгүчтики зарядләнгән зәрричиләрниң, периодлуқ түрдә өзгирип туридиған ташқи электр һәрикәтләндүргүчи күчиниң тәсиридин болидиған мәҗбурий тәвринишиләр.**

ҚҖ-ниң санаәт ток чапсанлиғи 50 Гц, $\omega = \pi t$ тәң цикллиқ чапсанлиғи $\omega = 100\pi \dfrac{рад}{с}$ тәшкил қилиду, демәк, тизма участкилиридики күчинишниң тәвриниши төвәндики қанун бойичә ениқлиниду:

$$u = U_m \sin 100\,\pi t \quad \text{яки} \quad u = U_m \cos 100\,\pi t, \qquad (2)$$

буниндики $u$ – күчинишниң пәйтлик мәнаси,
$U_m$ – күчинишниң максимал мәнаси.

Әгәр күчиниш тәвриниши дәсләпки фазиға $\varphi_0$ мувапиқ келидиған вақит мәзгилидин башлап қараштурулса, у чағда (2) формула төвәндикичә йезилиду:

$$u = U_m \sin(100\pi t + \varphi_0)$$

яки

$$u = U_m \cos(100\pi t + \varphi_0). \qquad (3)$$

Ток күчиниң вақитқа бағлиқлиғини Ом қануни асасида ипадиләймиз, у гармоникилиқ функцияни бериду:

$$i = I_m \sin(100\pi t + \varphi_c)$$

яки

$$i = I_m \cos(100\pi t + \varphi_c), \qquad (4)$$

буниндики $i$ – ток күчиниң пәйтлик мәнаси, $I_m$ – ток күчиниң максимал мәнаси, $\varphi_c$ – ток күчи билән күчиниш тәвринишлириниң арисидики фазилар силҗиши.

**Бу қизиқ!**

Аләмдә күчиниш билән чапсанлиқниң асасий икки стандарти көп таралған. Уларниң бири – америкилиқ стандарт 110–127 В, 60 Гц. Иккинчиси – европилиқ стандарт 220– 240 В, 50 Гц *(33-сүр)*.

***33-сүрәт.*** *Һәрхил дөләтләрдики күчиниш билән чапсанлиқ стандарти*

## III. Өзгәрмә токни характерләйдиған миқдарларни өлчәш

Өзгәрмә токни характерләйдиған миқдарлирини өлчәш үчүн турақлиқ токқа беғишланған өлчигүч әсвапларни қоллинишқа болмайду. Сәвәви, әсвап шкалисиниң тилчиси бирдә нөлдин оңға қарап, бирдә эксинчә чәтнишиши керәк.Өзгәрмә токқа арналған әсвапларниң тилчилири пәқәт бирла йөнилиштә чәтнәйду. Әсвап тилчиси өзиниң инертлиғидин чапсанлиғи 50 Гц тәвриниш ясимайду, у бир орунда «титрәп» һәрикәтлинип туриду. Әгәр тизмидики токларниң тәсири охшаш болса, у чағда өзгәрмә ток әсвавиниң көрсәткүчи турақлиқ ток әсвавиниң көрсәткүчисигә мувапиқ келиду дегән қарар қобул қилинди. Мәсилән, әгәр өзгәрмә токқа беғишланған амперметр тилчиси 1 А көрсәтсә, у чағда 1 А-дики турақлиқ токниң иссиқлиқ тәсири өзгәрмә токниң иссиқлиқ тәсиригә охшаш болуши керәк. Өзгәрмә токниң мундақ эквивалентлиқ мәнасини токниң *тәсирлик* яки *эффективлиқ* мәнаси дәп атайду. Тәсирлик мәналарниң максимал мәналириға бағлинишини төвәндики бағлиниш билән көрситишкә болиду (§ 8 караштуриду):

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \qquad (5)$$

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \qquad (6)$$

буниңдики *U, I* – ток күчи билән күчинишниң тәсирлик мәналири.

**2-тапшурма**

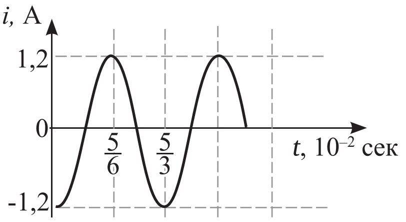
Тәвриниш башлинип $t_1$= 0,25 сек вә и $t_2$= 1 сек тәң вақит өткән арилиғида $u = 308\cos 100\,\pi t$, қануни бойичи өзгиридиған күчинишниң пәйтлик мәнасини енигқлар.
Күчинишниң максимал мәнаси немигә тәң?
Қандақ вақит мәзгилидә күчиниш максимал мәнаға йетиду?

**3-тапшурма**

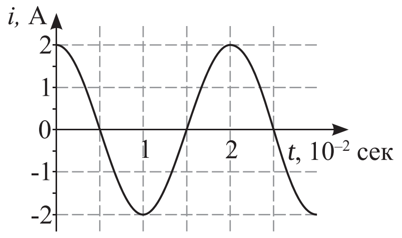
1. Бир период давамида күчинишниң вақитқа вә фазиға бағлиниш графигини түзүңлар
$u = 308\cos 100\,\pi t$, В .
2. $u = 308\cos\left(100\,\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$, В
бағлиниш графигини түзүңлар.

### 4-тапшурма

Токниң вақитқа бағлиниш графиклири бойичә *(34 а, б-сүр)* периодни, чапсанлиқни, цикллиқ чапсанлиқни, ток күчиниң максимал мәнасини ениқлаңлар. Ток күчиниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар. 34 ә графиги үчүн 25 мсек вақит мәзгилидики ток күчини ениқлаңлар.




*а)*




*ә)*

***34-сүрәт.*** *Токниң вақитқа бағлиқ графиги*

### Өз тәҗрибәңлар

«Мультиметр ярдими билән ток күчи вә күчинишни өлчәш» *(35-сүр)*. Өзгәрмә вә турақлиқ ток мәнбәлири бар тизма қуруңлар.

Санлиқ мультиметрниң һаҗәтлик иш тәртивини рәтләп, тизминиң актив қаршилиғи бар участкисидики күчиниш билән ток күчини ениқлаңлар.

***35-сүрәт.*** *Мультиметр ярдими билән турақлиқ ток мәнбәсиниң ЭҺК-ни өлчәш*

### Нәзәр селиңлар!

Мультиметр панелида дисплей (аналоглик мутльтиметрда – өлчигүчи шкала), ишләш тәртивни қошқучи, қисқучлири бар шнурларни қошушқа беғишланған йочуқлар орунлашқан. *(36-сүр)*.

Әсвапниң ишләш тәртиви:

- OFF – әсвап өчүрилгән;
- ACV – өзгәрмә күчинишни өлчәш;
- DCV – турақлиқ күчинишни өлчәш;
- ACA – өзгәрмә токни өлчәш;
- DCA – турақлиқ токни өлчәш;
- Ω – қаршилиқни өлшәш;
- hFE – транзистор параметрлирини өлчәш.

Ишләш тәртиплирини алмаштуруш қошқучни һаҗәт позицияға буруш арқилиқ орунлиниду. Төвәнки оң қисимида өлчигүч қисқушларни қошушқа беғишланған үч йочуқ орунлашқан.

***36-сүрәт.*** *Ишләш режими көрситилгән мультиметр панели*

### 5-тапшурма

1. Максимал мәнаси 308 В-қа йетидиған тизмидики күчинишниң тәсирлик мәнасини ениқлаңлар.
2. Әгәр амперметр көрсәткүчиси 2 А көрсәтсә, өзгәрмә ток тизмисидики ток күчиниң максимал мәнасини ениқлаңлар.

### Җавави қандақ?

1. *Немишкә, өзгәрмә ток үчүн өлчәш әсваплириниң тилчиси ток күчиниң максимал мәнасида максимал чәтнәш булуңиға йәтмәйду?*
2. *Немишкә, турақлиқ ток тизмисидики ток күчи билән күчинишни өлчәшкә бегишланған амперметр билән вольтметрни өзгәрмә ток тизмисида қоллинишқа болмайду?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Өзгәрмә ток дегинимиз немә?
2. Өзгәрмә ток тизмисидики тәвринишләрни характерләйдиған асасий миқдарларни атаңлар.
3. Өзгәрмә ток тизмисини характерләйдиған миқдарлар өзара қандақ бағлинишқан.
4. Гармоникилиқ тәвринишләр дегинимиз немә?

## Көнүкмә 5

1. Тизмидики ток күчи $i = 8,5\sin(314\,t + 0,661)$ қануни бойичә өзгириду. Ток күчиниң амплитудилиқ мәнасини, униң дәсләпки фазиси билән чапсанлиғини ениқлаңлар.
2. Өзгәрмә ток тизмиси участкисиниң учлиридики күчиниш синусоида қануни бойичә өзгириду. Дәсләпки фаза $\varphi_0 = \dfrac{\pi}{3}$, тәвриниш периоди $T = 0{,}02$ сек. $t = \dfrac{T}{24}$ вақит мәзгилидики күчиниш $u = 5$ В. Күчиниш амплитудисини, цикллиқ чапсанлиғини, ток чапсанлиғини ениқлаңлар. Күчинишниң вақит бойичә өзгиришиниң қанунини йезиңлар.
3. Тизмидики ток күчи вақитниң өтүшигә мувапиқ $i = 4\sin\left(314\,t + \dfrac{\pi}{6}\right)$ қануни бойичә өзгириду. Ток күчиниң тәсирлик мәнасини, униң дәсләпки фазисини вә ток тәвринишиниң периодини ениқлаңлар. $t_1 = 0{,}01$ сек, $t_2 = 0{,}04$ сек вақит мәзгилидә ток күчи немигә тәң болиду?
4. ҚЖ-ниң санаәт торидики күчинишниң вақитқа бағлиқ өзгириш қанунини йезиңлар. Тордики ток чапсанлиғи 60 Гц, максимал күчиниши 127 В болидиған дөләтләр үчүн мошу қанун қандақ өзгириду?

## Ижадий тапшурма

1. Интернет торидики материалларни пайдилинип, мультиметрни қоллиниш қаидилири билән тонушуңлар. Күчинишни, ток күчини вә қаршилиқни өлчәш үчүн әсләтмә (памятка) қуруңлар.
2. «Өзгәрмә ток» мавзуси бойичә мәсилиләр қураштуруңлар.

# § 6. Өзгәрмә ток тизмисидики актив вә реактив қаршилиқлар

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *өзгәрмә ток тизмисида пәқәт активлиқ жүклимә (резистор) вақтида фазилиқ силҗишини характерләшни;*
- *өзгәрмә ток тизмисида пәқәт реактивлиқ жүклимә (катушка, конденсатор) вақтида фазилиқ силҗишини характерләшни үгинисиләр.*

***37-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисидики резистор*

**1-тапшурма**

Тизма участкиси үчүн Ом қанунини тәрипләңлар.

**Әскә чүшириңлар!**

Резисторниң актив қаршилиғи униң узунлуғиға, тоғра қийилмисиниң мәйданиға вә хас қаршилиғиға бағлиқ:

$$R = \rho\frac{l}{S}$$

**2-тапшурма**

Актив қаршилиғи болған тизма участкисидики электр токиниң тәсирини атаңлар.

## I Тизминиң актив қаршилиғи бар участкисидики ток күчи билән күчиниш. Фазиларниң силҗиши

37-сүрәттә тизминиң резистори бар участкиси көрситилгән. Резистордики ток күчи билән күчинишни ениқлайли. Ом қануни асасида тордики күчиниш косинус қанунини бойичә өзгириду дәп қараштуруп:

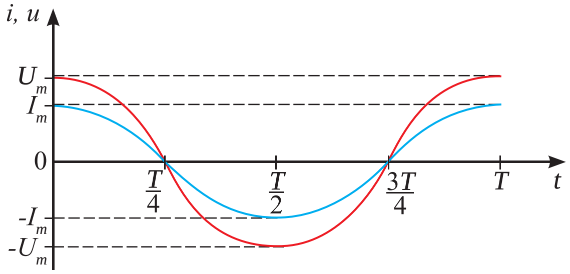
$$u = U_m \cos \omega t. \qquad (1)$$

ток күчи үчүн төвәндики тәңлимини алимиз:

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m}{R}\cos\omega t, \text{ яки } i = I_m \cos\omega t, \qquad (2)$$

бу йәрдә $I_m = \frac{U_m}{R}$ – тизмидики ток күчиниң максимал мәнаси.

(1) вә (2) тәңлимиләрни селиштурсақ, резистордики ток күчи билән күчинишниң охшаш фазиларда өтүдиғанлиғини чиқиду. Бир период арилиғида ток күчи билән күчинишниң вақитқа бағлиқ графиклири 38-сүрәттә тәсвирләнгән.



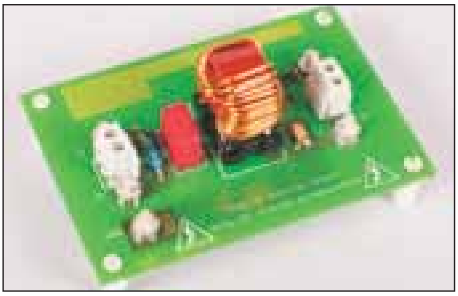

***38-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисидики резистордики ток күчи билән күчинишниң бағлиниш графиги*

**3-тапшурма**

1. Санаәт чапсанлиқтики торға қошулған электр чайниги үчүн ток күчи билән күчинишниң бағлиниш тәңлимилирини йезиңлар. Тордики күчинишниң мәнаси 220 В тәң. Электр чайнигиниң қаршилиғи 22 Ом.
2. Бир период арилиғида ток күчи билән күчинишниң бағлиниш графиклирини тәсвирләңлар.
3. Вақит оқиға фаза тәвринишлиригә мувапиқ мәналарни йезиңлар.
4. Ток күчи билән күчиниш тәвринишлириниң арисидики фазилиқ силҗишини ениқлаңлар

## II. Индуктивлиқ катушка қошулған тизма участкисидики ток күчи билән күчиниш. Фазилар силҗиши

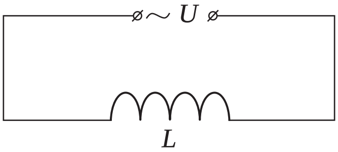
39-сүрәттә индуктивлиқ катушкиси бар тизма тәсвирләнгән.



***39-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисидики индуктивлиқ катушка*

**Әскә чүшириңлар!**

Фазилиқ силҗишни ениқлаш үчүн гармоникилиқ тәвриниш тәңлимисини бирдәк тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләш керәк




***40-сүрәт.*** *Катушкини өзгәрмә ток мәнбәси билән қошушниң схемиси*

Өзгәрмә ток мәнбәсигә қошулған катушкида мәнбә пәйда қилған токниң өзгиришигә қарши келидиған индукциялиқ ток пәйда болиду. Өзгәрмә ток мәнбәсидин вә индуктивлиқ катушкидин туридиған тизма үчүн Ом қанунини язайлуқ (*40-сүр*):

$$u + e_i = iR_L, \qquad (3)$$

буниңда $R_L$ – катушкиниң актив қаршилиғи.

Өзлүк индукцияниң ЭҺК-си тизмидики ток күчиниң өзгириш чапсанлиғи вә катушкиниң индуктивлиғи арқилиқ ениқлиниду:

$$\varepsilon_i = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}. \qquad (4)$$

**Әстә сақлаңлар!!**

Индуктивлиқ катушкини $R_L = \rho\frac{l}{S}$ актив қаршилиғи аз симдин тәйярлайду. Катушкини турақлиқ ток мәнбәсигә қошқанда қисқичә туюқлунишқа вә тизмидики ток күчиниң өсүшигә елип келиду.

$\Delta t$ аз мәнасида ЭҺК-ниң пәйтлик мәнаси үчүн (4) тәлимиси төвәндики түргә келиду:

$$e_i = -Li'. \qquad (5)$$

(5) ипадини вә катушкиниң актив қаршилиғи мәнасиниң аз $R_L \to 0$ екәнлигини етиварға алсақ, Ом қанунидин (1) формулини алимиз:

$$u = Li'. \qquad (6)$$

Тизмидики ток күчи төвәндики қанун бойичә өзгириду дәп қараштурайлуқ:

$$i = I_m \sin\omega t, \qquad (7)$$

у чағда, катушка учлиридики күчиниш өзгиридиған қанун төвәндикичә йезилиду:

$$u = L(I_m \sin\omega t)' = \omega L I_m \cos\omega t \qquad (8)$$

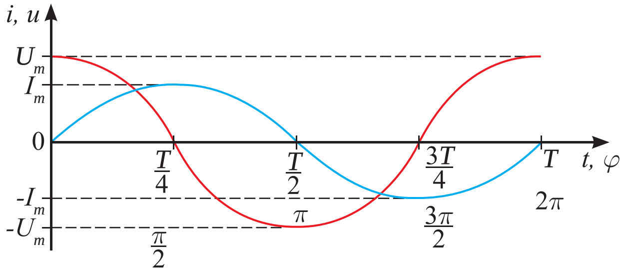
яки

$$u = U_m \cos\omega t. \qquad (9)$$

Кәлтүрүш формулисини пайдилинип, елинған бағлинишни sin функцияси арқилиқ ипадиләйли:

$$u = U_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right). \qquad (10)$$

(7) вә (10) формулиларни селиштурсақ, катушкидики ток күчиниң тәврiниши фаза бойичә күчинишниң тәврiнишидин $\frac{\pi}{2}$ кейин қалиду. Бир период давамида ток күчи билән күчинишниң вақитқа бағлиниш графиклири 41-сүрәттә тәсвирләнгән.




***41-сүрәт.*** *Индуктивлиқ катушкидики ток күчи билән күчинишниң бир период давамида вақит билән фазиға бағлиниш графиклири*

## III. Катушкиниң реактив қаршилиғи

(8) вә (9) формулилиридин күчинишниң амплитудиси үчүн бағлинишини язимиз:

$$U_m = \omega L \cdot I_m, \qquad (11)$$

(11) формулисидин ток күчиниң амплитудисини ипадиләймиз:

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}. \qquad (12)$$

вә тизма участкиси үчүн Ом қануни билән селиштуримиз $I = \frac{U}{R}$, цикллиқ чапсанлиқ билән катушка индуктивлиғиниң көпәйтиндисигә тәң миқдар қаршилиқниң ролини атқуриду дегән хуласигә келимиз. $\omega L$ ипадисини катушкиниң реактивлиқ индуктивлиқ қаршилиқ дәп атайду вә $X_L$ һәрипи билән бәлгүнилиду.

$$X_L = \omega L. \qquad (13)$$

Индуктивлиқ қаршилиқ Ом билән өлчиниду:

$$[X_L] = 1\frac{\text{Гн}}{\text{сек}} = 1\frac{\text{В} \cdot \text{сек}}{\text{А} \cdot \text{сек}} = 1 \text{ Ом}$$

## IV. Конденсатор қошулған тизма участкисидики ток күчи билән күчиниш. Фазилар силҗиши

42-сүрәттә өзгәрмә ток тизмисиға қошулған конденсаторлар тәсвирләнгән. Өзгәрмә ток мәнбәси бар тизмида конденсаторни қайтидин зарядләшкә һаҗәт ток өтүватиду, мәҗбурий электромагнитлиқ

### 4-тапшурма

1. Индуктивлиғи 0,1 Гн катушкидики күчинишниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар. Катушкидики ток күчиниң вақитқа бағлиниш графиги $i = 2\sin 100\pi t\ (A)$.
2. Катушкидики ток күчи билән күчинишниң вақитқа бағлиқлиғини графикилиқ түрдә тәсвирләңлар.
3. Немишкә катушкидики ток күчи фазиси бойичә күчиништин кейин қалидиғанлиғини чүшәндүрүңлар?

### 5-тапшурма

Индуктивлиғи 0,1 Гн катушкидики реактив қаршилиқниң чапсанлиққа бағлиниш графигини тәсвирләңлар.

***42-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисидики конденсатор*

### Җавави қандақ?

1. *Катушкиниң реактив қаршилиғи тизмидики ток күчи билән күчинишниң тәврiниш чапсанлиғиға қандақ бағлинишқан?*
2. *Қандақ тизмида катушка ток күчигә көпирәк тәсир қилиду: санаәтлик ток торида яки радиосигналлирини беридиған түзүлмидә?*

тəвринишлəр орунлиниду. Конденсатор қəвəтлиридики күчиниш төвəндики қанун бойичə өзгəрсə:

$$u = U_m \cos \omega t, \qquad (14)$$

у чағда $q = C \cdot u$-ға тəң заряд, конденсатор қəвəтлиридə күчиниш билəн бирдəк фазиларда өзгириду:

$$q = q_m \cos \omega t, \qquad (15)$$

бунинда $q_m = CU_m$ (16) – зарядниң максимал мəнаси.

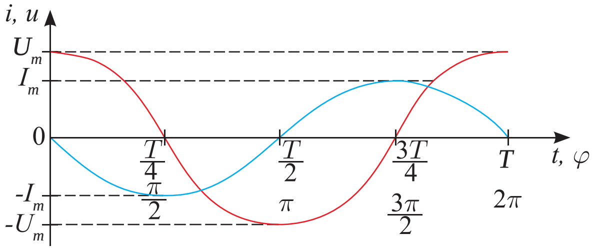
Ток күчиниң пəйтлик мəнаси зарядниң вақит бойичə биринчи рəтлик һасилатидур:

$$i = q' = (CU_m \cos \omega t)' = -\omega CU_m \sin \omega t. \qquad (17)$$

Кəлтүрүш формулисини пайдилинип sin функциясиниң алдидики ипадə миқдарниң максимал мəнаси дəп елип, (17) тəңлимини төвəндикичə язимиз:

$$i = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}). \qquad (18)$$

(14) вə (18) тəңлимилəрдин, конденсатордики ток күчиниң тəвриниши күчиниш тəвринишидин $\frac{\pi}{2}$-ға алдида болиду. 43-сүрəттə бир период давамида ток күчи билəн күчинишниң вақитқа бағлиниш графиги тəсвирлəнгəн.




***43-сүрəт.*** *Өзгəрмə ток тизмисиға қошулған конденсатордики ток күчи билəн күчинишниң вақитқа бағлиниш графиги*

**Нəзəр селиңлар!**

Конденсаторни турақлиқ ток мəнбəсигə қошқанда пəқəт зарядлиниш токи жүриду.

Конденсатордики күчиниш ток мəнбəсиниң полюслиридики күчинишкə тəң болғанда, тизмида ток тохтайду.

## V. Конденсаторниң реактив қаршилиғи

(17) вə (18) тəңлимилəрдин ток күчиниң максимал мəнаси күчинишниң амплитудиси билəн

$$I_m = \omega CU_m. \qquad (19)$$

бағлиниш билəн бағлинишқан дегəн хуласигə келимиз.

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкə өзгəрмə ток тизмиси үзилгəндə, униңдики ток тохтайду, конденсаторни қошқанда ток тохтимайду?*
2. *Немишкə ток күчини рəтлəш үчүн турақлиқ ток тизмисида – реостат, өзгəрмə ток тизмисида – индуктивлиқ катушка билəн конденсатор қоллинилиду?*

**6-тапшурма**

1. Сиғдурушлиғи 10 нФ конденсатордики ток күчиниң вақитқа бағлиқ тəңлимисини йезиңлар. Конденсатордики күчинишниң вақитқа бағлиниш тəңлимиси:
   $u = 308 \sin 100\pi t \ (B)$
2. Конденсатордики ток күчи билəн күчинишниң вақитқа бағлинишлиғини график түрдə тəсвирлəңлар.
3. Немишкə конденсатордики ток күчи күчинишниң алдиға өтүп кетидиғанлиғини чүшəндүрүңлар.

**7-тапшурма**

Сиғдурушлиғи 10 нФ конденсатордики реактив қаршилиқниң чапсанлиққа бағлиниш графигини йезиңлар. Қандақ чапсанлиқтарда конденсаторниң реактивлиқ қаршилиғи бираз ашиду: жуқарқи чапсанлиқлардиму яки төвəнкилəрдиму?

Тизма участкиси учүн Ом қануни асасида реактивлиқ сиғдурушлук қаршилик чүшәнчиси киргүзимиз вә $X_C$ һәрипи билән бәлгүләймиз

$$I_m = \frac{U_m}{X_C}. \qquad (20)$$

(19) вә (20) тәңлимиләрдин реактивлиқ сиғдурушлуқ қаршилиғи тәвринишиниң циклиқ чапсанлиғиға вә конденсатор сиғдурушиға экси пропорционаллиғи келип чиқиду:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}. \qquad (21)$$

Реактивлиқ сиғдурушлуқ қаршилиқ Ом билән өлчиниду:

$$[X_C] = 1\frac{\text{с}}{\text{Ф}} = 1\frac{\text{сВ}}{\text{Кл}} = 1\frac{\text{сВ}}{\text{Ас}} = 1\ \text{Ом}.$$

## Тәкшүрүш соаллири

1. Өзгәрмә ток тизмисиға қошулған актив қаршилиқтики, индуктивлиқ катушкидики вә конденсатордики ток күчи билән күчиниш тәвринишлириниң арисидики фазилиқ силҗиш немигә тәң?
2. Актив, индуктивлиқ вә сиғдурушлуқ қаршилиқлар қандақ ениқлиниду вә уларниң өлчәм бирликлири?

## Көнүкмә 6

1. Тизминиң актив қаршилиғи 4 Ом участкисидики ток күчи $i$ = 6,4sin314$t$ қануни бойичә өзгириду. Ток күчиниң тәсирлик мәнасини ениқлаңлар, күчинишниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар.
2. Стандартлиқ чапсанлиқ $\nu_{ст}$ = 50 Гц, күчиниши $U$ = 220 В өзгәрмә ток ториға қошулған конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар.Тизмидики ток күчи $I$ = 2 А.
3. Индуктивлиғи $L$ = 35мГн катушка өзгәрмә ток ториға қошулған. Ток чапсанлиғи $\nu$ = 50 Гц болғандики катушкиниң қаршилиғини ениқлаңлар.
4. Индуктивлиғи $L$ = 0,02 Гн катушка чапсанлиғи $\nu$ = 50 Гц өзгәрмә күчиниш мәнбәсигә қошулған. Күчинишниң тәсирлик мәнаси $U$ = 100 В. Ток күчиниң пәйтлик мәнасиниң вақитқа бағлиқлиғини вә ток билән күчинишниң арисидики фазилиқ силҗишини ениқлаңлар. Катушкиниң актив қаршилиғини етиварға алмаңлар.
5. Чапсанлиғи 10 Гц өзгәрмә ток тизмисиға сиғдурушлиғи 10 мкФ конденсатор қошулиду, униңдин кейин конденсатор орниға индуктивлиқ катушка қошулиду. Әгер тизминиң индуктивлиқ вә сиғдурушлуқ қаршилиқлири тәң болса, катушкиниң индуктивлиғи немигә тәң?

## Иҗадий тапшурма

Венн диаграммисини қуруңлар: «Өзгәрмә токниң актив, индуктивлиқ вә сиғдурушлуқ қаршилиқлири».

# § 7. Пәйдин-пәй қошулған өзгәрмә токиниң актив вә реактив қаршилиқлири бар тизмиси үчүн Ом қануни

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *R, L, C-тин туридиған өзгәрмә токниң пәйдин-пәй қошулған электр тизмисини һесаплашни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

Пәйдин-пәй қошулған резисторлардин туридиған турақлиқ токниң тизма участкиси үчүн қанунларни йезиңлар.

## I. Пәйдин-пәй қошулған катушка, конденсатор вә актив җүклимиси бар тизма участкиси үчүн ток күчи билән күчиниш

*44-сүрәттә* резистор, конденсатор вә индуктивлиқ катушкиси бар тизма участкилири тәсвирләнгән.

Пәйдин-пәй қошулғанда тизминиң барлиқ участкилирида ток охшаш фазида тәвриниду (*45-сүр*):

$$i = I_m \cos\,\omega t. \qquad (1)$$

Һәрқандақ вақит мәзгилидә генератор пәйда қилидиған күчиниш тармақланмиған тизминиң һәрбир пәйдин-пәй қошулғаш участкисидики күчинишләрниң қошундисиға тәң:

$$u = u_R + u_L + u_C. \qquad (2)$$

Катушка вә конденсатордики күчиниш билән ток күчи тәвринишлириниң фазилар айримисини етиварға елинса, (2) тәңлимә төвәндикичә йезилиду:

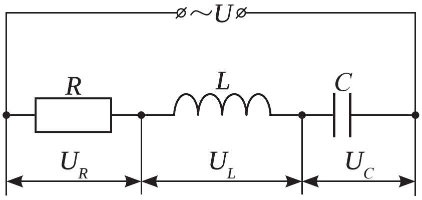
$$u = U_{mR}\cos\omega t + U_{mL}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + U_{mC}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right). \qquad (3)$$

Күчинишләрни қошуш үчүн векторлуқ диаграммини қоллиниду.

*а) RC-тизма – реле контактлирини қоғдаш үчүн*

*б) Күчинишни түрләндүргүчи*

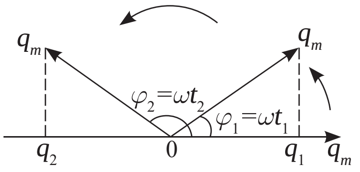
***44-сүрәт.*** *Резистор, индуктивлиқ вә конденсатор – өзгәрмә ток тизмисиниң асасий элементлири*



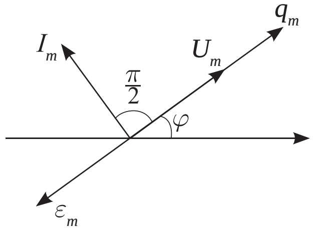

***45-сүрәт.*** *Пәйдин-пәй қошулған актив, сиғдурушлуқ вә индуктивлиқ қаршилиқлири бар өзгәрмә ток тизмисиниң схемиси*

## II. Векторлуқ диаграмма

> ***Векторлуқ диаграмма*** **– бу гормоникилиқ тәвринишләрни графикилиқ түрдә тәсвирләш усули.**




***46-сүрәт.*** *Конденсатор қәвәтлиридики заряд тәвринишиниң векторлуқ диаграммиси*




***47-сүрәт.*** *Электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларниң векторлуқ диаграммиси*

Тәкшиликтә координатиси ($x = 0$, $y = 0$) һәр қандақ чекит таллап елиниду вә мошу чекит арқилиқ горзизонталь оқи жүргүзүлиду. Караштуриливатқан $q$ миқдари векторлуқ диаграммида узунлуғи $q_m$ амплитудиға пропорционал вә горизонталь оқ билән $t$ вақит мәзгилидә фазиға тәң $\varphi$ булуң түзәйдиған вектор түридә берилиду (*46-сүр*).

Векторниң $0x$ оқидики проекцияси берилгән миқдарниң пәйтлик мәнасини ениқлайду: $q_1 = q_m \cos \omega t_1$.

*Әгәр тәвринишләр синуслар қануни бойичә өтсә, миқдарниң 0у оқидики проекциясини ениқлаш керәк.*

Ток күчи, күчиниш, ЭһК (*47-сүр*) охшаш һәрқандақ миқдар үчүн векторлуқ диаграмма мошуниңға охшаш түзилиду.

Тәврениш графиги арқилиқ тәсвирләшниң бу түриниң артуқчилиғи у йәрдә тәкшүрүливатқан миқдарларниң фазилиқ силҗиши еник көрситилгән.

Векторниң саат тилчисигә қариму-қарши $T$, *период билән айлиниши вақитида, векторниң проекцияси бир период давамида* тәкшүрүливатқан миқдарниң барлиқ мәналирини қобул қилиду.

**2-тапшурма**

1. 47-сүрәт бойичә заряднинң, күчинишниң, ток күчиниң вә ЭһК-ниң тәвринишлири арисидики фазилиқ силҗишни ениқлаңлар
2. cos функциясини пайдилинип вә фазилиқ силҗишни етиварға елип, заряднинң, күчинишниң, ток күчиниң вә ЭһК-ниң өзгириш қанунлирини йезиңлар.

## III. Пәйдин-пәй қошулған индуктивлиқ катушка, конденсатор вә актив жүклимиси бар тизма үчүн ток Ом қануни

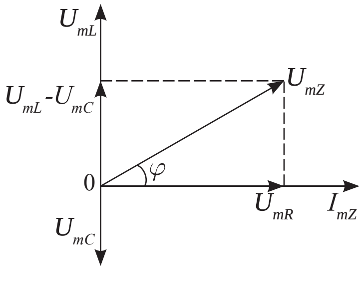
Катушкидин, конденсатордин вә резистордин ибарәт тизма участкисиниң ток күчи билән күчинишиниң максимал мәнаси үчүн Ом қанунини язайлуқ:

$$I_m = \frac{U_m}{Z}, \qquad (4)$$

буниңдики $Z$– тизминиң толуқ қаршилиғи.

Күчинишниң тәврениши бирдәк чапсанлиқта орунлиниду,демәк, күчинишләрниң қошундисини ениқлаш үчүн векторлуқ диаграммини қоллинишқа болиду. Актив жүклимидики ток күчи билән күчинишниң максимал мәнасиниң векторлирини тәкшиликтә таллап елинған координатилири (0, 0) чекитидин оңға қарап йөнилиду (*48-сүр*).

Индуктивлиқ катушкидики күчиниш амплитудисиниң вектори жуқири қарап йөнилиду, конденсатордики күчиниш амплитудисиниң вектори төвән қарап




***48-сүрәт.*** *Актив вә реактив қаршилиқлардики күчинишниң, ток күчиниң амплитудилиқ мәналириниң векторлуқ диаграммиси*

йөнилиду, сәвәви күчинишниң тәвриниши катушкида ток тәвринишидин $\frac{\pi}{2}$ алдида болиду, конденсаторда $\frac{\pi}{2}$ кейин қалиду. $U_{mL}$, $U_{mC}$, вә $U_{mR}$, күчинишләрниң амплитудилиқ мәналири векторлик түрдә қошушни орунлап, модули Пифагор теоремиси билән ениқлинидиған толуқ $U_{mZ}$ тизмидики күчиниш амплитудисини алимиз:

$$U_{mZ} = \sqrt{U_{mR}^2 + (U_{mL} - U_{mC})^2}. \qquad (5)$$

Ом қанунининң асасида күчинишләрниң максимал мәналирини ток күчиниң амплитудиси арқилиқ ипадиләймиз: $U_{mR} = I_m R$, $U_{mL} = I_m X_L$, $U_{mC} = I_m X_C$ вә (5) тәңлимигә қойсақ: $U_{mZ} = I_m\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ яки

$$I_m = \frac{U_{mZ}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}. \qquad (6)$$

(6) тәңлимә пәйдин-пәй қошулған индуктивлиқ катушкидин, конденсатордин вә актив жүклимидин туридиған тизма үчүн Ом қануни болуп тепилиду. (4) вә (6) формулилирини селиштуруп, тизминиң умумий қаршилиғини ипадиләймиз:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \qquad (7)$$

буниңдики $R$ – тизминиң актив қаршилиғи; $(X_L - X_C)$ – тизминиң реактив қаршилиғи.

**Инавәткә елиңлар!**

Векторниң саат тилигә қарши айлинишини вә алдиға өтүшигә мувапиқ келишини иҗабий йөнилиш дәп санайду.

## IV. Өзгәрмә ток тизмизидики ток күчи билән күчиниш тәвринишлириниң фазилириниң силҗиши

Векторлик диаграммиларниң артуқчилиғи – у йәрдә тәкшүрилидиған миқдарларниң фазилиқ силҗиши көрнәклик көрситилгән. Актив жүклимидин, конденсатордин вә индуктивлиқ катушкидин түзүлгән тармақланмиған тизмидики ток күчи билән күчиниш тәвринишлири арисидики фазилиқ силҗишни ениқлайлуқ (*49-сүр*). Ток күчиниң йөнилиши актив қаршиликтики күчинишниң йөнилишигә мувапиқ келиду.

**3-тапшурма**

$i = 2\sin 100\pi t$ $A$. А ток күчи тәвринишиниң векторлуқ диаграммисини тәсвирләңлар

$\varphi_1 = \frac{\pi}{6}, \varphi_2 = \frac{\pi}{4}, \varphi_3 = \frac{\pi}{3}$.

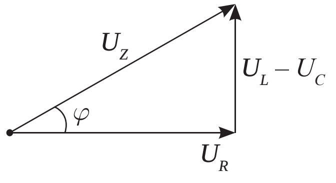
фазилиридики ток күчиниң пәйтлик мәнасини ениқлаңлар

**4-тапшурма**

1. Өзгәрмә ток тизмисиниң
   – конденсатордин вә актив қаршилиқтин;
   – индуктивлиқ катушкидин вә актив қаршилиқтин;
   – индуктивлиқ катушкидин вә конденсатордин туридиған участкилар үчүн векторлуқ диаграмма түзүңлар
2. Мошу участкилардики күчинишни ениқлаңлар.
3. Һәрбир участка үчүн Ом қанунини йезиңлар.

**Җавави қандақ?**

*Қандақ чапсанлиқларда тизма участкилириниң қаршилиғи ашиду?*
*Әгәр тизма участкилирини турақлиқ ток мәнбәсигә қошсақ немә болиду?*




***49-сүрәт.*** *Күчинишләр үчбулуңи*

Диаграммидин күчиниш тәвриниши ток күчи тәвринишиниң алдиға өтүдиғанлиғи көрүнип туриду, фазилиқ силҗиш $\varphi$ тәң. Фазилиқ силҗишни етиварға елип, ток күчи билән күчинишниң тәңлимилирини язайлуқ:

$$i = I_m \cos \omega t; \qquad (8)$$

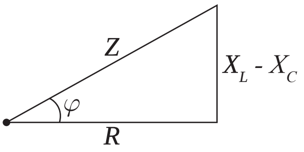
$$u = U_{mZ} \cos (\omega t + \varphi). \qquad (9)$$

Фазилиқ силҗишни күчинишләрниң үчбулуңи қаидисини пайдилинип , ипадиләймиз *(49-сүр):*

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{X_L - X_C}{R}. \qquad (10)$$

Қаршилиқлар үчүн үчбулуң қаидисидин келип чиқиду*(50-сүр)*:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}. \qquad (11)$$




***50-сүрәт.*** *Қаршилиқлар үчбулуңи*

**Җавави қандақ?**

*Реактив қаршилиқлардики күчинишләр бирдәк мәна қобул қилғанда тизмида қандақ җәриян орун алиду?*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Күчинишлиги 120 В өзгәрмә ток тизмисиға пәйдин-пәй актив қаршилиғи 15 Ом өткәзгүч вә индуктивлиғи 0,05 Гн катушка қошулған. Тизмидики ток күчиниң амплитудиси 7 А болған вақиттики ток чапсанлиғини ениқлаңлар.

**Берилди:**
$U = 120$ В
$R = 15$ Ом
$L = 0{,}05$ Гн
$I_m = 7$ А

$\nu - ?$

**Йешилиши:**
Тизминиң пәйдин пәй участоги учун Ом қануни

$$I = \frac{U}{Z}(1); \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}(2); \quad Z = \sqrt{R^2 + Õ_L^{\,2}}(3); \quad Õ_L = \omega L = 2\pi\nu L(4);$$

(2–4) формулиларни (1) қоюп: $\dfrac{I_m}{\sqrt{2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + 4\pi^2\nu^2L^2}}(5)$ алимиз.

(5) тәңлимини бәлгүсиз өлчәмгә нисбәтән йешәйли:

$$\frac{I_m^{\,2}}{2} = \frac{U^2}{R^2 + 4\pi^2 v^2 L^2}; \quad 4\pi^2\nu^2L^2 = \frac{2U^2}{I_m^{\,2}} - R^2; \quad \nu = \sqrt{\frac{2U^2 - I_m^{\,2}R^2}{I_m^{\,2}4\pi^2L^2}} = \frac{\sqrt{2U^2 - I_m^{\,2}R^2}}{I_m \cdot 2\pi L};$$

$$\nu = \frac{\sqrt{2 \cdot 120^2 \text{В}^2 - 49 \text{ А}^2 \cdot 225 \text{ Î ì}^2}}{7 \text{ À} \cdot 6{,}28 \cdot 0{,}05 \text{ Ãí}} \approx 61 \text{ Ãö}.$$

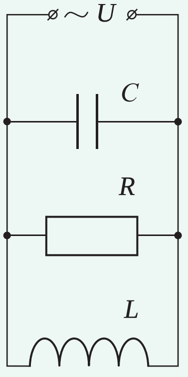
**Җавави:** $\nu \approx 61$ Гц.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Векторлуқ диаграмма усулиниң мәнаси немидә? Бу усулниң артуқчилиқлири?
2. Өзгәрмә ток тизма участкилиридики умумий күчинишни қандақ ениқлайду? Немишкә?
3. Өзгәрмә ток тизмиси үчүн Ом қанунини тәрипләңлар.
4. Индуктивлиқ катушкидин, конденсатордин вә актив қаршилиқтин туридиған тизма участкиси үчүн толуқ қаршилиқ немигә тәң?

## Көнүкмә 7

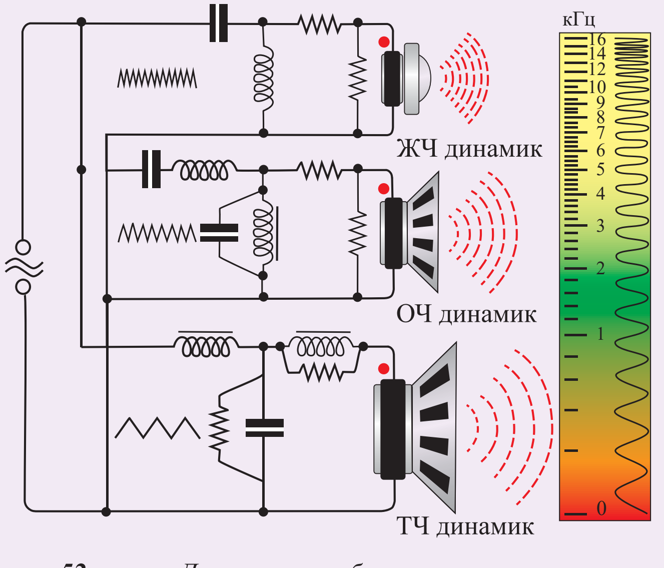
1. Өзгәрмә ток тизмисиниң тармақланған участкиси актив, индуктивлик вә сиғдурушлуқ қаршилиқлардин туриду, уларниң мәналири $R$ = 3 Ом, $X_L$ = 6 Ом, $X_C$ = 2 Ом тәң. Тизмидик толуқ қаршилиқни ениқлаңлар.
2. 44-сүрәттики схемида актив қаршилиғи $R$ = 2 Ом, катушкиниң $L$= 50 мГн, конденсатор сиғдурушлиғи $C$= 25 мкФ. Тизминиң толуқ қаршилиғини вә 50 Гц өзгәрмә ток чапсанлиғидики ток күчи билән күчиништики фазилик силҗишни ениқлаңлар.
3. 51-сүрәттә тәсвирләнгән тизма участкилири үчүн векторлуқ диаграмма түзүңлар. Ом қанунини йезиңлар, толуқ қаршилиқни ениқлаңлар.
4. Чапсанлиғи 100 Гц өзгәрмә ток генераториға индуктивлиғи 0,5 Гн катушка, сиғдурушлиғи 4 мкФ конденсатор вә қарлишиғи 54 Ом резистори қошулған. Тизмидики ток күчиниң амплитудилиқ мәнаси 0,5 А. Генератордики күчинишниң амплитудилиқ мәнасини ениқлаңлар. Җававини пүтүн санғичә дүгләклитиңлар.




***51-сүрәт.*** *Пәйдин-пәй қошулған актив, сиғдурушлуқ вә индуктив қаршилиқлири бар өзгәрмә ток тизмисиниң схемиси*

## Иҗадий тапшурма

1. Динамиклар үчүн сүзгиләр схемисини қараштуруңлар (*52-сүр*). Сүзгиләрниң асасий хизмитини ениқлаңлар. ЖЧ-жуқурки чапсанлиқтики сүзгүләр үчүн қандақ бөлчәкләр пайдилиниду? Немишкә?




***52-сүрәт.*** *Динамикларға беғишланған сүзгиләр*

# § 8. Өзгәрмә ток тизмисидики қувәт

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *өзгәрмә токниң активлиқ вә реактивлиқ қувәт чүшәнчисиниң физикилиқ мәнасини чүшәндүрүшни;*
- *векторлуқ диаграмма түзүш арқилиқ қувәт коэффициентини ениқлашни үгинисиләр.*

**Муһим әхбарат**

Қош булуңниң косинуси: $\cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1$ тәң. Тәвриниш чапсанлиғи $\omega$ болған гармоникилиқ электромагнитлиқ тәвринишләргә пайдиланса: $\cos 2\omega t = 2\cos^2\omega t - 1$. Булуңниң косинусиниң квадратини қош булуңниң косинуси арқилиқ ипадилисәк: $\cos^2\omega t = \frac{1+\cos 2\omega t}{2}$.

**1-тапшурма**

(2) формулиға асаслинип, актив қаршилиқтики ток қувити: $P = \frac{I_m^2 R}{2}$ екәнлигини испатлаңлар.

**Тәклип:** $\frac{I_m^2}{2}\cos 2\omega t.$

функция графигини қуруңлар. Период ичидә бу функцияниң пәйтлик мәнасиниң қошундиси нөл екәнлигини испатлаңлар.

**Нәзәр селиңлар!**

Қувәтниң иҗабий мәнаси, резисторниң пүткүл тәвриниш җәриянида энергия истимал қилидиғанлиғини испатлайду.

## I. Актив қаршилиқтики өзгәрмә ток қувитиниң оттура мәнаси

Қувәтниң пәйтлик мәнасиниң вақитқа бағлиқлиғини төвәндикичә язайлуқ:

$$p(t) = i^2 R = I_m^2 R\cos^2\omega t. \qquad (1)$$

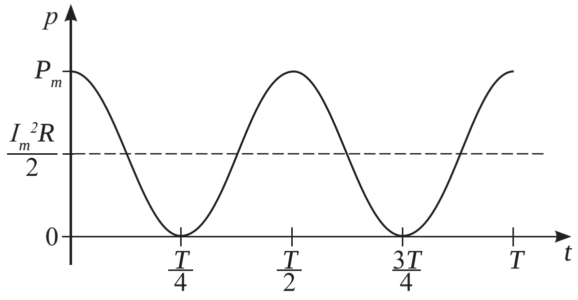
Тәвриниш фазисиниң косинус квадратини икки һәссиләнгән булуң косинуси арқилиқ ипадиләп, (1) формулиға қоюп:

$$p(t) = I_m^2 R\left(\frac{1+\cos 2\omega t}{2}\right) = \frac{I_m^2 R}{2} + \frac{I_m^2}{2}\cos 2\omega t. \qquad (2)$$

P($t$) бағлиниш графиги 53-сүрәттә тәсвирләнгән.

(2) формулида иккинчи қошулғуч мәналириниң қошундиси нөлгә тәң екәнлигини испатлаш қийин әмәс. У чағда период давамида актив қаршилиқтики қувитиниң оттура мәнаси төвәндикигә тәң:

$$P = \frac{I_m^2 R}{2}. \qquad (3)$$




***53-сүрәт.*** *Өзгәрмә токниң пәйтлик қувитиниң вақитқа бағлиқ графиги*

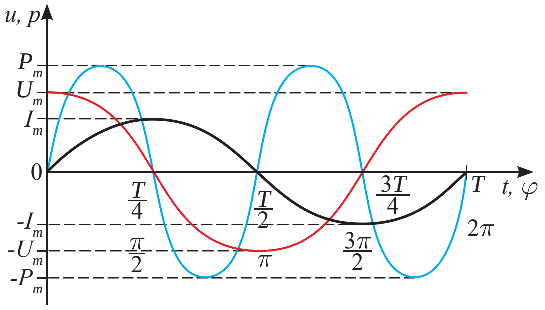
## II. Ток күчи билән күчинишниң тәсирлик мәналири

(3) формулини $P = I^2 R$ (4) турақлиқ ток тизмисиға қошулға резисторидики қувәтни һесаплаш формулиси билән селиштуруш ток күчиниң тәсирлик вә максимал мәналириниң арисидики бағлинишни орнитишқа мүмкинчилик бериду: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (5). Ом қанунининң асасида $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ (6) екәнлигини испатлаш қийин әмәс.

## III. Индуктивлиқ катушкидики қувәт

Қувәтниң графикқа бағлиниш графигини ток күчи билән күчинишниң мувапиқ пәйтлик мәналирини

көпәйтиш арқилиқ алимиз. 54-сүрәттә индуктивлиқ катушкидлики ток күчиниң, күчинишниң вә қувәтниң бир период давамида вақитқа бағлиқ графиги берилгән. Қувәт графигидин катушка энергия жиққучи ретидә тәсир қилидиғанлиғи келип чиқиду. Периодниң биринчи чаригидә катушка энергияни мәнбәдин алиду, катушкидики ток қувити ижабий мәнаға егә. Кәлгүси чарәктә қувәтниң мәнаси сәлбий болғанлиқтин, катушка энергияни энергия мәнбәсигә қайтуриду.




***54-сүрәт.** Индуктивлиқ катушкидики ток күчиниң, күчинишниң вә қувәтниң бир период давамида вақитқа бағлиқ графиги*

### 2-тапшурма

Актив қаршилиқтики өзгәрмә токниң пәйтлик қувитиниң бир период давами үчүн вақитқа бағлиниш графигини түзүңлар. Тапшурмини ток күчи билән күчинишниң графиклиридики мувапиқ мәналириға көпәйтиш арқилиқ орунлаңлар. Елинған нәтиҗини 53-сүрәт билән селиштуруңлар

### 3-тапшурма

Ток қувитини:

1. резистордики күчинишниң максимал мәнаси арқилиқ;
2. ток күчи билән күчинишниң тәсирлик мәналири арқилиқ ипадиләңлар.

### Җавави қандақ?

1. *Өзгәрмә токниң қайси тизмисида катушкиниң қаршилиғи жуқури болиду: жуқарқи чапсанлиқта яки төвәнки чапсанлиқта?*
2. *Катушкиниң қандақ хусусийити тизмида ток күчиниң тәвринишини һасил қилиду?*
3. *Индуктивлиқ катушкида актив қаршилиқ боламду?*
4. *Немишкә катушкиниң актив қаршилиғи азайғанда тәвринишниң узақлиғи ашиду?*

### Нәзәр селиңлар!

Идеал катушка электр энергиясини энергияниң башқа түрлигә түрләндүрмәйду, барлиқ тәвриниш периодида қувәт нөлгә тәң.

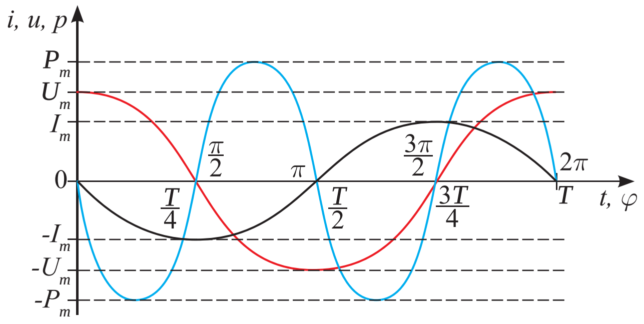
## IV. Конденсатордики токниң қувити

55-сүрәттә конденсатордики ток күчи билән күчинишниң бир период давамида вақитқа бағлиниш графиклири тәсвирләнгән. Қувәтниң вақитқа бағлиниш графиги ток күчи билән күчинишниң мувапиқ пәйтлик мәналирини көпәйтиш арқилиқ елинған.

Сиғдурушлуқ қаршилиқни энергия жиғиш үчүн вә чапсанлиғи төвән өзгәрмә ток тизмисидики қувити төвән әсваплар арқилиқ өтүдиған ток күчини чәкләш үчүн қоллиниду.

### Әстә сақлаңлар!!

Өзгәрмә ток тизмисидики индуктивлиқ катушкини ток күчини чәклигүчи қаршилиғи вә энергия жиққучи ретидә қоллинилиду.




***55-сүрәт.*** *Бир период давамида ток күчи, күчиниш вә қувәтниң вақитқа бағлиқ графиги*

## V. Конденсатордин, катушкидин вә актив қаршилиқтин ибарәт өзгәрмә ток тизмисидики токниң қувити

Векторлук диаграммида күчинишләрниң үчбулуң қаидисини қоллинип (*56-сүр*), актив қаршилиқтики күчинишни толуқ тизмидики күчинишниң амплитудилиқ мәнаси арқилиқ ипадиләймиз:

$$U_{mR} = U_{mZ} \cos\varphi. \qquad (7)$$

Елинған ипадини етиварға елип, тизмидики ток қувитниң формулисини язимиз:

$$P = \frac{I_m U_{mZ}}{2}\cos\varphi \qquad (8)$$

яки $P = I\,U\cos\varphi$, (9

буниңдики $I_m, U_m$ –ток күчи билән күчинишниң максимал мәналири, $I$, $U$ – ток күчи билән күчинишниң тәсирлик мәналири; $\cos\varphi$ – қувәт коэффициенти.

**Қувәт коэффициенти өзгәрмә ток тизмисидики энергияниң қандак бөлүги башқа энергия түригә түрлинидиғанлиғини көрситиду.**

Мәсилән, қувәт коэффициентти $\cos\varphi$ = *0,8*, тизмидики электр двигатели тордин 1 кВт электр энергисини елип, 800 Вт энеригияни энергияниң башқа түригә түрләндүриду вә 200 Вт электр энергисини қайтуриду.

**Жавави қандақ?**

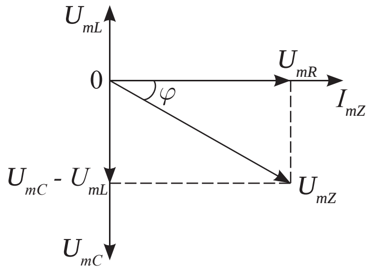
*Немишкә cos$\varphi$ пайдилиқ тәсир коэффициенти әмәс, әксинчә қувәт коэффициенти дәп атилиду?*

**4-тапшурма**

55-сүрәттә тәсвирләнгән графикларни тәһлил қилиңлар.

**Жавави қандақ?**

1. Конденсаторниң бир период давамида пайдилинидиған қувити немигә тәң? Тизмида иш орунлинидиған умумий вақит ичидә пайдилинидиған қувәт немигә тәң?
2. Конденсатор бир период давамида ток мәнбәсидин нәччә рәт зарядлиниду? Нәччә рәт разрядлиниду?
3. Индуктивлиқ катушка билән конденсатордики қувәтниң өзгириш графиклирини селиштуруңлар? Уларниң пәрқи?
4. Конденсатор билән идеал катушкидин туридиған контурда электромагнитлиқ тәвринишләрниң вуҗутқа келишиниң сәвәви?




***56-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисидики ток күчи билән күчинишиниң арисидики фазилиқ силҗишиниң пәйда болуш*

**Әстә сақлаңлар!!**

Актив вә реактив қаршилиқлири бар тизмиға берилидиған энергияниң пәқәт бир қисимила актив қаршилиқта энергияниң башқа түрлиригә түрлиниду.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

**Һесап.** Актив қаршилиғи $R = 15$ Ом вә индуктивлиғи $L = 52$ мГн катушка чапсанлиғи $\nu = 50$ Гц өзгәрмә ток ториға сиғдурушлиғи $C = 120$ мкФ конденсатор билән пәйдин-пәй қошулған. Тордики күчинишниң тәсирлик мәнаси $U = 220$ В. Тизмидики ток күчиниң амплитудилиқ вә тәсирлик мәналирини, оттура қувитини ениқлаңлар

| **Берилгән:** | **СИ** |
|---|---|
| $R = 15$ Ом | |
| $L = 52$ мГн | $52 \cdot 10^{-3}$ Гн |
| $\nu = 50$ Гц | |
| $C = 120$ мкФ | $120 \cdot 10^{-6}$ Ф |
| $U = 220$ В | |
| $I - ?$ $I_m - ?$ <br> $P - ?$ | |

**Йешилиши:**

Тизма үчүн Ом қанунидин

$$I_m = \frac{U_m}{Z}, \quad (1)$$

буниңда $I_m, U_m$ – ток күчи билән күчинишниң амплитулиқ мәналири.

Тизмидики толуқ қаршилиқ

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}. \quad (2)$$

Күчинишниң тәсирлик вә амплитудилиқ мәналириниң арисидики бағлиниш

$$U_m = \sqrt{2}\,U. \quad (3)$$

формулиси билән ипадилиниду.

(2) вә (3) формулилирини (1) қоюп, ток күчиниң амплитудилиқ мәнасини тапимиз:

$$I_m = \frac{\sqrt{2}\,U}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}}, \quad I_m \approx 17{,}2 \text{ А}.$$

Ток күчиниң тәсирлик мәнаси максимал мәнаси билән төвәндики ипадә билән бағлинишқан:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad I \approx 12{,}3 \text{ А}.$$

Өзгәрмә токниң оттура қувити

$$P = U I \cos\varphi. \quad (4)$$

Қувәт коэффициенти $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}}. \quad (5)$$

(5) формулини (4) формулиға қоюп, қувәтни төвәндики формулидин һесаплаймиз :

$$P = \frac{UIR}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}} =$$

$$= \frac{220\,\text{В} \cdot 12{,}3\,\text{А} \cdot 15\,\text{Ом}}{\sqrt{15^2\,\text{Ом}^2 + \left(2 \cdot 3{,}14 \cdot 50\,\text{Гц} \cdot 52 \cdot 10^{-3}\,\text{Гн} - \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50\,\text{Гц} \cdot 120 \cdot 10^{-6}\,\text{Ф}}\right)}} \approx 2250\,\text{Вт}.$$

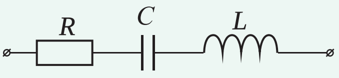
**Җавави:** $I_m \approx 17{,}2$ А; $I \approx 12{,}3$ А; $P \approx 2250$ Вт.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Өзгәрмә токниң қувити қандақ ениқлиниду?
2. Қувәт коэффициенти немини көрситиду?

## Көнүкмә 8

1. Өзгәрмә ток ториға қаршилиғи $R = 40$ Ом электр чөгүни қошулған. Әгәр тордики күчинишниң амплитудиси $U_m = 311$ В болса, қувәтни вә $t = 3$ мин ичидә бөлүнидиған иссиқлиқ мөлчәрини ениқлаңлар.
2. 57-сүрәттә өзгәрмә ток тизмисиниң қаршилиқлири $R = 3$ Ом, $X_L = 6$ Ом, $X_C = 2$ Ом резистордин, катушкидин вә конденсатордин туридиған участкилири көрситилгән.
   *а)* Қаршилиқларниң үчбулуңини сизиңлар.
   *ә)* Тизминиң толуқ қаршилиғини ениқлаңлар.
   *б)* Қувәт коэффициентини ениқлаңлар.




***57-сүрәт.*** *Өзгәрмә ток тизмисиниң участкиси*

3. Пәйдин-пәй қошулған *R, L, C* элементлири $U = U_m \cos \omega t$ өзгәрмә күчиниш мәнбәсигә қошулған, бунинда $U_m = 179$ В. Чапсанлиқ $\nu = 10$ кГц болғанда тизмидики ток күчи максимал мәнаға егә болиду.
   *а)* Қандақ шараиттә тизмидики ток күчи максимал мәнаға егә екәнлигини Ом қануни асасида музакирә (анализ) қилиңлар.
   *ә)* $C = 0{,}05$ мкФ болса, тизминиң индуктивлиғини ениқлаңлар.
   *б)* Күчиниш билән ток күчиниң векторлуқ диаграммисини түзүңлар, қувәт коэффициентини ениқлаңлар.
   *в)* $R = 50$ Ом актив қаршилиғида бөлүнидиған қувәтни ениқлаңлар.
4. Күчиниши 200 В тизмиға актив қаршилиғи 10 Ом болидиған резисторни вә актив қаршилиғи бар индуктивлиқ катушкини пәйдин-пәй қошиду. Әгәр резистордики вә катушкидики күчинишниң тәсирлик мәналири мувапиқ 50 В вә 160 В болса, катушкида бөлүнидиған иссиқлиқниң қувитини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

«Электр вә радио әсваплирида актив қаршилиқни, катушкини вә конденсаторни қоллиниш» мавзусиға хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар

# § 9. Электр тизмисидики күчиниш резонанси

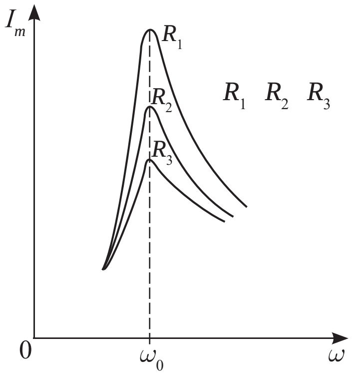
**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *резонансниң болуш шәртлирини чүшәндүришни вә униң қоллинишиға мисал кәлтүрүшни;*
- *резонанслиқ чапсанлиқни һесаплашни үгинисиләр.*

**Әскә чүшириңлар!**

Өзгәрмә ток тизмисида резонанс, ток күчиниң тәвриниш амплитудисиниң кәскин өсүши вақитида байқилиду.




***58-сүрәт.*** *Ток күчиниң амплитудилиқ мәналириниң резонанслиқ әгир сизиқлири*

**1-тапшурма**

Резонанс вақтида конденсатордин, индуктивлиқ катушкидин вә актив қаршилиқтин туридиған тизма үчүн Ом қануни:

$$I_m = \frac{U_{mZ}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}},$$

төвәндики түрдә йезилиду:

$$I_m = \frac{U_m}{R}.$$

## I. Резонанс шәртлири. Резонанслиқ чапсанлиқ

Резистордин, индуктивлиқ катушкидин вә конденсатордин ибарәт тизминиң толуқ қаршилиғи сиғдурушлуқ билән индуктив қаршилиғи тәң болған һаләттә әң төвән мәнаға егә болиду:

$$X_L = X_C, \qquad (1)$$

Бу һаләттә тизмидики толуқ қаршилиқ актив қаршилиққа тәң болиду $Z = R$, ток күчиниң амплитудилиқ мәнаси максимал мәнаға йетиду:

$$I_m = \frac{U_m}{R}. \qquad (2)$$

Ток күчи максимал мәнаға йетидиған мәҗбурий тәвринишләрниң чапсанлиғини ениқлайлуқ. (1) тәңлимисидин

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \text{ яки } \omega^2 = \frac{1}{LC}.$$

екәнлиги келип чиқиду. Елинған бағлиништин цикллиқ чапсанлиқни ипадиләйлуқ:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \qquad (3)$$

(3) формулидин, *пәйдин-пәй қошулған резистордин, катушкидин вә конденсатордин ибарәт тизмида резонанс ташқи күчиниш чапсанлиғи билән тизминиң хусусий чапсанлиғи тәң болғанда пәйда болиду:*

$$\omega = \omega_0. \qquad (4)$$

58-сүрәттә ток күчиниң амплитудилиқ мәналириниң резонанслиқ әгир сизиқлири берилгән. Актив қаршилиғи қанчә аз болса, резонанс шунчә ениқ байқилиду.

## II. Резонанс

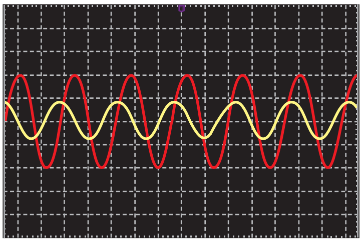
Индуктивлиқ катушкиси билән конденсатордики күчинишләрниң тәвриниши қарши фазиларда жүриду. $X_L = X_C$ резонанс режимида конденсатор вә катушкидики күчинишләр тәң: $U_{L\,рез} = U_{C\,рез}$.

**2-тапшурма**

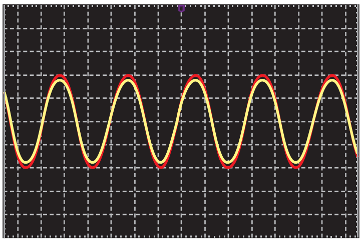
Индуктивлиғи L вә конденсатор сиғдурушлиғи C катушкиниң реактивлиқ қаршилиғиниң $\omega$ тәвриниш чапсанлиғиға бағлиқ графикини бир координата тәкшилигидә тәсвирләңлар. Чапсанлиқниң қандақ мәнасида реактивлиқ қаршилиқ охшаш мәналарға егә болиду?

## Өз тәҗрибәңлар

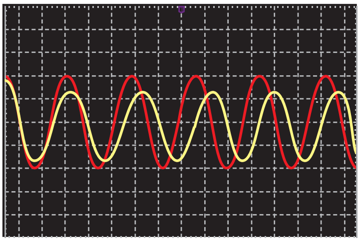
Пәйдин-пәй қошулған өзгәрмә чапсанлиқ генераторидин (4 В), резисторидин, индуктивлиқ катушкидин (1 м Гн) вә конденсатордин (1 мкФ) туридиған тизма қураштуруңлар. Тизма элементлириниң параметрлири ток мәнбәсиниң чапсанлиқ диапазони билән ениқлиниду. Өзгәрмә чапсанлиқ сигналлириниң генераторидин вә резистордин осциллограмма елиңлар. Резистордин елинған күчиниш тизмидики ток күчиниң өзгириши тоғрилиқ әхбаратни бериду, сәвәви резисторда күчиниш билән ток күчи синфазилиқ өзгириду.
*59 а, ә, б*-сүрәтлиридә өзгәрмә чапсанлиқ генераторидин елинған сигналлар қизил рәң билән, резистордин елинған сигналлар сериқ рәң билән чүшүрилгән осциллограммилар тәсвирләнгән. *59 в*-сүрәттә конденсатордин резонанс режимида елинған күчинишниң осциллограммиси тәсвирләнгән



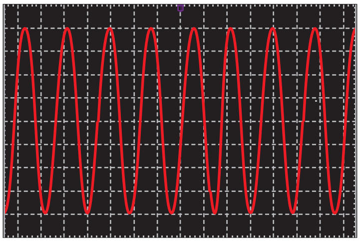
*а) Сигнал чапсанлиғи 2 кГц. Ток күчиниң тәвриниши күчиниш тәвринишиниң алдиға өтүду. Төвәнки чапсанлиқларда тизмида сиғдурушлуқ қаршилиғи бесим болиду*



*б) Сигнал чапсанлиғи 4,78 кГц. Индуктив қаршилиғи сиғдурушлуқ қаршилиғиға тәң, резонанс байқилиду. Күчиниш билән ток күчиниң тәвринишлири фаза бойичә охшаш келиду, ток күчиниң амплитудиси өсүду*



*в) Сигнал чапсанлиғи 7,2 кГц. Күчинишниң тәвриниши ток күчиниң тәвринишиниң алдиға өтүду. Жуқурқи чапсанлиқларда тизмида индуктив қаршилиғи бесим болиду*



*г) Резонанс режимида конденсатор билән индуктивлиқ катушкидики күчиниш 10 В, бу кириштики күчиниш мәнасидин артуқ*

***59-сүрәт.*** *Пәйдин-пәй қошулған өзгәрмә ток тизмисидики күчиниш резонанси*

Векторлуқ қошуш вақтида катушкидики вә конденсатордики умумий күчиниши нөлгә тәң вә барлиқ күчиниш толуғи билән актив қаршилиққа бериниду $U_{кир} = U_R$. Нәтижисидә тизмидики ток өсүду. Униң билән биллә катушкидики вә конденсатордики күчиниш өсүду:

$$U_{L\,рез} = I_{рез} X_L = \frac{U_{кир}}{R}\omega_{рез} L = U_{кир}\frac{L}{\sqrt{LC}\cdot R} = U_{кир}\frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}};$$

$$U_{C\,рез} = I_{рез} X_C = \frac{U_{кир}}{R\omega_{рез} C} = \frac{U_{кир}}{R}\frac{\sqrt{LC}}{C} = U_{кир}\frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}.$$

Реактив қаршилиқтики күчинишниң өсүшини, һәр қачан бирдин чоң, $\frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$ миқдари бойичә һесаплашқа болиду. Уни контурниң сапалиғи $Q = \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$ дәп атайду.

Күчинишләрниң резонанси реактив элементлардики күчинишниң $Q$ һәссә өсүшигә елип келиду. Актив қаршилиғи жуқури тизмиларда резонанс байқалмайду.

## III. Өзгәрмә ток тизмисида резонансни қоллиниш

**Радиоқобулқилғучи.** Һәр қандақ радиоқобулқилғучиниң кириш тизмиси башқурилидиған тәврәнмә контур. Униң резонанслиқ чапсанлиғи конденсатор сиғдурушлиғини рәтләш арқилиқ өзгириду, у қобул қилиш керәк болған радиостанция сигналиниң чапсанлиғи билән мувапиқ келиду *(60-сүр)*.

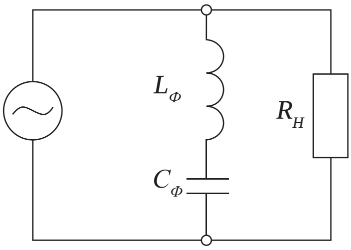
***60-сүрәт****.* *Ррадиоқобулқилғучини резонанслиқ чапсанлиққа рәтләш*

**Электрлиқ фильтрлар** (*61-сүр)*.

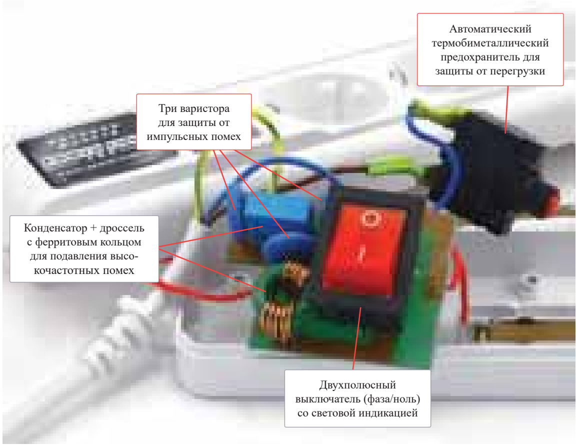
Күчинишләрниң резонанс һадисисини электрлик фильтрларда қоллиниду. Әгәр берилгән сигналдин бәлгүлүк чапсанлиқтики ток тәшкил қилғучисини елип ташлашқа тоғра кәлсә, у чағда қобулқилғучиға параллель, өз ара пәйдин-пәй қошулған конденсатор билән индуктивлиқ катушкисини қошиду *(62-сүр)*.

Резонанслиқ чапсанлиқ токи $LC$ – тизмиси арқилиқ өтүду, басқа чапсанлиқтики токлар қобул–қилғучи арқилиқ өтүду.

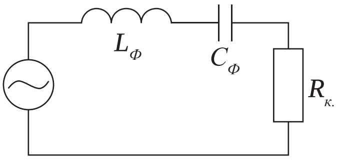
Әгәр қобулқилғучи арқилиқ пәқәт бәлгүлүк бир чапсанлиқтики ток өткүзүш керәк болса, у чағда LC-тизмини қобул қилғучиға пәйдин-пәй қошиду *(63-сүр)*. Бу шараиттә резонаслиқ чапсанлиқтики сигналниң тәшкил қилғучилири жүклимигә чиқимсиз өтүду, башқа чапсанлиқлардики сигналлар күчсизлиниду.




***62-сүрәт.*** *Резонанслиқ чапсанлиқтики сигнални тохтатқучи фильтр*




***61-сүрәт.*** *Компьютергә беғишланған торлуқ фильтр*




***63-сүрәт.*** *Резонанслиқ чапсанлиқтики сигнални чиқиридиған фильтр*

## IV. Резонансниң негативлиқ тәсирлири

Резонанс режимида катушка билән конденсатордики күчиниш актив қаршилиқниң төвәнки мәналирида кириштики күчиништин бир нәччә һәссә ешиши мүмкин. Буни диэлектрик қәвитиниң тешилип кетишини вә катушка изоляциясиниң ерип кетишини болдурмас үчүн етиварға алған тоғра.

Электр энергиясини пайдиланғучи жүклимиси йоқ узун кабельни генераторға қошқанда электр энергетикида күчинишләр резонанси орун елиши. Қошумчә жүклимә қоллиниши билән бу жағдайниң алдини алиду.

### Тәкшүрүш соаллири

1. Резонанс һадисиси қәйәрдә вә қандақ тизмиларда байқилиду?
2. Ток күчи вә күчиниш резонанси қандақ шәртләр орунланғанда пәйда болиду?
3. Резонанслиқ чапсанлиқ қандақ ениқлиниду?
4. Күчиниш резонанси һадисисини қандақ болдурмасқа болиду?

### Көнүкмә 9

1. Конденсатор билән катушка пәдин-пәй қошулған. Сиғдурушлуқ қаршилиғи $X_C = 5000$ Ом. Әгәр чапсанлиқ $\nu = 20$ кГц болғанда, күчиниш резонанси байқалса, торға қошулған катушкиниң индуктивлиғини ениқлаңлар.
2. Актив қаршилиғи $R = 100$ Ом реостат, индуктивлиғи $L = 5$ мГн катушка вә сиғдурушлиғи $C = 0{,}05$ мкФ конденсатор пәйдин-пәй қошулған Резонанслиқ чапсанлиқни, резонанслиқ чапсанлиқ вақитидики конденсатор билән күчинишниң максимал мәналирини ениқлаңлар. Тизмиға чүширилгән күчинишниң тәсирлик мәнаси $U = 10$ В.
3. Актив қаршилиғи $R = 2$ Ом вә индуктивлиғи $L = 75$ мГн катушка өзгәрмә сиғдурушлиғи бар конденсатор билән тәсирлик күчинишлиги $U = 50$ В вә чапсанлиғи $n= 50$ Гц торға пәйдин-пәй қошулған. Күчинишләр резонанси вақтида конденсаторниң С сиғдурушлиғини вә мошу вақиттики катушкидики $U_L$ вә конденсатордики $U_C$ күчинишниң мәналирини ениқлаңлар.
4. Электр тизмиси өзара пәйдин-пәй қошулған қаршилиғи $R = 10$ Ом резистордин, индуктивлиғи $L = 100$ мкГн катушкидин вә сиғдурушлиғи $C = 100$ пФ конденсатордин туриду. Резонанслиқ чапсанлиқ билән тизминиң сапалиғини ениқлаңлар. Әгәр тизминиң умумий күчиниш $U = 1$ В болса, резонанс вақтида ток күчи $I$, ток қувити $P$, индуктивлиқ катушкидики күчиниш $U_L$ вә конденсатордики күчиниш $U_C$ немигә тәң?

### Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Ток күчиниң резонанси билән күчинишниң резонансиниң пәрқи немидә?
2. Ток вә күчиниш резонансиниң электр техника билән радиотехникида қоллиниши.

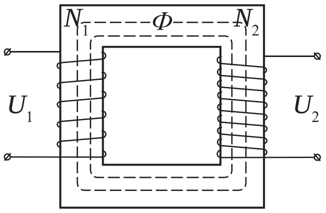
# § 10. Электр энергиясини ишләп чиқириш, йәткүзүш вә қоллинилиши. Трансформатор

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *қувәт формулисиниң асасида трансформаторниң иш ишләш принципини тәһлил қилишни;*
- *электр энергиясини йәткүзүш үчүн жуқарқи күчиништики өзгәрмә токниң экономикилиқ артуқчилиқлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Нәзәр селиңлар!**

Турмушта вә техникида қувәтлири һәртүрлүк электр әсваплири қоллинилиду, уларни тәминләш үчүн чапсанлиғи 50 Гц өзгәрмә токниң санаәтлик тори қурулди. Бу тордики ток мәнбәси болуп электр станциялирида орунлашқан өзгәрмә токниң индукциялик генераторлири һесаплиниду. Өзгәрмә ток пайдиланғучиларға симлар арқилиқ берилиду.




***65-сүрәт.*** *Трансформатор түзүлишиниң принципиал схемиси*

## I. Трансформаторниң түзүлиши, трансформацияләш коэффициенти

Пайдиланғучилар һәр түрлүк күчинишләрни пайдилиниду, шуниң үчүн уни түрләндүрүш һаҗәт.

**Өзгәрмә ток күчинишини түрләндүрүш үчүн қоллинилидиған әсвап трансформатор дәп атилиду *(64-сүр)*.**

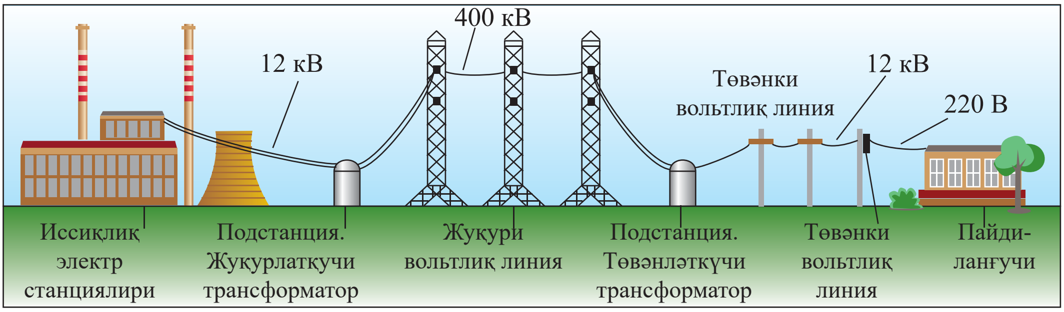
***64-сүрәт.*** *Кентау шәһиридә ясап чиқирилған күчлик трансформатори*

Трансформатор туюқланған полат сердечниктин – магнитлиқ өткәзгүчтин вә орам санлири һәр түрлүк болған икки яки бир нәччә обмоткилардин туриду. *(65-сүр)*. Трансформаторниң ишләш принципи электромагнитлиқ индукция һадисисигә асасланған. Трансформаторниң биринчи обмоткисини күчиниши $u_1$ өзгәрмә ток ториға қошқанда обмотка арқилиқ $i_1$ ток өтүду, ток магнитлиқ өткәзгүчтә $\Phi$ өзгәрмә магнитлиқ еқимини һасил қилиду. Бу еқим трансформатор обмоткилирида электр һәрикәтләндиргүчи күчи (ЭҺК) бар қуюнлуқ мәйданларни индукцияләйду:

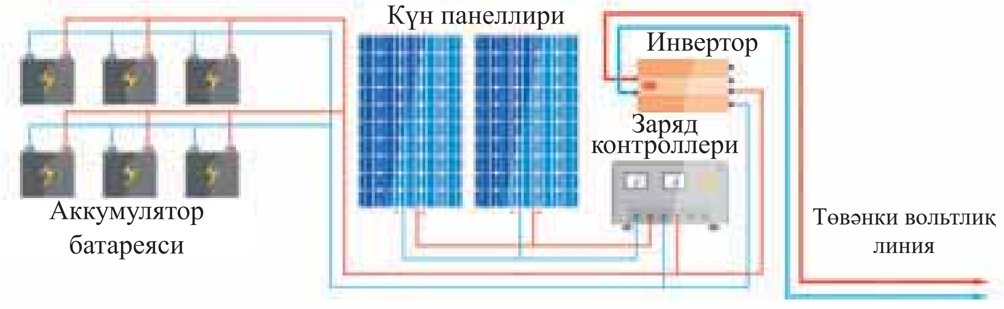
$$e_1 = -N_1\Phi' \quad \text{вә} \quad e_2 = -N_2\Phi', \qquad (1)$$

Буниңдики $N_1$ –биринчи обмоткидики орамлар сани, $N_2$ – трансформаторниң иккинчи обмоткисидики орамлар сани. Трансформатор обмоткилиридики ЭҺК-ниң нисбити орамлар сани билән ениқлиниду:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{-N_1\Phi'}{-N_2\Phi'} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (2)$$




***66-сүрәт.*** *Индукциялиқ генераторниң электр энергиясини ишләп чиқирилиш вә пайдиланғучиларға йәткүзиш*




***67-сүрәт.*** *Күн батареясидин санаәт тори арқилиқ электр энергиясини ишләп чиқириш вә пайдиланғучиларға йәткүзүш*

Елинған нисбәт ЭһК-ниң тәсирлик мәналири үчүн дурус, обмоткилар сердечниклирида еқим синфазилик өзгәргәнликтин:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}. \quad (3)$$

Ом қанунининң асасида актив қаршилиғи аз биринчи катушкиға чүшүрилгән пәйтлик күчиниш, «минус» бәлгүси билән елинған индукция ЭһК-ға тәң:

$$u_1 + e_{i1} = 0 \text{ яки } u_i = -e_{i1}$$

Күчинишниң вә ЭһК-ниң тәсирлик мәналири тәң:

$$U_1 = \varepsilon_1. \quad (4)$$

Иккинчи катушка үчүн $e_2$ индукцияниң ЭһК-си катушкиға жүклимә қошулмиғанда, чиқиштики $U_2$ күчинишкә тәң:

$$\varepsilon_2 = U_2. \quad (5)$$

Бу һаләттә трансформатор бош жүрүш ретидә болиду. (4) вә (5) ипадилирини етиварға алсақ, (3) тәңлимиси төвәндики түргә келиду:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}. \quad (6)$$

**1-тапшурма**

66 вә 67-сүрәтләрдә тәсвирләнгән электр энергиясини йәткүзүш схемилирини қараштуруңлар. Уларниң пәрқи вә охшашлиқлири?

**Жавави қандақ?**

1. *Трансформаторлар немә үчүн һаҗәт?*
2. *Немишкә электр йәткүзүш линиялириғичә тордики күчинишни ашуриду?*
3. *Инверторниң түзүлмисиниң қоллиниш мәхсити?*

**Инавәткә елиңлар!**

Әгәр катушкиниң актив қаршилиғидин баш тартишқа болмиса вә иккинчи обмоткиға жүклимә қошулған болса, у чағда биринчи обмоткиға чүшүрилгән күчиниш тәң:

$$U_1 = \mathcal{E}_1 + I_1 R_{L1}, \qquad (8)$$

иккинчи обмоткидики ЭһК:

$$\mathcal{E}_2 = U_2 + I_2 R_{L2}, \qquad (9)$$

буниңдики $U_2 = I_2 R_2$ – жүклимидики күчиниш, $I_2$ – трансформаторниң иккинчи обмоткисидики токниң мәнаси. У чағда (3) формула төвәндики түрдә йезилиду:

$$\frac{U_1 - I_1 R_{L1}}{U_2 + I_2 R_{L2}} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (10)$$

Трансформаторларниң биринчи обмоткисидики орамлар саниниң иккинчи обмоткидики орамлар саниға нисбитини **трансформацияләш коэффициенти** дәп атайду:

$$k = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (7)$$

## II. Трансформатордики ток күчи вә ток қувити

Күчинишни трансформацияләш вақтида тәвриниш чапсанлиғи сақлиниду. Ток қувити өзгәрмәйду. Трансформаторниң ПИК - 99% йетиду. Орамларни қиздурғанда вә сердечникниң қайтидин магнитлинишида аз энергия исраплиниду. $P_1 \approx P_2$ дәп һесаплап:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}. \qquad (11)$$

екәнлигини испатлаш қийин әмәс. Күчинишни трансформациялигәндә ток күчиниң трансформациялиниши әмәлгә ашиду.

**Әстә сақлаңлар!!**

Әгәр трансформацияләш коэффициенти бирдин көп болса $k > 1$, у чағда төвәнләткүчи трансформатор: $U_2 < U_1$. $k < 1$ болғанда, жуқурлаткучи трансформатор: $U_2 > U_1$.

**2-тапшурма**

66-сүрәттә тәсвирләнгән жуқурлатқуч вә төвәнләткүч трансформаторларниң иккинчи обмоткисидики орамлар сани биринчи обмоткидики орамлар санидин қанчә һәссә артуқ екәнлигини ениқлаңлар.

**Җавави қандақ?**

1. *Күчиниш билән ЭһК-ниң максимал мәналири үчүн (3) вә (6) нисбәтлири орунлинамду ?*
2. *Жуқурлатқучи трансформаторни төвәнләткүчи трансформатор ретидә вә әксинчә қоллинишқа боламду?*

## III. Электр энергия генераторидин трансформаторниң иккинчи обмоткисиға энергияни йәткүзүш

Трансформаторниң иккинчи обмоткисида жүклимә бар болса, өзгәрмә ток амплитудиси $I_2$ азийиду. Иккинчи обмоткида өзлүк индукцияниң ЭһК-си пәйда болиду, у магнитлиқ өткәзгүчтә магнит еқиминиң азийишиға елип келиду. $U_1$ күчинишниң турақлиқ мәнасида биринчи обмоткидики $e_1$ ЭһК-ниң азийиши биринчи обмоткидики ток күчиниң $I_1$, күчиниш билән ЭһК-ниң мәнаси тәң болғичә $U_1 = \mathcal{E}_1$, өсүшигә елип келиду. Биринчи обмоткида ток күчиниң өсүши генератордин электр энергиясини пайдилинишини растлайду. Иккинчи обмоткида жүклимә өскәндә, магнит еқиминиң өзгириши өсуду, энергия мәнбәсидин электр энергиясини пайдилиниш жуқурилайду.

**Җавави қандақ?**

*Немишкә электр йәткүзгүчи линияларда энергия исрапини симниң қелинлиғини ашуриш арқилиқ төвәнләтмәйду?*

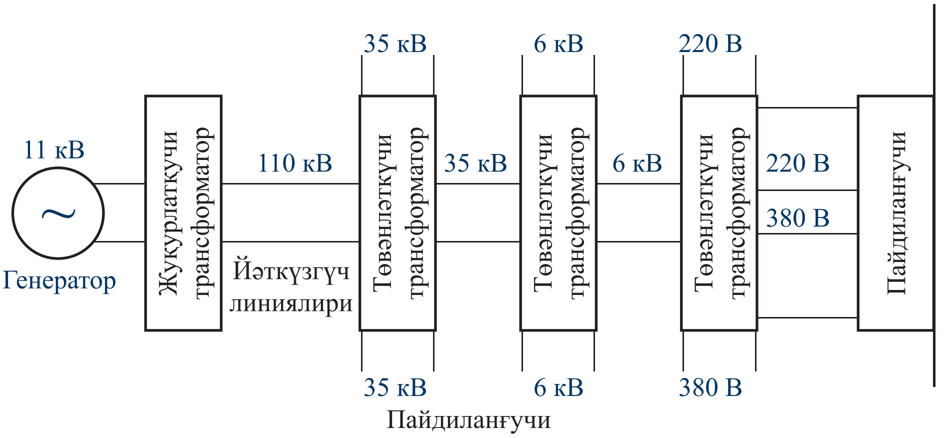
**3-тапшурма**

1. Диаметири 1 мм икки алюминий симдин ибарәт электр йәткүзгүчи линиялириниң һәрбир километириниң қаршилиғи 20 Ом екәнлигини испатлаңлар.
2. Күчиниш 12 кВ-дин 400 кВ-ға өскәндә энергияниң чиқими нәччә һәссә азийиду? (*66-сүр*).
3. 68-сүрәттә тәсвирләнгән электр йәткүзгүчи линиялириниң принципиал схемисини чүшәндүрүңлар.

## IV. Электр йәткүзгүчи линиялар

Барлиқ электр станциялири Йәрдә бирхил таралмиған тәбиий энерго ресурслириға йеқин орунлашқан, шуңлашқа бир регионлардин елинған электр энергияси башқа регионларға электр йәткүзгүчи линиялар арқилиқ берилиду. Электр йәткүзгүчи линиялириниң симлири хас электр қаршилиғи аз металлардин ясалғанлиғиға қаримастин, уларниң қаршилиқлири жуқарқи мәнаға егә.

Электр энергиясини йүзлигән вә миңлиған километрларға йәткүзүши җәриянида энергияниң иссиқлиқ чиқими көп болуши мүмкин, шуниң үчүн электр энергияси пайдиланғучиға йәтмәйду. Электр энергиясини йәткүзүши җәриянида энергия чиқимини азайтиш муһим мәсилә. Джоуль-Ленц қанунидин: $Q = I^2Rt$ электр йәткүзгүчи линиялиридики ток күчини азайтиш мошу мәсилини йешишниң әң үнүмлүк усули екәнлиги келип чиқиду. Ток күчини он һәссә азайтиш энергия чиқимини йүз һәссә азайтишқа мүмкинчилик бериду.




***68-сүрәт.*** *Электр йәткүзгүчи линияларниң принципиал схемиси*

**Тәкшүрүш соаллири**

1. Трансформатор дегинимиз немә? Униң түзүлиши?
2. Трансформаторни немә үчүн пайдилиниду?
3. Трансформаторниң биринчи обмоткисиниң тизмисидики ток мәнбәсидин иккинчи обмоткисидики жүклимигә энергияниң берилиши қандақ орунлиниду?
4. Электр йәткүзгүчи линиялириниң мәхсити?

## Көнүкмә 10

1. $N = 200$ орими бар трансформаторниң иккинчи обмоткисини вақит бойичә $\Phi = 0{,}02\cos 100\pi t$ қануни билән өзгиридиған магнит еқими қийип өтүду. Иккинчи обмоткисидики ЭҺК-ниң вақитқа бағлиқлиғини ипадиләйдиған формулини йезиңлар, мошу ЭҺК-ниң тәсирлик мәнасини ениқлаңлар.
2. Трансформацияләш коэффициенти $k = 20$ төвәнләткүчи трансформатор күчиниши $U_1 = 220$ В торға қошулған. Әгәр иккинчи обмоткиниң қаршилиғи $r_2 = 0{,}1$ Ом, жүклиминиң қаршилиғи $R_2 = 1$ Ом болса, трансформатор чиқишидики күчинишни ениқлаңлар.
3. Жуқурлатқучи трансформаторниң трансформацияләш коэффициенти $k = 0{,}5$. Иккинчи обмотка тизмисиға қошулған жүклиминиң күчиниши $U_2 = 216$ В. Жүклиминиң қаршилиғи $R = 10{,}8$ Ом, иккинчи обмоткиниң қаршилиғи $r = 0{,}2$ Ом. Биринчи обмоткидики күчиниш билән ток күчини, трансформаторниң ПИК-ни ениқлаңлар.

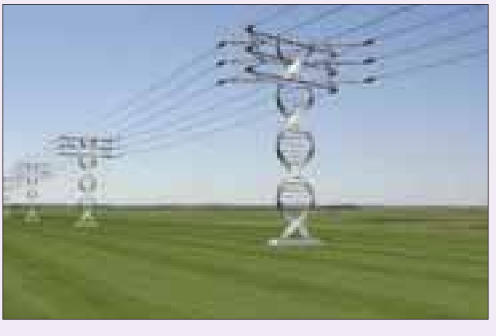
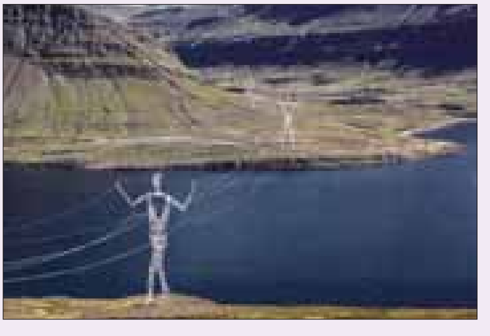
4*. $P = 1$ МВт қуввәт пайдилинилидиған жүклимә электростанциясидин $l = 75$ км жирақлиқта орунлашқан. Әгәр мис симиниң тоғра қийилмисиниң мәйдани $S = 16$ мм$^2$ болса, электр йәткүзгүчи линиялириниң киришидики қуввәт қандақ болуши керәк? Мисниң хас қаршилиғи $r = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м. Линиядики күчиниш 40 кВ, $\cos\varphi = 0{,}63$.

5*. Тоғра қийилмисиниң мәйдани $S = 15$ мм$^2$ мис сими арқилиқ энергия исрапчилиғи 10% ашмайдиғандәк қуввити $P = 200$ МВт энергияни қанчилик жирақлиққа йәткүзүшкә болиду? Линиядики күчиниш $U = 350$ кВ, $\cos\varphi = 0{,}87$.

## Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтиярилиңларчә):

1. Трансформаторларни кәшип қилиши тарихидин. Трансформаторларниң түрлири. ҚЖ-дә трансформаторларниң ишләп чиқирилиш.
2. ҚЖ-ки вә аләмдики электр йәткүзгүчи линиялириниң асасий характеристикилири *(69-сүр)*.

***69-сүрәт.*** *Электр йәткүзгүчи линиялириниң электрлиқ тирәклири*

# § 11. Қазақстанда вә дунияда электр энергиясини ишләп чиқириш вә қоллиниш

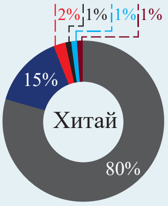
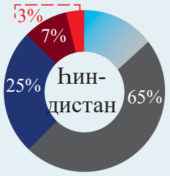
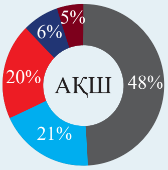
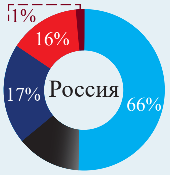
**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Қазақстандики электр энергия мәнбәлириниң артуқчилиқлири билән камчилиқлирини баһалашни үгинисиләр.*

## I. Қазақстанда вә чәт әлләрдә электр энергиясини ишләп чиқириш технологияси. Электр энергиясини ишләп чиқириш саһасиниң лидерлири

XX әсирниң ахириғичә көп мәмликәтләрдә электр энергиясини ишләп чиқириш өзгәрмә ток генераторини қоллиниш арқилиқ әмәлгә ашурилди. Генераторларда чүшиватқан су энергияси, органикилиқ йеқилғу энергияси (отун, нефть, газ, көмүр, торф), атом энергияси электр энергиясиға түрләндүрилиду. XXI әсирдә көплигән мәмликәтләр энергияниң йеңилинидиған альтернативлиқ мәнбәлирини қоллинишқа көчти. Аләмдики энергетикиниң статистикиси бойичә Хитай, АҚШ вә Үндистан электр энергиясини ишләп чиқириш бойичә лидер мәмликәтләр болди. 70-сүрәттә алдинқи қатардики мәмликәтләрниң ишләп чиқириш технологияси бойичә 2016 жилқи статистика йәкүни көрситилгән.

| Мәмликәт, бир жилда ишләп чиқириши (2016) | Ишләп чиқиришниң бесим түри | Мәмликәт, бир жилда ишләп чиқириши (2016) | Ишләп чиқиришниң бесим түри |
|---|---|---|---|
| **Хитай**<br>**млрд кВт · с** |  | **Үндистан**<br>**млрд кВт · с** |  |
| **АҚШ**<br>**3**<br>**млрд кВт · с** |  | **Россия**<br>**млрд кВт · с** |  |
| Газ электр станциялири<br>Көмүр электр станциялири<br>Су электр станциялири<br>Атом электр станциялири | | Шамал электр станциялири<br>Мазут электр станциялири<br>Биомасса электр станциялири<br>Генерацияниң башқа түрлири | |

***70-сүрәт.** Лидер мәмликәтләрдики электр энергиясини ишләп чиқириш технологияси*

2016 ж. Қазақстанда 92 млрд кВт · с электр энергияси ишләп чиқирилди. Рейтинг бойичә Қазақстан 35 орунда турақланди.

«Қазақстанниң электр энергетика саһасини тәрәққий әткүзүшиниң узақ жиллиқ стратегияси» форумида энергетика саһасиниң тәрәққий етишиға тәсир қилидиған тәклипләр: пайдиланғучилар тәрипидин электр тәминләшниң ишәшлиги билән сапасиға тәләплири, экологиялиқ вә ишләп чиқириш бехәтәрлик тәләплириниң өсүши, энергияниң йеңилинидиған мәнбәлирини тәрәққий әткүзүши энергетикилиқ

**1-тапшурма**

1. «Адәттики вә адәттики әмәс электр энергияси мәнбәлириниң» җәдвалини қуруңлар.
2. Электр энергияни елишниң адәттики усулиниң артуқчилиғи вә камчилиқлири?
3. Қазақстанда электр энергиясини ишләп чиқиришта қандақ технологиялар қоллинилиду?

**2-тапшурма**

1. 2016 жилқи электр энергиясини ишләп чиқириш рейтингиси асасида «Японийдики, Германиядики вә Қазақстандики электр энергиясини ишләп чиқириштики бесим технологиялири» диаграммисини қураштуруңлар.
2. Өткән жилиға беғишланған статистикилиқ мәлуматлирини интернет торидин тепиңлар. 2016 жилниң статистикиси билән селиштуруңлар. Аталған мәмликәтләрдә электр энергиясини ишләп чиқириш һәҗими вә технологиялири бойичә қандақ өзгиришләр орун алди?

системиларни җаһанландуруш. «Қазақстанниң электр торлирини башқуруш компаниясиниң» башчилиғи мошу тәклипләргә аләмлик электр энергиясини тәрәққий әткүзүшниң йеңи концепциялири – SmartGrid интеллектуаллиқ энергетикилиқ система концепциясигә мувапиқ келидиғанлиғини атап өтти. Интелектуаллиқ энергетикилиқ системиниң асаси үчүн заманивий санлиқ технологиялар билән энергетикилиқ системиниң күчлик башқуриш элементлири асас болуп келиду. 2017 жили XI Евразия KAZENERGY форумида ҚЖ-ниң энергетика министири Қазақстанниң стратегиясида адәттики энергияниң жуқарқи көрсәткүчләр билән қатар, альтернативлиқ, униң ичидә энергияни йеңилинидиған мәнбәлириниң этаплири бойичә тәрәққий етишигә алаһидә көңүл бөлүдиғанлиғи тоғрилиқ ейтти.

Униң мәлумати бойичә Қазақстан умумий мөлчәриниң үлүши 2020 жили – 3%, 2030 жили – 10%, 2050 жили – 50% курудиған альтернативлиқ вә йеңилинидиған мәнбәлирини энергобалансқа тартиш арқилиқ атап өтти. «Йешил» экономикиға өтүш мәсилилири билән ЭКСПО-2017 базисида курулған Йешил технологияларниң хәлиқаралиқ мәркизи қолға алиду.

***4-җәдвал.** 2016 жилда электр энергиясини ишләп чиқириш рейтинги.*

| Янидиған отун | | | Су электр станциялири | | | Ядеролуқ энергияси | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № | мәмликәт | млн кВт · с | № | мәмликәт | млн кВт · с | № | мәмликәт | млн кВт · с |
| 1 | Хитай | 3942347 | 1 | Хитай | 1208383 | 1 | Франция | 449263 |
| 2 | Үндистан | 1110531 | 2 | Канада | 342427 | 2 | Япония | 288230 |
| 3 | Япония | 765570 | 3 | Бразилия | 333763 | 3 | Россия | 189006 |
| 4 | Россия | 640390 | 4 | Россия | 169984 | 4 | Җәнубий Корея | 174030 |
| 5 | Германия | 347000 | 5 | Норвегия | 140698 | 5 | Хитай | 153463 |
| 6 | Җәнубий Корея | 334942 | 6 | Үндистан | 116980 | 6 | Канада | 11917 |
| 7 | Иран | 262934 | 7 | Япония | 71909 | 7 | Германия | 96968 |
| 8 | Мексика | 193012 | 8 | Италия | 64991 | 8 | Үндистан | 37976 |
| 9 | Австралия | 190406 | 9 | Франция | 60528 | 9 | Чехия | 29905 |
| 10 | Египет | 164662 | 10 | Парагвай | 50175 | 10 | Бельгия | 24762 |
| 17 | Қазақстан | 98233 | 35 | Қазақстан | 8795 | | Қазақстан | - |

| Күн энергияси | | | Шамал энергияси | | | Геотермаллиқ энергия | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № | мәмликәт | млн кВт · с | № | мәмликәт | млн кВт · с | № | мәмликәт | млн кВт · с |
| 1 | Германия | 41102 | 1 | Хитай | 170959 | 1 | Филиппин | 11012 |
| 2 | Хитай | 24814 | 2 | Германия | 63006 | 2 | Индонезия | 9357 |
| 3 | Италия | 23023 | 3 | Канада | 26875 | 3 | Йеңи Зеландия | 8043 |
| 4 | Үндистан | 6491 | 4 | Үндистан | 18911 | 4 | Италия | 5231 |
| 5 | Греция | 3936 | 5 | Бразилия | 17840 | 5 | Мексика | 4054 |
| 6 | Франция | 3291 | 6 | Франция | 17064 | 6 | Исландия | 2402 |
| 7 | Җәнубий Корея | 2960 | 7 | Италия | 15459 | 7 | Кения | 1559 |
| 8 | Чехия | 2213 | 8 | Дания | 15035 | 8 | Япония | 1556 |
| 9 | Румыния | 2181 | 9 | Австралия | 12544 | 9 | Коста-Рика | 645 |
| 10 | Канада | 2013 | 10 | Португалия | 12208 | 10 | Сальвадор | 466 |
| | Қазақстан | - | 54 | Қазақстан | 21 | | Қазақстан | - |

## II. Аләмдә энергияниң йеңилинидиған мәнбәлиридин (ЭЙМ) электр энергиясини ишләп чиқиришниң үнүмлүк технологиялири

Әң үнүмлик ЭЙМ – күн энергияси болуп һесаплиниду. Дәсләп күн батареялириниң ПИК-и 1-2% қилса, XXI әсирниң бешида уларниң ПИК-и 30% йәтти.

Европида шамал вә күн энергетикиси паал тәрәққий етишта. Шамал вә гелио түзүлмилири энергияни ишләп чиқириш турақсизлиғиға бағлиқ чоң электр торлириниң асасий энергия мәнбәси болалмайду. Уларниң энергетикилиқ системидики қувитиниң үлиши 20% ашса, бу қошумчә қувәт рәтлигүчләрни киргүзишни тәләп қилиду. Һазирқи вақитта чоң электр торлириниң қувитини рәтләш мәсилисини чоң СЭС-лар йәшти. Евросоюз «йешил энергетикидики» қувәтни рәтлигүчләр билән жиққучилар мәсилилирини қисмән йәшти: Ғәрбий Европида «аккумулятор батареяси» ролини йетәрлик суни жиққучи электр станциялири (СЖЭС) бар, Норвегия мәмликити атқурди. Электр энергияси артуқ болғанда СЖЭС-лардики насослар су коймисиниң төвәнки бьефлиридики суни жуқури бьефлириға тартиду. Электр пайдилинишниң көрсәткүчи максимал болғанда су қайтидин төвәнки бьефлириға әвитилиду вә генераторни һәрикәткә кәлтүриду. Норвегия жуқарқи вольтлиқ энергия йәткүзгүчи линиялири арқилиқ Швеция, Дания вә Нидерландия билән қошулған. 2020 жили бу системиға Германия қошулди. Қувити 1400 МВт, узунлуғи 623 километр болған су асти энергия йәткүзгүчи линиялирини жүргүзүш тоғрилиқ келишимгә 2015 жилиниң феврааль ейида қол қойилди. Бу энергия йәткүзгүч линиялири Германиядә пайдилинилидиған электр энергиясиниң 3% тәминләйду. Исландияда электр энергетикиниң көп қисими геотермиялиқ мәнбәләрдин алиду. 2014 жили умумий Евросоюзда жиллиқ энергетика статистикиси бойичә (Glob alEnergyStatisticalYearbook 2015) СЭС-ни биллә қараштурғанда, ЭЙМ-ниң үлүши 30% бәзибир мәмликәтләрдә, мәсилән Норвегияда 98% йәтти.

АҚШ билән Бразилияда ЭЙМ-ниң арисидики максимал қоллинишқа егә йеңилинидиған ресурс түри – биомассидур. Бу мәмликәтләр аләмдә қоллинидиған биойеқилғу – биоэтанолниң 2/3 бөлүгини ишләп чиқириду. АҚШ көмүқонақни, Бразилия болса қәнт комучини йеқилғуға түрләндүрүш бойичә кәсипләнгән. Биоэтанол янғанда атмосфериға чиқирилидиған зиянлиқ қалдуқларниң мөлчәрини бензин билән селиштурғанда наһайити аз. Қәнт комучидин елинған этанол парниклиқ газларниң

**Җавави қандақ?**

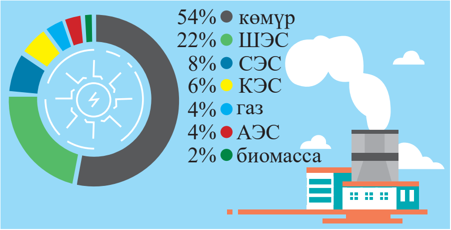
*Электр энергиясини ишләп чиқиришта «йешил технологияни» паал қоллинидиған мәмликәтләр?*

чиқирилишини башқа йеқилғу түрлири билән селиштурғанда тәхминән 80%, көмүқонақтин елинған 30%-ғичә азайтиду.

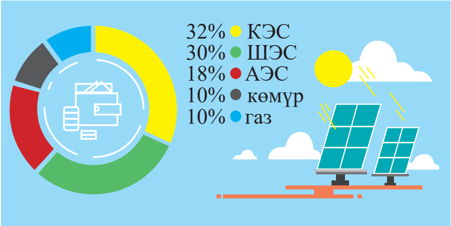
> **3-тапшурма**
> Мәмликәтләрдики ЭЙМ-дин электр энергиясини ишләп чиқиришниң утуқлуқ технологиялиригә мисаллар кәлтүрүңлар.

## III. 2040 жилғичә Азиядики энергетикиниң тәрәққий етиш тәхмини

Аләмдики көмүр ТЭЦ-лириниң бесим бөлүги жайлашқан Азияда көмүр бүгүнгичә асасий энергия мәнбәси болуп қалди. 2016 жили көмүр станциялириниң үлүши 54% тәшкил қилди (*71-сүр*). 2040 жилиғичә көмүр станциялиридә электр энергиясини ишләп чиқиришқа бөлүнидиған инвестиция үлүшини 10% азайтип, Күн вә шамал энергиялиригә охшаш энергияниң йеңилинидиған мәнбәлирини пайдилинип электр энергиясини елишқа кетидиған чиқимни өсүрүшни ойлаштурмақта (*72-сүр*). Иссиқлиқ станциялириниң бесим бөлүгидә көмүр отунини қолланғанлиқтин, парниклиқ газларни чиқиришта Хитай лидер мәмликәт болғиниға қаримастин, 2013 жили дәсләп «йешил энергетикиға» инвестиция селиш тәрипидин биринчи орунға чиқти. Хитайниң мундақ актив һәрикәтлири нәтижисидә 2014 жили аләмлик экономикида дәсләп карбонат газиниң зиянлиғиниң өсүши байқалмиди. Буни БМТ қол астида ишләйдиған «XXI әсиргә беғишланған йеңилинидиған энергия сәясити бойичә тор» тәшкилатиниң һесавитидин байқашқа болиду. Бүгүнки күндә пәқәт тәрәққий әткән мәмликәтләрла әмәс, шуниң билән қатар тәрәққий етиватқан мәмликәтләрму энергетикилиқ тәрәққий етиш планлириниң муһим бөлүми – энергияниң йеңилинидиған мәнбәлириниң үлүшини ашуруши болиду.




***71-сүрәт.*** *Азия мәмликәтлиридики электр энергиясини елиш структуриси, 2016 г.*




***72-сүрәт.*** *Электр энергиясини ишләп чиқиришниң һәртүрлик технологиялирини тәрәққий әткүзүштә селинидиған инвестицияларниң планланған үлүши*

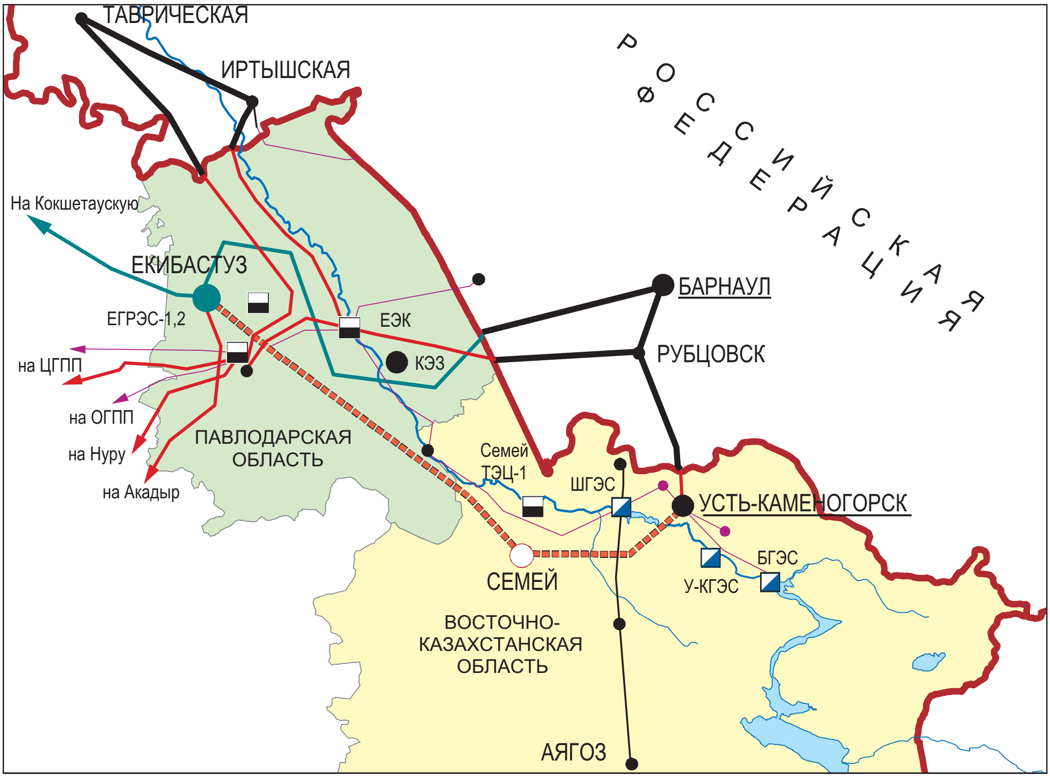
## IV. Қазақстанда электр энергиясини ишләп чиқириш вә йәткүзүш мәсилилири

Қазақстан экономикисиниң тәрәққий етиши қошумчә электр энергиясини ишләп чиқириш мөлчәрини тәләп қилиду. Электр энергиясини пайдилиниш кейинки жиллири Қазақстанда жилиға 4-5%-қа өсүштә. KazEnergy һесави бойичә экономика тәрәққиятиниң иҗабий динамикисини сақлап, 2030 жилларғичә электр энергиясини пайдилиниш 144,7 млрд кВт · с тәшкил қилиду, бу 2015 жил билән селиштурғанда 58% артуқ. Электр энергиясини пайдилинишиниң өсүши 2030 жиллири җабдуқларниң қайтидин техникилиқ җабдуқлиниши һесавидин, қоллиништики электр станцияларниң, униң ичидә Балхаштики иссиқлиқ электр станциясиниң, Торғайдики иссиқлиқ электр станцияси, атом электр станциялириниң қувитини өсүрүш вә йеңи электр станциялирини турғузуш арқилиқ тәминләш планланған.

Электр энергиясини эффективлиқ түрдә қоллиниш көп шараитләрдә электр энергиясини йәткүзүш системилириниң эффектилиғиға бағлиқ. Қазақстанда электр

йәткүзгүчи линиялириниң бесим бөлүги кеңәш вақтида селинған вә каттиқ кониριған, коррозиядин қаршилиғи көпийип, электр изоляциялири начарлашқан.

Электр энергиясини йәткүзүш вә бөлүш вақтида энергия чиқими 21,5% тәшкил қилиду, йезилардики линиялар үчүн энергия чиқими 25−50% тәшкил қилиду. Миллий энергетикилиқ системисиниң йешиши керәк мәсилиләрниң биригә, асасий йөнилишлири бойичә торларниң чәкләнгән өткүзүш қабилийити ятиду: Шималий-Җәнубий вә Җәнубий-Шәрқий, Ғәрбий Қазақстанниң ҚЖ-ниң бир туташ электр энергетикилиқ системиси билән бағлинишлиғиниң йоқлуғи, техникилиқ җабдуқлинишиниң йетилмәслиги. 2017-2018 жиллири узунлуғи 883 км «Экибастуз – Семей – Өскәмән» (*73-сүр*) вә узунлуғи 378 км «Семей – Актогай – Талдықорған – Алмута» (*74-сүр*) электр йәткүзгүчи линиялириниң курулуши тамамланди.




***73-сүрәт.** «Экибастуз – Семей – Өскәмән» электр йәткүзгүчи линиялар*
*Можут ЭЙЛ, 2018 ж. селинған ЭЙЛ*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Электр энергиясини елиш үчүн дуния йүзидики мәмликәтләрдә энергияниң қандақ түрлири қоллиниду?
2. Немишкә XXI әсирдә энергияниң йеңилинидиған мәнбәлирини қоллиниш муһим мәсилә болди?
3. Электр энергиясини ишләп чиқиришта қандақ глобаллиқ өзгиришләр бар?
4. Қазақстанда электр энергиясини ишләп чиқириш вә йәткүзүштики мәсилиләр.

***74-сүрәт.*** *«Семей – Ақтоғай – Талдықорған – Алмута*
*Можут ЭЙЛ, 2018 ж. селинган ЭЙЛ*

### Бу қизиқ!

Лайиһәләнгән күчиниши 1150 кВ «Сибирь-Центр» жуқарқи вольтлиқ электр йәткүзгүчи линиясиға «Экибастуз – Кокшетау» (*75-сүр*) электр йәткүзгүчи линияси кириду. Аләмдә мундақ жуқури күчиништә ишләйдиған башқа линия йоқ. «Экибастуз – Көкшетау – Қостанай» электр йәткүзгүчи линиялири 1988-1991 жиллири арисида 1150 кВ номиналдики күчиништә иш ишлиди. Һазирқи вақитта у 500 кВ күчиниш билән иш ишләйду. Участкиниң узунлуғи – 432 км, линия оттура егизлиги 45 м электр столбилирида орунлашқан. Симларниң салмиғи тәхминән 50 миң тонна. Линия 2019 жили Саян-Шушенск су электр станциясидики апәттин кейин, Сибирда электр қувәтлириниң азийишиниң орнини толтуриш үчүн ишқа қошулған.

***75-сүрәт.*** *Лайиһәләнгән күчиниши 1150 кВ «Экибастуз – Көкшетау» электр йәткүзгүчи линиялири*

### Көнүкмә

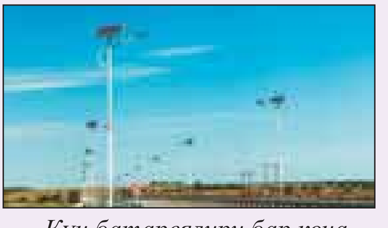
Параграфта берилгән җәдвал бойичә Германиядә, Корея мәмликитидә, Мексикида вә Қазақстанда ишләп чиқирилған электр энергиясиниң йеңилинидиған мәнбәлиридин елинған үлүшни ениқлаңлар. Нәтиҗиләр бойичә диаграмма түзүңлар.

### Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Электр энергияниң альтернативлиқ мәнбәлири вә уларниң ҚЖ-дә тәрәққий етиш перспективилири (*76-сүр*).
2. Дуния йүзи мәмликәтлиридики атом энергетикиси. ҚЖ-дә атом энергетикисиниң тәрәққий етиш перспективилири.

*Күн батареялири бар автобус бекәтлири Нур-Султан ш.*



*Күн батареялири бар коча фонарьлири*

***76-сүрәт***

***6-җәдвал.*** *Биоотун – этанолниң – мәмликәтләр вә мәһсулат түри бойичә чиқирилиши*

| Йеза егилик мәдәнийити | Дуния йүзилик баһалаш/ мәмликәтләр бойичә баһалаш | Био отун | Мәдәнийәтниң үнүмлиги (тонна / га) | Түрләндүрүш эффективлиғи (литр / тонна) | Био отунниң чиқирилиши (литр / га) |
|---|---|---|---|---|---|
| Қәнт қомучи | Бразилия | Этанол | 73,5 | 74,5 | 5476 |
| Қәнт қомучи | Үндистан | Этанол | 60,7 | 74,5 | 4522 |
| Көмүқонақ | АҚШ | Этанол | 9,4 | 399 | 3751 |
| Көмүқонақ | Хитай | Этанол | 5,0 | 399 | 1995 |
| Маниока | Бразилия | Этанол | 13,6 | 137 | 1863 |
| Маниока | Нигерия | Этанол | 10,8 | 137 | 1480 |

***7-җәдвал.*** *Биоотун ишләп чиқиридиған мәмликәтләрдики хәлиқ сани вә йеник автомашинилириниң автопарк сани*

| № | Мәмликәт | Авто/1000 адәм. | Жил | Хәлиқ сани |
|---|---|---|---|---|
| 1 | АҚШ | 809 | 2018 | 327 631340 |
| 2 | Бразилия | 249 | 2016 | 206081432 |
| 3 | Хитай | 154 | 2016 | 1395000000 |

**4-тапшурма**

АҚШ, Бразилия вә Хитай үчүн машинилар толуқ этанол қоллинидиған шараитлардики йеқилғуниң жилиға пайдилинидиған мөлчәрини ениқлаңлар. Йәр мәдәнийитини өсүрүш үчүн қанчилик мәйдан һаҗәт? Барлиқ мәйданни суғуриш үчүн һаҗәт су чиқимини ениқлаңлар. Һесаплашларда 100 км үчүн этанолниң оттура чиқимини 8 литр дәп елиңлар, бир автомашининиң жилиға оттура жүридиған йоли 17 миң км. өсүмликләрниң үнүмлиги жуқури болуш үчүн пайдилинилидиған пәсиллик су мөлчәри тәхминән 1100–1500 мм/га.

**Җавави қандақ?**

1. *Этанол қандақ мәһсулаттин ишләп чиқирилиду?*
2. *Қайсу мәмликәттә мәһсулатни этанолға түрләндүрүш эффективлиғи жуқури? У немигә бағлиқ?*

## 3-бап йәкүни

| Миқдарлар | Тизмидики өзгәрмә ток | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***R*** актив қаршилиғи бар | ***C*** конденсатори бар | ***L*** индуктивлиқ катушкиси бар | ***R, L, C*** - тин туридиған тармақланмиған |
| Күчиниш | $u = U_m \cos \omega t$ | | | |
| Ток күчи | $i = I_m \cos \omega t$ | $i = I_m \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ | $i = I_m \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ | $i = I_m \cos (\omega t - \varphi)$ |
| Фаза силҗиши | 0 | $\frac{\pi}{2}$ | $\frac{\pi}{2}$ | $\cos \varphi = \frac{U_R}{U_Z} = \frac{R}{Z}$ |
| Ом қануни | $I_m = \frac{U_m}{R}$; $I = \frac{U}{R}$ | $I_m = \omega C U_m$ | $I_m = \frac{U_m}{\omega L}$ | $I_m = \frac{U_{mZ}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$ |
| Қаршилиқ | $R = \rho \frac{l}{S}$ | $X_C = \frac{1}{\omega C}$ | $X_L = \omega L$ | $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ |
| Токниң күчиниши | $P = \frac{U_{\max} I_{\max}}{2} = UI$ | 0 | 0 | $P = IU \cos \varphi$ |

**Өзгәрмә токни ишләп чиқириш вә трансформацияләш**

| Генераторниң ЭҺК-си | Генератор роториниң айлиниш чапсанлиғи | Трансформация коэффициенти |
|---|---|---|
| $e_i = -\Phi' = BS\omega \sin\omega t$<br>$\varepsilon_{i\max} = NBS\omega$ | $\nu_p = \frac{50\,Гц}{n}$ | $k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$<br>$\frac{U_1 - I_1 R_{L1}}{U_2 + I_2 R_{L2}} = \frac{N_1}{N_2}$ |

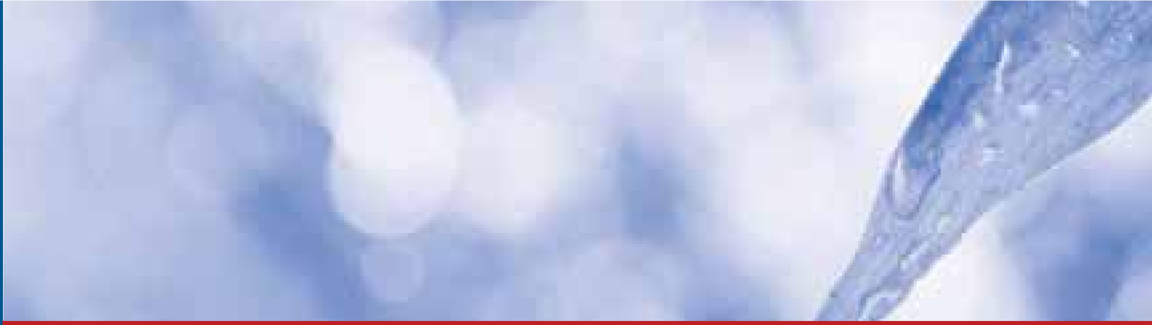
### Глоссарий

**Қувәт коэффициенти** өзгәрмә ток тизмисидики энергияниң қанчә бөлүги башқа энергия түригә түрлинидиғанлиғини көрситиду.

**Трансформация коэффициенти** – трансформаторларниң биринчи обмоткисидики орамлар санининиң иккинчи обмоткидики орамлар саниға болған нисбити.

**Өзгәрмә ток** – өткәзгүчтики зарядләнгән зәрричиләрниң периодлуқ түрдә өзгирип туридиған ташқи электр һәрикәтләндүргүчи күчиниң тәсиридин болидиған мәҗбурий тәвриниши.

**Фазиларниң силҗиши –** бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләнгән, чапсанлиқлири охшаш тәвриниш фазилириниң айирмиси.



4-БАП

# ДОЛҚУНЛУҚ ҺӘРИКӘТ

Тәвринишләрниң әвришимлик муһитта тарилиш һадисини *механикилиқ долқунлар* дәп атайду. Механикилиқ долқунлар үчүн, кинетикилиқ вә потенциаллиқ энергияларни топлаш қабилийити бар муһит һаҗәт, муһит инертлиқ вә әвиршимлиқ хусусийитигә егә болуши керәк.
Долқунлар тоғрисиға вә бойлуқ тәвринидиған болуп иккигә бөлүниду. Бойлуқ тәвринидиған долқунлар суюқ вә газ охшаш һәр түрлүк муһитларда тарилиду, тоғрисиға тәвринидиған долқунлар пәқәт қаттиқ муһитларда тарилиду.
Тоғрисиға вә бойлуқ тәвринидиған долқунларда долқун тарилишиниң йөнилиши бойичә маддиниң йөткилиши орунланмайду. Долқунлар тәвринишниң энергиясини тошуйду.

**Бапни оқун-үгиниш арқилиқ силәр:**
- һавадики турғун тавуш долқунлириниң пәйда болушини тәкшүрүшни;
- графикилиқ усулни қоллинип, түгүнләр билән дәстиләрни ениқлашни, турғун долқунларниң пәйда болушини чүшәндүрүшни;
- су бетидә икки мәнбәдин пәйда болған интерференцияни тәкшүрүшни;
- Гюйгенс принципини вә механикилиқ долқунларда дифракциялик көрүнүшләрни байқаш шәртлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

# § 12. Әвришимлик механикилиқ долқунлар. Жүгригүчи вә турғун долқунларниң тәңлимиси

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *һавадики турғун тавуш долқунлиринең пәйда болушини тәкшүрүшни;*
- *Графикилиқ усулни қоллинип, түгүнләр билән дәстиләрни ениқлашни, турғун долқунларниң пәйда болушини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

1. *Қандақ тәврինишләрни гармоникилиқ тәврինишләр дәп атайду?*
2. *Гармоникилиқ тәврինишләрни қандақ миқдарлар билән ипадиләйду?*

**1-тапшурма**

77–78-сүрәтләрдә тәсвирләнгән долқун мәнбәсиниң тәврիниш графиги билән долқун графигини караштуруңлар. Тәвриниш мәнбәсиниң амплитудисини, периодини вә чапсанлиғини, долқун узунлуғини билән униң тарилиш илдамлиғини ениқлаңлар.

## I. Жүгригүчи долқунларниң тәңлимисси

Җисимниң әвришимлик муһитта тәврәнмә һәрикити механикилиқ долқун мәнбәси.

> **Энергияни тошуйдиған долқунни *жүгригүчи долқун* дәп атайду.**

Бирхил муһитта долқунниң тарилиш илдамлиғи турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Төвәндики қанун бойичә муһит зәрричиләрниң тәңпуңлуқ һалитидин чәтнишиши $y(x, t)$ долқунниң тарилидиған Ох оқидики $x$ координатисиға вә $t$ *вақтиға бағлиқ:*

$$y(x,t) = A\sin\omega(t-\Delta t) = \\ = A\sin\omega\left(t-\frac{x}{v}\right) = A\sin\left(\omega\cdot t-\frac{\omega\cdot x}{v}\right), \qquad (1)$$

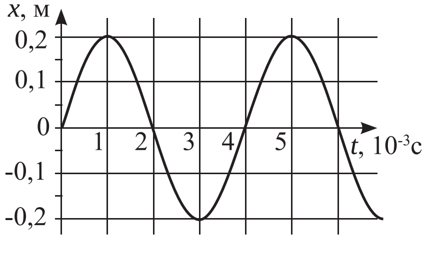
Бунидики $\Delta t = \dfrac{x}{v}$ – долқун 0$x$ оқидики координатиси $x$ чекиткә йетидиған вақит арилиғи. (1) тәңлимә жүгригүчи долқунниң тәңлимиси дәп атилиду.

Долқунлуқ сан чүшәнчисини киргүзимиз $k = \dfrac{\omega}{v}$ (2), у чағда жүгригүчи долқунниң тәңлимиси төвәндикичә йезилиду:

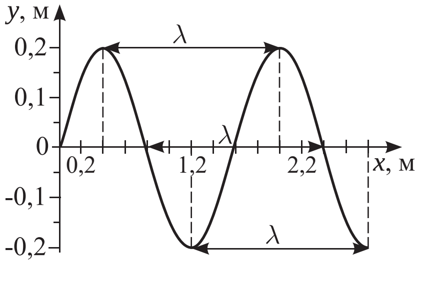
$$y(x,t) = A\sin(\omega\cdot t - kx)\,. \qquad (3)$$

Таллап елинған 0$x$ оқиниң қариму-қарши йөнилишигә жүгригүчи долқунларда әвришимлик муһитниң чекитлириниң силҗишини төвәндики формула билән ениқлашқа болиду:

$$y(x,t) = A\sin(\omega\cdot t + kx)\,. \qquad (4)$$




***77-сүрәт.*** *Гармоникилиқ тәвринишләр графиги*




***78-сүрәт.*** *Долқунниң тарилиш графиги*

**Әскә чүшириңлар!**

Долқунниң асасий характеристикилири. Гармоникилиқ тәврiниш ясайдиған мәнбәләрдин пәйда болидиған долқунлар зәрричиләрниң муһиттики тәврiниш амплитудиси $A$, чапсанлиғи $\nu$, долқун узунлуғи $\lambda$, тарилиш илдамлиғи $u$ билән характерлиниду.
Долқун узунлуғи $\lambda$ охшаш фазида тәврiнидиған, $0x$ оқида жайлашқан хошна икки чекитләрниң арилиғини атайду. Долқун узунлуғиға $l$ тәң ариліқни долқун бир период $T$ ичидә жүрип өтүду, демәк , $l = \upsilon T$ яки $\lambda = \frac{\upsilon}{\nu}$ . Бирхил муһитларда долқунниң тарилиш илдамлиғи турақлиқ миқдар.

## II. Долқунлуқ санниң физикилиқ мәнаси

Цикллиқ чапсанлиқни период арқилиқ ипадиләп $\omega = \frac{2\pi}{Ò}$ , долқун узунлуғи $\lambda = \upsilon \cdot Ò$ етиварға елип, (2) формулини төвәндикичә язимиз:

$$k = \frac{\omega}{\upsilon} = \frac{2\pi}{\upsilon \cdot T} = \frac{2\pi}{\lambda}. \qquad (5)$$

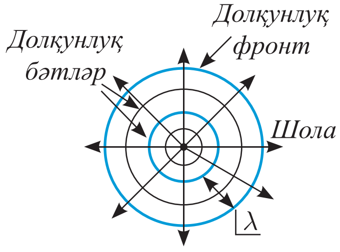
Жүгригүчи долқун вақит бойичә вә бошлуқта қош периодқа егә. Вақитлиқ период муһит зәрричилириниң тәврiниш периодиға Т тәң, бошлуқниң периоди долқун узунлуғиға $\lambda$. тәң. Долқунлуқ сан $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ цикллиқ чапсанлиқниң бошлуқтики аналоги $\omega = \frac{2\pi}{Ò}$ болуп тепилиду.

**2-тапшурма**

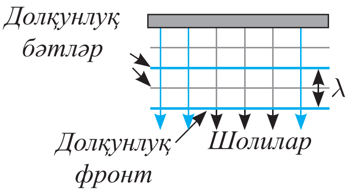
1. Тәврiниш чапсанлиғи 440 Гц камертон пәйда қилған һавадики жүгри гүчи тавуш долқунниң тәңлимисини йезиңлар. Тәврiниш амплитудиси 2 мм, тавушниң һавада тарилиш илдамлиғи 340 м/сек.
2. Цикллиқ чапсанлиқ билән долқунлуқ санни ениқлаңлар.

## III. Долқун фронти вә долқунлуқ бәт

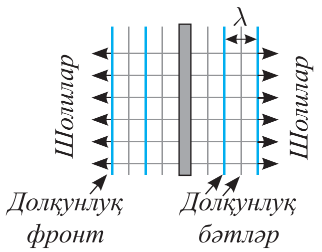
Тәврiниш периодиға тәң вақит ичидә долқун бошлуқниң долқун мәнбәсидин долқун узунлуғиға тәң ариліқта орунлашқан чекитлиригә йетиду. Мошу чекитләрниң жиғиндиси, тәврiнидиған чекитләрни тәврәнмә һәрикәткә чүшмигән муһит зәррачилиридин бөлүп туридиған, долқун фронти болуп тепилиду. Долқун фронти чекитлик мәнбәдин пәйда болса – сферини, тәкшилик пластинидин – тәкшиликни, музыкилиқ әсвап тарлиридин – цилиндрни бериду (*79–81-сүр*)




***79-сүрәт.*** *Сферилиқ долқун*




***80-сүрәт.*** *Тәкши долқун*




***81-сүрәт.*** *Цилиндрлиқ долқун*

***Долқун фронти*** **– бу берилгән *t* вақит мәзгилидә тәврiнишләрниң йәткән бошлуқтики чекитләрниң геометриялиқ орни.**

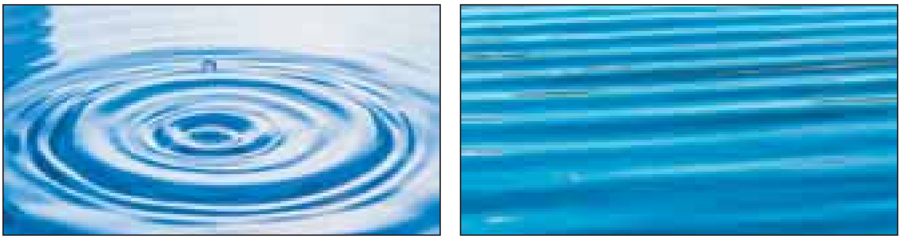
Долкунниң тарилиш йөнилишини долкун фронтиға перпендикуляр шола көрситиду.

Долкунда чекитлири охшаш фазида тәвринишләр ясайдиған көплигән бәтләрни байқашқа болиду, уларни *долқунлуқ бәтләр* дәп атайду. Долқунлуқ бәтләр көп болғанда, бирла долкун фронти болиду.

**Берилгән вақит мәзгилидә охшаш фазида тәвринидиған чекитниң бошлуқтики геометриялик орни *долқунлуқ бәт* дәп тайду.**

**3-тапшурма**

*82 а, ә-сүрәтлирини қараштуруңлар. Төвәнки долқунларниң долқунлуқ бәтлири қандақ*



*а)* *ә)*

***82-сүрәт.*** *Су бетидики долқунлар*

## IV. Турғун долқунлар. Турғун долқунларниң тәңлимиси

Долқун зичлиғи жуқури муһиттин қайтқанда йөнилишини әкси йөнилишкә, фазисини $\pi$ –ға, яки қариму-қаршиға өзгәртиду. Чүшкән вә қайтқан долқунларни қошуш нәтиҗисидә турғун долқунлар пәйда болиду. Улар 83-сүрәттә тәсвирләнгән түригә егә. Турғун долқунларда *түгүнләр* дәп атилидиған һәрикәтләнмәйдиған чекитләр болиду. Чекитләрниң оттурисида максимал амплитуда билән тәвринидиған чекитләр орунлашқан. Бу чекитләрни *максимумлар (пучность)* дәп атайду.

Жүгригүчи долқунларниң тәңлимилирини қошуш арқилиқ турғун долқун тәңлимисини алимиз:

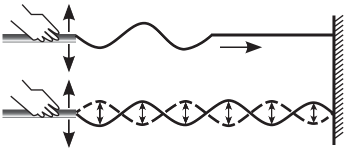
$$y = y_1 + y_2 = A\sin(\omega \cdot t - kx) + A\sin(\omega \cdot t + kx) = 2A\sin kx \cdot \cos\omega t\,.$$

Долқунлуқ санни униң санлиқ мәнаси $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ билән алмаштуруп, тәңлимини төвәндикичә язимиз:

$$y = \left(2A\sin\frac{2\pi \cdot x}{\lambda}\right) \cdot \cos\omega t\,. \qquad (6)$$

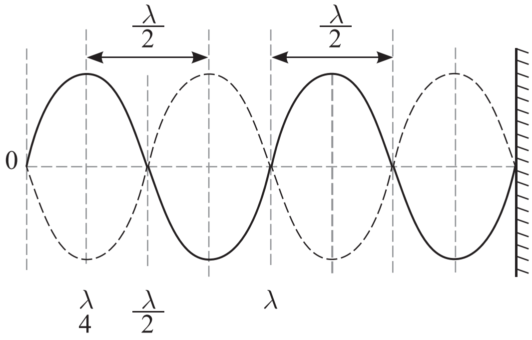
**Өз тәжрибәңлар**

Ағамчиниң учини 83-сүрәттә тәсвирләнгәндәк бәки тиңлар. Вертикал тәкшиликтә тәврәнмә һәрикәт арқилиқ жүгригүчи долқунларни пәйда қилиңлар. Жүгригүчи вә қайтқан долқунларниң қәвәтлишиш нәтиҗисидә пәйда болған турғун долқунларни байқаңлар.



***83-сүрәт.*** *Турғун долқун*

Максимум вә түгүнләрниң чекитлириниң координатилирини амплитудиниң минимал вә максимал мәналириниң шәртлиридин алиду. $\sin\frac{2\pi \cdot \tilde{o}}{\lambda} = 1$ болғанда амплитудиси 2 А дәстә түзилиду (*84-сүр*). Турғун долқун мәнбәсидин дәстигичә болған арилиқ $x = \pm(2n+1)\frac{\lambda}{4}$, бүниңдики $n = 0, 1, 2, 3.$ (7)




**4-тапшурма**

1. Турғун долқинни байқашқа беғишланған тәжрибини тәкрарлаңлар. Долқун узунлуғи билән униң тарилиш илдамлиғини ениқлаңлар.
2. Жүгригүчи вә турғун долқунлириниң асасий пәрқи.

***84-сүрәт.*** *Турғун долқунниң максимуми билән түгүни*

$\sin\frac{2\pi \cdot \tilde{o}}{\lambda} = 0$ болғанда амплитудиси 0-гә тәң түгүнләр түзилиду. Долқунлар мәнбәсидин түгүнләргичә болған арилиқ:

$$x = \pm 2n\frac{\lambda}{4}. \qquad (8)$$

Икки хошна максимумлар яки икки хошна түгүнләр арисидики арилиқ төвәндикигә тәң:

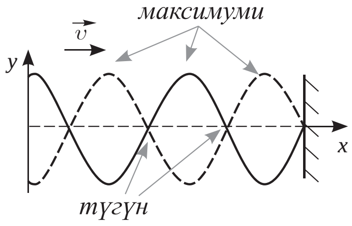
$$\Delta x = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{2}. \qquad (9)$$

Турғун долқунда энергия еқими болмайду. Тар кесиндисидики икки хошна түгүнләрниң арисидик тәврәнмә энергия тарниң башқа бөләклиригә берилмәйду. Һәрбир мошундақ кесиндидә бир период давамида кинетикилиқ энергияниң потенциаллиқ энергияға айлиниши икки рәт әмәлгә ашиду вә әксинчә, аддий тәврәнмә системисидикидәк. Турғун долқунниң алаһидилиги – энергия берилишиниң йоқлиғи.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

85-сүрәттә тәсвирләнгән жүгригүчи долқунниң тәңлимиси: $\acute{o}_1 = \grave{A}\cos(\omega \cdot t - kx)$. Қайтқан долқунниң тәңлимиси: $y_2 = \grave{A}\cos(\omega \cdot t + kx)$.

А) Чүшкән вә қайтқан шолиларниң қошундиси түридә турғун долқунларниң тәңлимисини тепиңлар; В) Елинған тәңлимидики долқунлуқ санни алмаштуруп, цикллиқ чапсанлиқни период вә долқун узунлуғи арқилиқ түрләндүрүп йезиңлар; С) Түгүнләр билән дәстиләрниң орнини ениқлаңлар.




***85-сүрәт.*** *Жүгригүчи вә қайтқан косинусоидлиқ долқунлар пәйда қилған турғун долқунлар*

**Берилди:**

$y_1 = A\cos(\omega t - kx)$

$y_2 = A\cos(\omega t + kx)$

$y(x,t) - ?$ $x_{max} - ?$

$x_{min} - ?$

**Йешилиши:**

А) Турғун долқунниң тәңлимиси жүгригүчи долқунниң тәңлимисини қошуш арқилиқ елиниду: $y = y_1 + y_2$;

$y = A\cos(\omega t - kx) + A\cos(\omega t + kx) = 2A\cos kx \cdot \cos\omega t$;

$y = \left(2A\cos\frac{2\pi \cdot x}{\lambda}\right) \cdot \cos\frac{2\pi \cdot t}{T}$;

В) $\cos\frac{2\pi x}{\lambda} = 1$ болғанда амплитудиси 2А максимуми пәйда болиду. Мәнбәдин максимумларғичә арилиқ $\tilde{o}_{max} = \pm 2n\frac{\lambda}{4}$; С) Түгүнләрдин арилиқни $\cos\frac{2\pi x}{\lambda} = 0$ шәртидин ениқлайду, у чағда $\tilde{o}_{min} = \pm(2n+1)\frac{\lambda}{4}$.

**Җавави:** $y = 2A\cos kx \cdot \cos\omega t$; $y = (2A\cos\frac{2\pi \cdot x}{\lambda})\cos\frac{2\pi \cdot t}{T}$; $x_{max} = \pm 2n\frac{\lambda}{4}$;

$x_{min} = \pm(2n+1)\frac{\lambda}{4}$

## Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ долқунларни жүгригүчи долқун дәп атайду?
2. Қариму-қарши йөнилиштә тарилидиған жүгригүчи долқунлар тәңлимисиниң пәрқи?
3. Долқунлуқ санниң физикилиқ мәнаси?
4. Долқунлуқ бәт, долқун фронти дәп немини атайду?
5. Турғун долқунниң түгүни, дәстиси дегинимиз немә?
6. Қандақ шәртләр орунланғанда турғун долқунда түгүнләр билән максимумлар пәйда болиду?
7. Турғун долқун графиги бойичә долқун узунлуғини қандақ ениқлайду?

## Көнүкмә 12

1. Әгәр турғун долқунниң иккинчи вә төртинчи түгинлириниң арисидики арилиқ 60 см болса, механикилиқ долқунниң узунлуғи билән тарилиш илдамлиғини ениқлаңлар. Долқун мәнбәсиниң тәвриниш периоди 2 сек.
2. Мошу көнүкминиң биринчи һесавида берилгән жүгригүчи вә турғун долқун графиклирини, долқун мәнбәсиниң тәвриниш графигини селиңлар. Долқун мәнбәсиниң тәвриниш амплитудиси 5 см.

## Експериментал тапшурма

Хладни фигурилирини байқаш шәртлири тоғрилиқ мәлуматларни интернет торидин оқуп-билиңлар. Уларни байқаш үчүн түзүлмә қуруңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Турғун тавуш долқунлирини тәсвирләш (визуализация) усуллири.
2. Турғун долқунлар вә музыкилиқ әсваплар.

# § 13. Механикилиқ долқунларниң тарилиши. Механикилиқ долқунларниң интерференцияси билән дифракцияси. Гюйгенс принципи

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *су бетидә икки мәнбәдин пәйда болған интерференцияни тәкшүрүшни;*
- *Гюйгенс принципини вә механикилиқ долқунларда дифракциялиқ көрүнүшләрни байқашниң шәртлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

## I. Долқунларниң интерференцияси

Қандақту бир муһитта бир нәччә долқун мәнбәлири механикилиқ долқунлирини пәйда қилидиған болса, улар бир-биригә бағлинишсиз тарилиду. Муһитниң барлиқ чекитлири һәрбир айрим долқун пәйда қилған тәвринишләргә қатнишиду. Долқунларниң қәвәтлиниши нәтиҗисидә муһит зәррилириниң максимум вә минимум тәвринишлириниң новәтлишиниң мустәһкәм көрүнүшиниң пәйда болушини *интерференция дәп атайду*.

Пәқәт фазилиқ силҗишлири турақлиқ вә чапсанлиқлири охшаш долқунларла интерференциялиниду. Мундақ долқунларни *когерентлиқ* дәп атайду. Уларни фазилиқ силҗишлири турақлиқ, охшаш чапсанлиқта тәвринидиған долқун мәнбәлири пәйда қилиду.

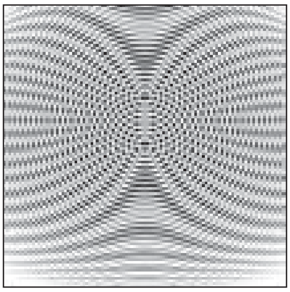
***Долқунларниң интерференцияси* – икки яки бир нәччә когерентлиқ долқунларниң қәвәтлиниши вақтида уларниң нәтиҗилигүчи амплитулириниң өсүши яки кемиши.**

Интреференцияниң станицонар вә стационар әмәс түрлири бар. Стационар интерференциялиқ көрүнүшни когерентлиқ долқунлар мәнбәси бериду, мәсилән,

**Өз тәҗрибәңлар**

Тәвриниш ясайдиған бир җисим вә чапсанлиғи билән амплитудилири охшаш тәвриниш ясайдиған икки җисимларниң су бетидә пәйда қилған долқунларни байқаңлар. Бу йәрдә бир стерженьға бәкитилгән шариклар болуши мүмкин (*86-сүр*). Немишкә су бетидики долқунларниң қәвәтлишиш облусида турақлиқ мәнзирә байқилиду: бәзи чекитләр қачидики су бетиниң егизлигидин төвән, бәзилири – жуқури (*87-сүр*)?

***86-сүрәт.*** *Икки долқун мәнбәси пәйда қилидиған долқунларниң қәвәтлинишини байқаш*

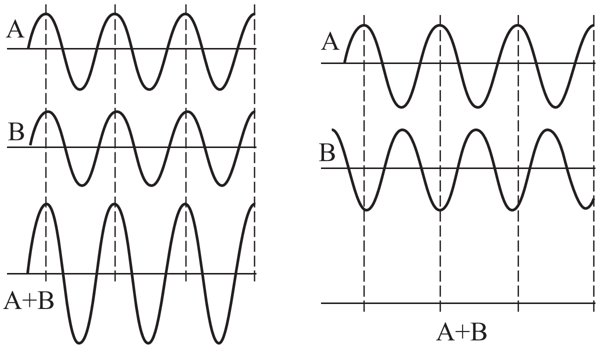


***87-сүрәт.*** *Когерентлиқ мәнбәләр пәйда қилидиған долқунларниң қәвәтлиниши*

су бетидики икки когерентлиқ чекитниң мәнбәсидин тарилидиған икки сферилиқ долқунлар (*87-сүр*).

## II. Икки долқунниң интерференцияси вақтидики максимум вә минимум шәртлири

Долқунларниң қәвәтлиниши вақтида тәвриниш амплитудиси суперпозиция принципиға мувапиқ ениқлиниду (*88-сүр*). Әгәр муһитниң қандақла бир чекитидә когерентлиқ долқунларниң чоққилири қәвәтләнсә, у чағда тәвриниш күчийиду, амплитуда барлиқ амплитудиларниң қошундисиға тәң болиду. Әгәр бир долқунниң чоққиси иккинчи долқунниң оймини билән қәвәтләнсә, у чағда айрим елинған долқунларниң амплитудилири тәң болғанда бошлуқниң чекити тәвриниш ясимайду. Әгәр амплитудилар һәр түрлүк болса, у чағда мошу чекиттә амплитудиси тарилидиған долқунларниң амплитудилириниң айримисиға тәң тәвриниш ясайду.




***88-сүрәт.** а) Фазилири охшаш долқунлар қәвәтләшкәндә амплитудиниң күчийиши; ә) зәрричиләрниң тәвринишиқариму-қарши фазида орунлинидиған долқунларниң өчиши*

**Инавәткә елиңлар!**

Долқунларниң интерференцияси муһит зәрричилириниң арисида тәвриниш энергиясиниң тәхсимлинишигә елип келиду. Бу энергияниң сақлиниш қануниға қарши әмәс, сәвәви оттура һесап билән алғанда бошлуқниң чоң облуси үчүн нәтиҗилигүчи долқунниң энергияси интерференциялинидиған долқунларниң энергиялириниң қошундисиға тәң.

*C* чекитидин $l_1$вә $l_2$ жирақлиқларда жайлашқан *A* вә *B* мәнбәлиридин тарилидиған долқунларниң интерференциясиниң нәтиҗисини ениқлаш үчүн долқунларниң тарилиш йоллириниң айримини ениқлаш вә долқун узунлуғи билән селиштуруш йетәрлик. Әгәр тарилиш йоллириниң айримиси пүтүн санға тәң болса, у чағда C чекитидә чоққиларниң яки ойманларниң қәвәтлишиши орун алиду, тәвриниш амплитудиси өсүду (*89-сүр*). Максимум шәрти орунлиниду:

$$\Delta l = l_1 - l_2 = k\lambda , \qquad (1)$$

Буниңдики $\Delta l$ – долқунларниң тарилиш йоллириниң айримиси$k$ 0, 1, 2, 3 … тәң натурал сан.

*Долқунларниң тарилиш йоллириниң айримиси тәвринишләрниң фазилар айримисиға тәң:*

$$\Delta\varphi \quad \varphi_1 \quad \varphi_2 \quad k\,2\,\pi \qquad (2)$$

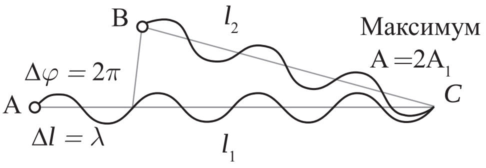
**1-тапшурма**

Жүгригүчи долқун тәңлимисини § 12 (3) вә долқунлуқ сан билән долқун узунлуғиниң бағлиқ формулисини § 12 (5) пайдилинип, интерфернциялиқ көрүнүшниң максимум вә минимум (1,3) шәртлириниң дуруслиғини испатлаңлар.

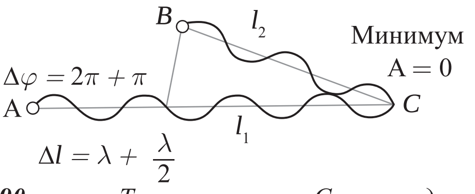
**Җавави қандақ?**

*Турғун долқунлар когерентлиқ долқунларниң интерференциясиниң нәтиҗиси дәп ейтишқа боламду?*

*Сәвәви, долқун бир период давамида $\lambda$ долқун узунлуғиға тәң ариliқни бесип өтүду, Т периодқа $\varphi = \dfrac{2\pi}{T}\cdot t = \dfrac{2\pi}{T}\cdot T = 2\pi$ фаза мувапиқ келиду.*




***89-сүрәт.*** *Тәвринишләрниң С чекитидики максимум шәрти*




***90-сүрәт.*** *Тәвринишләрниң С чекитидики минимум шәрти*

Муһитниң караштуриливатқан чекитидики тәвринишләрниң минимуми икки когерентлик мәнбәләрдин фазилиқ силҗиши $\pi$ тағ саниға тәң, тарилиш йоллириниң айримиси йерим долқунларниң тағ саниға тәң болидиған шараиттә байқилиду. Бу шараиттә тәвринишләр қарши фазиларда орунлиниду (*90-сүр*).

Минимум шәрти:

$$\Delta l = l_1 - l_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \qquad (3)$$

яки

$$\Delta\varphi \quad \varphi_1 \quad \varphi_2 = (2k + 1)\cdot\pi. \qquad (4)$$

## III. Долқунларниң тарилиши. Гюйгенс-Френель принципи

Х. Гюйгенс принципи асасида: долқунлар йетип кәлгән муһитниң һәрбир чекити иккиләмчи долқунлар мәнбәси болуп, иккиләмчи долқунларниң мәнбәси пәқәт долқунниң тарилиш йөнилиши бойичә фронт куридиғанлиғини чүшәндүрүш мүмкин әмәс. Долқунларниң тарилиш һадисисини чүшәндүрүш үчүн 1815 жили француз физиги О. Френель Х. Гюйгенс принципини иккиләмчи долқунларниң интерференцияси билән когерентлик чүшәнчиләр билән толуқтурди. *Иккиләмчи когерентлиқ долқунларниң қәвәтлинишидин интерференция йүз бериду, нәтиҗидә тәврiниш амплитудиси бошлуқниң һәрхил чекитлиридә һәр түрлүк болиду: долқунларниң тарилиш йөнилиши бойичә долқунлар күчийиду, экси*

**2-тапшурма**

*91 а, ә*-сүрәтлиридә тәсвирләнгән су бетидики долқунларни караштуруңлар. Уларниң охшашлиқлири вә пәрқи?

*а)*

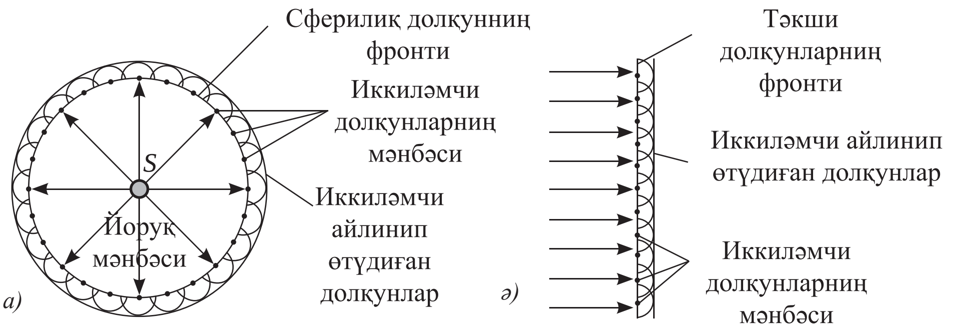
*ә)*

***91-сүрәт.*** *Су бетидики долқунлар*

**3-тапшурма**

Гюйгенс вә Френель принциплири асасида 90-сүрәт бойичә сферилиқ вә тәкши долқун ларниң тарилишини чүшәндүрүңлар. Мошу принципларға асалинип, цилиндрлиқ долқун ларниң тарилиш моделини тәсвирләңлар.

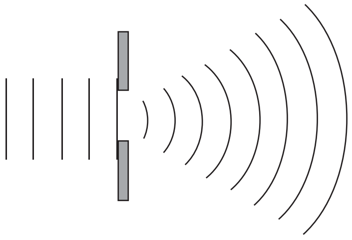
*йөнилиштә – азийиду.* Иккиләмчи долқунларниң айлинип өтүдиған фронти нәтижилигүчи долқунниң фронти болуп санилиду *(92-сүр)*



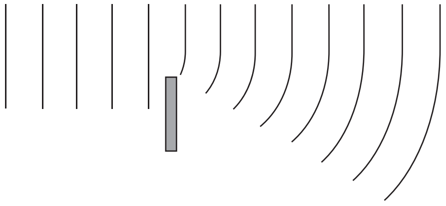

**92-сүрәт.** *Долқун фронти: а) сферилиқ; ә) тәкши*

## IV. Механикилиқ долқунларниң дифракцияси

Йочуқниң вә тосалғуниң четидә орунлашқан муһит чекитлири пәйда қилған иккиләмчи долқунлар әгирлиниду вә долқун тосалғуни айлинип өтүду *(93-сүр. а-в)*.

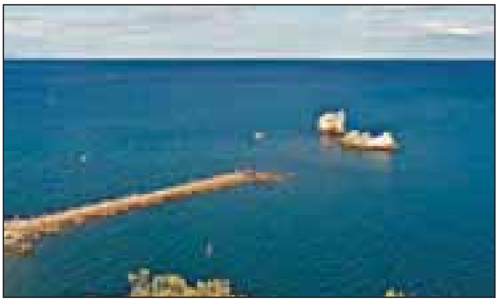


*а)*



*б)*

*ә)*



*в)*

**93-сүрәт.** *Долқунларниң айлинип өтүши, а), ә) – йочуқ, б), в) – тосалғу*

***Дифракция*** **– бу долқунларниң тосалғуларни айлинип өтүш һадисиси.**

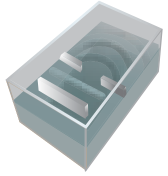
Әгәр долқун узунлуғи тосалғуниң өлчәмлири билән тәң болса, барлиқ долқунлар тосалғуларни айлинип өтүшкә қабилийәтлик. Әгәр тосалғуниң өлчәмлири долқун узунлуғидин аз болса, дифракция ениқ көрүниду.

**4-тапшурма**

Тавуш долқунлириниң, радиодолқунлириниң вә су бетидики долқунлириниң дифракциясигә мисаллар кәлтүрүңлар

### Өз тәжрибәңлар

Су толтирилған ваннида өлчәмлирини өзгәртишкә болидиған тар йочиғи бар экран орнитиңлар. Тәкши долқун пәйда қилиңлар. Йочуқниң өлчәмлири тосалғуниң кәйнидики долқун фронтиға қандақ тәсир қилидиғинини ениқлаңлар (*94-сүр*). Су бетидә сферилиқ долқун пәйда қилип, тәжрибини тәкрарлаңлар. Тар вә кәң йочуқлар үчүн долқунлуқ бәтләрни тәсвирләңлар.



***94-сүрәт.*** *Су бетидики долқунларниң дифракциясини байқаш*

### Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ һадисини интерференция дәп атайду?
2. Қандақ шәртләрдә мустәһкәм интерференциялиқ көрүнүш байқилиду?
3. Интерференция вақитида минимум вә максимум шәртлирини атаңлар.
4. Долқунларниң тарилишини Х. Гюйгенс вә О. Френель принциплири асасида чүшәндүрүңлар.
5. Қандақ һадисини дифракция дәп атайду?
6. Немишкә барлиқ долқунлар тосалғуни айлинип өтүш қабилийитигә егә?

### Көнүкмә 13

1. Долқунларниң қәвәтлиниши нәтиҗисидә уларниң максимал күчсизлиниши байқилидиған әвришим муһит чекитлиригичә икки когерентлик долқунларниң тарилиш йоллириниң минимал айримини ениқлаңлар. Долқун мәнбәлири 0,4 кГц чапсанлиқ билән бирдәк фазида тәвриниду. Долқунниң берилгән муһитта тарилиш илдамлиғи 240 м/сек.
2. Икки когерентлик долқунниң берилгән муһитниң биринчи долқун мәнбәсидин 16 м вә иккинчисидин 31 м ариliқта орунлашқан чекитидики интерференция нәтиҗисини ениқлаңлар. Долқун мәнбәлири 20 мсек период билән бирдәк фазида тәвриниду. Долқунниң тәвриниш илдамлиғи 1,5 км/сек.
3. Икки интерференциялинидиған долқунларниң фазилар айримиси $\frac{\pi}{2}$. Мошу долқунларниң тарилиш йоллириниң минимал айримисини ениқлаңлар, уни долқун узунлуғи арқилиқ ипадиләңлар.
4. Икки интерференциялинидиған долқунларниң тарилиш йоллириниң минимал айримиси $\frac{\lambda}{6}$. Долқун мәнбәлириниң фазилар тәвринишлириниң айримисини ениқлаңлар, җававини градуста вә радианда ипадиләңлар.

### Экспериментал тапшурма

Бокалдики тавуш чапсанлиғиниң униңдики һава қәвитиниң егизлигигә бағлиқлиғини тәкшүрүңлар (*95-сүр*). Тавуш чиқириш үчүн бокал қири бойичә нәм бармақ билән жүргүзиш керәк.

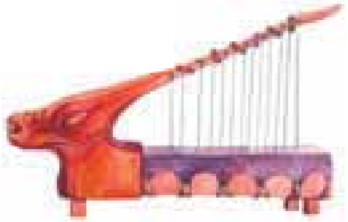
***95-сүрәт.*** *Тавуш чиқириватқан бокаллар*

## Физика бизниң һаятимизда

### Бу қизиқ!

Адырна *(96 а-сүр)* – қазақ хәлқиниң қедимий тарлиқ әсваплириниң бири. Униң формисида көчмән қазақ хәлқиниң жәңгиварлиғиниң көрүнүши тәсвирләнгән: у жәңчиниң оқ-ясини әскә чүшүриду. Әсвапниң ичи бош болғанлиқтин, яғач корпуси йеник. Тарлири мәхсус ишләнгән теридин яки төгә жуңидин елинған жиптин ясалған. Әсвапта он үч тар бар.

Жетыген *(96 ә-сүр)* – йәттә тардин ибарәт музыкилиқ әсвап. У тиктөртбулуңлуқ формиға егә, яғачтин ясалған, тарлири ат қилидин ясалған. Жетыген тоғрилиқ ривайәт немә сәвәптин әсвапта йәттә тар бар екәнлигиниң сирини ачиду. Йәттә оғулидин айрилған ақсақал өзиниң қайғусини күй орунлаш арқилиқ баян қилған. Һәрбир оғулини әскә елип, әсвапқа йеңи тар тартип олтарған.



*а)*

*ә)*

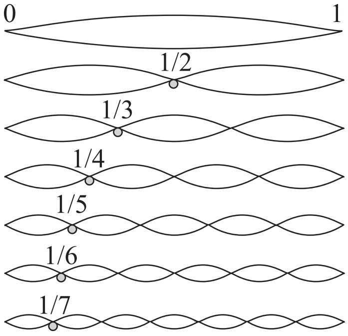
## Тарлиқ музыкилиқ әсваплар

**Тарда турғун долқунлириниң пәйда болуш шәртлири**. Тардики турғун долқун тар узунлуғи $L$ йерим долқун узунлуғиниң пүтүн саниға тәң болғанда пәйда болиду: $L = n\frac{\lambda}{2}$, бу йәрдә $n = 1, 2, 3 \ldots$

$\lambda_n$ долқун узунлуғи мәналириниң жиғиндисиға мүмкин болидиған чапсанлиқларниң жиғиндиси мувапиқ келиду. $\nu_n = \frac{\upsilon}{\lambda_n}$.

$\nu_n$ чапсанлиқларниң һәр қайсиси вә улар билән қошулған тарниң тәвриниш түри *нормаль мода* дәп атилиду. Мурәккәп тавушниң әң төвәнки чапсанлиғи *асасий чапсанлиқ*, униңға мувапиқ келидиған бөлгүлүк бир жуқурлуқтики тавуш *тон* дәп атилиду, асасий тонда *обертонлар* яки *гармоникилар* дәп атилидиған чапсанлиқлар билләә жүриду.

Хусусий чапсанлиқлири бар әвришим пружинидики яки маятниктики жүкләрдин пәрқи тар хусусий




*б)*

***96-сүрәт.*** *а) адырна; ә) жетыген; б) асасий чапсанлиқ вә тарниң гармоникиси*

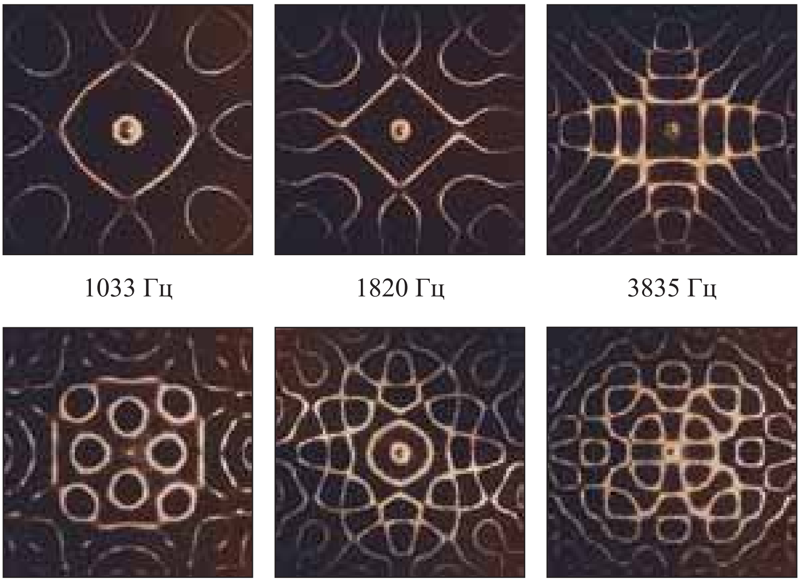
### Тапшурма

Ат қилидин ясалған узунлуғи $l$ = 0,3 м тар тәвринишиниң асасий модасиниң чапсанлиғини вә гармоникисини ениқлаңлар. Ат қилидики тавушиниң тарилиш илдамлиғи 1500 м/сек. Тарниң тавуш чиқиришиниң асасий модасини қандақ усул билән өзгәртишкә болиду?

резонанслиқ чапсанлиқниң чәксиз чапсанлиғиға егә. *96 б-сүрәттә* тардики турғун долқунлириниң һәрхил түрлири тәсвирләнгән. Тар тәвринишидә бир мәзгилдә бир нәччә һәрхил турғун долқунлири болуши мүмкин.

## Тавуш долқунлирини визуализацияләш

Турғун долқунларни демонстрацияләшниң бир нәччә усули бар, уларниң бири – Хладни фигурилири *(97-сүр)*. Немис физиги Эрнст Хладни пластиниға қум чечип вә четидин смычокни сүркәп һәрикәтләндүрип, нәқишләрни алған. Смычок һәрикитидин пластина қандақту бир резонанслиқ чапсанлиқта тәврениду. Қум түгүнләрдә жиғилип, теч һалитидә болиду, қайтқан долқун жүгригүчи долқунни күчәйтидиған участкиларда қум силҗийду.



1033 Гц 1820 Гц 3835 Гц

4049 Гц 5201 Гц 5907 Гц

***97-сүрәт.*** *Динамика тәвринишлири арқилиқ елинған Хладни нәқишлири*

**Бу қизиқ!**

Шотландиядики «әвлия Матвей» чиркосиниң аркилириниң биридә геометриялиқ сүрәтләр оюлуп селинған, 213 оюлған таш кублири бар. Көплигән алимлар бу таш кублирида тәсвирләнгән сүрәтләрниң сирини ечишқа тиришти. ҺҺК-ниң (ВВС) отставкидики генерали Томас Митчел өзиниң пианист оғли Стюарт Митчел билән мошу сирни ечишниң оригинал усулини тәклип қилди. Улар геометриялиқ сүрәтлирини Хладни фигурилири билән селиштуруп, таш кублирида нотилар йезилған дегән хуласигә кәлди. Нотиларни бириктүрүп иҗадий түрдә қайта ишләп, аләмгә «Рослинский Мотет» әсәрини тәклип қилди.

# 4-бап йәкуни

| | |
|---|---|
| **Жүгригүчи долқунларниң тәңлимиси** | $y(x,t) = A\sin(\omega \cdot t - kx)$; <br> $y(x,t) = Asin(\omega \cdot t + kx)$ |
| **Долқунлуқ сан** | $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ |
| **Турғун долқунларниң тәңлимиси** | $y = 2A\sin kx \cdot \cos\omega t$; <br> $y = 2A\cos kx \cdot \cos\omega t$ |
| **Интерференцияниң максимум шәрти** | $\Delta l = l_1 - l_2 = k\lambda$, <br> $\Delta\varphi \quad \varphi_1 \quad \varphi_2 \quad k \quad 2\pi$ <br> $k \quad 0, 1, 2, 3 \ldots$ |
| **Интерференцияниң минимум шәрти** | $\Delta l = l_1 - l_2 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$, <br> $\Delta\varphi \quad \varphi_1 \quad \varphi_2 = (2k+1)\cdot\pi$ <br> $k \quad 0, 1, 2, 3 \ldots$ |

## Глоссарий

**Долқунлуқ бәтләр** – охшаш фазида тәвринидиған чекитләрниң геометриялик орни.

**Дифракция** – долқунларни тосалғуларни айлинип өтүш һадисиси.

**Долқунларниң интерференцияси –** икки яки бир нәччә когерентлик долқунларниң қәвәтлишиши вақитида уларниң нәтижилигүчи амплитулириниң өсүши яки кемиши.

**Когерентлик долқунлар** – турақлиқ фазилиқ силҗишлири билән чапсанлиқлири охшаш долқунлар.

**Механикилиқ долқунлар** – тәвринишләрниң әвришимлик муһитта тарилиш процесси.

**Долқун фронти** – бу берилгән *t* вақит мәзгилидә тәвринишләрниң йәткән бошлуқтики чекитләрниң геометриялик орни.

# 5-БАП

# ЭЛЕКТРОМАГНИТЛИҚ ДОЛҚУНЛАР

«Электромагнитлиқ тəвринишлəр» вə «Өзгəрмə ток» баплирида индукциялиқ генератор пəйда қилидиған төвəнки чапсанлиқтики электромагнитлиқ тəвринишлəр билəн тонуштиңлар. Улар электр техникида кəң қоллинишқа егə болди: төвəнки чапсанлиқтики элетктромагнитлиқ тəвринишлəрниң энергиясини елиш, йəткүзүш вə қоллиниш үчүн түзүлмилəр қурулди.

Бу бапта радиотехникиниң асаслири қараштурилиду. Радиотехникида электромагнитлиқ долқунлар арқилиқ жуқарқи чапсанлиқтики тəвриниш мəнбəлири билəн қобул қилғучи арисида симсиз бағлиниш орнитилиду.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силəр:**

- электромагнитлиқ долқунларниң пəйда болуш шəртлирини чүшəндүрүшни вə уларниң хусусийəтлирини тəсвирлəшни;
- жуқарқи чапсанлиқтики электромагнитлиқ тəвринишлəрниң модуляцияси билəн детекторлинишини тəсвирлəш;
- амплитудилиқ (AM) вə чапсанлиқ модуляциясини (FM) ажритишни;
- детекторлуқ радио қобулқилғучлириниң ишлəш принципини чүшəндүрүшни;
- аналоглиқ сигналлар билəн селиштурғанда санлиқ форматтики сигналларниң берилишиниң артуқчилиғини чүшəндүрүшни;
- бағлиниш түзүлмилирини систематизациялəш вə уларни йетилдүришиниң йоллирини тəклип қилишни үгинисилəр

# § 14. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиши вә қобул қилиниши

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *электромагнитлиқ долқунларниң пәйда болуш шәртлирини вә уларниң хусусийәтлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

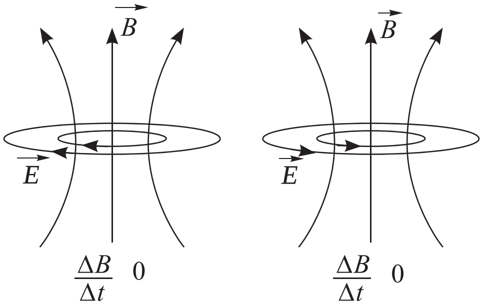
**Әскә чүшириңлар!**

Электрләнгән җисимниң әтрапида электростатикилиқ мәйдан, токи бар өткәзгүчниң әтрапида магнит мәйдани пәйда болиду.

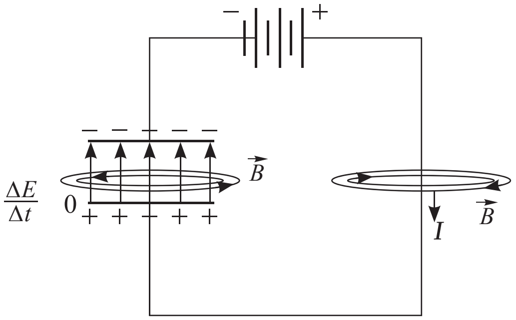
## I. Қуюнлуқ мәйдан. Максвелл гипотезиси

Электромагнитлиқ индукция һадисисини М. Фарадей байқап, магнит мәйданиниң өзгириши вақтида күч сизиқлири туюқланған қуюнлуқ электрлик мәйдан пәйда болиду дәп нәтиҗилиди. Уларниң күч сизиқлириниң башлиниши билән ахири йоқ, улар магнит индукция сизиқлирини өз ичигә алиду. Қуюнлуқ мәйданниң күч сизиқлириниң йөнилишини Ленц қаидиси бойичә ениқлайду. *Магнитлиқ индукция өскәндә күчинишлик вектори* $\vec{E}$ *магнит индукция вектори билән* $\vec{B}$ *сол бурға, азайғанда оң бурға һасил қилиду (98-сүр).*

Электр вә магнит мәйданлириниң хусусийәтлирини тәкшүрәп, Максвелл барлиқ шараитләрдә электр мәйданиниң өзгириши өзгәрмә магнит мәйданини пәйда қилиду дәп нәтиҗилиди. Максвелл гипотезисиға мувапиқ, конденсатор зарядләнгәндә магнит мәйдани пәқәт токи бар өткәзгүч әтрапидала әмәс, конденсатор қәвәтлири арисидиму пәйда болиду (99-сүр). *Мошу чағда пәйда болған мәйданниң магнит индукциясиниң вектори* $\vec{B}$ *күчинишлик вектори билән* $\vec{E}$ *оң бурғини, әгәр электр мәйданиниң күчинишлиги өссә* $\frac{\Delta E}{\Delta t} > 0$, *сол бурғини, әгәр күчинишлик азайса* $\frac{\Delta E}{\Delta t} < 0$ *пәйда қилиду.*




**98-сүрәт.** *Қуюнлуқ электр мәйданиниң күч сизиқлири*

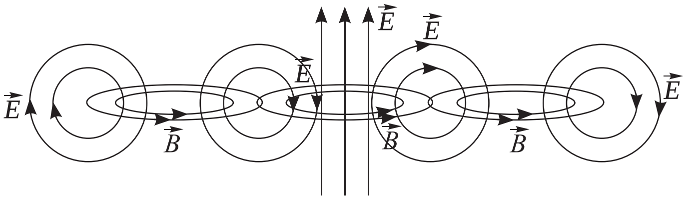



**99-сүрәт.** *Конденсатор қәвәтлири арисидики өзгәрмә электр мәйдани пәйда қилидиған магнит мәйданиниң күч сизиқлири*

## II. Электромагнитлиқ долқунлар. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиш шәртлири

1865 жили Максвелл нәзәрийә йүзидә өзгәрмә электромагнитлиқ мәйдан бошлуқта электромагнитлиқ долқунлар түридә тарилиши керәк дәп молҗамлиди. Бошлуқниң қандақту бир чекитидә электр мәйданиниң күчинишлигиниң һәр қандақ өзгириши өзгәрмә магнит мәйданни пәйда қилиду, у өз новитидә қуюнлуқ электр мәйданни пәйда қилиду. Электр мәйданиниң күчинишлиги билән магнит мәйдани

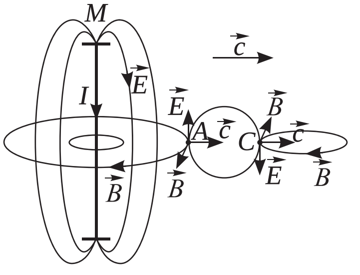
индукциясиниң тəвринишлири бошлуқниң бир чекитидин иккичи чекитигə бəрилгəндə электромагнитлиқ долқун пəйда болиду (*100-сүр*).




***100-сүрəт.*** *Электромагнитлиқ долқунниң тарилиши*

**Җавави қандақ?**

*Немишкə əркин электромагнитлиқ тəвринишлəр очуқ контурда йепиқ контурға қариғанда чапсан өчиду?*



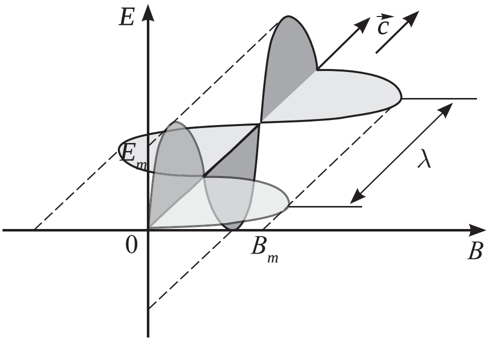

***101-сүрəт.*** *Очуқ тəврəнмə контуриниң электр вə магнит мəйданлири энергиялириниң тəхсимлиниши*

Электр мəйданиниң күчинишлиги зарядлəнгəн зəрричилəрниң иштиклəп һəрикəтлиниши вақтида өзгириду, демəк, өзгəрмə ток электромагнитлиқ долқунниң мəнбəси болуши мүмкин. Бирақ өзгəрмə токниң стандартлиқ 50 Гц чапсанлиғи жуқарқи энергиялиқ долқунларни пəйда қилишқа йəткүлүксиз, зарядлəнгəн зəрричилəрниң тəврiниш интенсивлиғи наһайити аз. Электромагнитлиқ долқунларни пəйда қилиш үчүн һаҗəтлик шəртлəрниң бири – электромагнитлиқ тəвринишлəр чапсанлиқлириниң онлиған мегагерц мөлчəридики жуқарқи мəнаға егə болуши. Мундақ чапсанлиқтики тəвринишлəр тəврəнмə контурда əмəлгə ашиду, бирақ йепиқ тəврəнмə контур энергия чиқармайду вə долқун пəйда қилмайду.

Долқунни пəйда қилиш үчүн катушкидики қарши фазилиқ токниң тəвринишлири бар тизминиң участкисини аҗритип, конденсатор қəвəтлириниң арилиғини ашуруш керəк. Буниң үчүн катушка орамлирини түзлəп вə конденсатор қəвəтлирини жирақлитиш керəк, йəни очуқ тəврəнмə контурни қуруш керəк (*101-сүр*). Мошу шəртлəрдə жуқарқи чапсанлиқтики тəвринишлəр пəйда қилған электромагнитлиқ мəйданниң энергияси бошлуқтики очуқ контурниң əтрапида тарилиду.

## III. Электромагнитлиқ долқун – тоғра долқун. Долқун илдамлиғи

99-сүрəттə электр мəйданиниң $\vec{E}$ күчиниишлиги билəн магнит мəйданиниң $\vec{B}$ индукцияси, долқунниң А вə С чекитлиридики илдамлиғи $\vec{n}$ көрситилгəн. Долқунниң тарилиш йөнилиши бурға қаидиси бойичə ениқлиниду. Əгəр бурғиниң оң бурулушини $\vec{E}$ *векторидин* $\vec{B}$ *векториға қарап айландурса, у чағда бурғиниң илгирлимə һəрикитиниң йөнилиши долқунниң тарилиш илдамлиғи* $\vec{n}$ *векториға мувапиқ келиду.* Күчинишлик вə магнит индукциясиниң векторлириниң тəвринишлириниң йөнилиши долқунниң тарилиш йөнилишигə перпендикуляр. Электромагнитлиқ долқун – пəқəт тоғрисиға тарилидиған долқунлар болуп һесаплиниду (*102-сүр*).




***102-сүрəт.*** *Электромагнитлиқ долқун*

Максвелл долқунниң тарилиш илдамлиғини күчинишлик вә магнит индукцияси билән бағлинишни орнатти:

$$c = \frac{E}{B}. \qquad (1)$$

*Электромагнитлиқ долқунниң илдамлиғи электр мәйданиниң күчинишлигиниң магнит мәйдани индукцисиға болған нисбитигә тәң.*

Өзиниң һесаплашлирида у электромагнитлиқ долқунниң вакуумда тарилиш илдамлиғини ениқлиди

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} . \qquad (2)$$

Мошу һесаплашларға мувапиқ электромагнитлиқ долқунниң башқа муһитларда тарилиш илдамлиғи n һәссә азийиду:

$$\upsilon = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}, \qquad (3)$$

**1-тапшурма**

Янфон антенисиниң узунлуғини ениқлаңлар (*103-сүр*). Қазақстандики Билайн вә Kcell/Activ янфонлирниң 3G чапсанлиқ диапазонлири 2100 МГц.

***103-сүрәт.*** *Янфонларниң ички антенилири*

Буниңдики $\varepsilon$ – муһитниң диэлектрликлик өткүрлиги; $\mu$ – муһитниң магнитлиқ өткүрлиги; $n$ – муһитниң сундуруш көрсәткүчиси.

## IV. Долқун узунлуғиниң антенна узунлуғи билән бағлиқлиғи . Тәвринишләр чапсанлиғи

Вибратор яки антенна дәп аталған очуқ тәврәнмә контурда зарядләрниң зичлиғи униң учлирида максимал, оттурисида болса нөлгә тәң. Ток күчи, әксинчә, оттурисида максимал мәнаға вә учлирида нөлгә тәң. Антенна учлирини қайтидин зарядләш $t = \frac{T}{2}$ йерим период давамида орунлиниду, демәк, чиқирилидиған долқун узунлуғи антенна узунлуғидин икки һәссә артуқ: $\lambda = 2l$, (4)

Буниңдики $\lambda$–чиқирилидиған долқунниң узунлуғи; $l$–антенна узунлуғи.

Долқун узунлуғиниң мәнаси бәлгүлүк болса, долқун чиқирдиған антениниң хусусий тәврениш чапсанлиғини ениқлаш қийин әмәс: $\nu = \frac{c}{2l}$. (5)

## V. Электромагнитлиқ долқунининң күч сизиқлири

Бошлуқта тарилидиған электромагнитлиқ долқунлар жүгригүчи долқунлар болуп санилиду. Демәк, таллап елинған оқ бойи билән орунлашқан бошлуқниң қандақту бир чекитидики күчинишлик яки магнит индукциясиниң тәвринишлирини жүгригүчи долқун тәңлимиси билән ениқлашқа болиду:

$$E = E_m \sin \omega (t - \Delta t), \qquad (6)$$

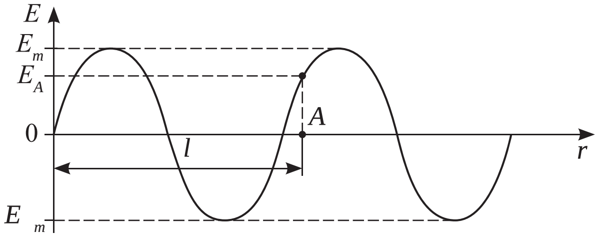
$$B = B_m \sin \omega (t - \Delta t), \qquad (7)$$

буниңдики $\Delta t = \frac{l}{c}$ – таллап елинған оқ йөнилиши бойичә электроманитлиқ тәвринишләрниң

**2-тапшурма**

Елинған оққа қарши йөни лиштә таралған жүгригүчи долқунниң тәңлимисини йезиңлар.

мәнбәсидин $l$ ариликта орунлашқан A бошлуғиниң чекитигә долқунниң йетиш вақити *(104-сүр)*.




***104-сүрәт.*** *Жүгригүчи электромагнитлиқ долқунларниң графиги*

**3-тапшурма**

(2), (3) вә $v = \dfrac{E}{B}$ формулилири асасида электромагнитлиқ долқунларда магнит мәйданиниң энергия зичлиғи электр мәйданиниң энергия зичлиғиға тәң $\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \dfrac{B^2}{2\mu\mu_0}$ яки $w_{э.м.} = w_{м.м.}$ екәнлигини испатлаңлар.

## VI. Электромагнитлиқ долқунининң энергияси, энергия зичлиғи вә интенсивлиғи

Йоруқниң интенсивлиғи долқун энергияси билән ениқлиниду.

Долқун интенсивлиғи $I$, яки энергия еқиминиң бәтлик зичлиғи – бу долқунларниң бирлик вақит ичидә уларниң тарилиш йөнилишигә перпендикуляр орунлашқан бирлик бәт арқилиқ тошулидиған энергиясиға тәң физикилиқ миқдар.

$$I = \frac{W}{St}. \qquad (8)$$

Интенсивлиқниң өлчәм бирлиги $[I]$ – 1 Вт/м$^2$.

Долқун энергиясини энергияниң $w$ һәҗимлик зичлиғи арқилиқ ипадиләйлуқ.

$$W = w \cdot V, \qquad (9)$$

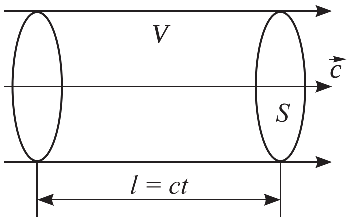
Буниңдики *$V$ – $t$ вақит ичидә мәйдани $S$ бети арқилиқ тошулидиған энергия жиғилған бошлуқниң һәҗими (105-сүр)*. Бошлуқ һәҗимини долқунниң тарилиш илдамлиғи арқилиқ ипадиләйлуқ:

$$V = Sl = Sct.. \qquad (10).$$

(9) и (10) етиварға елип, (8) ипадини алимиз:

$$I = wc. \qquad (11)$$

*Электромагнитлиқ долқунниң интенсивлиғи электромагнитлиқ энергия зичлиғи билән долқунниң тарилиш илдамлиғиниң көпәйтиндисигә тәң.*



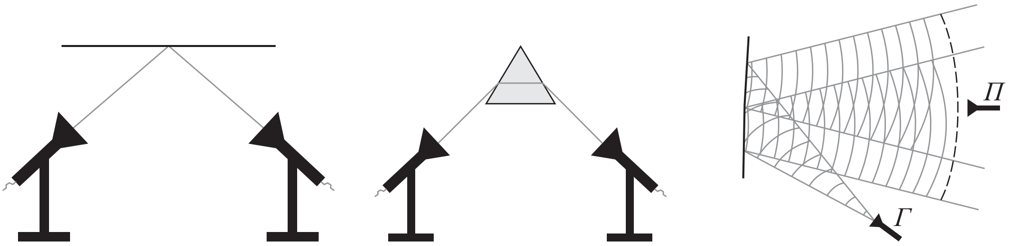

***105-сүрәт.*** *S бетини қийип өтүдиған электромагнитлиқ долқунларниң еқими*

**Җавави қандақ?**

1. *Немә сәвәптин сигнал турақлиқ түрдә қобул қилиниши үчүн қобул қилидиған антенини таратқуч антениға параллель орунлаштуруш керәк?*
2. *Қандақ шәртләрдә интерференцияниң минимуми билән максимуми байқилиду?*

## VII. Электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлири

Силәргә 9-синип курсидин электромагнитлиқ долқунларниң қайтидиғини, сунидиғини, тосалғуларни айлинип өтүдиғанлиғи мәлум. Жуқурқи чапсанлиқтики электромагнитлиқ долқунлар генератори вә рупорлиқ антениларниң қобул қилғучиси электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлирини тәкшүрәшкә мүмкинчилик бериду. Өткәзгүчләр электромагнитлиқ долқунларни қайтурдиғанлиғини *(106, а-сүр)*, диэлектриклар уларни жутудиғанлиғини вә сундурдиғанлиғини *(106, ә-сүр)*, когерентлиқ электромагнитлиқ долқунлар турақлиқ интерференциялиқ көрүнүшини *(106 б-сүр)* һасил қилидиғанлиғини испатлаш қийин әмәс.




*а) Қайтиши* *ә) Сунуши* *б) Интерференция*

***106-сүрәт.*** *Электромагнитлиқ долқунлар*

**Өз тәҗрибәңлар**

1. *106 а, ә, б-сүрәтлиридә тәсвирләнгән тәҗрибиләрни тәкрарлаңлар. Электромагнитлиқ долқунлар үчүн қайтиш вә сунуш* қанунлирини тәрипләңлар. П рупорлиқ антенна ярдими билән (*106, б-сүр*) Г генераторди чиқип, икки метал пластинисидин қайтқан долқунлар интерференциялиқ көрүнүшини беридиғанлиғини қандақ испатлашқа болиду?
2. Долқунлар дифракциясини байқашқа вә уларниң тоғрисиға тәвринидиғанлиғини испатлашқа беғишланған тәҗрибиниң қоюлишини ойлаштуруңлар.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ мәйданни қуюнлуқ дәп атайду?
2. Электростатикилиқ вә қуюнлуқ магнит мәйданиниң арисидики пәрқи?
3. Максвеллниң электромагнитлиқ мәйдан нәзәрийәсиниң асасий идеяси?
4. Қандақ шәртләр орунланғанда электромагнитлиқ долқунлар пәйда болиду?
5. Электромагнитлиқ долқунниң тарилиш йөнилишини қандақ ениқлайду?

## Көнүкмә 14

1. «Восток» космос кемисиниң бортида орунлашқан тараткучи $\nu = 20$ МГц чапсанлиқта иш ишләйду. Тараткучи чиқиридиған радиодолқунларниң периодини вә узунлуғини, тараткучи антениниң узунлуғини ениқлаңлар.
2. Очуқ тәврәнмә контурдики ток күчи $I = 0{,}1\cos 6 \cdot 10^5 \pi t$ қануни бойичә вақитқа бағлинишлиқ. Тарилидиған долқун узунлуғини ениқлаңлар.
3. Электромагнитлиқ долқунлар қандақту бир муһитта $2 \cdot 10^8$ м/сек илдамлиқ билән тарилиду. Әгәр вакуумдики чапсанлиқ 1 МГц болса. У чағда электромагнитлиқ тәвринишләрниң мошу муһитта пәйда қилидиған электромагнитлиқ долқунниң узунлуғини ениқлаңлар.
4. Долқун чиқирилидиған мәнбәдин қанчилик арилиқта еқим зичлиғи 100 м арилиқтики чиқирилған зичлиқ билән селиштурғанда 100 һәссә азийиду.
5. Берилгән вақит мәзгилидә бошлуқниң бәлгүлүк бир чекитидики электромагнитлиқ долқунниң зичлиғи $w = 5{,}2$ мкДж/м$^3$. Мошу вақиттики вә чекиттики күчиниишлик билән электромагнитлиқ индукция векторлириниң модулини ениқлаңлар. $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$, $\mu_0 = 12{,}56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$.

# § 15. Радиоалақә. Детекторлуқ радиоқобулқилғучи

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *жуқарқи чапсанлиқтики электромагнитлиқ тәврinишләрниң модуляцияси билән детекторлинишини тәсвирләшни;*
- *амплитудилиқ (АМ) вә чапсанлиқ модуляциясини (FM) ажритишни;*
- *детекторлуқ радио қобулқилғучлириниң ишләш принципини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

## І. Долқун интенсивлиғи билән чапсанлиғи

Адәмниң үниниң тавуши жирақ арилиқларға таралмайду. Демәк, бастин (80 Гц) сопраниғичә (1400 Гц) арилиқтики долқунлар интенсивлиғи төвән долқунлар болуп тепилиду. Сигналниң тарилиш арилиғини ашуриш үчүн жуқарқи зичлиқтики энергиялири бар долқунлар һаҗәт. Сферилиқ долқунларниң интенсивлиғи ариликниң квадратиға пропорционал кемийдиғанлиғини испатлаш қийин әмәс:

$$I = \frac{W}{tS} = \frac{W}{t4\pi}\cdot\frac{1}{R^2}, \qquad (1)$$

$S = 4\pi R^2$ – долқун фронти бетиниң мәйдани.

Жирақ арилиқларға таритиш мәсилисини йешиш үчүн төвәндикичә хуласигә чиқиримиз: энергия зичлиғи электр мәйдани күчинишлигиниң квадратиға $w_{э.м.} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 \mathring{A}^2}{2}$ вә магнит индукциясиниң квадратиға пропорционал $w_{м.м.} = \frac{\hat{A}^2}{2\mu\mu_0}$. Электромагнитлиқ мәйданниң күчинишлиги $\vec{\mathring{A}}$ вә магнит индукцияси $\vec{\mathring{A}}$ долқунниң күчлик характеристикилири болуп тепилиду. Ньютонниң иккинчи қанунининң асасида улар долқунни пәйда қилидиған зарядләнгән зарричиләрниң иштиклишигә бағлинишлиқ: $a = \omega^2 A\cos\omega t$, иштикләш болса өз новитидә тәврiниш чапсанлиғиға бағлинишлиқ. Энергия зичлиғи тәврiниш чапсанлиғиниң төртинчи дәриҗисигә пропорционал

$$w \sim \omega^4, \qquad (2)$$

*Электромагнитлиқ долқунниң интенсивлиғи энергия зичлиғиға тоғра пропорционал $I = wc$, демәк, у чапсанлиқниң төртинчи дәриҗисигә пропорционал:*

$$I \sim \omega^4. \qquad (3)$$

Сигнал чапсанлиғи жуқурилиғанда тараткучи антениниң тәсир қилиш радиуси өсүду. Тәврiниш чапсанлиғи 2 һәссә өсүрүш электромагнитлиқ долқунларниң интенсивлиғиниң 16 һәссә өсүшигә, тәврiниш чапсанлиғини төрт һәссә өсүрүш, электромагнитлиқ долқунларниң интенсивлиғини 256 һәссә өсүшигә елип келиду.

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә бир тавуш мәнбәсидин чиқирилған тавушниң қаттиқлиғи бошлуқта бөлминиң ичигә қариғанда аз болиду?*
2. *Немишкә тавуш долқунлири чоң арилиқларға таралмайду?*

**1-тапшурма**

Чапсанлиқлири 100 Гц вә 100 МГц сигналлар тарилидиған тәврiниш мәнбәлиридин қобул қилғучиғичә болған максимал арилиқ бир-биридин нәччә һәссә пәриқлиниду.

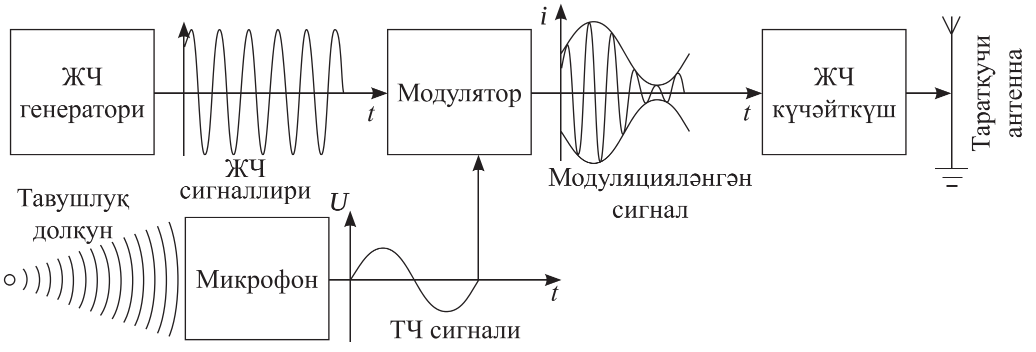
## II. Тошуғучи чапсанлиқтики сигнални модуляциялəш. Радиотаратқучиниң иш ишлəш принципи

Радиотелефонлиқ бағлиништа əхбарат жирақ арилиқларға тавуш чапсанлиғи тəвринишлирини транзисторлуқ генераторниң жуқарқи чапсанлиқтики сигналиға қəвəтлəштүрүш арқилиқ тошулиду.

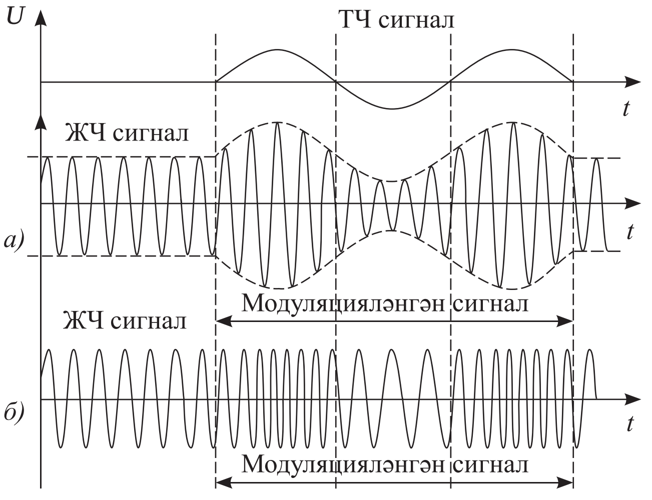
Жуқурқи чапсанлиқтики (ЖЧ) генератор пəйда қилидиған тəвриниш чапсанлиғини тошуғичə чапсанлиқ дəп атайду.

Тавуш чапсанлиғидики тəвринишлəрни жуқарқи чапсанлиқтики сигналлар билəн қəвəтлəштүрүшни модуляция дəп атайду.

Модуляцияни амплитудини (AM) яки тошуғучи чапсанлиқ тəвринишиниң чапсалиғини (FM) өзгəртиш арқилиқ əмəлгə ашуришқа болиду. Амплитудилиқ-модуляциялəнгəн сигнал чиқиридиған радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемиси 107-сүрəттə көрситилгəн.




***107-сүрəт.*** *Радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемиси*



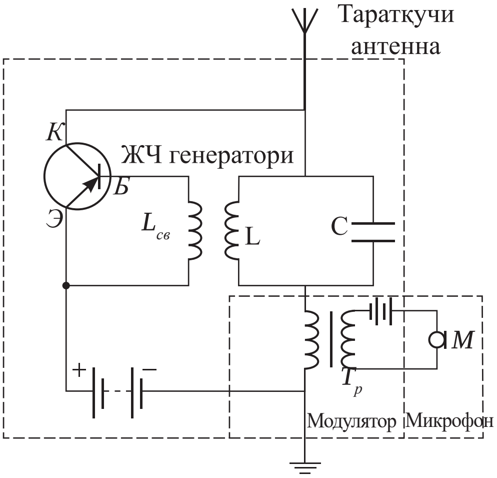

***108-сүрəт.*** *Модуляциялəнгəн сигналлар*

**2-тапшурма**

1. Аналоглиқ радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемисини қараштуруңлар. Униң иш ишлəш принципини чүшəндүрүңлар.
2. 108-сүрəтни қараштуруңлар. Модуляциялəнгəн сигналларниң охшашлиғи вə пəрқи? Модуляцияниң қандақ түри барлиқ жағдайларда жуқарқи чапсанлиқтики тошуғучи сигнал билəн қəвəтлишиш арқилиқ жүргүзүлдиғанлиғини көрситиңлар.

Күчəйткүчлири йоқ транзистордики аддий радиотаратқучиниң схемиси 109-сүрəттə тəсвирлəнгəн. Тəсвирлəнгəн радиотаратқучта трансформатор модулятор

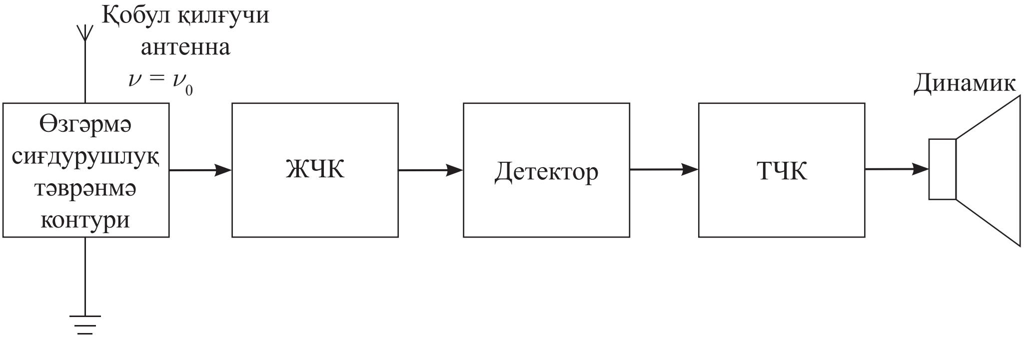
ролини атқуриду. Униң орамлириниң бири генераторниң тәврәнмә контури билән пәйдин-пәй қошулған. Иккинчи орамға микрофонниң чиқишидин тавуш чапсанлиғиниң күчиниши берилиду. Трансформаторниң иккинчи катушкисидики өзгәрмә ток биринчи катушкиниң учлириға өзгәрмә күчиниш индукциялайду. Эмиттер билән коллектор арисидики күчинишниң өзгириши тавушлуқ долқунниң чапсанлиғидики тизмидики ток күчи амплитудисиниң өзгиришигә елип келиду. Таратқучиниң антенидики токниң жуқарқи чапсанлиқтики модуляцияләнгән тәвринишлири электромагнитлиқ долқунларни һасил қилиду.




***109-сүрәт.*** *Транзисторлуқ радиотаратқучи түзүлмисиниң схемиси*

## III. Радиоқобулқилғучиниң ишләш принципи

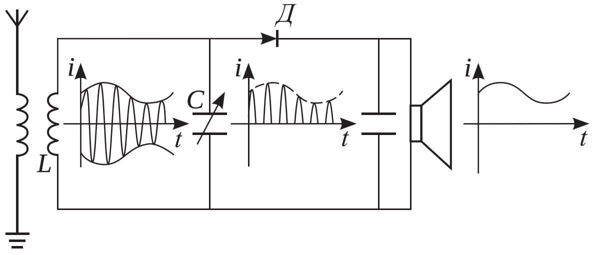
Бир вақитта ишләватқан станцияларниң көплигән сигналлириниң ичидин радиоқобулқилғуч антенна резонанслиқ чапсанлиқтики бирла сигнални бөлүп алиду (*110-сүр*). Резонанс һалитидә сигнални қобул қилғанға радиоқобулғичтики тәврәнмә контурниң өзгәрмә сиғдурушлуқ конденсатори мүмкинчилик бериду. Қобул қилинған сигнал жуқарқи чапсанликни күчәйткүч (ЖЧК) арқилиқ өтүп, жуқарқи чапсанлиқтики модуляцияләнгән тәвринишләрдин төвәнки чапсанлиқтики тәвринишләрни бөлүп алидиған детекторға чүшиду. Төвәнкә чапсанлиқни күчәйткүчтин (ТЧК) кейин тәврениш телефонда яки динамикида тавуш тәвринишлиригә түрлиниду.




***110-сүрәт.*** *Радиоқобулқилғучниң принципиаллиқ схемиси*

Күчәйткүчлири йоқ аддий радиоқобулқилғучиниң схемиси 111-сүрәттә тәсвирләнгән. Радиоқобулқилғучта детекторниң ролини мошу әсвапниң бир тәрәплик өткүзгүчлиги тәсиридин пульсацияләнгән ток өтүдиған диод атқуриду. Телефонға параллель қошулған конденсатор йерим периодта зарядлиниду, шуниңдин кейин йерим период телефон яки динамика арқилиқ разрядлиниду, бу пульсацияләнгән сигнални тәкшиләйду. Телефон арқилиқ радиотаратқучи микрофониниң чапсанлиғидәк ток өтүду. Шундақ қилип, телефон электр тәвринишлирини механикилиқ

тәвринишләргә түрләндүрүп, берилгән тавуш долқунлирини тиңшайдиғанға мумкинчилик бериду.




**111-сүрәт.** *Аддий радиоқобулқилғучиниң схемиси*

**Җавави қандақ?**

*Немишкә радиоқобулқилғучиниң тәврәнмә контурдики конденсатор сиғдурушлиғи өзгәрмә болиду?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Радиодолқунларниң тарилиш жирақлиғини қандақ усул билән ашурушқа болиду?
2. Радиотаратқучиниң ишләш принципи?
3. Транзисторлуқ радиотаратқучида тошуғучи чапсанлиқтики тәвринишләрниң амплитудилиқ модуляцияси қандақ әмәлгә ашиду?
4. Радиоқобулқилғучиниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

## Көнүкмә 15

1. Узунлуқлири 24 м-дин 26 м-ғичә долқунларни қобул қилидиған радиоқобулқилғучниң чапсанлиқ диапазонини ениқлаңлар.
2. Қобул қилғучиниң тәврәнмә контуриниң индуктивлиғи $L$ = 2 мкГ катушкидин вә сиғдурушлиғи $C$ = 1800 пФ конденсатордин туриду. Контур қандақ узунлуқтики долқунларға беғишланған?
3. Радиоқобулқилғучиниң тәврәнмә контуриниң катушкисиниң индуктивлиғи $L$ = 1 мкГн. Сигнал $\lambda$= 100 м долқун узунлуғида иш ишләйдиған станциядин қобул қилинду дәп елип, конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар?
4. Индуктивлиғи $L$ = 2 мкГн катушкидин вә пластинилириниң мәйдани $S$ = 800 см$^2$, уларниң арилиқлири $d$ = 1 см тәкши конденсатордин қурулған тәврәнмә контур қандақ долқун узунлуғиға беғишланған? Пластинилар арисидики бошлуқ диэлектрлик өткүрлиги $\varepsilon$ = 11 мадда билән толтурилған.
5. Индуктивлиғи $L$ = 1 мкГн тәврәнмә контурниң сиғдурушлиғи $C_1$ = 50 пФ-дин $C_2$ = 100 пФ-ғичә өзгәрсә радиоқобулқилғуч қобул қилидиған сигналларниң чапсанлиқ диапазонини ениқлаңлар?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Симсиз бағлинишниң дәсләпки түзүлмилири.
2. Апәтлик шараитлар үчүн бағлиниш торлири.

# § 16. Аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч. Бағлиниш каналлири

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *аналоглиқ сигналлар билән селиштурғанда санлиқ форматтики сигналларниң берилишиниң артуқчилиғини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә қисқа долқунлар радиосигналларни ишәшлик қобул қилиш билән тәминлимәйду?*
2. *Аналоглиқ алақә немишкә алақә каналлирини сани билән чәкләйду?*

## I. Бағлиниш каналлири

Радиостанцияләрдики сигнал чапсанлиқлириниң диапазони бир-биригә йеқин болмиши керәк, әгәр ундақ болмиса бир станцияниң сигналини қобул қилғанға башқа станцияләрниң сигналлири тосалғулиқ қилиду. Шуниң үчүн аналоглиқ радиоалақә каналлириниң сани чәклик.

***Радиоалақиниң чапсанлиқ каналлири дәп*** **радиодолқунларниң әмәлий пайдилануғучилири арисидики радиоалақә үчүн қоллинилидиған вә бөлүнгән чапсанлиқни атайду.**

Чапсанлиқ каналиниң кәңлиги таритилған әхбаратниң һәҗими арқилиқ ениқлиниду. Кәңлиги әң көп сигналлар телевизорда тавуш, сүрәт вә тавуш билән сүрәтни мувапиқ кәлтүридиған сигнални әвитиш үчүн қоллиниду. Таритилиши билән қобул қилиши пәқәт уддул көрүнидиған йөнилишләрдә мүмкин болидиған ультрақисқа долқунларни (УҚД) қолланғанда, әхбарат һәҗими өзгәртилмәй, сигналниң кәңлиги қисилиду. Спутниклиқ алақә пәйда болғандин бери УҚД-ниң бу камчилиғи уларниң артуқчилиғиға айналди. Спутникқа йөнәлгән УҚД-ки радиосигналлар бортлуқ ретранслятор билән күчәйтилиду вә планетиниң керәк участкисиға, тарилиш участкисидин йүзлигән вә миңлиған километрларға тарилиду.

УҚД тәсир қилиш радиусиниң чәклик болушиға бағлиқ янфонлиқ алақиләрдә кәң қоллинилишқа егә болди. Бирдәк чапсанлиқ каналлири һәр түрлүк әлләр территориялиридила әмәс, шундақла бир әлниң ичидә қоллинилиду.

## II. Электромагнитлиқ долқунларниң чапсанлиқлири бойичә хәлиқаралиқ классификацияси

Долқунниң чапсанлиғиға (узунлуғиға) бағлинишлиқ, униң тарилиш, қайтиш, сунуш хусусийәтлири вә дифракциялири һәр түрлүк байқилиниду, шуниң үчүн хәлиқаралиқ дәриҗидә радиодолқунларниң классификацияси қобул қилинған (*8-җәдвал*).

***8-җәдвал.*** *Электромагнитлиқ долқунларниң хәлиқаралиқ классификацияси*

| Чапсанлиқ диапазониниң атилиши | Диапазон чегариси | Чапсанлиқ диапазониниң атилиши | Диапазон чегариси |
|---|---|---|---|
| Әң төвән ӘТЧ | 3–30 Гц | Декамегаметрлик | 100–10 Мм |
| Адәттикидин төвән, АТЧ | 30–300 Гц | Мегаметрлик | 10–1 Мм |
| Инфра төвән, ИТЧ | 0,3–3 кГц | Гектокилометрлик | 1000–100 км |
| Интайин төвән, ИТЧ | 3–30 кГц | Адәттин узун мириаметрлик | 100–10 км |

| Чапсанлиқ диапа-зонинин атилиши | Диапазон чегариси | Чапсанлиқ диапа-зонинин атилиши | Диапазон чегариси |
|---|---|---|---|
| Төвәнки чапсанлик, ТЧ | 30–300 кГц | Узун километрлик | 10–1 км |
| Оттура, ОЧ | 0,3–3 МГц | Оттура гектометрлик | 1–0,1 км |
| Жуқурқи чапсанлик, ЖВЧ | 3–30 МГц | Қисқа декаметрлик | 100–10 м |
| Интайин жуқури, ИЖЧ | 30–300 МГц | Ультра қисқа метрлик | 10–1 м |
| Ультра жуқури, УЖЧ | 0,3–3 ГГц | Дециметрлик | 1–0,1 м |
| Адәттикидин жуқури, АЖЧ | 3–30 ГГц | Сантиметрлик | 10–1 см |
| Әң жуқури, ӘЖЧ | 30–300 ГГц | Миллиметрлик | 10–1 мм |
| Гипер жуқури, ГЖЧ | 300–3000 ГГц | Децимиллиметрлик | 1–0,1 мм |

## III. Санлиқ технологиялар. Аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч

Радио вә телевизиялик станцияләр арисида чапсанлик каналлирини бөлүш радио вә телепрограммилирининң санини чәклиди. Санлиқ технология пәйда болуши билән бу шараит өзгәрди. Сигналлар аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүчләрдә санлиқ кодлаш (*112-сүр*) бир чапсанлиқта бир нәччә станцияларнин ишләш мүмкинчилигини яратти, программиларнин сани онлиған һәссә өсти. Тавушлуқ вә телевизиялик сигналлар санлиқ технологияларнин ярдими билән иккилик системида кодлиниду (*113-сүр*), һәр түрлүк тосалғулиқларға аз учришидиған пакетлар арқилиқ тарилиду. Сигналнин қобул қилғучи түзүлмидә кодни бузуш вақтида сапаси аналоглиқ радиоалақә орнитиш вақтидики сапасидин бир аз артуқ болиду.

***112-сүрәт.*** *АСТ – аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч*

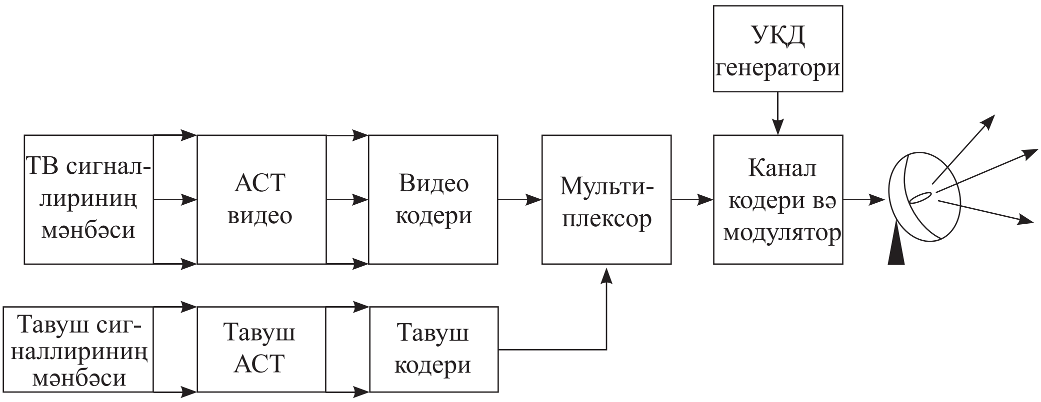
***113-сүрәт.*** *Компьютерда ишләш үчүн аналоглиқ сигнални кодлаш*

## IV. Санлиқ телевидениянин принципи

Заманивий телевидения санлиқ технологияға асасланған. Санлиқ телевизиялик системинин структурилиқ схемиси 114-сүрәттә тәсвирләнгән. Системинин асасий бөләклирини қараштурайлуқ.

**1-тапшурма**

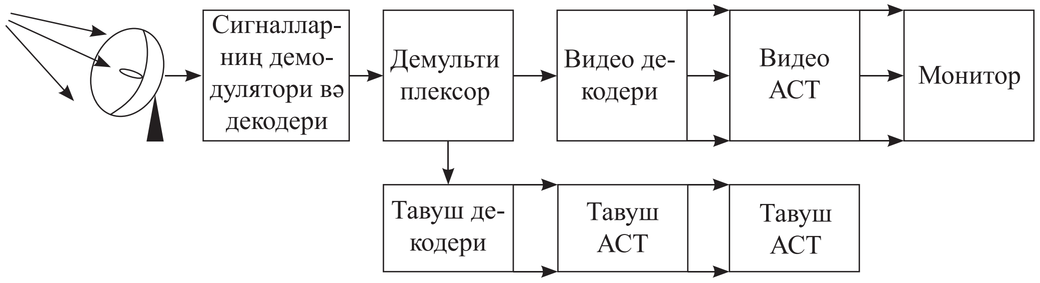
Интернет торидики материалларни қараштуруп, 8-битлиқ АСТ-ни қоллиниш 4-битлиқ АСТ-ға қариғанда әхбарат таритишнин дәллигин нәччә һәссә артириду?




***114-сүрәт.*** *Санлиқ таратқучи телевизиялиқ системиниң структурилиқ схемиси*

Аналоглиқ телевизиялиқ сигналларниң мәнбәси аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүчкә чүшидиған рәңлик сүрәтләрни түзәйду. Системиниң сүрити яки видео кодери дәп атилидиған кәлгүси бөлүгидә стандартлиқ бағлиниш каналлириға сигналларни әвитиш үчүн видео әхбаратларни кодлаш әмәлгә ашиду. Тавушлуқ сигналлириму санлиқ формиға түрлиниду. Тавушлуқ әхбарат тавуш кодирида қисилиду. Сүрәтниң вә тавушниң кодланған мәлуматлири, вә шундақла қошумчә әхбарат мультиплексорда бирдәк еқимға бириктирилиду. Канал кодирида берилидиған мәлуматлар тосалғулиқниң мустәһкәмлигини арттуруш үчүн йәнә кодлиниду. Бир нәччә кодлаштин кейин елинған санлиқ сигнали билән қоллиништики алақә каналиниң тошуғучи чапсанлиғини рәтләйду.

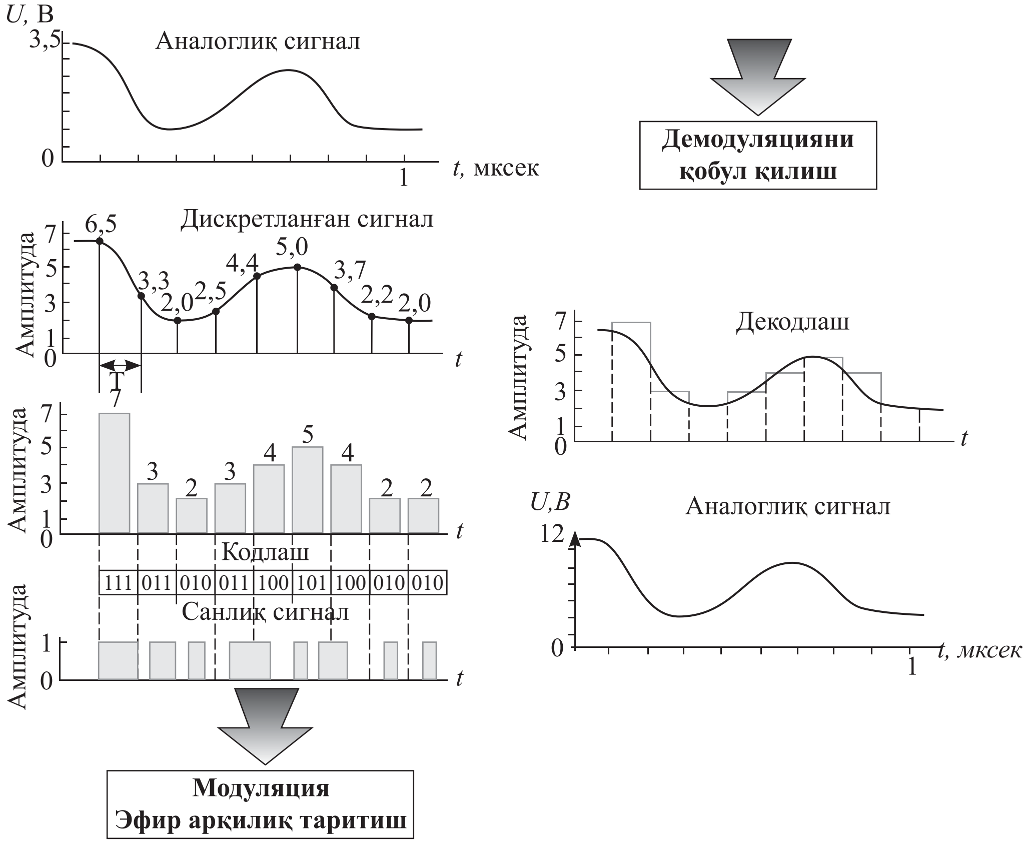
Системиниң қобул қилғучи бөлүгидә (*115-сүр*) барлиқ процесслар әксинчи рәт билән жүриду: қобул қилинған жуқарқи чапсанлиқтики сигналниң демодуляцияси вә каналлиқ кодлашни декодлаш әмәлгә ашиду.




***115-сүрәт.*** *Санлиқ қобул қилғучи телевизиялиқ системисиниң структурилиқ схемиси*

Шуниңдин кейин демультиплексорда мәлуматлар еқими сүрәт вә тавуш мәлуматлириға, қошумчә әхбаратларға бөлүниду. Андин кейин мәлуматларниң декодлиниши әмәлгә ашиду. Нәтиҗисидә сүрәт декодериниң чиқишида аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүчтә (АСТ) аналоглиқ формиға түрлинидиған санлиқ сигнал елиниду вә экранда рәңлик сүрәт мониторға берилиду. Тавуш декодириниң чиқишида аналоглиқ формуға түрләнгән тавуш сигналлири елиниду. Бу сигналлар тавуш чапсанлиғини күчәйткүчигә, униңдин кейин динамикларға берилиду.

## V. Санлиқ радиохәвәрләрни таритишниң принципи




***116-сүрәт.*** *Санлиқ радиохәвәрләрни таритиш үчүн тавуш сигналлирини түрләндүриш*

### Бу қизиқ!

Экрандики сүрәт чекитләрниң, пиксельларниң, һәртүрлүк рәңләрләрниң жиғиндисини тәшкил қилиду. Ақ-қара рәңдики сүрәт үчүн бир чекитниң әхбаратлиқ һәҗими бир битқа тәң яки қара – 1 яки ақ – 0. Монитор экранида рәңлик88
әт асасий: қизил, йешил вә көк рәңләрни арилаштуруш нәтиҗисидә елиниду. Рәңләргә бай палитрани елиш үчүн асасий рәңләргә һәр түрлүк интенсивлиқ берилиши мүмкин. 256 рәңләр үчүн әһбарат һәҗими 8 бит яки 1 байт, 4 294 967 296 рәң үчүн 32 бит яки 4 байт.

### Нәзәр селиңлар!

АСТ аудио картиси тавушни интайин аз вақит участкилириға бөлүду вә уларниң һәрбириниң интенсивлиқ дәриҗисини иккилик кодта кодлайду. Мундақ бөлүшни дискретлик дәп атайду. Дискретлиқ қанчилик жуқури болса, йезилмисиниңму сапаси жуқури болиду. Әгәр санланған сигнални кодтин чиқириш түзүлмиси – АСТ тавушлиқ картиси жуқарки дәриҗидә дискретлаш мүмкинчилига болмиса, сигнал оқулмайду.

**2-тапшурма**

*116*-сүрәтни қараңлар. Санлиқ радиохәвәрләрни таритиш үчүн тавуш сигналини түрләндүрүш принципини чүшәндүрүңлар. Сигнални кодлаш үчүн нәччә бит пайдилинилди?

## Тәкшүрүш соаллири

1. Радиоалақә каналлири дәп немини атайду?
2. Узунлуқлири һәр түрлүк радио долқунларниң тарилиши? Узун, қисқа, ультра қисқа долқунлардики радиоалақә вақтида қандақ мәсилиләрни етиварға елиш керәк?
3. АСТ-да қандақ процесслар орун алиду?
4. Радио вә телехәвәрләрни таритишниң санлиқ технологиялириниң артуқчилиғи?

## Көнүкмә 16

ҚЖ-ниң алақә операторлириниң чапсанлик диапазони кәштидә берилгән. Алақә әмәлгә ашудиған долқун узунлуқлирини ениқлаңлар. Электромагнитлиқ долқунларниң хәлиқаралик классификациясигә мувапиқ алақә операторлири ишләйдиған долқун диапазонини көрситиңлар.

| Алақә операторлири | | | |
|---|---|---|---|
| ALTEL | Altel | 900 МГц | 850 МГц, 900 МГц* |
| Beeline | Beeline | 900 МГц | 2100 МГц |
| Kcell | Kcell/Activ | 900 МГц | 2100 МГц |
| TELE2 другие правила | Tele2 | 900 МГц | 900 МГц, 850 МГц* |

*2016 жили Altel вә Tele2 өз торлирини бириктүрди.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Янфонлиқ алақиниң аналоглиқ вә санлиқ стандарти.
2. Спутникилиқ алақә системилири.
3. Қазақстан Җумһурийитиниң коммуникациялиқ тәрәққий етиши.

# § 17. Алақә васитилири

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *бағлиниш түзүлмилирини систематизациялəш вә уларни йетилдүришиниң йоллирини тәклип қилишни үгинисиләр.*

**Нәзәр селиңлар!**

2012 жили Машина вә коммуникация министрлиги «Әхбаратлиқ Қазақстан – 2020» программисини ишләп чиқти. Программиниң асасий мәхсити – әхбаратлиқ җәмийәт қуруш. Асасий вәзипилири: мәмликәтлик башқуруш системисиниң эффективлиғини, әхбаратлиқ коммуникациялик инфрақурулимниң қол йәткүзүш имканийәтлигини, җәмийәтниң иҗтимаий-ихтисадий вә мәдәнийәтлик тәрәққий етиши үчүн әхбаратлиқ муһит қуруш, вәтәнлик әхбаратлиқ бошлуқни тәрәққий әткүзүш. Программини әмәлгә ашуриш заманивий алақә қураллириниң тәрәққий етишини, хәлиқниң компьютерлик саватилиғини ашуришни вә торлиқ технологияларни өзләштүрүшни тәләп қилиду.

## I. Заманивий алақә васитилириниң тәрәққий етиши. Интернет тори

ҚҖ-да «NGN технологияси асасида телекоммуникация торлирини қуруш вә көчүрүш» лайиһәси әмәлгә ашуруш бир тор арқилиқ янфон алақисиниң, интернетқа қол йәткүзүш имканийәтлигини, кабель телевидениясиниң вә сим радиохәвәрләрни таритишниң барлиқ хизмәт түрлирини бир мәзгилдә көрситишни тәмин қилиду. Телекоммуникация саһасиниң асасий тенденцияси – теле-радиохәвәрләрни таритишқа санлиқ технологияларни киргүзүш вә тәрққий әткүзүш болуп тепилиду. Қазақстан Җумһурийитидә ADSL, CDMA/EVDO, FTTH; 3G, 4G заманивий технологиялирини қоллинип, интернет ториға кәң йоллуқ қошулишниң тори тәрәққий етип кәлмәктә.

Интернетқа жуқарқи илдамлиқтики кәң йоллуқ қошулишниң хизмитигә һаҗәтлигини қанаәтләндүрүш үчүн вә усунулған хизмәтләр спектрини өсүрүш мәхситидә 2011 жили FTTH талчиқлиқ-оптикилиқ ториниң қурулиши башланди. Программа Нур-Султан, Алмута шәһәрлиридики вә ҚҖ-ниң барлиқ облус мәркәзлиридики көп қәвәтлик өйләр билән коттедж қурулушлирини 100 % тәминләшни көзләйду. *Талчиқлиқ-оптикилиқ линиялириниң* төвәндикичә артуқчилиқлири бар:

- чоң ариliқларда өткүзүш қабийәтлигиниң жуқурилиғи;
- торға рухсәтсиз қошулиштин сақлаш: талчиқлиқ-оптикилиқ кабельни бузмай, әхбаратни «тиңшаш» мүмкин әмәс;
- Жирақ жайларда орунлашқан корпорацияләрниң офислирини бириктүриш мүмкинчилиги.

ҚҖ-ниң йеза хәлқиниң интернет ториға кәң йоллуқ қошулиш хизмитини тәклип қилиш үчүч CDMA технологияси қоллинилиду. CDMA – таритиш каналлириниң умумий йол чапсанлиғиға егә, бирақ кодлиқ модуляцияси һәр түрлүк алақә технологияси. 2011 жилдин башлап у EVDO платилири билән жабдуқлинишиниң нәтиҗисидә тәрәққий етип кәлмәктә. CDMA 450/EVDO технологияси бойичә мәлуматлар

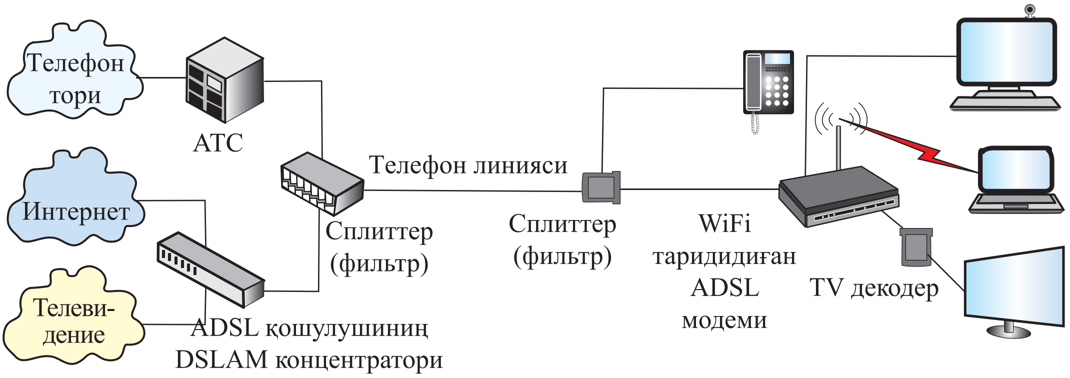
**Җавави қандақ?**

*Интернет ториға кәң йоллуқ қошулушни әмәлгә ашуриш үчүн өйлириңларда қандақ технология қоллинилидиғини ениқлаңлар?*

ни тошушниң жуқарқи илдамлиғиға санлиқ әхбаратларни қисишниң йеңи алгоритмлирини қоллиниш арқилиқ йетиду.

## II. Санлиқ телерадиохәвәрләни таритиш

ADSL технологияси әхбаратни илдам таритиш үчүн ясалған, у телефон симлирини мәлуматларни жуқарқи илдамлиқта таритидиған линияси ретидә қоллинишқа асасланған. Икки модемни телефон кабелиниң учлириға қошуди (*117-сүр*). Бир линияда бир мәзгилдә бир нәччә сигнални таритиш үчүн сплиттер – каналларниң чапсанлиқ бойичә бөлүнүши үчүн электрлиқ сүзгиси қоллинилиду. Һәрбир пайдиланғучиниң мәхсус түрләндүргүчилири бар, у сигнални декодлашқа вә телевизор экранида һәр түрлүк программиларни көрүшкә мүмкинчилик бериду.




***117-сүрәт.*** *ADSL технологиясиниң ярдими билән интернет, телевидения вә телефон хизмәтлирини тәклип қилиш*

Мәлуматларни таритиш илдамлиғи симларниң диаметри билән уларниң узунлуғиға бағлиқ. Линияниң узунлуғи ешип, симниң диаметри азайғанда линиядики сигналиниң өчиши ашиду. ADSL үчүн функционаллиқ чеки симларниң қелинлиғи 0,5 мм, узунлуғи 3,5–5,5 км абонентлиқ линия болуп тепилиду. Һазирқи вақитта ADSL тордин абонентқа беридиған «төвәнләйдиған» мәлуматлар еқиминиң илдамлиғини 1,5 Мбит/сек-тин 8 Мбит/сек-қичә ариliқта тәминләйду. Абоненттин торға берилидиған «жуқурилайдиған» мәлуматлар еқиминиң илдамлиғи тәхминән 640 Кбит/сек-тин 1,5 Мбит/сек-қа йетиду. ADSL адәттики телефон алақисини үзмәй бир вақитта жуқарқи илдамлиқта видео сигнал таритишни тәминләйду (мошу телефон линияси қоллинилидиған) (*118-сүр*).

**Инавәткә елиңлар!**

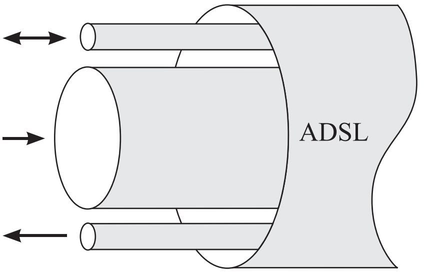
NGN (NextGenerationNetwork) – келәчәк әвлатниң алақә тори;

ADSL (AsymmetricDigitalSubscriberLine) – ассиметриялик санлиқ абонентлиқ линия;

CDMA (CodeDivisionMultipleAccess) – кодлуқ модуляцияси бар бир нәччә рәт қол йәткүзүш имканийити;

EVDO (Evolution Data Optimized) – яхшитилған, оптимизацияләнгән;

FTTH (FibertotheHome) – өйгә қошулған оптоталчиқлиқ кабель




***118-сүрәт.** Телефон линиясида әхбарат еқиминиң бөлүнүши*

**1-тапшурма**

117-сүрәтни қараштуруңлар. ADSL технологияси бойичә әхһбаратниң тарилиши қандақ әмәлгә ашиду? Пайдиланғучиға қандақ хизмәтләр тәклип қилинған? Силәрниң мәктивиңларда алақә хизмитиниң қандақ түри қоллинилиду?

## III. Янфонлуқ алақә

Қазақстанниң барлиқ янфонлуқ алақә операторлири 2012 жилғичә 3G үчинчи әвлатиниң торини пайдиланған. 3G технологиясиниң бир қатар артуқчилиқлири бар: жуқарқи илдамлиқниң нәтиҗисидә мультимедияларниң жүклиниши вә қайтидин әвитилиши аз секундлар ичидә орунлиниду. Сөһбәтләшкүчини пәқәт тиңшашла әмәс, шундақла көрүшкә болиду, видеоконференция вә видеотрансляция режимлири мүмкин. 3G технологиясиниң нәтиҗисидә аңлаш қабилийити начар адәмләр видео–қоңғурақ арқилиқ қарим-қатнаш ясаш мүмкинчилигигә егә болди.

2012 жилдин башлап 4G стандартиниң төртинчи әвлатиниң торлирини қуруш лайиһәси әмәлгә ешишқа башлиди. 4G технологияси мәлуматларни таритиш пакети үчүн оптимизацияләнгән янфон алақә системисини қуруш мүмкинчилиги билән тәминлиди.

## IV. Торлуқ технологиялар. Дата-мәркәз

Телекоммуникация вә алақә саһаси елимизниң экономикисиниң тәрәққий әткүзгүчи вә бағлаштурғучи саһаси болуп тепилиду, у әмгәк үнүмдарлиғиниң өсүшигә вә вәтәнлик карханиларниң прогрессивлиқ тәрәққий етишигә қолайлиқ шараит ясашқа, уларниң аләмлик экономикиға чиқирилишиға тәсир қилиду.

2012 жили декабрь ейида Павлодар шәһиридә ТМД әллиридик дәсләпки әң йоған дата-мәркәз ишқа қошулди. У торлуқ вә һесаплаш жабдуқлириниң һәм мәхсус программилиқ жабдуқларниң комплекси болуп тепилиду. Қурулған мәркәз базисида оттура вә аз бизнесқа усулған IT-хизмәтлири: мәлуматларни сақлашниң булутлиқ системиси, мәлуматларни қайта ишләшниң виртуаллиқ резервлиқ мәркизи, бизнесқа беғишланған программилиқ тәминләш жабдуқлири, интерактивлиқ қарим-қатнаш вә әхбарат алмаштуруш системиси, булутлиқ серверлиқ платфома.

Лайиһә «Қазақтелеком» АЖ вә дата-мәркәзләрни қурушта аләмлик лидери болуп келидиған Калифорнияниң Hewlett-Packard компанияси билән әмәлгә ашурилди. «Қазақтелеком» АЖ-ниң 16 дата-мәркизидин туридиған тор республикиниң барлиқ облуслирини өз ичигә алиду. 119-сүрәттә Алмута шәһиридики дата-мәркәз тәсвирләнгән.

***119-сүрәт.** Алмута шәһиридики дата-мәркәз*

## V. Булутлиқ технологиялар

Қазақстанға булутлиқ технологияларни киргүзүш билән алақә операторлириниң лидери «Казақтелеком» АЖ шуғуллиниду. 2011 жили июньда Microsoft компанияси билән келишимгә қол қоюлди. 2012 жилниң биринчи йеримида Microsoft Hosted Exchange вә Microsoft Share Point Hosting охшаш булутлиқ технологиялар ишқа қошулди.

Microsoft Hosted Exchange асасий функциялири – почта хәвәрлирини қайта ишләп вә қайтидин әвитиш, янфон түзүлмилирини вә веб-қол йәткүзүш имканийәтлигини әмәлгә ашуриш, тавушлиқ хәвәрләр системиси билән интеграциялиниш, шундақла чапсан хәвәрләр билән алмишиш системисини әмәлгә ашуриш.

Share Point Hosting – Microsoft компаниясиниң әхбарат алмишишқа вә бирлишип ишләшкә арналған ички корпоративлиқ ресурсларни қурушқа беғишланған техникилиқ платформа. Share Point Hosting платформисида өзгиришләрни, блогларни, форумлар билән анкетиларни, wiki-бәтләрни байқап олтуруш мүмкинчилиги бар Office һөҗҗәтләр түзүшкә болиду.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә аналитиклар оттура вә аз бизнес дата-мәркизиниң IT-хизмәтлирини қоллинидиғанлиғиға ишәшлик?*
2. *Электронлуқ почтиниң булутини қандақ қоллинимиз?*
3. *Блогни қандақ қуримиз?*

**2-тапшурма**

Параграфта берилгән әхбаратларни «Әхбаратлиқ Қазақстан – 2020» програмисиниң мәхсәтлири вә вәзипилирини селиштуруңлар. Барлиқ қоюлған мәхсәтләр билән вәзипиләргә қол йәткүздиқму?

## VI. Торлиқ иҗтимаий лайиһиләр

Хәлиқниң компьютерлик саватлиғиниң өсүши вә торлиқ иҗтимаий лайиһиләргә қатнишиши алақә хизмәтлирини техиму интенсивлиқ қоллинишқа елип келиду. Электронлуқ һөҗҗәтлә айлиниши, интернет тори арқилиқ һәр хил мәмликәтлик мәһкимиләргә өтүниш йезиш вә төләмләр ясаш мүмкинлиги, Интернет-сода қилиш тәрәққий етип кәлмәктә.

Egov.kz порталида гражданлар мәмликәтлик органлар тоғрилиқ әхбаратларға һәқсиз қол йәткүзәләйду, униң тәркивигә Қазақстанниң қанунлиқ базисиму кириду. Портал арқилиқ гражданларға, бизнес билән мәмликәтлик органларға хизмәт көрситиш вә әхбарат бериш вәзипилири йешилди.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә ҚҖ-дә әхбаратлиқ җәмийәтни қурушқа көп көңүл бөлүнмәктә ?*
2. *Һөкүмәтниң egov.kz порталиға ҚҖ хәлқиниң бесим бөлүгини қошушқа тәлпинишиниң сәвәви немидә?*

**Җавави қандақ?**

1. *Регионлириңларда заманивий алақә васитилирини пайдилинишқа қандақ өзгиришләр киргүзилгән?*
2. *Силәр қандақ өзгириш киргүзәр единлар? Қандақ мәхсәттә? Униң үчүн немә қилиш керәк? Тәклиплириңларни әмәлгә ашуруш мүмкинчилиги барму?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. «Әхбаратлиқ Қазақстан – 2020» программисиниң асасий мәхсити?
2. ҚЖ-дә интернетқа кәң йоллуқ қошулиш қандақ тәминлиниду?
3. Опто-талчиқлиқ алақә линиялириниң артуқчилиғи?
4. 3G алақә линиялириниң мүмкинчиликлири? 4G алақисиниң артуқчилиқлири?
5. Дата-мәркәзләр қандақ мәхсәттә қурилиду?
6. ҚЖ-дә қандақ булутлиқ технологияләр билән торлиқ иҗтимаий лайиһә қоллиништа бар?

## Көнүкмә 17

1. Янфон пайдиланғучиси ейиға 320 мин сөзлишиш вақтини қолланди вә 450 SMS әвәтти. Янфон алақә оператори шәртлири 6-җәдвалда көрситилгән үч түрлүк тарифлиқ план тәклип қилиду

*9-җәдвал.*

| Тарифлиқ план | Абонентлиқ төләм, тәңгә | 1 мин баһаси, тәңгә | 1 SMS баһаси, тәңгә | Әскәртиш |
|---|---|---|---|---|
| Стандарт | Йоқ | 8,5 | 7,5 | Йоқ |
| Меһманларға беғишланған | 1000 | 150 минуттин ашқандин кейин һәрбир минут үчүн 6 тәнгә | 9 | Дәсләпки 150 минут һәқсиз |
| Чәксиз | 3500 | 300 минуттин ашқандин кейин һәрбир минут үчүн 4 тәнгә | 12,5 | Дәсләпки 300 минут вә дәсләпки 300 SMS һәқсиз |

Әгәр әң қолайлиқ тарифни таллиса, пайдиланғучи ейиға қанчә тәңгә төләйду?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. ADSL технологиясиниң мүмкинчиликлири.
2. Мәхсус экономикилиқ зона паалийитиниң СЭЗ «Алматы» «Инвестициялиқ технологиялар паркиниң» санлиқ вә Smartcity проекти бойичә перспективилири тоғрилиқ.
3. Янфон телефонлириниң түзүлиш тарихи.
4. Һәрикәттики алақә васитилири.

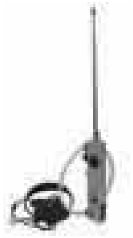
## Спортлиқ радиопеленгациядин XVII аләм чемпионати

2014 жили Ақмола облуси - Бурабайда спортлиқ радиопеленгациядин XVII аләм чемпионати өтти. Мусабиқигә 25 әлдин 300 қатнашқучи кәлди. Уларниң ичидик әң чоң командилар: Хитая – 64 қатнашқучи, Россия – 40, Чехия – 37, Қазахстан – 30, Япония – 25.

Спортлиқ радиопеленгация «Түлкә олаш» (Охота на лис) нами билән бәлгүлүк, у – радиоспортниң тармиғи. У Иккинчи дунияйүзилик уруштин кейин Улуқ Британия вә Данияда пәйда болди. Спортниң бу түридә спортчилар турғулиқ йериниң картиси, компас вә йөнәлгән антениси бар радиоқобулқилғучиниң ярдими билән берилгән вақит ичидә «Түлкә» радиотаратқучларниң баринчә көп санини (3-тин 5-кичә) тепиш керәк. Мусабиқә тағлиқ, сазлиқ, жүрип өтүшкә қийин турғулиқ йәрләрдә уюштурилиду. Мусабиқиға қатнишиш пәқәт жисманий тәйярлиқнила әмәс, шундақла турғунлиқ йәрдә йөнилишни ениқлашни билиш, карта билән ишләшни билиш, радиоқобулқилғучни пайдилинишни билиш қабилийәтлирини тәләп қилиду.

Сигнални таритиш үчүн қоллинилидиған долқун диапазони 3,5 МГц, 28 МГци 144 МГц *(120, 121-сүр)*

***120-сүрәт.*** *Спортчиниң диапазони 144 МГц радиопеленгатори билән жүгириши*



***121-сүрәт.*** *Диапазони 3,5 МГц радиопеленгатори*

## Янфон алақә операторлири

### Тапшурма

1. Янфон телефонлириниң, телевизорларниң вә компьютерларниң дәсләпки моделидин заманивий моделиғичә болған эволюцияси билән тонушиңлар.
2. Янфон алақә операторлири тәклип қилған тариф хизмәтлирини селиштуруңлар. Һәрбир тәклипләрниң артуқчилиқлири?

**Қазақстандики янфон алақә операторлириниң тарифи**

| Хизмәтләр | TELE2 «Супер +» | ALTEL «Супер SMART +» | BEELINE «Все включено M» | ACTIV «Алло, Қазақстан 2» |
|---|---|---|---|---|
| Абонентлиқ төләм | 800 тг/ейиға | 990 тг/ ейиға | 1470 тг/ ейиға | 1490 тг/ ейиға |
| Тор ичидики SMS лимити | 9000 SMS/ ейиға | 9000 SMS/ ейиға | 3000 SMS/ ейиға | 500 SMS/ ейиға |
| Айлиқ мобильлиқ интернет | 5 ГБ | безлимит | 450 ГБ | 10 ГБ (5 ГБ кечиси вә 5 ГБ күндизи) |
| Лимиттин кейинки тор ичидики қоңғурақ челиш баһаси | 0 тг/мин | 0 тг/мин | 8 тг/мин | 5 тг/мин |
| Лимиттин кейинки башқа операторларға қоңғурақ челиш баһаси | 11 тг/мин. | 10 тг/мин | 18 тг/мин | 5 тг/мин |
| Тор ичидики қоңғурақ челиш лимити | безлимит | безлимит | 3000 ейиға | 1490 мин/ ейиға (тор ичидики вә сиртидики қоңғурақларға умумий лимит) |
| Башқа операторларға қоңғурақ челиш лимити | 90 мин/ ейиға | 100 мин/ ейиға | – | |

## 5-бап йәкүни

<table>
<tr><th colspan="2">Электромагнитлиқ долқун тәңлимиси</th><th colspan="2">Долқун узунлуғи билән антенна узунлуғиниң нисбити</th></tr>
<tr><td colspan="2">$E = E_m \sin \omega (t \pm \Delta t)$;<br>$B = B_m \sin \omega (t \pm \Delta t)$</td><td colspan="2">$\lambda = 2l$</td></tr>
<tr><th colspan="4">Электромагнитлиқ долқунни характерләйдиған миқдарлар</th></tr>
<tr><th>Илдамлиқ</th><th>Долқун узунлуғи</th><th>Интенсивлиқ</th><th>Интенсивлиқ</th></tr>
<tr><td>$c = \frac{E}{B}$;<br>$\tilde{n} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8$ м/сек ;<br>$\upsilon = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$</td><td>$\lambda = cT$;<br>$\lambda = \frac{\tilde{n}}{\nu}$</td><td>$I = \frac{W}{S t}$;<br>$I = w c$</td><td>$w = w_{э.м.} + w_{м.м.} =$<br>$= \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{B^2}{2 \mu \mu_0}$;<br>$w = 2w_{э.м.}$;<br>$w = 2w_{м.м.}$</td></tr>
</table>

### Максвелл гипотезиси:

Һәр қандақ өзгәрмә магнитлиқ мәйдан қоршиған бошлуқта қуюнлуқ электрлиқ мәйданни һасил қилиду. Электр мәйданиниң һәр қандақ өзгириши қоршиған бошлуқта қуюнлуқ магнитлиқ мәйданини һасил қилиду.

### Глоссарий

**Долқунниң интенсивлиғи** – бу долқунларниң бирлик вақит ичидә уларниң тарилиш йөнилишигә перпендикуляр орунлашқан бирлик бәт арқилиқ тошулидиған энергиясиға тәң физикилиқ миқдар.

**Тошуғучи чапсанлиқ** – жуқарқи чапсанлиқтики генератор һасил қилған тәвриниш чапсанлиғи.

**Радиоалақиниң чапсанлиқ каналлири –** радиодолқунларниң әмәлий пайдиланғучилири арисидики радиоалақә үчүн қоллинилидиған вә бөлүнгән чапсанлиғи.

**Модуляция** – тавуш чапсанлиғидики тәвринишләрни жуқарқи чапсанлиқтики сигналлар билән қәвәтләштүрүш.

6-БАП

# ДОЛҚУНЛУҚ ОПТИКА

Долқунлуқ оптика – оптикилиқ һадисиләрни йоруқниң долқунлуқ тәбиити асасида чүшәндүридиған оптикиниң бөлүми. Йоруқ долқунлири электромагнитлиқ долқунларниң барлиқ хусусийәтлиригә егә болғанлиқтин, электромагнитлиқ долқун ретидә қараштурилиду. Долқунлуқ оптика интерференция, дифракция, поляризация вә дисперсияға охшаш оптикилиқ һадисиләрни чүшәндүриду.

**Бапни оқун-үгиниш арқилиқ силәр:**

- йоруқ илдамлиғини ениқлашниң лабораториялик вә астрономиялик усулини чүшәндүрүшни;
- призма арқилиқ өткән ақ йоруқниң бөлүнүшини чүшәндүрүшни;
- механикилиқ вә йоруқ долқунлириниң интерференциялиқ көрүнүшлиригә селиштурма анализ жүргүзишни;
- непиз пленкиға чүшүп вә қайтқан йоруқлардин пәйда болған интерференциялиқ максимумлар билән минимумларни байқаш шәртлирини ениқлашни;
- Френель нәзәрийәсини пайдилинип, жиптин, йочуқчилардин, дүгләк төшүкләрдин пәйда болған дифракциялиқ көрүнүшләрни чүшәндүрүшни;
- йоруқниң долқун узунлуғини дифракциялиқ решеткиниң ярдими билән эксперимент арқилиқ ениқлашни;
- йоруқниң интерференция, дифракция вә поляризация һадисиләрни таллап, эксперимент арқилиқ йоруқниң электромагнитлиқ тәбиитини испатлашни үгинисиләр.

# § 18. Йоруқниң электромагнитлиқ тәбиити. Йоруқ илдамлиғи

**Кутилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *йоруқ илдамлиғини ениқлашниң лабораториялик вә астрономиялик усулини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Христиан Гюйгенс** (1629–1695) – голландия математиги, физиги вә астраноми. "Йоруқ тоғрилиқ трактатисида" йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәсини қараштурди. У линзилиқ микроскопни йетилдүрди, аз булуңларни өлчәш үчүн микрометрни ойлап тапти. Өзи қураштурған телескоп ярдими билән 1655 жили Сатурнниң тәңгисини вә униң һәмрайи Титанни байқиди, Титанниң сәйярә әтрапида айлиниш периодини ениқлиди.

## I. Йоруқниң тәбиити

Йоруқниң тәбиитигә бағлиқ дәсләпки илмий көз-қарашлар XVII әсирдә ейтилди. Уларниң биридә *йоруқ – корпускуляр еқимини билдүридиған мадда* болса, иккинчисидә – *йоруқ – долқун* дегән пикир ейтилди.

И. Ньютон механикилиқ долқунларниң тосалғуларни айлинип өтүш вә әвришимлик муһитта тарилиш хусусийәтлиригә асаслинип, йоруқниң маддилиқ нәзәрийәсигә тохталди. Униң 1672 жили нәтижилигән нәзәрийәсигә мувапиқ йоруқ, йоруқ чиқиридиған жисимниң зәрричилиридин туриду. Макроскопиялиқ жисимларға охшаш йоруқ түз сизиқлиқ һәрикәтлиниду вә тосалғуларни айлинип өтмәйду, уларниң кәйнидә көләңкә қалдириду. Йоруқ зәрричилири әвришим муһитқа муһтаж әмәс.

Х. Гюйгенс йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәсини түзиди. У қисқа долқунларниң корабль бортиға урулип, уни айлинип өтәлмәйдиғандәк йоруқ долқунлириму тосалғуни айлинип өтәлмәйду дәп саниди. У барлиқ бошлуқни толтирип туридиған вә барлиқ жисимларниң ичигә киридиған әвришимлик муһит – эфир бар дәп һесаплиди. Йоруқниң дәсләпки тарилиш, қайтиш вә сунуш жәриянлирини долқунлуқ нәзәрийә асасида Х.Гюйгенс 1690 жили йоруқ көргән "йоруқ тоғрилиқ трактатисида" ечип язди.

Корпускулярлиқ вә долқунлуқ нәзәрийә узақ вақит давамида қатар қоллинип кәлди. Корпускулярлиқ нәзәрийә асасида немишкә йоруқ зәрричилири бошлуқта қийилишип өткәндә чечилмайдиғанлиғини чүшәндүрүш мүмкин болмиди, долқунлуқ нәзәрийә болса буни оңай чүшәндүрди. Корпускулярлиқ нәзәрийә асасида XIX әсирниң бешида *йоруқниң интерференцияси, дифракцияси, дисперсия вә йоруқ поляризациясигә* охшаш һадисиләр чүшәндүрилди.

XIX әсирниң иккинчи йеримида Дж. Максвелл электромагнитлиқ долқунлар нәзәрийәсини ачти. Йоруқ долқуни илдамлиғиниң $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек электромагнитлиқ долқунлар илдамлиғи билән мувапиқ келиши, йоруқ долқунлири электромагнитлиқ долқунларниң айрим һалити екәнлигини испатлайду. Долқунлуқ нәзәрийә корпускулярлиқни йәңгәнгә охшаш көрүнгәнлиги билән, XX әсирниң бешида алимлар йоруқ чиқириши вә жутулиши вақтида зәрричиләр еқимиға охшаш болидиғанлиғини ениқлиди.

**1-тапшурма**

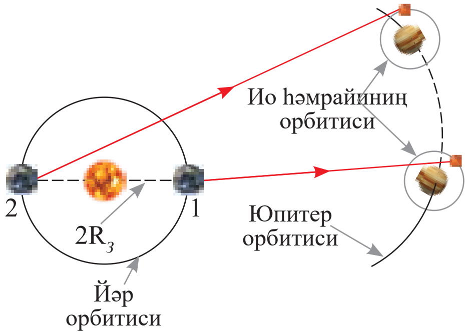
Корпускулярлиқ нәзәрийә асасида йоруқниң қайтиш вә сунуш һадисилирини чүшәндүрүңлар. Немишкә корпускулярлиқ нәзәрийә асасида йоруқниң интерференцияси билән дифракция һадисисини чүшәндүрүш мумкин әмәс ?

*Йоруқ корпускулярлиқ-долқунлуқ дуализмгә егә, у дегинимиз корпускулярлиқму вә долқунлуқму хусусийәтләргә егә.*

## II. Йоруқ илдамлиғини ениқлашниң астрономиялик усули

XVII әсирниң бешида деңизда үзүшниң чапсан тәрәққий етишигә бағлик Г. Галилей ачқан Юпитерниң һәмралири: Ио, Европа, Ганимед, Каллистонниң чиқиш вә петиш периодлиғини һәқиқий хронометр түридә қоллиниш идеяси пәйда болди. 1672 жили Джованни Кассини Иониң Юпитер көләңкисидин чиқиш периодлиғида бузулуш пәйда болғанлиғини байқиди. Йәр Юпитердин жирақлиғанда петиш билән чиқиш арисидики вақит өсүп, әксинчә йеқинлиғанда азайған.

1676 жили Олаф Ремер мошу һадисини тәкшүрәп, йоруқниң тарилиш илдамлиғини чәклик дәп молжилиди. Йәр өзиниң Күнни айлинип һәрикәтлиниши вақтида Юпитердин 1 чекитидин 2 чекитигә жирақлиғанда (*122-сүр*) Иониң Юпитер көләңкисидин чиқиш вақит арилиғи өсүду, сәвәви йоруқка жирақлап кетип барған Йәрни қоғлап йетиш үчүн қошумчә вақит керәк. Йәр Юпитерға йеқинлашқанда Иониң чиқишлири арисидики вақит қисқирайду. Иониң Юпитерға әң йеқин вә әң жирақ Йәр орбитиси чекитлиридики чиқиш вақтиниң айрими О. Ремер һесаплашлири бойичә тәхминән 22 минутни түзиди. Күн билән Йәрниң бәлгүлүк арилиғини пайдилинип, О. Ремер йоруқ илдамлиғини һесаплап чиқти: $\tilde{n} = \dfrac{3 \cdot 10^{11}\,\text{м}}{22 \cdot 60\,\text{сек}} = 2,3 \cdot 10^{8}$ м/сек .




***122-сүрәт.*** *Иониң чиқиш вақтиниң өзгириши*

**2-тапшурма**

Күн шолилири Йәр бетигә йетидиған вақитини ениқлаңлар. Қандақ вақит арилиғида йоруқ шолилири Йәр бетини айлинип өтүду?

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә айланма дискидики чишлири билән қийилмиларниң кәңликлириниң арилиқлирини охшаш ясайду?*
2. *Немишкә әйнәкләрни егизликкә орунлаштуриду?*
3. *И. Физо вә Г. Галилея тәжирибилириниң өтүлишидә қандақ охшашлиқлар бар?*

О. Ремер һесаплашлиридин йоруқ илдамлиғи Йәр бетидә байқилидиған башқа жәриянларға қариғанда интайин чоң мәнаға егә екәнлиги ениқланди.

## III. И. Физо вә А. Майкельсонниң йоруқ илдамлиғини ениқлашниң лабораториялик усуллири.

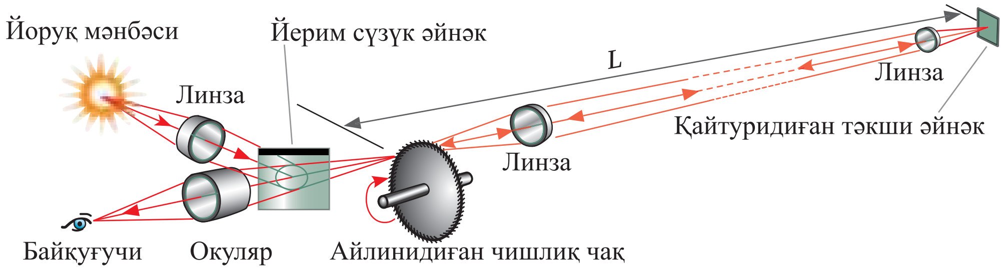
Дәсләп лабораториялик усул арқилик йоруқ илдамлиғини 1849 жили француз физиги И. Физо

еникдиди. Йоруқ мәнбәсидин чүширилгән шола линза арқилиқ өтүп, йерим сүзүк әйнәккә чүшкән (*123-сүр*). Әйнәктин қайтқандин кейин фокусланған инчиккә дәстә илдам айлинидиған чақниң чишлириға йөнәлгән. Чишлар арисидин өтүп, йоруқ шолиси чақтин 8,633 км жирақлиқта орунлашқа тәкши қайтуридиған әйнәккә йетиду. Әйнәктин қайтип, йоруқ байқиғучиниң көзигә чүшиш алдида қайтидин айлинидиған чақниң чишлири арисидин өтүши керәк.

Чақ аста айланғанда әйнәктин қайтқан йоруқ көрүниду. Айлиниш илдамлиғини аста ашурғанда, у йоқап кетиду. Икки чиш арисидин өткән йоруқ шолиси әйнәккичә вә әксичә жүрип өткичә чақ қийилмилириниң орнида чишлири туридиғандәк бурулип, йоруқ көрүнмәйдиған болған. Айлиниш илдамлиғини техиму ашурғанда йоруқ қайтидин көрүнидиған болиду. Йоруқниң әйнәккичә вә әкси тарилиши вақтида чақниң қийилмилириниң орнида чишлар туридиғандәк бурулидиғанлиғи бәлгүлүк. Мошу вақит арилиғиниң вә чақ билән әйнәк арисидики ариқниң бәлгүлүк мәнасида йоруқ илдамлиғини еникдашқа болиду:

$$c = \frac{2L}{t} = \frac{2L}{\varphi/\omega} = \frac{2L\cdot\omega}{2\pi/2n} = \frac{2L\cdot\omega\cdot n}{\pi} = \frac{2L\cdot 2\pi\nu\cdot n}{\pi} = 4\nu nL,$$

буниңдики $L$ – әйнәк билән айлинидиған диск арисидики арилиқ, $t$ – йоруқ $2L$ *ариқни бесип өтүдиған вақит арилиғи, , $\varphi$ – айлиништики дискиниң бурулиш булуңи,* $\omega$ – дискиниң булуңлуқ илдамлиғи, $n$ – дискидики чишлар сани, $\nu$ – дискиниң айлиниш чапсанлиғи.




***123-сүрәт.*** *И. Физо йоруқ илдамлиғини еникдашқа бeғишланған түзүлмиси*

Физо өзиниң тәжирибисидин төвәндикичә нәтижә алди:

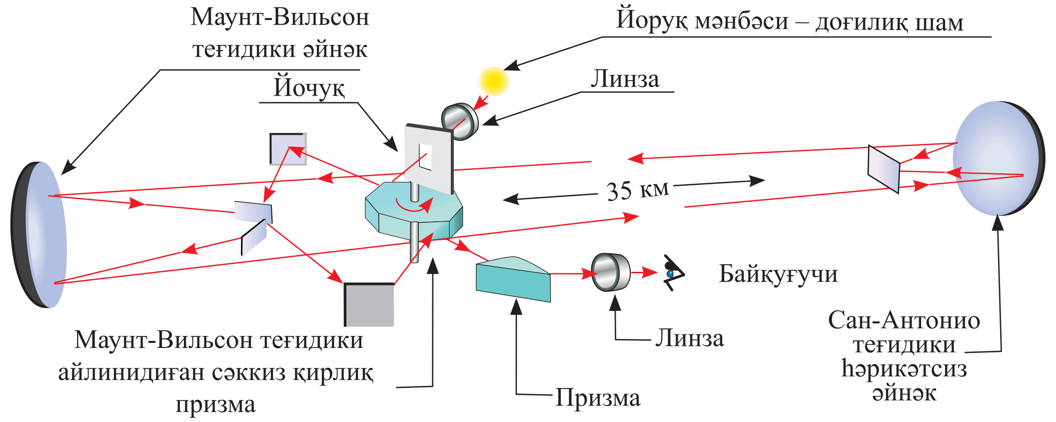
$$c = 4\cdot 12{,}67\ \text{с}^{-1}\cdot 720\cdot 8633\ \text{м} = 315014717\ \text{м/сек} \approx 3\cdot 10^{8}\ \text{м/сек}$$

1924–1927 жиллири америкилиқ физик А. Майкельсон йоруқ шолиси Вильсон теғиниң чоққисидин 35 км жирақлиқтики Сан-Антонио теғиниң чоққисиға йөнәлгән тәжрибисиниң схемисини қураштурди (*124-сүр*). Диск орниға сәккиз қирлиқ айлинидиған әйнәк елинди, уни жуқарқи илдамлиқтики ротор һәрикәткә кәлтүриду. Роторниң айлиниш чапсанлиғини өзгәртип, байқиғучи окулярда йоруқ мәнбәсиниң турақлиқ тәсвирини алди. Түзүлмиләр арисидики ариқни вә әйнәкниң айлиниш чапсанлиғини билип йоруқ илдамлиғини һесаплашқа болиду. Майкельсон алған

**3-тапшурма**

1. 124-сүрәттә тәсвирләнгән А. Майкельсон түзүлмисини қараштуруңлар. И. Физо түзүлмиси билән селиштуруңлар. Қоллинилған түзүлмиләрниң охшашлиқлири билән пәрқи?
2. А. Майкельсон түзүлмисини қоллинип, йоруқниң йоруқ мәнбәсидин байқиғучиғичә болған ариқни бесип өткән вақтини қандақ еникдашқа болиду?

йоруқ илдамлиғининң мәнаси, шу вақиттики әң дәл мәна болди: $c = 299796 \pm 4$ км/сек. Заманивий һесаплашлар бойичә $\pm$ 1,2 м/сек дәллик билән елинған вакуумдики йоруқ илдамлиғи 299792458 м/сек.




***124-сүрәт.*** *Йоруқни ениқлашқа беғишланған А. Майкельсон түзүлмиси*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Заманивий физикида йоруқ тәбиити тоғрилиқ қандақ көз-қарашлар бар? Бу көз-қарашларниң авторлири кимләр?
2. Дәсләп йоруқ илдамлиғини ениқлиған ким? Қандақ усул билән?
3. Йоруқ илдамлиғини ениқлашниң лабораториялик усулиниң астрономиялик усулдин пәрқи немидә?
4. Лабораториялик усулларда тәҗрибә ясиғучилар йоруқниң йоруқ мәнбәсидин байқиғучиғичә тарилиш вақтини қандақ ениқлиди?

## Көнүкмә 18

1. 1875 жили Физо усулини француз физиги Корню қолланди, у чақниң айиниш чапсанлиғини бираз ашуруп, йоруқниң 28 рәт йоқулип, пәйда болушини бәлгүлиди. Әгәр чақтин әйнәккичә арилиқ 23 000 м, чишларниң сани 200, йоруқниң 28 рәт пәйда болуши 914,3 $сек^{-1}$ чапсанлиқта байқалған болса, йоруқ илдамлиғи қандақ мәнаға егә болған?
2. Йоруқ мәнбәси байқиғучиға көрүнүши үчүн Майкельсон тәҗрибисидә сәккиз қирлиқ призма қандақ минимал чапсанлиқ билән айлиниши керәк? Қайтуридиған әйнәк билән призминиң арилиғини 35,5 км елиңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Йоруқ илдамлиғини өлчәшни Галилей усули билән ениқлаш.
2. Йоруқ илдамлиғини ениқлашқа беғишланған Фуко тәҗрибиси.
3. Йоруқ илдамлиғини ениқлашта заманивий усуллири.

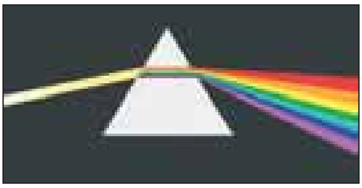
# § 19. Йоруқ дисперсияси. Йоруқниң интерференцияси

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *призма арқилиқ өткән ақ йоруқниң бөлүнүшини чүшәндүрүшни;*
- *механикилиқ вә йоруқ долқунлириниң интерференциялик көрүнүшлиригә селиштурма анализ жүргүзишни;*
- *непиз пленкиға чүшкән вә қайтидин йоруқлардин пәйда болған интерференциялик максимумлар билән минимумларни байқаш шәртлирини ениқлашни үгинисиләр.*

**Әскә чүшириңлар!**

Сунуш көрсәткүчиси берилгән муһитта электромагнитлиқ долқунниң тарилиш илдамлиғи нәччә һәссә кемийдиғанлиғини көрситиду: $n = \dfrac{c}{v}$.



***125-сүрәт.*** *Йоруқ дисперсияси*

**Җавави қандақ?**

1. *Немә сәвәптин вакуумда дисперсия байқалмайду?*
2. *Немишкә гүлнәпшә рәң шолиси призмидин өткәндә күчлүк чәтнәйду?*
3. *Немишкә адәмләр билән һайванатлар қоршиған нәрсиләрни һәр түрлүк гаммида көриду?*

## I. Йоруқ дисперсияси

Йоруқ дисперсиясини байқашқа беғишланған дәсләпки экспериментларни 1672 жили И. Ньютон жүргәзди. Қараңғу бөлминиң деризисидики кичиккинә төшүк арқилиқ у Күн шолисини әйнәк призмиға йөнәлдүрди. Йоруқ шолиси үч қирлиқ призмида икки қетим сунуп, өзиниң дәсләпки йөнилишидин чәтнәп, спектрниң йәттә асасий рәңлиригә бөлүнди: қизил, сериқ қизил, сериқ, йешил, һава рәң, көк, гүлнәпшә (*125-сүр*). И. Ньютон рәт билән орунлашқан рәңләрни *спектрлар,* һадисини болса *дисперсия* (*лат.* «dispergo» – чечираш) дәп атиди. Һәр түрлүк рәңдики дисперсиялик спектрни байқап, у әйнәкниң сунуш көрсәткүчиси йоруқ рәңгигә бағлинишлиқлиғини хуласилиди. Қизил рәңдики йоруқ әң аз чәтнәйду, гүлнәпшә рәңдики йоруқ әң көп чәтнәйду, демәк, әйнәк чапсанлиғи жуқарқи йоруқ үчүн әң көп сунуш көрсәткүчисигә, чапсанлиғи төвән йоруққа болса әң кичик сунуш көрсәткүчисигә егә.

**Маддиниң сунуш көрсәткүчисиниң йоруқ чапсанлиғиға бағлиқлиғини дисперсия дәп атайду**

Дисперсия чапсанлиқлири һәр түрлүк долқунларниң бир муһитта һәр түрлүк илдамлиқлири билән тарилишиниң нәтиҗисидур. Йоруқ долқуниниң чапсанлиғи қанчилик көп болса, униң узунлуғи билән муһитта тарилиш илдамлиғи шунчилик аз, сунуш көрсәткүчиси жуқури.

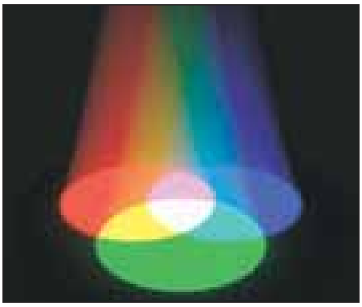
## II. Мурәккәп вә дәсләпки йоруқ. Қошумчә рәң

Байқилиштики спектрда 7 түрлүк рәңләрни пәриқләйду. Һәқиқәттә, ақ рәң асасий үч рәңдин: қизил, йешил вә көк рәңләрдин ибарәт. Бу рәңләрни *дәсләпкиләр* дәп атайду, сәвәви улар башқа рәңләрниң комбинациялири арқилиқ елинмайду. Йоруқниң дәсләпки рәңлиридин туридиған йоруқни *мурәккәп* дәп атайду.

Һәр түрлүк рәңдики спектрниң башқа рәңлири дәсләпки рәңләрниң қошулиши болуп тепилиду. Йешил билән қизил сериқни, йешил билән көк һава рәңни, көк билән қизил гүлнәпшә рәңләрни бериду *(126-сүр)*. Телевиденияда мүмкин болидиған барлиқ рәңләрни елиш үчүн үч асасий рәңни қоллиниду.

**Арилишиш вақтида ақ рәңни беридиған шолилиниш рәңлирини қошумчә рәңләр дәп атайду.**

Қошумчә рәңләргә сериқ билән көк, һава рәң билән қизил, гүлнәпшә билән йешил ятиду.



***126-сүрәт.*** *Дәсләпки рәңләрни (қизил, йешил. көк) қәвәтләштүргәндә йеңи рәңләрниң пәйда болуши*

## III. Җисимларниң рәңлири

Бизни қоршиған җисимларниң рәңлири қайтқан йоруқ арқилиқ ениқлиниду. Әгәр җисим, мәсилән, қәғәз вариғи униңға чүшкән барлиқ түрлүк рәңдики шолиларни қайтурса, бу ақ рәңлик болуп көрүниду. Қәғәз бетини қизил рәңгә бойисақ, биз йеңи рәң алмаймиз, бирақ қәғәз бетидә йоруқ қайтарғучниң қандақту бир чапсанлиғиниң диапазонини тутуп алимиз. Берилгән шараитта пәқәт қизил шолилар қайтиду, қалғанлири бояқ қәвити билән жутулиду. өсүмлүкләр билән яғачларниң йопурмақлири барлиқ чүшидиған күн шолилиридин пәқәт йешилни қайтуриду, қалғанлирини жутудиған болғанлиқтин улар йешил болуп көрүниду. Әгәр өсүмлүккә пәқәт қизил шолиларни өткүзүдиған әйнәк арқилиқ қарисақ, у қара болуп көрүниду.

**Җавави қандақ?**

*Әгәр қизил квадрат тәсвирләнгән ақ қәғәзгә көк әйнәк арқилиқ қарисақ, у қандақ рәңдә көрүниду? Қизил әйнәктин қариғанда қандақ көрүниду?*

*Сүзүк әмәс җисимларниң рәңгини қайтқан шолилар, сүзүк җисимларниң рәңгини қайтқан вә өтүдиған шолилар ениқлайду.*

**Инавәткә елиңлар!**

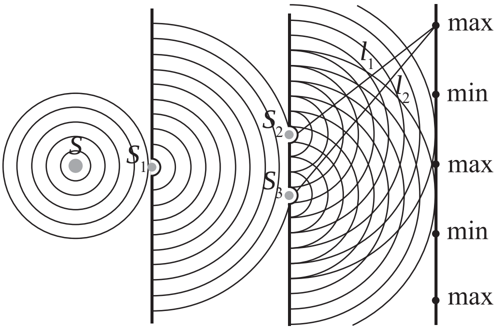
Йоруқландурушқа беғишланған йоруқ мәнбәлири когерентлиқ әмәс долқунларни чиқириду, уларда чапсанлиғи билән фазилар айрими һәр түрлүк долқунлар болиду. Йоруқ мәнбәси 400 нм-дин до 750 нм-ғичә диапазондики чапсанлиқлири $4 \cdot 10^{14}$ Гц билән $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц арилиғида көрүнидиған долқунларни чиқириду. Атомниң шола чиқириши долқунниң "парчисини" билдүриду, у цуг дәп атилиду. Атомниң қозғалма һалитидин қозғалмайдиған һалитигә өтүши тәхминән 10 нсек интайин аз вақит арилиғида орунлиниду, демәк, цугниң узунлуғи $l = ct \approx$ $\approx 3 \cdot 10^{8}$ м/сек $\cdot$ $10 \cdot 10^{-9}$ сек = 3 м йетиду, цуглар арисидики фазилар әркин мәнаға егә болиду.

## IV. Йоруқ долқунлириниң интерференциясини байқашқа беғишланған Т. Юнг тәҗрибиси

**Җавави қандақ?**

*Немишкә долқун фронти бөлүнгәндә Т. Юнг когерентлиқ шолиларни алди?*

Инглиз физиги Т. Юнг в 1802 жили бир монохроматлиқ мәнбәдин чиқирилидиған йоруқ интерференциясини долқун фронтини бөлүш усули билән байқиди, у бир вә икки кичигәрәк төшүклири бар икки тосалғуларни қолланди (*127-сүр*). Т. Юнг экранда йоруқ вә қараңғу полосаларниң новәтлишишини байқиди, улар шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими билән ениқланди. Экранниң берилгән чекитигә икки долқун фазилири бирдәк тәвринишләр билән йәткәндә йоруқниң күчийиши орунлиниду. Бу чағда бир долқунниң өркәшлири иккинчи долқунниң өркәшлири билән қәвәтлишиду.




***127-сүрәт.*** *Йоруқ долқунлириниң интерференциясини байқашқа беғишланған Т. Юнг тәҗрибиси*

## V. Йоруқлинишниң максимум вә минимум шәртлири

Икки төшүктин пәйда болған жүгригүчи долқунниң тәңлимисини язимиз:

$$E_1 = E_{\max 1} \sin\omega\left(t - \frac{l_1}{c}\right), \; E_2 = E_{\max 2} \sin\omega\left(t - \frac{l_2}{c}\right).$$

Шолиларниң чүшүш чекитидә тәвриниш фазилириниң айрими төвәндикичә йезилиду:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \omega\left(t - \frac{l_1}{c} - t + \frac{l_2}{c}\right) = \frac{2\pi(l_2 - l_1)}{Tc} = \frac{2\pi\Delta l}{\lambda}.$$

Әгәр фазилар айримини $2\pi$ – синусоидиниң цикллиғиға тәң болса, у чағда тәвринишләр бирдәк фазида жүриду: $\frac{2\pi\Delta l}{\lambda} = 2\pi k$,

буниңдин $$\Delta l = k\lambda, \qquad (1)$$

буниңдики $\Delta l = l_2 - l_1$ – шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими, $\lambda$ – долқун узунлуғи, $k = 0, 1, 2, 3\ldots$

*Йоруқлинишниң максимум шәрти, бирхил муһитта когерентлиқ шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими долқун узунлуғиниң пүтүн саниға тәң болған жағдийда байқилиду.*

Әгәр тәвринишләр қарши фазида жүрүдиған болса, у чағда бир долқунниң өркиши иккинчи долқунниң оймини билән қәвәтлишиду. Мундақ тәвринишләрниң фазилар айрими $\pi$-ға тәң. Синусодиниң периодини етиварға елип: $\frac{2\pi\Delta l}{\lambda} = (2k+1)\pi$ шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими үчүн төвәндики тәңлимини язимиз:

$$\Delta l = (2k+1)\frac{\lambda}{2}. \qquad (2)$$

*Йоруқлинишниң минимум шәрти бирхил муһитта когерентлиқ шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими йерим долқун узунлуғиниң тақ санға тәң болған жағдайда байқилиду.*

### Җавави қандақ?

*Немишкә имарәттә иккинчи йоруқ мәнбәсини қошқанда йоруқландурушниң максимуми билән минимуми байқалмайду, йоруқландуруш барлиқ бошлуқта күчийиду?*

**Томас Юнг** (1773–1829) – инглиз физиги, механик, дохтур, астроном вә шәриқ тонуғучи, йоруқ нәзәрийәсини салғучилириниң бири. У йоруқ долқунининң узунлуғини ениқлашқа беғишланған тәҗрибиләрни биринчи болуп тәсвирлиди. Йоруқ долқунлириниң тоғрисиға тарилидиғини тоғрилиқ гипотеза ясиди, һәр түрлүк рәңләрни көрүш нәзәрийәсини тәклип қилди.

### 1-тапшурма

Механикилиқ вә йоруқ долқунлири үчүн максимум вә минимум шәртлирини селиштуруңлар. Механикилиқ вә йоруқ долқунлирини қәвәтләштүрүш нәтиҗисидә елинған интерференциялик көрүнүшләрниң охшашлиқлири билән пәрқи немидә?

## VI. Непиз пленкилардики интерференцияниң максимум шәртлири

Пленкиларниң һәр түрлүк рәңлири – пленкиниң икки түрлүк қәвитидин қайтқан яки сунған шолиларниң қәвәтлиниши нәтиҗисидә елиниду *(128, 129-сүр)*. Пленкиниң рәңги максимум шәрти билән ениқлиниду. Әгәр 1 вә 2 монохроматлик мәнбәләрдики шолиларниң тарилиш йоллириниң айримлири долқун узунлуқлириниң пүтүн саниға тәң болса, у чағда пленка йоруқ мәнбәсиниң рәңгигә бойилиду. Әгәр шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими йерим долқун узунлуғиниң тағ санлириға тәң болса пленка қара рәңгә бойилиду. Шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими *OB + BC (128, 129-сүр)* пленкиниң қелинлиғиға вә шолиниң сунуш булуңиға бағлинишлиқ болса:

$$\Delta l = \frac{2d}{\cos\gamma}. \qquad (3)$$

*Тарилиш йоллириниң оптикилиқ айрими $\Delta l_n$ шолиларниң тарилиш йоллириниң айримидин $\Delta l$ n һәссә артуқ болса:*

$$\Delta l_n = \frac{2d}{\cos\gamma}\cdot n. \qquad (4)$$

Тәкшүрәшләр йоруқ оптикилиқ зичлиғи көпирәк муһиттин қайтқанда шолиларниң тарилиш йоли долқун узунлуғиниң йеримиға ашидиғанлиғини көрсәтти. Шуниң үчүн қайтқан йоруқта 1 вә 2 шолилириниң тарилиш йолиниң оптикилиқ айрими $\frac{\lambda}{2}$-гә азийиду *(128-сүр)*, демәк, қайтқан шолилардики максимум шәрти (1) төвәндикичә йезилиду:

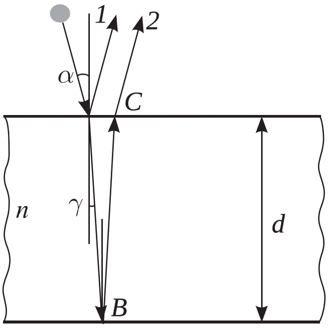
$$\Delta l - \frac{\lambda}{2} = 2k\frac{\lambda}{2}. \qquad (5)$$

(4) формулини (5) қойсақ, қайтқан йоруқлук үчүн максимум шәртини алимиз:

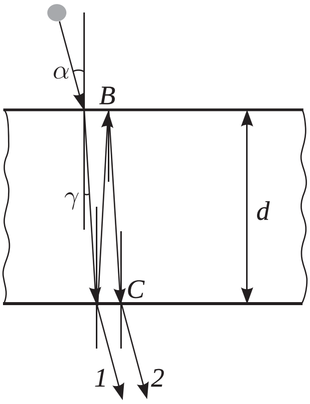
$$\frac{2d\,n}{\cos\gamma} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}. \qquad (6)$$

Өтүдиған йоруқлукта 2 шолиниң қайтиши зичлиғи аз муһитта әмәлгә ашиду *(127-сүр)*, демәк, максимум шәрти бирхил муһитта тарилидиған долқунлардикидәк болиду:

$$\frac{2d\,n}{\cos\gamma} = k\lambda. \qquad (7)$$




***128-сүрәт.*** *Непиз пленкида қайтқан йоруқниң интерференцияси*




***129-сүрәт.*** *Непиз пленкида өткән йоруқниң интерференцияси*

### ? Җавави қандақ?

1. *Немишкә непиз пленка униңға чүшидиған йоруқ шолисиниң чүшүш булуңиниң өзгириши вақтида һәсән-һүсәнниң барлиқ рәңлиригә бойилиду?*
2. *Немишкә ақ рәң билән йоруқландурғанда көлчәктики бензин пленкиси, җиңнағуч қанатлири, совун көвүклири һәр түрлүк рәңләргә бойилиду?*
3. *Немишкә непиз пленкида, өткән вә қайтқан шолилардики максимум вә минимум шәртлири һәр түрлүк болиду?*

**2-тапшурма**

1. Непиз пленкида қайтқан вә өткән йоруқ интерференциясиниң минимум шәртини йезиңлар.
2. Йоруқ интерференциясигә мисалларни кәлтүриңлар.

## Тәкшүрүш соаллири

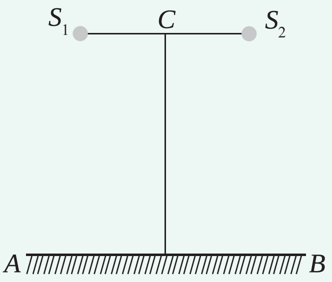
1. Қандақ һадисини дисперсия дәп атайду?
2. Ақ фонда қизил бояқ билән йезилған йезиқни қандақ рәңдики әйнәк билән қариғанда оқулмайду?
3. Көк асман, көк әйнәк, көк қәғәз варақлириниң рәңлириниң тәбиитини чүшәндүрүңлар
4. Йоруқлуқниң интерференцияси дегинимиз немә? У қандақ байқилиду?
5. Қандақ шәртләр орунланғанда йоруқлуқниң максимум вә минимум шәртлири байқилиду?
6. «Шолиларниң тарилиш йоллирини айрими» вә «шолиларниң тарилиш йоллириниң оптикилиқ айримиси» чүшәнчилириниң пәрқи немидә?

## Көнүкмә 19

1. Тәҗрибә йүзидә суниң сунуш көрсәткүчиси көрүнидиған спектрниң чәтки қизил шолилири үчүн 1,329, чәтки гүлнәпшә шолилири үчүн – 1, 344 тәң екәнлиги ениқланди. Қизил вә гүлнәпшә шолилириниң суда тарилиш илдамлиғини ениқлаңлар. Қайсисиниң илдамлиғи артуқ вә канчә һәссә?

2*. $S_1$ вә $S_2$ икки когерентлиқ йоруқ мәнбәлири *(130-сүр)* узунлуғи $\lambda$ = 600 нм монохраматлиқ йоруқ долқунини чиқириду. Әгәр *OC* = 4 м вә $S_1S_2$= 1 мм болса, йоруқлинишниң биринчи максимуми *O* чекитидин қандақ ариликта байқилинидиғинини ениқлаңлар.

3. Узунлуғи $\lambda$ = 590 нм қизил йоруқ долқуни билән йоруқландурғанда сунуш көрсәткүчиси *n* = 1,54 материалдин ясалған пластина чеқилған йоруқта: а) қизил; ә) қара болуп көрүниши үчүн пластина қандақ *d* қелинлиқта болуши керәк? Йоруқ пластина бетигә перпендикуляр чүшиду.




***130-сүрәт.*** *19-көнүкминиң 2 һесавиға*

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә ppt–презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә): 1. Һасан-һүсән тоғрилиқ (һасан-һүсәнниң пәйда болуши, немишкә у доға шәклидә, қандақ шараитларда икки һасан-һүсән пәйда болиду?). 2. Интерферометр дегинимиз немә вә уни қәйәрдә қолллиниду?

# § 20. Йоруқниң дифракцияси. Дифракциялиқ решетка

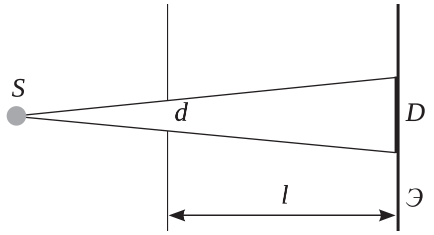
**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Френель нәзәрийәсини қоллинип жиптин, йочуқлардин, дүгләк төшүкләрдин пәйда болған дифракциялиқ көрүнүшләрни чүшәндүрүшни билисиләр.*

## I. Йоруқниң дифракцияси

Геометриялиқ оптикиға асаслинип йоруқ шолилириниң диаметри *d* төшүкләрдин өтүши нәтижисидә экранда диаметри *D (131-сүр)* йоруқ йоған дағ пәйда болиду.

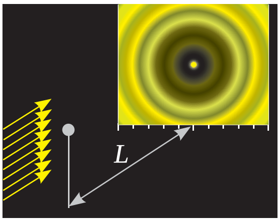



***131-сүрәт.*** *Дүгләк төшүкни йоруқландурғанда экранда йоруқ дағниң пәйда болуши*

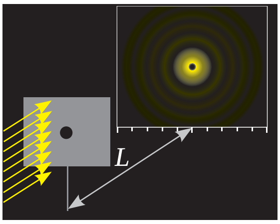
Төшүкниң *d* диаметрини азайтип, экранғичә *l* ариliқни ашурсақ, сүрәт өзгириду. У новәтлишип орунлашқан йоруқ вә қараңғу төгиләрдин ибарәт, төңгиләр мәркизидә йоруқ яки қараңғу дағлириниң болуши мүмкин (*132 а, ә-сүр*).

> ***Йоруқниң дифракцияси*** **– бу йоруқниң өлчәмлири кичик тосалғуларни айлинип өтүши вә униң геометриялиқ көләңкә облусиға чүшишидур.**

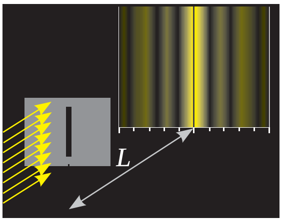
Йоруқ дифракциясиниң икки түри бар: қошулидиған шолилардики Френель дифракцияси, параллель шолилардики Фраунгофер дифракцияси.



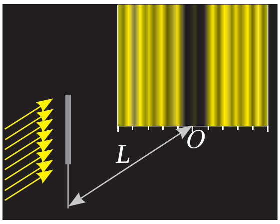

*а) шарик*




*ә) дүгләк төшүк*




*б) йочуқ*




*в) инчик стержень*

***132-сүрәт.*** *Йоруқниң максимуми билән минимуминиң экранда тәхсимлиниши*

### Өз тәҗрибәңлар

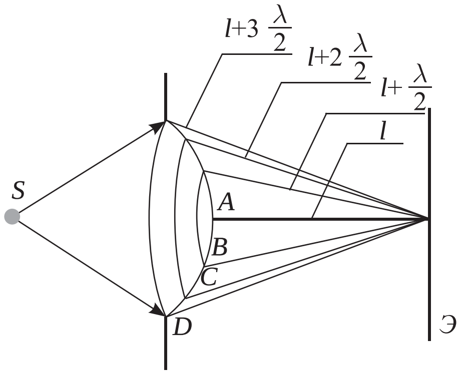
1. Җисимларни вә өлчәмлири аз төшүкләрни экрандин бир нәччә ариликта орунлаштуруп (*132-сүр*), уларда:
   - шардин вә төшүкләрдин йоруқ вә қараңғу төңгиләрни *(132 а, ә-сүр)*;
   - инчик стержень вә йочуқлардин йоруқ вә қараңғу полосаларни *(132 б, в-сүр)* елиңлар.

   монохроматлиқ йоруқ мәнбәсини қоллиниңлар.
2. Тосалғу билән экранниң арилиғини өзгәртип, шар (стержень) көләңкисиниң мәркизидә ақ дағниң, кичик төшүктин (йочуқтин) елинған йоруқ дағниң мәркизидә қараңғу дағниң пәйда болушиға қол йәткүзиңлар.

## II. Дифракциялиқ көрүнүшни Френнель зониси асасида чүшәндүрүш

Йоруқниң дүгләк төшүклири арқилиқ өтүшини қараштурайлуқ вә экрандики дағниң мәркәзлик бөлүгиниң йоруқлинишиниң максимум вә минимум шәртлирини ениқлайлуқ. Кичик төшүкләрдики долқунлуқ бәт Гюйгенс-Френель принципи бойичә сфериниң бир бөлүгини көрстиду. Уни зониларға бөләйлуқ, униң четидин һәрбир кәлгүси *BO, CO, DO зонилириғичә арилиқ (133-сүр)* алдинқисидикидин $\frac{\lambda}{2}$ пәриқлиниду:

$$BO = AO + \frac{\lambda}{2}; \; CO = BO + \frac{\lambda}{2}; \; DO = CO + \frac{\lambda}{2}.$$

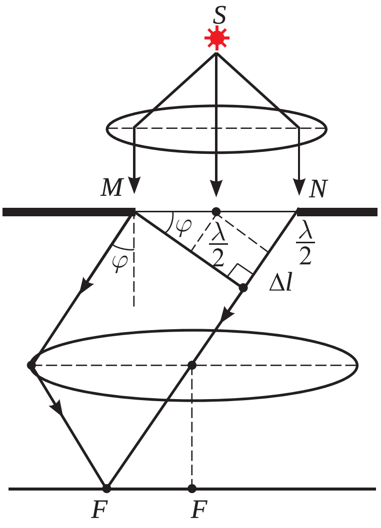



***133-сүрәт.*** *Френель зонилири*

Бөлүнгән зонилардин долқунниң тарилиш йоллириниң айрими $\frac{\lambda}{2}$ -ға пәриқләнгәнликтин, уларниң чекитидә сани жүп болғанда экрандики йоруқ күчсизлиниду. Икки хошна зониларниң долқунлири *O* чекитидә кариму-карши фазиларниң тәвринишлирини пәйда қилиду, нәтижисидә экрандики сүрәтниң мәркизидә йоруқ вә қараңғу төңгиләр билән қоршалған қараңғу дағ пәйда болиду. Әгәр долқунлуқ бәттә зониларниң тағ сани орунлашса, у чағда экрандики сүрәтниң мәркизи йоруқ болиду.

**Бу қизиқ!**

Дүгләк диск көләңкисидики нөвәтлишип орунлашқан төңгиләрни дәсләп италия алим Франческо Гримальди байқиди вә 1765 жили уни өзиниң «Йоруқни, рәңләрни вә һасан-һүсәнни физикилиқ оқутуш» китавида чүшәндүрди. Ф.Гримальди байқалған һадисини йоруқ долқунлириниң судики долқунларға охшаш тосалғуларни айлинип өтүшини билән чүшәндүрди вә уни дифракция (лат. diffractus – айлинип өтүш) дәп атиди.




***134-сүрәт.*** *Фраунгоферниң бир йочуқтики дифракцияси*

## III. Фраунгоферниң бир йочуқлиқ дифракцияси

Немис физики И. Фраунгофер йоруқниң пареллель шолилардики дифракциясини караштурди. Дифракцияниң мундақ түрини елиш үчүн S чекитлик йоруқ мәнбәсини жиққучи линзиниң фокусиға орунлаштуруш керәк, дифракциялиқ көрүнүшни тосалғуниң кәйнидә орунлашқан иккинчи жиққучи линзиниң фокаллиқ тәкшилигидә тәкшүрәш керәк (*134-сүр*).

Монохроматлиқ долқун кәңлиги *b* чәксиз узун инчик йочуқниң тәкшилигигә перпендикуляр болсун. Түз йөнилиштин $\varphi$, булуңға чәтнигән чәтки шолиларниң тарилиши йоллириниң айрими төвәндикигә тәң:

$$\Delta l = b \cdot \sin\varphi. \qquad (1)$$

*MN* йочуғиниң участкисидики долқунлуқ бәтни Френель зонилириға бөләйлуқ. Улар *MN* йочуқлирининң четигә параллель полоса түридә болиду, сәвәви параллель шолилар үчүн долқун фронти тәкшилик болуп тепилиду. Һәрбир полосаниң кәңлиги шолиларниң тарилиш йоллирининң айрими мошу зонилирининң чегарисидә $\lambda/2$ тәң болидиғандәк таллинип елиниду, у чағда йочуқ кәңлигигә $\frac{\Delta l}{\lambda/2} = \frac{2\Delta l}{\lambda}$ зониси патиду.

*Әгәр Френель зонисиниң сани жүп болса:* $\frac{2\Delta l}{\lambda} = \pm 2k$ (2), у чағда $F'$ *чекитидә дифракциялиқ минумум байқилиду.* Минимум шәртини язайлуқ:

$$b \cdot \sin\varphi = \pm 2k\frac{\lambda}{2}, \text{ бу йәрдә } k = 1, 2, 3 \ldots \qquad (3)$$

*Әгәр Френель зонисиниң сани тақ болса:*

$$\frac{2\Delta l}{\lambda} = \pm(2k+1), \qquad (4)$$

*у чағда $F'$ чекитиду дифракциялиқ максимум байқилиду.* Бир йочуқ дифракцияси үчүн максимум шәрти:

$$b \cdot \sin\varphi = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}, \text{ бу йәрдә } k = 1, 2, 3 \ldots \qquad (5)$$

$\varphi = 0$, $\Delta l = 0$ болғанда йочуқта бир Френель зониси патиду, демәк $F$ чекитидә нөллик дәрижидики баш вә мәркәзлик максимуми байқилиду. Йоруқ энергиясиниң бесим бөлүги баш максимумида жиғилған.

## IV. Дифракциялиқ решетка

Фраунгофер дифракцияси дифракциялиқ решеткиниң ишләш принципиға асасланған. Бир өлчәмлик дифракциялиқ решеткилар кәңлиги бирдәк, бир-биригә параллель орунлашқан вә кәңлиги бирдәк сүзүк әмәс арилиқлар билән бөлүнгән экрандики йочуқларниң $N$ санидин туридиған системини бериду *(135-сүрәт).*

Мәхсус бөлгүч машина әйнәк пластинида бир-биридин бирдәк арилиқларда орунлашқан сүзүк әмәс параллель штрихлар бәлгүлиниду, уларниң 1мм сани 100 000 йетиду. Әсвапниң сапасини $a$ сүзүк әмәс йочуқлар кәңлиги билән бәлгүләнгән штрихларниң $b$ кәңлигиниң қошундисиға тәң решеткиниң турақлиғи $d$, ениқлайду:

$$d = a + b. \qquad (6)$$

Әйнәк пластинисиниң кәңлиги $L$ вә бәлгүләнгән полоскилар санининң $N$ мәнаси бәлгүлүк болғанда дифракциялиқ решеткиниң $d$ турақлиғини яки периодини төвәндики формула бойичә ениқлайду:

$$d = \frac{L}{N}. \qquad (7)$$

Қайтарғучи дифракциялиқ решеткиларда полоскилар пақиртилған металл пластиниға кәскүчи билән бәлгүлиниду.

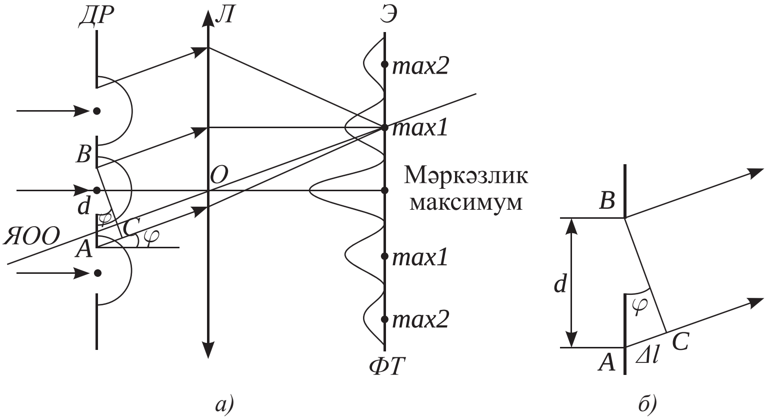
***135-сүрәт.*** *Сүзүк вә қайтарғучи дифракциялиқ решеткилар*

**Дифракциялиқ решетка сүзүк әмәс ариliқлар билән бөлүнгән инчикә йочуқларниң жиғиндисидур.**

## V. Дифракциялиқ решетка үчүн максимум шәрти

Дифракциялиқ решеткиларда һәммә йочуқлардин өтүдиған паралелль когерентлиқ йоруқ дәстилириниң көп шолилиқ интерференцияси әмәлгә ашиду.

Дифракциялиқ решетка арқилиқ өтүдиған йоруқтики шолиларниң тарилиш йолини қараштурайлу. Решеткиға тәкши монохроматлиқ шола чүшсүн (*136 а -сүр*). Гюйгенс принципиниң асасида решеткиларниң йочуқлирида иккинчи рәтлик мәнбәләр тосалғуларни айлинип өтүдиған вә барлиқ йөнилишләр бойичә тарилидиған сфералиқ долқунлуқ бәтләрни һасил қилиду. Әгәр решеткиниң кәйнигә Л жиққучи линзини орнатсақ, у чағда барлиқ йочуқлардин чиққан параллель шолилар линзиниң фокаллиқ тәкшилигидә бир полосаға жиғилиду. Үчбулуң $\Delta ABC$-дин хошна икки йочуқлардин өтүдиған шолиларниң тарилиш йоллирини ениқлаймиз *(136 ә-сүр)*:




***136-сүрәт.*** *Дифракциялиқ решетка (ДР): а) ДР арқилиқ өткән шолиларниң тарилиш йоллири; б) тарилиш йоллириниң айрими*

$$\Delta l = d \sin\varphi, \qquad (8)$$

буниңдики $\varphi$ – йоруқ шолилириниң решетка тәкшилигигә чүшүрилгән перпендикуляридин чәтнәш булуңи. Әгәр шолиларниң тарилиш йоллириниң айрмиси долқун узунлуғиниң пүтүн саниға тәң болса. у чағда экранда йоруқландурушниң максимуми байқилиду, төвәндики нисбәтлик орунлиниду:

$$d \sin\varphi = k\lambda, \qquad (9)$$

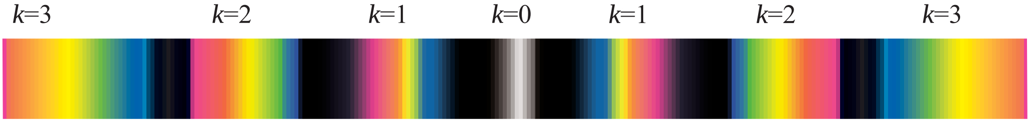
буниңдики $k$ – дифракциялиқ максимум рети.

Елинған тәңлимидин һәр түрлүк долқун узунлуқлири үчүн максимум шәрти дифракциялиқ булуңниң бәлгүлүк бир мәнасида орунлинидиғанлиғи келип чиқиду. Долқун узунлуғи қанчә узун болса, чәтнәш булуңи шунчә чоң (*137-сүр*). Дифракциялиқ решеткини ақ йоруқ билән йоруқландурғанда

**Җавави қандақ?**

1. *Әгәр решеткиниң турақлиғини өзгәртмәй, решеткиниң штрихлириниң умумий санини ашурса, дифракциялиқ мәнзирә қандақ өзгириду?*
2. *Дифракциялиқ решетка спектриниң әң көп ретини қандақ ениқлайду?*
3. *Решеткидин экранни жирақлатқанда дифракциялиқ мәнзирә қандақ өзгириду?*

йоруқландуруш максимумлири экранда гүлнәпшә рәңдин қизил рәңгичә һәрхил рәңләргә бойилиду, мәркәзлик максимум ақ болуп қалиду. Йоруқниң интенсивлиғи спектр рети өскәндә төвәнләйду.




***137-сүрәт.*** *Дифракциялиқ решеткини ақ йоруқ билән йоруқландурғандики дифракциялиқ спектири*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Йоруқ дифракцияси дегинимиз немә? У қандақ шәртләр орунланғанда байқилиду?
2. Кичиккинә дүгләк төшүкни йоруқландурғанда рәт билән орунлашқан йоруқ вә қараңғу төңгилириниң пәйда болушини Френель қандақ чүшәндүрди?
3. Немишкә йоған төшүкләр билән дискиларда йоруқ дифракцияси байқалмайду?
4. Френель вә Фраунгофер дифракциялириниң пәрқи?
5. Бир йочуқниң дифракциясиниң максимум вә минимум шәртлирини атаңлар.
6. Дифракциялиқ решетка дегинимиз немә? Униң максимум шәртини көрситиңлар.

## Көнүкмә 20

1. Турақлиғи 0,004 мм дифракциялиқ решетка, долқун узунлуғи 687 нм йоруқ билән йоруқландурилди. Иккинчи рәтлик спектрни көрүш үчүн решеткиға қандақ булуң ясап байқашни жүргүзүш керәк?
2. Дифракциялиқ решетка экранға 0,7 м ариliқта параллель орунлашқан. Мошу дифракциялиқ решеткиниң 1 мм үчүн штрихлар санини ениқлаңлар. Долқун узунлуғи 430 нм йоруқ дәстисиниң адәттикидәк чүшиши вақтида биринчи дифракциялиқ максимуми мәркәзлик полосадин 3 см ариliқта орунлишиду. $\sin\varphi \approx \mathrm{tg}\varphi$ дәп елиңлар.
3. Дифракциялиқ спектрдики төртинчи рәтлик максимумиға мувапиқ келидиған линия долқун узунлуғи $\lambda_2 = 440$ нм йоруқ үчүн бәшинчи рәтлик максимум линиясиға мувапиқ келидиған йоруқ решеткисиға адәттикидәк чүшидиған $\lambda_1$ долқун узунлуғини ениқлаңлар.
4. Әгәр дифракциялиқ решткиниң турақлиғи $d = 2$ мкм болса, долқун узунлуғи $\lambda = 589$ нм серик рәңги үчүн спектрниң әң чоң ретини $k$ ениқлаңлар.
5*. Периоди $d = 0{,}01$ мм дифракциялиқ решетка ярдими билән елинған биринчи рәтлик спектрниң кәңлиги немигә тәң? Долқун узунлуқлириниң диапазони 0,38 мкм-дин 0,76 мкм-ғичә ариliқтарда. Дифракциялиқ решеткидин экранғичә болған арилиқ $L = 0{,}5$ м.

# § 21. Йоруқниң поляризацияси

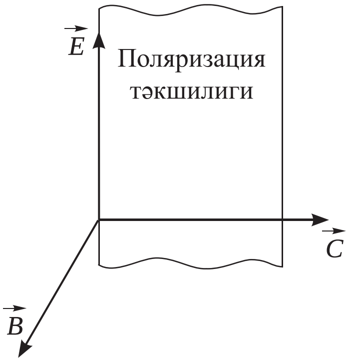
**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *йоруқниң поляризация һадисисини анализ ясаш арқилиқ йоруқниң электромагнитлиқ тәбиитини испатлашни үгинисиләр*

## I. Электромагнитлиқ долқунларниң тоғрисиға тәвринидиғанлиғи. Долқунларниң поляризацияси

Тараткучи антенида зарядләрниң тәвриниши антена бойи билән орунлиниду, шуниң үчүн электромагнитлиқ долқунлар күчинишлик вектори антена жайлашқан тәкшиликтә ятиду. Қобул қилғучи антенида мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләрни электр мәйдани долқуниниң тәсиридин болидиған әркин электронлар ясайду. Бу электромагнитлиқ долқунниң тоғрисиға тәвринидиғанлиғиғиму, поляризациясигимә мисал болиду. *Электромагнитлиқ долқунниң күчинишлик вектори вә униң тарилиш йөнилиши арқилиқ өтүдиған тәкшилик поляризация тәкшилиги дәп атилиду (138-сүр).*




***138-сүрәт.*** *Электромагнитлиқ долқунниң поляризациялиқ тәкшилиги*

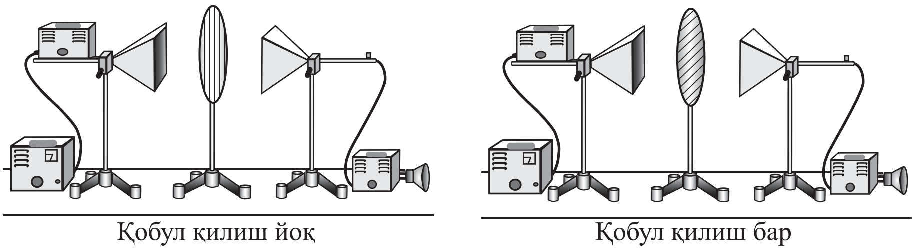
**Күчинишлик вектори пәқәт бир тәкшиликтә тәвринидиған электромагнитлиқ долқунни тәкши-поляризацияләнгән долқун дәп атайду.**

## II. Йоруқниң поляризацияси

Поляризация һадисиси дәсләп йоруқ шолилири дәстисиниң турмалин пластинисидин өтүши вақтида байқалди. *Турмалин – бир оқлуқ оптикилиқ анизотропияси алаһидә билинидиған қизил, көк яки йешил рәңдики сүзүк кристалл.* Жүргүзүлгән тәҗрибиләрдә пластинининиң қирлири мошу оққа параллель. Йоруқниң тарилиш йөнилишигә перпендикуляр

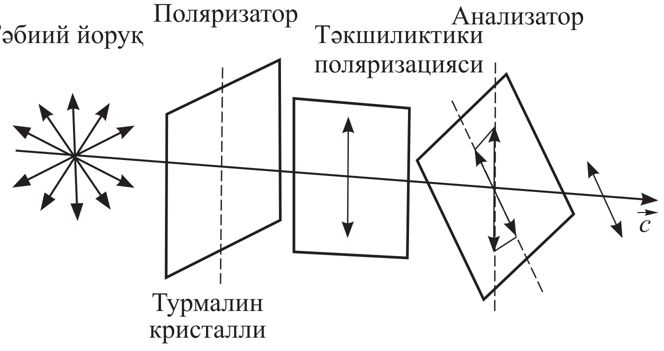
### Өз тәҗрибәңлар 1

Электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлирини байқаш үчүн түзүлмини жиғиңлар. рупорлиқ антенилар арисиға металл решеткисини орунлаштуруңлар (*139-сүр*). Решетка стерженьлириниң вертикалға болған янту булуңниң өсүши тавуш сигналниң интенсивлиғиға қандақ тәсир қилиду? Металл решеткини пайдиланмай, электромагнитлиқ долқунларниң тоғрисиға тәвринидиғанлиғиға қандақ көз йәткүзүшкә болиду?




***139-сүрәт.*** *Электромагнитлиқ долқунларниң поляризациясини байқаш*

тәкшиликтә бир пластинининиң айлиниши униң интенсивлиғиға тәсир қилмайду *(140-сүр)*. Мошу тәкшиликтә икки турмалин пластиниси бир-биригә нисбәттән айланғанда йоруқ шолилириниң интенсивлиғи төвәнләйду, пластина оқлири перпендикуляр орунлашқанда йоруқ толуқ өчиду. Қелинлиғи тәхминән 1 мм турмалин пластиниси адәттики йоруқ шолисини толуғи билән жутиду.




***140-сүрәт.*** *Йоруқниң поляризацияси*

Йоруқни тоғрисиға тәвринидиған долқун дәп қараштуруп, поляризация һадисини чүшәндүрүшкә болиду.

**Әскә чүшириңлар!**

Электромагнитлиқ долқунни қобул қилиш үчүн антенини таратқучи антениға параллель орунлаштуриш керәк. Қобул қилғучи антенениң горизонталь оқи бойи бәлән 90$^0$С бурулуш вақтида сигнални қобул қилиш тохтайду.

**Инавәткә елиңлар!**

Т. Юнг вә О. Френель узақ вақит бойи йоруқ долқунлирини бизни қоршиған бошлуқта вә жисимлардин өтүдиған әвришимлик эфирда тарилидиған тавуш долқунлири охшаш бойлуқ тәвринидиған долқунлар дәп һесаплиди.

Тәбиий йоруқниң кристалл арқилиқ өтүши вақтида тәвринишниң барлиқ йөнилишлириниң ичидин кристалл оқиға параллель бирла йөнилиш бөлүнип елинип, йоруқниң поляризацияси әмәлгә ашиду. Бу һаләттә турмалин кристали *поляризатор* дәп атилиду. Әгәр иккинчи пластина арқилиқ өтүши вақтида тәврениш кристалл оқи бойи билән орунлинидиған болса, у чағда поляризацияләнгән йоруқ тәвринишиниң амплитудиси билән интенсивлиғи өзгәрмәйду. иккинчи пластинини биринчи пластиниға нисбәттән $\alpha$ булуңға айландурғанда күчинишликниң тәврениш амплитудиси төвәндики мәнағичә төвәнләйду: $E = E_{\max} \cos\alpha$.

$\alpha = 90°$ булуңиға айналғанда йоруқ долқунининң күчинишлиги нөлгә тәң болиду $E = 0$, мундақ поляризатор билән анализаторни айқашқан дәп атайду. Турмалинниң иккинчи пластинисини тәбиий йоруқни поляризацияләнгән йоруқтин елиш мүмкинчилигини бериду, шуниң үчүн уни анализатор дәп атайду.

Турмалин кристали билән жүргүзүлгән тәжрибә йоруқ долқунининң тоғрисиға болидиғанлиғини вә интенсивлиғи турмалин пластинисиниң айлинишиға бағлиқ болмиғанлиқтин, тарилиш йөнилишигә нисбәттән симметриялиқ екәнлигини көрсәтти.

## III. Поляризаторлар билән поляроидлар

*Поляризатор – бу толуқ яки йерим поляризацияләнгән йоруқни елишқа беғишланған түзүлмә.* Поляризация хусусийәтлири бир йөнилишкә бәт алған узун молекулилири бар полимерлиқ пленкиларда, оптикилиқ анизотропиялиқ хусусийәтлиригә егә турмалин кристаллиридин, исландиялиқ шапттин, кварцтин туридиған призмиларда вә пластинкиларда байқилиду. *Нәм билән механикилиқ бузулушлардин қорғаш*

*үчүн икки сүзүк пластинилар арисиға чапланған непиз поляризацияләнгән пленкини поляроид дәп атайду.*

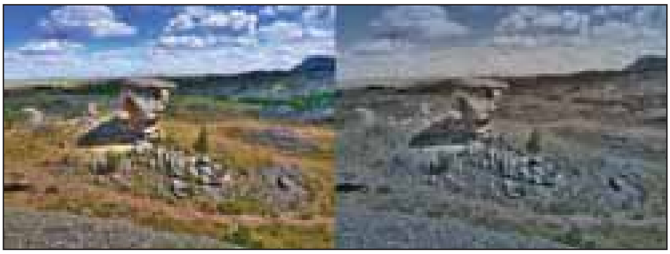
Йоруқниң поляризация һадисиси әмәлиятта кәң қоллинишқа егә. Поляроид һәр түрлүк мәхсәтләрдә, мәсилән: сүрәткә чүшүш вақтида дағларни тазилаш үчүн, 3D-сүритини елиш үчүн, суюқ кристаллиқ экранларни ясаш үчүн, машина жүргүзүчилиригә башқа машина фарилириниң йоруқлиғиниң тәсирини йоқитиш үчүн қоллинилиду. Поляризация һадисисини қоллинип, йоруқ шолилириниң интенсивлиғини аста рәтләшкә болиду. Икки поляризатор йоруқландуруш интенсивлиғини 100 000 һәссигә аста өзгәртиш мүмкинчилигини бериду.

## IV. Поляризаторларниң қоллинилиши

Поляризацияләнгән йоруқни силиқ бәтләрдин қайтқан йоруқни өчүрүш үчүн қоллинилиду. *Поляроидлиқ күн көз әйнәклириниң* ясилиши мошу принципқа асасланған. Поляризацияләнмигән тәбиий йоруқ су амбириниң бетигә чүшкәндә, униң бир қисими әйнәклик қайтиду вә поляризациялиниду.

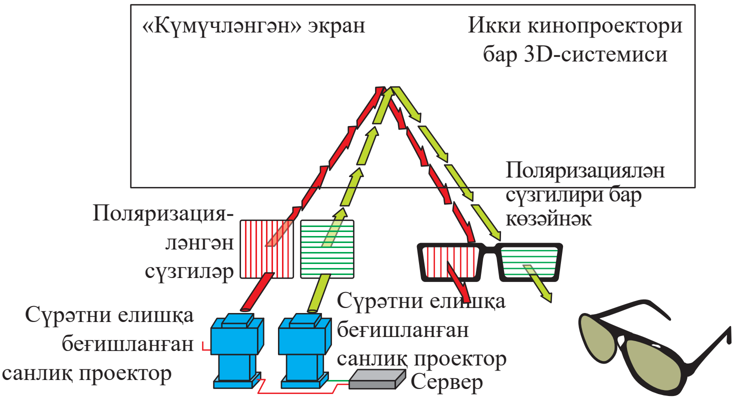
Қайтқан йоруқ су астида орунлашқан җисимларни көрүшкә тосалғулиқ қилиду. Әгәр суға поляризатор арқилиқ қарисақ, у чағда әйнәклик қайтқан йоруқниң көп қисими жутулиду, су астидики җисимларниң көрүнүши бираз яхшилиниду *(141-сүр)*. Бу принципни фотоға чүшүрүш вақтида қоллинилиду. *Фото вә видеоға чүшүришкә беғишланған поляризацияләнгән сүзгиләр (142-сүр)* металлардин башқа қайтарғучи бәтләрдин пақирашлар билән қайтқан шолиларни йоқитиду. Күн очуқ вақтидиму у асманни «қараңғулаштуриду».

**141-сүрәт.** *Фото вә видеоға чүшүришкә беғишланған поляризацияләнгән сүзгиләр*



**142-сүрәт.** *Поляроидлиқ фильтр билән вә фильтрсиз чүширилгән фотосүрәт*

Поляризацияләнгән көзәйнәкләрни һәҗимлик иллюзияләрни беридиған 3D стереокинода қоллиниду. Иллюзия асасида, оң вә сол көзләрниң көрүш булуңлириға мувапиқ келидиған һәр түрлүк булуңлар билән чүшүрилгән икки сүрәт – стереоҗүпләр ятиду. Уларни һәрбир көз өзигә беғишланған сүрәтни көрүш үчүнла қараштуриду. Сол көзгә беғишланған сүрәтни өткүзгүчниң вертикаль оқи бар поляроид арқилиқ экранға проекцияләйду, оң көз көрүш үчүн өткүзгүчниң горизонталь оқи бар поляроид арқилиқ экранға проекцияләйду, уларни экранда бириктүриду (*143-сүр*). Стереоскопиялик телевидения үчүн көзәйнәк әйнәклирини қараңғулутушниң чапсан новәтлишиши, экрандики сүрәтниң синхронлуқ түрдә алмишиш усули қоллинилиду. Көрүш инерцияси нәтиҗисидә һәҗимлик сүрәт пәйда болиду, җисимлар экран билән тамашибинниң бир-биригә нисбәттән орунлинишиға бағлинишлиқ тамашибин билән экран арисида орунлишиду. Көзәйнәксиз мундақ сүрәтләр иккиләнгән вә сугашқан түридә көрүниду.




***143-сүрәт.*** *Поляризацияләнгән сүзгиләрни қоллинип, 3D-сүритини қуруш принципи*

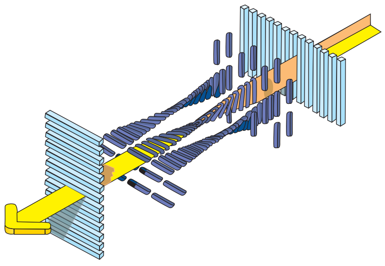
Суюқ кристаллиқ экранда икки поляризаторни уларниң арисидин йоруқ өтмәйдиғандәк өзара перпендикуляр жайлаштурди. Поляризаторлар арисиға суюқ кристалл жайлаштурди (*144-сүр*). Суюқ кристаллдики молекулилар кристаллиқ решетка билән бағланмиған вә электр мәйданиниң тәсиридин айлиниши мүмкин. Шуниң билән биллә кристалл молекулилири еник түзүлимгә бириккән, улар қәвәтләр түридә орунлишиду, һәрбир қәвәт алдинқи қәвәткә нисбәтән бурилиду. Молекулиларниң бурилған қәвәтлири өтүдиған йоруқ поляризациясиниң йөнилишини өзгәртиду. Суюқ кристаллиқ дисплейларда 90° бурулған қурулимлар қоллинилиду. Молекулилар йоруқ поляризациясиниң йөнилишини 90°-қа өзгәртиду, у иккинчи поляризацияләнгән фильтр арқилиқ толуқ өтүду. Поляризаторларниң икки тәрипидә орунлашқан электродларға берилидиған күчиниш тәсиридин суюқ кристаллиридики молекулиларниң орни өзгириду. Поляризацияләнгән йоруқ үч рәңлик ячейка – пиксельдин туридиған йоруқ фильтриға чүшиду (*145-сүр*). Күчинишкә бағлиқ һәрбир рәң өз алдиға өзиниң сүзүклигини өзгәртәләйду, көк, қизил вә йешил рәңлириниң бирлишишидин экранда һәр түрлүк рәңлик сүрәтләр елиниду.

### 1-тапшурма

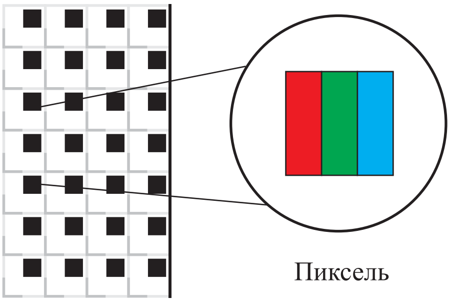
143-сүрәтни қараңлар. Икки кинопроектори бар 3D-системисиниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

### Жавави қандақ?

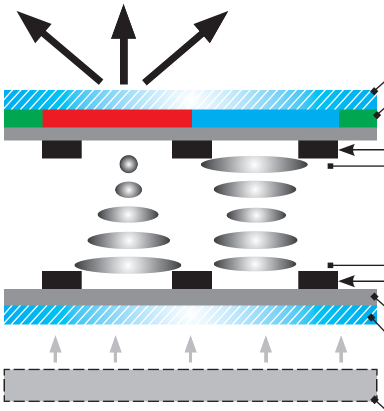
1. *Һәжимлик көрүниш елиш көзниң қандақ хусусийәтлиригә асасланған?*
2. *Немишкә көзәйнәксиз қариса экрандики көрүнүш хирә көрүниду?*
3. *2D режимида 3D-фильмини көрүш үчүн көзәйнәк қурулушида немини өзгәртиш керәк?*
4. *Һәжимлик көрүнишни елишниң берилгән усулиниң қандақ камчилиқлири бар?*
5. *Немишкә экрандики кадрларниң авушуш илдамлиғи икки һәссә өсүп, секундиға 48 кадрға йетиду?*



***144-сүрәт.*** *Икки поляризатор арисидики суюқ кристалл молекулилири*




***145-сүрәт.*** *Йоруқ сүзгүсиниң қурулими*




***146-сүрәт.*** *Суюқ кристаллиқ дисплейниң түзүлмиси*

**2-тапшурма**

146-сүрәттә тәсвирләнгән суюқлуқ кристали бар дисплей түзүлмисини қараштуруңлар. Униң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Поляризацияләнгән йоруқниң тәбиий йоруқтин пәрқи?
2. Немишкә поляризаторни айналдурғанда йоруқниң интенсивлиғи өзгәрмәйду?
3. Қандақ маддиларни поляризатор дәп атайду, улар қандақ қоллинишқа егә?
4. 3D-сүрәтлири қандақ қурулиду?

## Көнүкмә 21

1. Су бетидин қайтқан йоруқ йерим поляризацияләнгән. Поляроид арқилиқ буниңға қандақ көз йәткүзүшкә болиду?
2. Йоруқни толуқ өчүридиғанға йөнәлгән икки поляроидқа тәбиий йоруқ чүшиду. Уларниң арисиға үчинчи поляроидни орунлаштурса немә байқилиду?
3. Әгәр анализатор оқи поляризатор оқи билән $\alpha = 45°$ түзисә, поляризацияләнгән йоруқниң күчинишлигиниң тәвриниш амплитудиси нәччә һәссигә өзгириду?
4. Анализатор оқи билән поляризатор оқи арисидики булуңниң қандақ мәнасидә йоруқниң интенсивлиғи 2 һәссә азийиду?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Көзниң поляризацияләнгән микроскопияси.
2. Йоруқ поляризациясиниң машина ясаш вә қурулуш саһасида қоллинилиши.

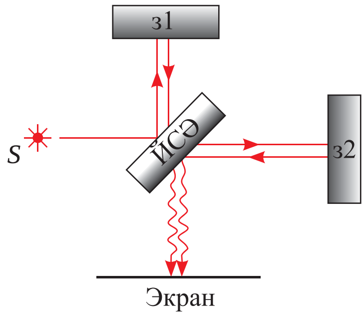
Интерферометр – бу ишләш принципи интерференция һадисисигә асасланған өлчәш әсвави (*147-сүр*). Оптикилиқ әсвапларниң сапасини синаш мәхситидә долқун узунлуғи билән охшаш узунлуқларни һәқиқий дәллик билән өлчәш үчүн қоллинилиду. Сүзүк маддиларниң (қаттиқ, суюқ, газға тәхлит) сунуш көрсәткүчисиниң қисим вә температуриниң өзгиришигә, арилишмиларниң киргүзүлишигә бағлиқ аз өзгиришлирини ениқлайдиған интерферометрларни интерференциялиқ рефрактометр дәп атайду. Әсвапниң өлчәш дәллиги 0,000001 йетиду.

Интерферометрниң ишләш принципи йоруқ шолисиниң һәр қайсиси һәр түрлүк оптикилиқ йоллардин өтүп, экранға йөнәлгән икки яки униңдики көп когерентлиқ шолиларға бөлүнүшигә асасланған. Интерференциялиқ көрүнүш бойичә интерференциялинидиған шолиларниң фазиси вә тарилиш йоллириниң айрим ениқлиниду.

***147-сүрәт.*** *Майкельсон интерферометри*

### Тапшурма

1. Майкельсон интерферометридики шолиларниң тарилиш йоллирини (*148-сүр*) қараштуруңлар. з1, з2 – тәкши әйнәкләр. ЙСӘ – йерим сүзүк әйнәк, S – йоруқ мәнбәси. Әсвапниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
2. Интернет торидин интерферометрларниң қоллинилиши тоғрилиқ әхбарат тепип, хәвәрләндүрмә тәйярлаңлар.
3. Рефрактометрни қоллинип, муһитниң сунуш көрсәткүчисини өлчәш принципини тәкшүрәңлар.




***148-сүрәт.*** *Интерферометрдики шолиларниң тарилиш йоли*

# 6-бапниң йәкүни

| | |
|---|---|
| **Йоруқниң бирхил муһитики интерференцияси** | Максимум шәрти<br>$\Delta l = k\lambda$<br>Минимум шәрти<br>$\Delta l = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ |
| **Йоруқниң непиз пленкидики интерференцияси** | Қайтқан йоруқтики максимум шәрти<br>$\dfrac{2d\,n}{\cos\gamma} = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$<br>Өтидиған йоруқтики максимум шәрти<br>$\dfrac{2d\,n}{\cos\gamma} = k\lambda$ |
| **Бир йочуқниң дифракцияси** | Максимум шәрти<br>$b\cdot\sin\varphi = \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$<br>Минимум шәрти<br>$b\cdot\sin\varphi = \pm 2k\dfrac{\lambda}{2}$ |
| **Решеткидики дифракция** | Максимум шәрти<br>$d\sin\varphi = k\lambda$<br>Решетка турақлиғи<br>$d = \dfrac{L}{N}$ |
| **Поляризация** | $E = E_{max}\cos\alpha$ |

## Қанунлар вә принциплар

**Х. Гюйгенс принципи:**

Муһитниң, долқун тәвринишлири йетип кәлгән һәрбир чекити – иккиләмчи долқунлар мәнбәси болиду. Иккиләмчи долқунларниң айлинип өтүдиған фронтлири йәкүнлигүчи долқунниң фронти болуп һесаплиниду.

**О. Френель принципи**

Иккиләмчи когерентлиқ долқунларни қәвәтләштүрүш нәтиҗисидә интерференция пәйда болиду, униң нәтиҗисидә бошлуқниң һәр қандақ чекитлиридә тәвриниш амплитудилири һәрхил болиду: долқунниң тарилиш йөнилиши бойичә өсүду, әкси йөнилиштә азийиду.

## Глоссарий

**Дисперсия** – маддиниң сунуш көрсәткүчисиниң йоруқ чапсанлиғиға бағлиқлиғи**.**

**Дифракция** – бу йоруқниң өлчәмлири кичик тосалғуларни айлинип өтүши вә униң геометриялик көләңкә облусиға чүшишидур.

**Йоруқниң интерференцияси** – йоруқ долқунлирини қәвәтләштүргәндә йоруқниң күчийиши вә өчиши.

**Когерентлиқ долқунлар** – фазилиқ силҗишлири турақлиқ чапсанлиқлири бирдәк долқунлар.

**Дәсләпки рәңләр** – башқа рәңләрниң комбинацияси арқилиқ елинмайдиған йоруқ рәңлири.

**Қошумчә рәңләр** – арилишиш вақтида ақ рәңни беридиған йоруқ рәңлири.

7-БАП

# ГЕОМЕТРИЯЛИК ОПТИКА

Геометриялик оптика – йоруқ энергиясиниң сүзүк муһитларда тарилишини йоруқ шолилири асасида қараштуридиған оптика бөлүми. Йоруқ шолиси – йоруқ долқунлириниң энергияси тарилидиған йөнилиши бар сизиқ.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- Гюйгенс принципиниң ярдими билән йоруқниң қайтиш қанунини чүшәндүрүшни;
- сферилиқ әйнәктики шолиниң тарилиш йолини қуруш вә сферилиқ әйнәкниң формулилирини һесаплар чиқиришта қоллинишни ;
- Гюйгенс принципиниң ярдими билән йоруқниң сунуш қанунини чүшәндүрүшни;
- йоруқ сигналлирини таритишта опто-талчиқлиқ технологияларниң артуқчиликлирини чүшәндүрүшни;
- әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини экспериментлиқ йол билән ениқлашни вә эксперимент қоюшни яхшилаштуруш йоллирини тәклип қилишни;
- Линзилар системисида шолиниң тарилиш йолини қуруш;
- һәр түрлүк радиустики икки сферилиқ бәттин қурилған непиз линзиниң формулисини һесаплар чиқиришта қоллинишни;
- телескоп, микроскоп вә лупидики шолиниң тарилиш йолини қурушни вә чүшәндүрүшни үгинисиләр

# § 22. Гюйгенс принципи. Йоруқниң қайтиш қануни

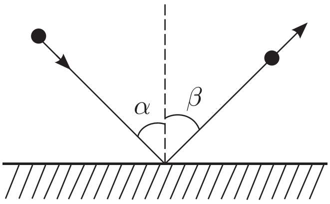
**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *Гюйгенс принципиниң ярдими билән йоруқниң қайтиш қанунини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

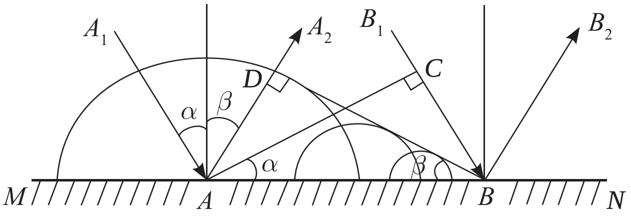
## I. Корпускулярлиқ вә долқунлуқ нәзәрийә туғисидин йоруқниң қайтиш қануни

Әгәр йоруқ шолилири И. Ньютон тәстиқлигәндәк зәрричиләрдин туридиған болса. у чағда улар геометриялик оптикида қараштурилғандәк, қайтиш қанунлириға мувапиқ бәттин әвришимлик шарлар охшаш (*149-сүр*) қайтиду дәп молҗалашқа болиду. К. Гюйгенс принципиға асасланған долқунлуқ нәзәрийәсиму мошу нәтиҗигә елип келиду: тәвринишләр йетип кәлгән муһитниң һәр бир чекити иккиләмчи долқунларниң мәнбәси болуп тепилиду. Иккиләмчи долқунларниң айлинип өтүдиған фронтлири нәтиҗилигүчи долқунниң фронти болуп һесаплиниду (§ 11).

Тәкши долқунниң $MN$ бетидин қайтишини қараштурайлуқ *(150-сүр)*. $A_1A$ вә $B_1B$ шолилири долқунлуқ бәт билән тик булуң һасил қилиду. $AC$ тәкшилиги – $A_1A$ шолиси $MN$ бетигә йәткән вақиттики чүшидиған долқунниң фронтидур. $B_1B$ шолиси $MN$ бетигә йәткән вақиттики иккиләмчи долқунларниң айлинип өткүчиси $BD$ тәкшилиги билән тәсвирләнгән. Қайтқан долқунниң фронти $A_2A$ вә $B_2B$ шолилириға перпендикуляр. Курушлар нәтиҗисидә $\Delta ABD$ вә $\Delta ACB$ тикбулуңлуқ үчбулуңлири елинди, улардики $\angle CAB$ булуңи чүшүш булуңиға, $\angle DBA$ булуңи қайтиш булуңиға тәң, көрситилгән булуңларниң тәрәплири өзара перпендикуляр. Үчбулуңлуқлардики $AD$ вә $CB$ тәрәплири тәң, сәвәви чүшкән вә қайтқан шолиларниң тарилиш илдамлиқлири охшаш, йоруқ бир муһитта тарилиду: $CB = AD = \upsilon t$, буниңдики $t$ – $B_1B$ шолиси $MN$ муһитниң чегарисиға йеқинлап, $A_1A$ шолисидин кәйиндә қалидиған вақит арилиғи.




***149-сүрәт.*** *Әвришим зәрричиниң қайтиши*




***150-сүрәт.*** *Тәкши долқунниң икки муһитниң чегарисида қайтиши*

**Әстә сақлаңлар!**

**Қайтиш қануни:**
Чүшүш булуңи қайтиш булуңиға тәң; $\angle\alpha = \angle\beta$
Чүшкән шола, қайтқан шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисидики чүшүш чекитидин турғузилған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

Қараштуриливатқан үчбулуңлиқлар тәң болғанлиқтин, $\alpha$ вә $\beta$ булуңлири тәң, шолилар бир тәкшиликтә ятиду, *йоруқниң қайтиш қануни* орунлиниду.

Долқунлуқ нәзәрийә асасида йоруқ немишкә келиң әйнәк бетидин қайтмайдиғанлиғини вә непиз металл фольгадин толуқ қайтидиғанлиғини чүшәндүрүшкә болиду. Әйнәк – бу диэлектрик, униңда әркин зарядләнгән зәрричиләр йоқ, у электромагнитлиқ долқунлар үчүн сүзүк. Металларда әркин

электронлар йоруқниң тәсиридин тәврәнмә һәрикәт ясайду, улар пәйда қилған мәйдан йоруқ долқунини қайтуриду.

## II. Қайтиш қануниниң қоллинилиши

Қайтиш қануни көплигән түзүлмиләр билән аттракционларда қоллинишқа егә болди.

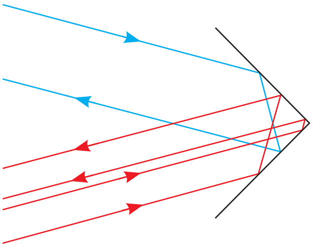
Транспортларда булуңлук қайтарғучи – катафот қоллинилиду, у әйнәк яки пластмассидин ясалған. Велосипедниң кәйнигә қизил, алдиға ақ, чақлириниң симлириға қизил қоңур катафот бәкитилиду. Йоруқ қайтурғучи йоруқ шолисини, бәткә чүшүш булуңиға бағлинишсиз, йоруқ мәнбәсигә қарап экси йөнәлдүриду. Улар билән барлиқ транспорт қурулғилири билән йолларниң хәтәрлик участкилири жабдуқлиниду. Европилиқ үлгидики йоруқ сигналлиқ әсваплар республикилиқ әһмийити бар «Алмута – Ташкәнт – Термез», Жамбул облусидики «Куюк даванини айлинип өтүш йолиниң» *(151-сүр)* йоллирида орунлаштурған. Әсваплар күн шолисидин зарядлинип, кәчтә йолларниң оқлуқ сизиқлирини йоруқландурип туриду. Сүнъий йоруқландуруш йоқ автомобиль йоллирида «Kazautozhol» йезиғи бар сигналлиқ столбилири орунлаштурилған.

***151-сүрәт.*** *Европилиқ үлгидики катафотлар билән сигналлиқ столбилар*

Йоруқ қайтарғучи материаллар мәхсус кийимләрни – от өчәргүчи, медицина, һәрбий вә башқа хизмәт түрлириниң хизмәтчилири үчүн костюмларни тикиштә пайдилинилиду. Йоруқ қайтарғучиниң икки түри бар: рәхт вә ПВХ асасида. Рәхт асасидики йоруқ қайтарғучиларни рәхтниң ишләш бетигә полимерлиқ клей арқилиқ йеқилидиған қайтарғучи алюминий

**1-тапшурма**

*152-сүрәтни қараштуриңлар*. Қайтурғучтики булуңниң қандақ мәнасида йоруқ шолиси мәнбәгә йөнилиду? Өзәңларниң тәклиплириңларни қурушлар арқилиқ испатлаңлар.



***152-сүрәт.*** *Булуңлуқ қайтишлардики шолиларниң тарилиш йоллири*

**2-тапшурма**

1. *153-сүрәтни* қараштуриңлар. Квартира, офис интерьерлирида непиз рулонлиқ әйнәкләрни пайдилинишниң артуқчилиқлирини атаңлар. Рулонлиқ әйнәк қандақ материалдин ясилиду?
2. Рулонлиқ әйнәкни қоллинишқа мисал кәлтүриңлар.

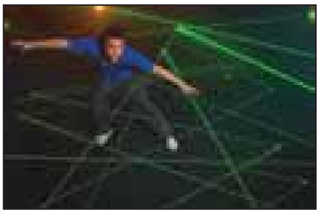
***153-сүрәт.*** *Интерьерда рулонлиқ әйнәкни қоллиниш*

қәвити бар әйнәк микрошарикларни пайдилинип чиқириду. ПВХ асасидки йоруқ қайтарғучилар микропирамидиларни пайдилиниш арқилиқ ясап чиқирилиду. Уларниң рәхт асасидики йоруқ қайтарғучиларға қариғанда сапаси жуқури болиду, сәвәви микропирамидилар пленкиниң ичидә орунлашқан.

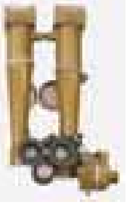
**3-тапшурма**

*154 а-д-сүрәтләрни қараштуриңлар*. Һәрбир әсвапниң (түзүлминиң, оптикилиқ системиниң) ишләш принципи чүшәндүриңлар. Қайтиш қанунлириниң турмушта, техникида вә тәбиәттә қоллинишиға мисал кәлтүриңлар.

*а) әйнәклик шар*



*ә) лазерлиқ лабиринт*



*б) перископ*

*в) калейдоскоп*

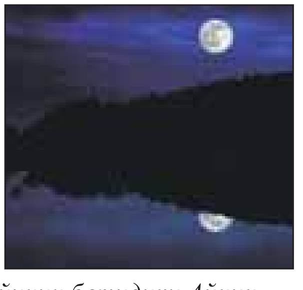
*г) әйнәклик лабиринт*

*д) стоматологниң әйниги*

***154-сүрәт.*** *Оптикилиқ әсваплар вә системилар*

**4-тапшурма**

Айниң дәриядики, көлдики көләңгүсини қараштуриңлар (*155-сүр*). Уларниң асасий пәриқлирини ениқлаңлар. Көрүнүшләр немишкә пәриқлиниду, чүшәндүрүңлар.



***155-сүрәт.*** *Дәрия вә көл сүйиниң бетидики Айниң көләңгүси*

**Жаваи қандақ?**

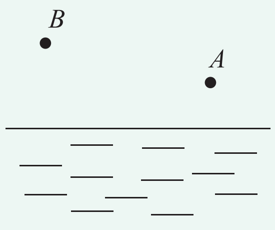
*Әгәр қирғақтин* жирақлисақ тәсвир қандақ өзгириду? Йеқинлисақчу? Қирғақ бойи билән қозғалғандичу?

## Тәкшүрүш соаллири

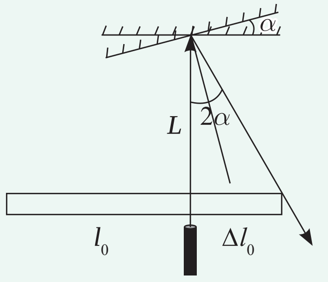
1. Гюйгенс принципини тәрипләңлар.
2. Йоруқниң қайтиш қанунининң мәнаси?
3. Йоруқниң қайтишининң практикилиқ қоллинишиға мисал кәлтүрүңлар.

## Көнүкмә 22

1. Қуруш арқилиқ *A* ламписидин *B* байқуғучигә йөнәлгән шолиниң су бетидин қайтиш чекитини ениқлаңлар *(156-сүр)*.
2. Күнниң упуқтин көрүнүш булуңи $\varphi = 30°$ . Қайтқан шолиларни: а) вертикаль жуқури; ә) вертикаль төвән йөнәлдүрүш үчүн тәкши әйнәкни упуққа қандақ булуң билән орунлаштуруш керәк?
3. Радиуси $R = 5$ м дүгләк бассейинниң ичигә су толтурилған. Бассейинниң мәркизидә су бетидин $h = 3$ м егизликтә лампа илинип туриду. Бойи $H = 1,8$ м адәм бассейин четидин қандақ максимал арилиқта судики лампиниң көләңкисини көрәләйду?
4. *157-сүрәтни қараштуриңлар*. Әйнәклик бәтниң бурулиш булуңининң вә әйнәк билән жисим арисидики арилиқниң бөлгүлүк мәнасида деформацияләнгән жисимниң узурушини һесаплаш формулисини ениқлаңлар




**156-сүрәт.** *22-көнүкминиң 1 һесавиға*




**157-сүрәт.** *Қайтарғучи бәтни қоллинип, кичик жисимларниң өлчәмлирини ениқлаңлар*

## Експериментал тапшурма

Икки қайтарғучи бәтләрни һәр түрлүк булуңлар билән орунлаштуруп, елинған сүрәтләр санининң булуңлуқ өзгиришигә бағлиқлиғини тәкшүрәңлар.

## Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Әйнәкләрниң ясилиш тарихи.
2. Архимед римлиқларниң кемисигә қандақ от қойғанлиғи тоғрилиқ ривайәт .
3. Иллюзионист вә әйнәк.

# § 23. Тәкши вә сферилиқ әйнәкләр

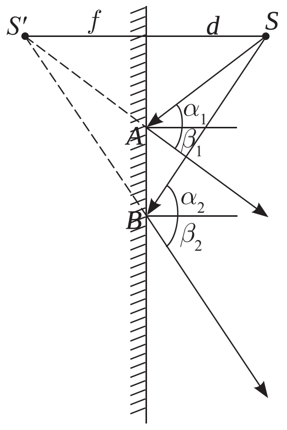
**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *сферилиқ әйнәктики шолиниң тарилиш йолини қуруш вә сферилиқ әйнәкниң формулилирини һесаплар чиқиришта қоллинишни үгинисиләр.*

**Әскә чүшириңлар!**

Әйнәклик йоруқ қайтарғучи тәкши бәтни тәкши әйнәк дәп атайду.




***158-сүрәт.*** *Тәкши әйнәктики чекитлик йоруқ мәнбәсиниң тәсвири*

**1-тапшурма**

Йоруқниң қайтиш қанунини қоллинип, тәкши әйнәктики тәсвир өлчәмлири жисим өлчәмлири билән бирдәк екәнлигини, әйнәктә әйнәк билән жисимниң арилиғиға тәң арилиқта орунлашқанлиғини испатлаңлар. Тәсвир хиялий, әйнәклик симметрияға егә *(156-сүр).*

## I. Тәкши әйнәк формулиси

*158-сүрәттә* елинған тәсвирләргә мувапиқ тәкши әйнәк формулисини язимиз:

$$d = -f, \qquad (1)$$

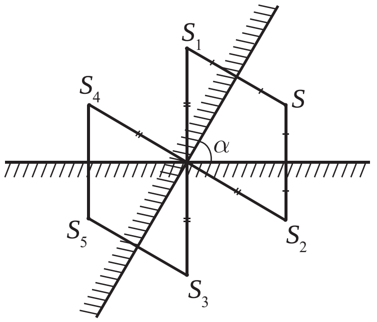
буниңдики $d$ – жисимдин әйнәккичә болған арилиқ; – әйнәктин тәсвиргичә болған арилиқ. Минус бәлгүси тәсвирниң хиялий екәнлигини билдүриду.

## II. Икки тәкши әйнәклардики тәсвир

Икки тәкши әйнәк ярдими билән бир нәччә тәсвир елишқа болиду, уларниң сани әйнәк қайтарғучи бәтләр арисидики $\alpha$ булуңи арқилиқ ениқлиниду. Қурушлар вақтида *биринчи әйнәктин елинған тәсвир иккинчи әйнәк үчүн жисим болидиғанлиғини вә әксинчә иккинчи әйнәктин елинған тәсвир биринчи әйнәк үчүн жисим болидиғанлиғини* естә сақлаш керәк. *Елинған ахирқи тәсвир икки әйнәкниң қайтарғучи бәтлириниң кәйнидә орунлишиду (159-сүр).* Тәсвирләр санини ениқлаш үчүн 360°-қа толуқ булуңни $\alpha$ булуңи бөлүдиған секторлар санидин бир санини (жисим орунлашқан сектор) азайтиш керәк :

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1. \qquad (2)$$

Мәсилән, $\alpha = 60^\circ$ болғанда әйнәкләрдики тәсвир сани: $n = \frac{360^\circ}{60^\circ} - 1 = 5$ .




***159-сүрәт*** *Икки әйнәк тәкшилигидики чекитлиқ йоруқ мәнбәсиниң тәсвири*

**2-тапшурма**

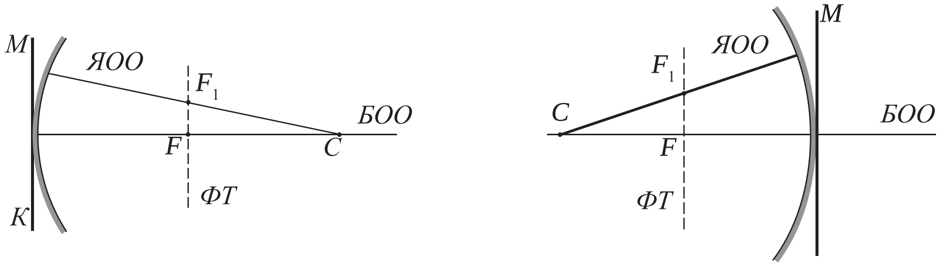
1. Қайтарғучи бәтләр арисидики булуң 30°, 45°, 90° болидиған әйнәкләрдики тәсвир санини ениқлаңлар.
2. 45° булуң үчүн қурушларни орунлаңлар.

## III. Сферилиқ әйнәкләр. Әйнәкләрниң асасий чекитлири билән сизиқлири

*Қайтарғучи бети сфериниң бир бөлүгини тәшкил қилидиған әйнәкләрни сферилиқ әйнәкләр дәп атайду.*

Әйнәкләрниң асасий чекитлири билән сизиқлири:     чекити – әйнәкниң чоққиси; $C$ чекити – әгирлик мәркизи; әйнәк чоққиси вә мәркизи арқилиқ өтүдиған түз сизиқ – баш оптикилиқ оқ (БОО); $F$ чекити әйнәк тәкшилигигә БОО-қа параллель чүшидиған шолилар жиғилған әйнәк фокуси *(160-сүр)*. Томпақ әйнәкниң фокуси хиялий, у әйнәк тәкшилигидә орунлашқан.

Сферилиқ әйнәк үчүн йәнә бир нәччә асасий чекитләр билән сизиқларни киргүзәйлуқ. Яндашма оптикилиқ оқ (ЯОО) – *әйнәкниң C әгирлик мәркизи арқилиқ өтүдиған түз сизиқ*. Қошумчә оптикилиқ оқ фокуси $F_1$ БОО билән фокаллиқ тәкшилик (ФТ) кийилишиш чекитидә орунлашқан. Мошу чекит арқилиқ БОО-қа параллель шолилар өтүду. Фокаллиқ тәкшилик – баш оптикилиқ оққа (БОО) перпендикуляр вә униң фокуси арқилиқ өтүдиған тәкшилик. МК – *сферилиқ әйнәкниң асасий тәкшилиги  – бу тәкшилик БОО-қа перпендикуляр вә әйнәкниң чоққиси арқилиқ өтүду.*

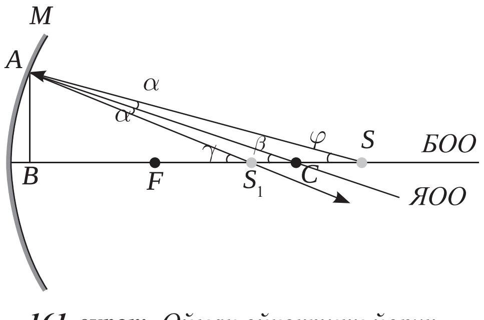



*а)*   *ә)*

***160-сүрәт.*** *Сферилиқ әйнәкниң асасий чекитлири билән сизиқлири: а) ойман; ә) томпақ*

## IV. Ойман сферилиқ әйнигиниң формулиси

Ойман сферилиқ әйнәкниң формулиси баш оптикилиқ оқ билән интайин аз булуңлар ясайдиған параксиальлиқ шолилар үчүн орунлиниду. Мундақ шәрттә фокаллиқ тәкшилик баш оптикилиқ оққа перпендикуляр. 161-сүрәттә $S$ йоруқ шолисиниң мәнбәси берилгән, у ойман әйнәк бетиниң $A$ чекитидин қайтиду. $M$ − $A$ чекитидики $AC$ радиусиға яки қошумчә оптикилиқ оққа перпендикуляр яндашма. Параксиальлиқ шолилар үчүн: $A \quad \approx AB$, демәк, әйнәктин җисимғичә болған арилиқ $d = \quad S \approx BS$, әйнәктин тәсвиргичә болған арилиқ $\quad = \quad S_1 \approx BS_1$, әгирлик радиуси $R = \quad C \approx BC$. $d$, вә $R$-ни қурушлар нәтиҗисидә елинған $\Delta ABS_1$, $\Delta ABC$ вә $\Delta ABS$ үчбулуңлириниң $AB$ катети арқилиқ ипадиләймиз:




***161-сүрәт.*** *Ойман әйнәктики йоруқ чиқиридиған чекитниң тәсвири*

$$f=\frac{AB}{tg\,\gamma};\quad R=\frac{AB}{tg\,\beta};\quad d=\frac{AB}{tg\,\varphi}. \qquad (3)$$

Үчбулуңларниң арисида бағлиниш орнитимиз. $\Delta S_1AC$ үчбулуңи үчүн $\gamma$ булуңи ташқи булуң болуп тепилиду, $\beta$ булуңи – $\Delta CAS$ үчбулуңи үчүн ташқи булуң, демәк:

$$\gamma=\alpha+\beta; \qquad (4)$$
$$\beta=\alpha+\varphi. \qquad (5)$$

(5) тәңлимисидин $\alpha$ ипадиләп, (4) тәңлимисигә қоюп алимиз:

$$\gamma=2\beta-\varphi \text{ яки } \varphi+\gamma=2\beta. \qquad (6)$$

Кичик булуңларниң тангенси радианлиқ өлчәмдики булуңларниң мәналириға тәң. (3) тәңлимисидин тангенсларни ипадиләп, (6) тәңлимигә қоюп, сферилиқ әйнәк үчүн төвәндики формулини алимиз:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{2}{R}. \qquad (7)$$

### Тапшурма 3

1. Әгирлик радиуси чәксизликкә интилғанда $R\to\infty$ тәкши әйнәкни (7) формула асасида сферилиқ әйнәк дәп һесаплап, $d=-f$ екәнлигини испатлаңлар.
2. (7) формулини қоллинип БОО-қа параллель шолилар әйнәк чоққисидин $f=\frac{R}{2}$ арилиқта қийилишидиғанлиғини испатлаңлар.

### 4-тапшурма

1. (9) тәңлимисидин әйнәк чоққисидин тәсвиргичә болған арилиқни ипадиләңлар.
2. Елинған ипадә асасида һаҗәт сөз тиркәлмилирини таллап, ойман сферилиқ әйнәк үчүн үч пикир қураштуруңлар:

| | | |
|---|---|---|
| $d<F$ *болғанда* | мәнаси ижабий | тәсвир йоқ |
| $d=F$ *болғанда* | мәнаси сәлбий | тәсвир һәқиқий |
| $d>F$ *болғанда* | мәнаси чәксизликкә интилғанда | тәсвир хиялий |

3. (9) тәңлимисидин әйнәк чоққисидин җисимғичә вә әйнәк фокусиғичә болған арилиқни ипадиләңлар.

### Җавави қандақ?

1. *Немишкә сферилиқ әйнәкниң фокуслиқ арилиғи әгирлик радиусиниң йеримиға тәң* $F=\frac{R}{2}$*?* (8)
2. *(7) формулидин сферилиқ әйнәк үчүн Гаусс тәңлимисини*
$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}. \qquad (9)$$
*қандақ алимиз?*

### 5-тапшурма

(10) формула асасида томпақ әйнәк үчүн тәсвирдин әйнәккичә болған арилиқ пәқәт сәлбий мәнаға егә екәнлигини испатлаңлар. Томпақ әйнәк пәқәт хиялий тәсвирни бериду.

### Нәзәр селиңлар!

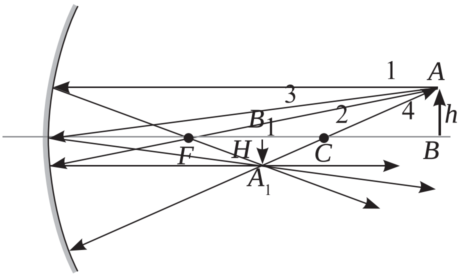
Фокуслиқ арилиқниң сәлбий мәнасини етиварға алсақ, томпақ әйнәк үчүн (9) формула төвәндики түргә келиду:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=-\frac{1}{F}. \qquad (10)$$

### Әскә чүшириңлар!

Әгәр қайтқан шолилар әмәс, уларниң давами қийилишидиған болса, тәсвир хиялий. Әгәр шолиларниң өзи қийилишидиған болса, җисим тәсвири һәқиқий болиду.

## V. Сферилиқ әйнәктә жисимниң тәсвирини қуруш



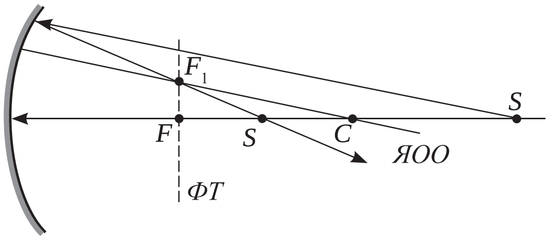

*162-сүрәт.* *Ойман әйнәктики шолиларниң тарилиш йоллири*

Сферилиқ әйнәктә тәсвир қуруш үчүн йоллири бәлгүлүк икки шолини қоллиниш йетәрлик *(162-сүр)*:

1) оптикилиқ оққа параллель шола қайтқандин кейин униң фокуси арқилиқ өтүду;
2) әйнәк фокуси арқилиқ өткән шола оптикилиқ оққа параллель қайтиду;
3) әйнәк чоққисидики чекиткә чүшидиған шола чүшиш булуңиға охшаш булуң билән қайтиду;
4) әйнәкниң әгирлик мәркизи арқилиқ өткән шола чүшүш сизиқлириниң бойи билән экси йөнилиштә қайтиду.

## VI. БОО-та орунлашқан чекитлик йоруқ мәнбәсиниң тәсвирини қуруш алгоритми

1. ЯОО жүргүзип, ФТ билән қийилишиш чекитидә жүргүзүлгән оқниң фокусини көрситиш *(163-сүр)*.
2. S йоруқ мәнбәсидин асасий әйнәк тәкшилигигичә ЯОО-қа параллель шола жүргүзүш. Қайтқан шолини ЯОО фокуси арқилиқ өткүзүш.
3. БОО бойида йөнәлгән шола билән қийилишиш чекитидә елинған S′ тәсвирини көрситиш.




*163-сүрәт.* *ЯОО-ни қоллинип тәсвир қуруш*

**6-тапшурма**

Томпақ әйнәкниң баш оптикилиқ оқида орунлашқан йоруқлинидиған чекитиниң тәсвирини селиңлар.

## VII. Сизиқлиқ йоғанлитиш

Жисимларниң сизиқлиқ өлчәмлириниң өзгиришини $\Delta AOB$ вә $\Delta A_1OB_1$ үчбулуңларниң охшашлиғидин һесаплашқа болиду *(162-сүр)*:

$$\Gamma = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}, \qquad (11)$$

буниңдики $H$ – тәсвирниң егизлиги; $h$ – жисимниң егизлиги; $f$ – тәсвирниң әйнәк чоққисиғичә арилиқ; $d$ – жисимниң әйнәк чоққисиғичә арилиқ; $\Gamma$ – йоғанлитиш.

**Тәсвир егизлигиниң жисим егизлигигә болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдарни әйнәкниң сизиқлиқ йоғанлитиши дәп атайду**

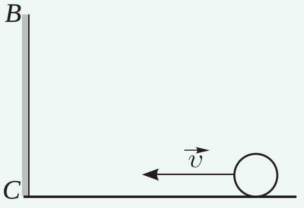
*Әгәр $Г > 1$, у чағда җисим тәсвириниң өлчәмлири йоғанлайду; әгәр $Г < 1$ − кичикләйду.*

Шолилар қайтиду, демәк, әгәр *162-сүрәттә* $A_1B_1$ кесиндисини җисим дәп қараштурсақ, у чағда $AB$ кесиндиси җисимниң тәсвири болиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Тәкши әйнәктики җисим тәсвирини характерләңлар.
2. Қандақ әйнәкләрни сферилиқ әйнәкләр дәп атайду?
3. Сферилиқ әйнәктә тәсвирни қурушта қоллинилидиған шолиларни атаңлар.
4. Ойман вә томпақ әйнәклири қандақ тәсвир түрлирини бериду?
5. Әйнәкниң йоғанлитиши немини көрситиду?

## Көнүкмә 23




***164-сүрәт.*** *23-көнүкминиң 1-һесавиға*

1. $BC$ әйнигигә қарап доп $v = 1{,}5$ м/сек илдамлиқ билән һәрикәтлиниду *(164-сүр)*. Допниң тәсвири әйнәккә, допқа қандақ илдамлиқ билән йеқинлайду?
2. Әгирлик радиуси $R = 0{,}9$ м ойман сферилиқ әйнәктин $d = 2{,}8$ м арилиғидики баш оптикилиқ оқта чекитлик йоруқ мәнбәси орунлашқан. Әйнәктин мошу йоруқ мәнбәсиниң тәсвиригичә болған ариliқни ениқлаңлар.
3. Әгирлик радиуси $R = 80$ см ойман сферилиқ әйнәк җисимниң һәқиқий тәсвирини әйнәктин $f = 80$ см ариliқта бериду. Җисим билән әйнәкниң арилиғини ениқлаңлар.

4*. Җисим ойман сферилиқ әйнәкниң алдида униң баш оптикилиқ оқиға перпендикуляр орунлашқан. Җисимниң һәқиқий тәсвириниң сизиқлиқ өлчәмлириниң җисимниң өлчимигә болған нисбити $Г_1 = 1{,}5$. Җисимни әйнәктин $l$ 16 см арилиққа жирақлатқандин кейин, җисим билән тәсвир өлчәмлириниң нисбити $Г_2 = 0{,}5$ болди. Әйнәкниң әгирлик радиусини ениқлаңлар.

# § 24. Йоруқниң сунуш қануни. Толуқ ички қайтиши

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

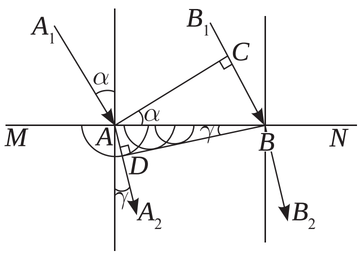
- *Гюйгенс принципиниң ярдими билән йоруқниң сунуш қанунини чүшәндүрүшни;*
- *йоруқ сигналлирини таритишта оптоталчиқлиқ технологияләрниң артуқчилиқлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Әскә чүшириңлар!**

Абсолют сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң вакуумда тарилиш илдамлиғи берилгән муһитта тарилиш илдамлиғидин нәччә һәссә артуқ екәнлигини көрситидиған физикилиқ миқдар:

$$n = \frac{c}{\upsilon}, \quad (2)$$

$n$ – муһитниң абсолют сунуш көрсәткүчиси, $c$ – вакуумдики йоруқ илдамлиғи, $\upsilon$ – муһиттики йоруқ илдамлиғи. Оптикилиқ зичлиғи төвән муһитта абсолют сунуш көрсәткүчисиму төвән болиду.




***165-сүрәт.** Тәкши долқунниң икки муһитниң чегарисида сунуши*

## I. Долқунлуқ нәзәрийә турғусидин йоруқниң сунуш қануни

Йоруқниң сунуш қанунини XVII әсирниң бешида голландиялик математик В. Снеллиус тәҗрибә йүзидә ачти.

> **Абсолют сунуш көрсәткүчисиниң чүшүш булуңиниң синусиға көпәйтиндиси турақлиқ миқдар болуп қалиду, у йоруқ бир муһиттин иккинчи муһитқа өткәндә өзгәрмәйдиған «оптикилиқ инвариант».**

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\gamma, \quad (1)$$

бунидики $n_1, n_2$ – муһитларниң абсолют көрсәткүчлири, $\alpha$ – чүшүш булуңи, $\gamma$ – сунуш булуңи.

Тәкши долқунниң $\grave{A}_1\,\grave{A}$ вә $\hat{A}_1\,\hat{A}$ икки шолисиниң $MN$ икки муһитниң чегарисида сунушини Гюйгенс принципиниң асасида қараштулайлуқ *(165-сүр)*. $\grave{A}_1\,\grave{A}$ шолиси $MN$ муһитниң чегарисиға йәткән вақтидики чүшкән долқун фронти сүрәттә $AC$ кесиндиси билән берилгән. Иккинчи муһитниң сунуш көрсәткүчиси биринчи муһитқа қариғанда көп $n_2 > n_1$. $B_1B$ шолиси $MN$ чегарисиға чүшкән вақитта иккинчи муһитта пәйда болған иккиләмчи долқун фронти $DB$ кесиндиси билән берилгән. Қуруш нәтиҗисидә $AB$ тәрәплири умумий $\Delta ACB$ вә $\Delta ABD$ тик булуңлуқ үчбулуңлири елинди. Үчбулуңларда $\angle CAB$ булуңи $\alpha$ чүшүш булуңиға, $\angle ABD$ булуңи $\gamma$ сунуш булуңиға тәң. $AB$ тәрипини шолилар бирдәк вақит арилиғида жүрип өткән $AD$ вә $CB$ кесиндилири арқилиқ ипадиләп, алимиз:

$$AB = \frac{CB}{\sin\alpha} = \frac{\upsilon_1 t}{\sin\alpha}, \quad (3)$$

$$AB = \frac{AD}{\sin\gamma} = \frac{\upsilon_2 t}{\sin\gamma}. \quad (4)$$

(3) вә (4) формулилиридин $\frac{\upsilon_1}{\sin\alpha} = \frac{\upsilon_2}{\sin\gamma}$

яки
$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}. \quad (5)$$

келип чиқиду.

Муһитлардики йоруқ илдамлиқлирини абсолют сунуш көрсәткүчиси арқилиқ ипадиләймиз:

$$\upsilon_1 = \frac{c}{n_1}, \quad \upsilon_2 = \frac{c}{n_2}. \qquad (6)$$

(6) формулини (5) формулиға қоюп алимиз:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{\ddot{\imath}_2}{\ddot{\imath}_1} \qquad (7)$$

яки

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\gamma. \qquad (8)$$

**Әстә сақлаңлар!**

Йоруқниң сунуш қануни.

Икки муһит үчүн чүшүш булуңиниң синусиниң сунуш булуңиниң синусиға нисбити турақлиқ миқдар. У иккинчи муһитниң биринчи муһитқа нисбәттән нисбий сунуш көрсәткүчисигә тәң.

Чүшкән шола, сунған шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисидики чүшүш чекитидә турғузулған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

**Әскә чүшириңлар!**

Нисбий сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң биринчи муһиттики тарилиш илдамлиғи иккинчи муһиттики тарилиш илдамлиғиға қариғанда нәччә һәссә артуқ екәнлигини көрситидиған физикилиқ миқдар.

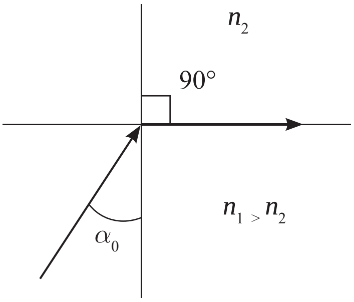
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}. \qquad (9)$$

(7) тәңлимидә абсолют сунуш көрсәткүчилириниң нисбитини нисбий сунуш көрсәткүчиси билән алмаштуримиз:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n_{21}. \qquad (10)$$

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә күнниң иссиқ вақтида машина жүргүзгүчилири қизған асфальтта йеқинлиғанда жүтип кетидиған «көлчәкләрни» көриду?*
2. *Немишкә үзгүчи өзиниң йенидики су астини көрәләйду, қандақту бир жирақлиқтики су астини көрәлмәйду?*




***166-сүрәт.** Йоруқниң толуқ қайтиши*

**Әскә чүшириңлар!**

**Йоруқниң толуқ ички қайтиши**

Әгәр йоруқ шолиси оптикилиқ зичлиғи жуқарқи муһиттин зичлиғи төвән муһитқа йөнәлсә, у чағад сунуш булуңи чүшүш булуңидин чоң. 90° тәң сунуш булуңиниң әң көп мәнасиға $\alpha_0$ чүшүш булуңи мувапиқ келиду, у толуқ ички қайтишниң чәклик булуңи дәп аталған.

Шола муһитларниң чегарисиға толуқ ички қайтишниң чәклик булуңидин көп булуңи билән чүшкәндә $\alpha > \alpha_0$, сунған шола йоқайду, йоруқниң толуқ қайтиши орунлиниду *(166-сүр)*.

Чәклик булуңи үчүн сунуш қанунини төвәндики түргә келиду:

$$\frac{\sin\alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}. \qquad (11)$$

Елинған тәңликтин, толуқ ички қайтишниң чәклик булуңи иккинчи муһит вакуум яки һава болған шараитта муһитниң сунуш көрсәткүчиси билән ениқлинидиғини келип чиқиду:

$$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n_1}. \qquad (12)$$

Гюйгенснић долқунлуқ нәзәрийәсиниң асасида Снеллиуснин сунуш қануни елинған.

## II. Йоруқ сигналлирини таритишта оптоталчиқлиқ технологиялириниң артуқчилиқлири

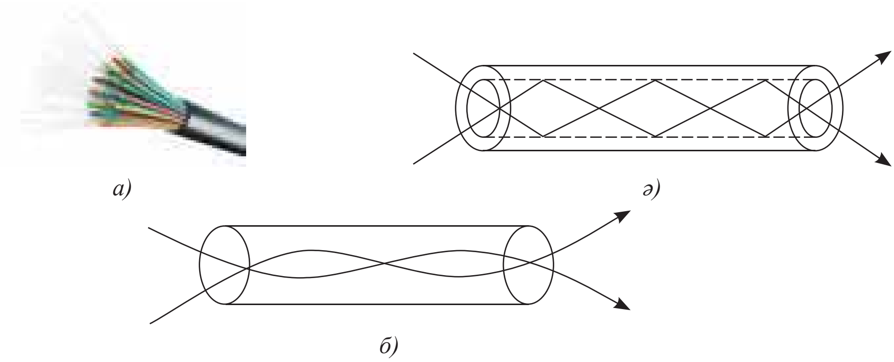
Икки чекит арисида әхбарат таритишниң аддий оптоталчиқлиқ системиси үч асасий элементлиридин туриду: оптикилиқ таратқучи, оптоталчиқлиқ кабель вә оптикилиқ қобул қилғучи.

*Оптикилиқ таратқучи* электр сигналини оптоталчиқ арқилиқ тарилишқа беғишланған модульланған йоруқ еқимиға айландуриду. Йоруқ мәнбәси ретидә йоруқ диодлар билән йерим өткәзгүчлик лазерлар қоллинилиду. Шола чиқириш долқунининң узунлуғи талчиқ материалиниң максимал сүзүклигини вә фотодиодларниң жуқарқи сәзгүчлүги етиварға елип талланған. Оптикилиқ таратқучилар долқун узунлуғи 850, 1300 вә 1550 нм болған инфрақизил шолилириниң диапазонида иш ишләйду.

*Оптикилиқ қобул қилғучи* йоруқ сигналини дәсләпки электр сигналиниң көчәрмисигә түрләндүриду. Оптикилиқ қобул қилғучиниң сәзгүч элементи ретидә фотодиод қоллиниду.

Йоруқ өткәзгүч (оптоталчиқлиқ кабель) – йоруқниң бәлгүлүк бир йөнилиши бойичә тарилишини тәминләйдиған йепиқ түзүлмә.

*Оптоталчиқлиқ кабель* сунуш көрсәткүчлири радиус бойи билән пәйдин-пәй яки аста өзгиридиған бир яки бир нәччә әйнәк талчиқлиридин туриду *(167 а-сүр)*. Сунуш көрсәткүчисиниң пәйдин-пәй профильлиқ талчиғи сердцевинидин туриду, сердцевина сунуш көрсәткүчиси интайин төвән әйнәк қәвәт билән оралған, оптикилиқ чиқими төвән әйнәктин ясалған *(167 ә-сүр)*. Аста профильлиқ оптоталчиқ пәқәт бир сорттики әйнәктин туриду, бирақ у униң сунуш көрсәткүчиси талчиқ мәркизидин бетигә қарап асту азийдиғандәк болуп ясалған. Мундақ йоруқ өткәзгүчи униңда тарилидиған йоруқни мәркәзгә қарап чәтнитиду *(167 б-сүр)*.




***167-сүрәт.** Оптоталчиқ арқилиқ йоруқниң тарилиши: а) Оптоталчиқлиқ кабель ә) Сунуш көрсәткүчисиниң пәйдин-пәй профили б) сунуш көрсәткүчисиниң силиқ өзгириш профили*

Талчиқ саниға бағлиқ кабельларни бир талчиқлиқ, көп талчиқлиқ вә көп *модалиқ* дәп бөлүду. Көп модалиқ кабель йоруқ долқунлириниң мода дәп атилидиған бир нәччә йоллири бойичә тарилишиға мүмкинчилик бериду.

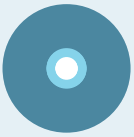
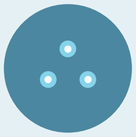
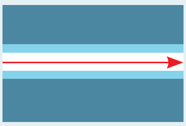
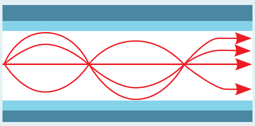
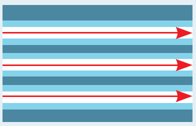
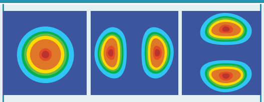
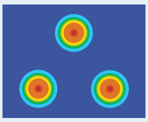
Көп модалиқ талчиқларда һәр бир йоруқ долқуни өз булуңлири билән тарилиду. Долқунлар қәвәттин һәр түрлүк қайтип қобул қилғучиға һәр түрлүк вақитта чүшиду.

Бир көп модалиқ кабельда тәхминән 80–100 мод болуши мүмкин. Көп талчиқлиқ кабельларда 8 мкм-дин 10 мкм-ғичә болидиған диаметрлирдики бир нәччә айрим талчиқларни қоллинишқа болиду. Көп модалиқ вә көп талчиқлиқ кабельлар бир талчиқлиқ кабель билән селиштурғанда, тәхминән 2 метрдәк аз ариliқларда жуқарқи өткәзгүчлик қабилийәткә егә. Бир талчиқлиқ кабельлар көпинчә узақ жирақлиқларда орунлашқан чоң телекоммуникациялик системилирида қоллиниду.

*Оптикилиқ кабельларниң аддий симлар билән кабельларға қариғанда бир қатар артуқчилиқлири бар:*

– көп мөлчәрдики әхбаратни жуқарқи илдамлиқ билән таритиду;
– өткәзгүчлүк қабилийити бирдәк мис симлириға қариғанда инчик вә йеник;
– сиртқи тәсирләрдин зәхимләнмәйду (чақмақ разрядлириниму қараштурғанда);
– коррозияни пәйда қилидиған агрессивлиқ химиялик маддилар билән тәсирләшмәйду;
– электр токини өткәзмәйду, жуқарқи вольтлиқ электр әсваплири билән бағлиништа болалайду, жөндәш ишлири вақтида электр токи урушиниң хәтәрлиги йоқ;
– өзиниң әтрапида электромагнитлиқ шолиларни чиқармайду;
– тарилиштики әхбаратниң бехәтәрлигини тәминләйду, кабельға рухсәтсиз қошулишни ениқлаш оңай.

***10-жәдвал.*** *Оптикилиқ кабельларниң түрлири*

| Бир талчиқлиқ, диаметри 125 мкм | Көп модалиқ, диаметри 125 мкм | Көп талчиқлиқ, диаметри 125 мкм |
|---|---|---|
|  | |  |
| Оптоталчиқлиқ кабельларда сигналларниң тарилиши | | |
|  |  |  |
| Елинған сигналниң сапаси | | |
| |  |  |

**Жавави қандақ?**

1. *Оптикилиқ талчиқниң ишләш принципи қандақ һадисигә асасланған?*
2. *Уларни қандақ материаллардин ишләп чиқириду?*
3. *Немишкә оптикилиқ талчиқни жүргүзгәндә қаттиқ егилишини болдурмас керәк (егилиш радиуси 2,5 см-дин кам болмас керәк)?*

**Бу қизиқ!**

Һазирқи вақитта узақ ариliқларға мәлуматларни таритишқа мүмкинчилик беридиған өткәзгүчлик қабилийити 100 Гбит/сек оптоталчиқлиқ кабельлар қоллинилиду. WDM каналлириниң спектрлиқ зичланған оптоталчиқлиқ кабельниң максимал өткәзгүчлик қабилийәтлиги 9,6 Тбит/сек йетиду, у мәлуматларни бир вақитта 96 каналға таритиш қабилийитигә егә.

**Тапшурма**

«Оптикилиқ кабельларниң түрлири» жәдвалини қараштуруңлар. Уларниң түзүлишидики, йоруқ сигналиниң өтүшидики, елинған сигналниң түри билән сапасидики асасий пәриқлирини атаңлар. Қайси кабель әхбаратни көпирәк өзгәртиду?

### Тәкшүрүш соаллири

1. Йоруқниң сунуш қанунининң мәнаси немидә?
2. Абсолют сунуш көрсәткүчиси дегинимиз немә? Нисбий сунуш көрсәткүчиси дегинимиз немә?
3. Қандақ шараитләрдә йоруқниң толуқ ички қайтиши орунлиниду? Бу һадисә қандақ қоллинишқа егә болди?
4. Йоруқ сигналлирини таритишта оптоталчиқлиқ технологиялириниң артуқчилиқлири?

### Көнүкмә 24

1*. Әйнәк бетигә чүшкән йоруқ шолисиниң чүшүш булуңини ениқлаңлар. Сунуш булуңи чүшүш булуңидин $\varphi = 17{,}2°$ көп. Әйнәкниң сунуш көрсәткүчиси $n = 1{,}7$.
2. Қайтқан шола сунған шолиға перпендикуляр болуши үчүн йоруқ шолиси әйнәккә қандақ булуң билән чүшиши керәк? Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини 1,73 тәң дәп елиңлар.
3. Дәрияниң астидики ташни адәм уни таяқ билән иштириш үчүн таяқни горизонтқа $\varphi = 20°$ булуң ясап тутиду. Әгәр дәрияниң чоңқурлиғи $h = 50$ см болса, таяқ таштин қандақ арилиқта дәрияниң астиға санчилиду?
4*. Әгәр водолаз дәриядин $S = 15$ м вә униңдин көп арилиқта орунлашқан дәрияниң горизонталь астиниң су бетидин қайтқан бөләклирини көрәләйдиған болса, у су астида қандақ чоңқурлиқта үзүп жүриду? Водолазниң бойи $h = 1{,}5$ м.

### Экспериментал тапшурма

Аквариумда көтүрүливатқан һава көвүкчилирини байқаңлар (*168-сүр*). Қандақ жағдайда көвүкчиләрниң бети әйнәклик болиду? Мошу жағдайда қандақ һадисини байқап турисиләр? (Су қуюлған стакан билән һава пүвдәйдиған нәйчисини қоллинип, һава көвүкчилирини пәйда қилишқа болиду).

***168-сүрәт.*** *Аквариумда ләйләп чиққан һава көвүкчилири*

### Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Әхбаратни таритишниң оптикилиқ системилиридики йоруқ сигналиниң модуляциясиниң түри.
2. Оптикилиқ алақә системилири арқилиқ 5G лайиһәсини әмәлгә ашуриш.

# § 25. Линзилар системисида тəсвирлəрни қуруш. Непиз линза формулиси

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Линзилар системисида шолиниң тарилиш йолини қурушни;*
- *Һәр түрлүк радиустики икки сферилиқ бәттин туридиған непиз линзиниң формулисини һесаплар чиқиришта қоллинишни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

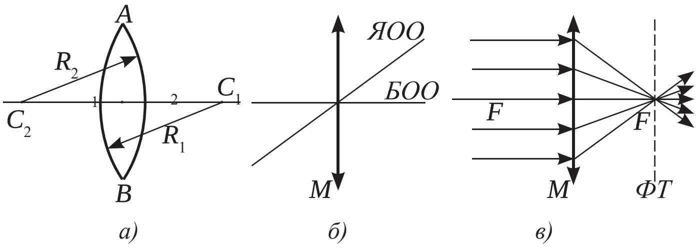
*169, 170*-сүрәтләрдики линзиларниң асасий чекитлири билән сизиқлирини көрситиңлар вә уларға ениқлима бериңлар.

**Нәзәр селиңлар!**

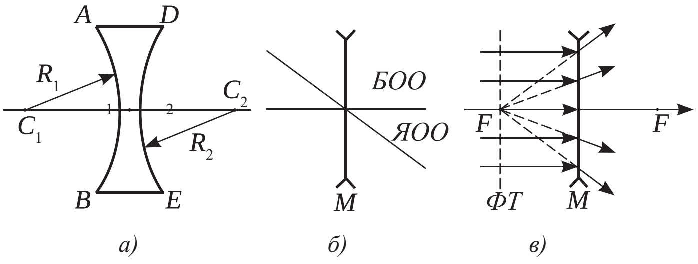
Әгәр линзиниң сунуш көрсәткүчиси муһитниң сунуш көрсәткүчисидин көп болса, у чағда томпақ линзилар өзлиригә чүшкән шолини жиғиду, ойман линзилар чачиду.

## I. Жиққучи вә чачқучи линзилар

Линза – икки тәрипидин $A_1B$ вә $A_2B$ *(169 а-сүр)*; $A_1B$ вә $D_2E$ *(170 а-сүр)* сферилиқ тәкшиликләр билән чәкләнгән сүзүк жисим. Бәтләрниң бири тәкши болуши мүмкин, уни радиуси чоң сферилиқ бәт ретидә қараштурушқа болиду.




***169-сүрәт.*** *Қош томпақ линзиниң асасий чекитлири билән сизиқлири*



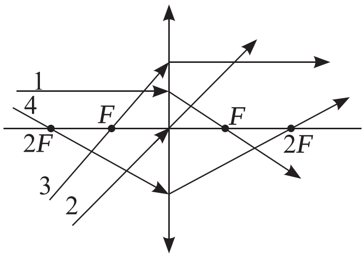

***170-сүрәт.*** *Қош ойман линзиниң асасий чекитлири билән сизиқлири*

## II. Жиққучи вә чачқучи линзилардики шолиларниң тарилиш йоллири

1-шола баш оптикилиқ оққа параллель, линзиниң кәйнидики фокуси арқилиқ өтүду *(171-сүр)*;

2-шола линзиниң мәркизи арқилиқ өтүду вә сунмайду *(171-сүр)*;

3-шола линзиниң алдиңқи фокуси арқилиқ өтүду, баш оптикилиқ оққа параллель болиду *(171-сүр)*;




***171-сүрәт.*** *Жиққучи линзидики шолиларниң тарилиш йоли*

**Жавави қандақ?**

*Әгәр линза маддисиниң сунуш көрсәткүчиси қоршиған муһитниң сунуш көрсәткүчисидин аз болса, у чағда чүшидиған шолиларға линзиниң тәсири қандақ өзгириду?*

4-шола сферилиқ бәтләрниң бириниң әгирлик мәркизи арқилиқ өтүдиған шола, башқа бәтниңму әгирлик мәркизи арқилиқ өтүду *(171-сурәт)*.

### 2-тапшурма

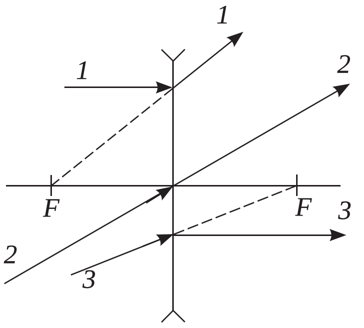
*171 вә 172*-сүрәтләрни қараштуриңлар.
172-сүрәттә тәсвирләнгән шолиларниң йөнилишлирини характерләңлар.
Жиққучи линзидики шолиларниң тарилиш йоли билән селиштуруңлар. Шолиларниң тарилиш йоллиридики охшашлиқ билән пәриқләрни көрситиңлар.
Чачқучи линза үчүн 4-шолисиниң тарилиш йолини тәсвирләңлар.

### 3-тапшурма

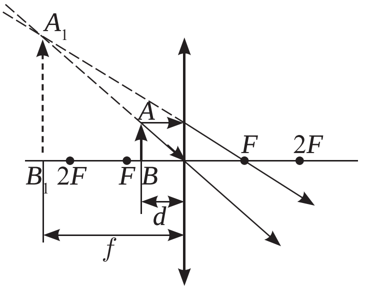
1. Жиққучи линзида тәсвирни қуруш алгоритмини қураштуруңлар *(173-сүр).*
2. Жисимни $d < F$, $F < d < 2F$, $d > 2F$ ариliқлирида вә $d = F$, $d = 2F$ чекитлиридә орунлаштуруп тәсвир қуруңлар.
3. Елинған тәсвирни характерләңлар (хиялий яки һәқиқий, түз яки ағдурилған, йоғанлитилған вә кичиклитилгән).
4. Тәсвир орунлашқан интервални (ЯОО-тики чекитни) көрситиңлар.
5. Елинған тәсвирләрни мошу шәртләрдә ойман сферилиқ әйнәктики тәсвирләр билән селиштуруңлар.

### 4-тапшурма

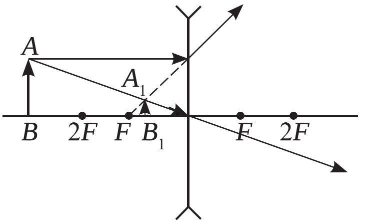
1. Тәсвир өлчиминиң жисимниң чачқучи линзиниң оптикилиқ мәркәзгичә болған ариликқа бағлиқлиғини тәкшүрәңлар *(174-сүр).*
2. Барлиқ тәсвирләр хиялий, түз, кичиклитилгән вә 0F интервалида орунлашқанлиғиға көз йәткүзиңлар.
3. Томпақ сферилиқ әйнәктики тәсвирләр билән селиштуруңлар.




***172-сүрәт.*** *Чачқучи линзидики шолиларниң тарилиш йоли*




***173-сүрәт.*** *Жиққучи линзида тәсвир қуруш*




***174-сүрәт*** . *Чачқучи линзида тәсвир қуруш*

### Нәзәр селиңлар!

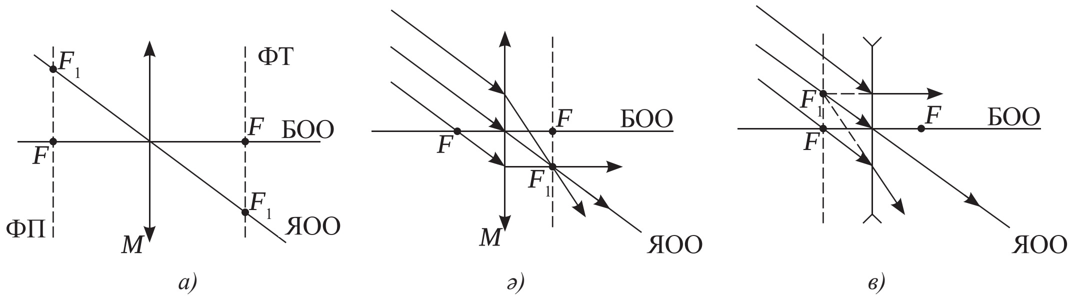
Әйнәк қайтқан шолиларда, линза болса өтүдиған шолиларда тәсвир бериду.

## III. Қошумчә оқлар. Қошумчә оқларни коллинип шолилар қуруш

$F_1$ қошумчә оптикилиқ оқларниң фокуслири фокаллиқ тәкшиликтә ятиду вә ЯОО-ниң ФТ билән қийлишиш чекитидә орунлашқан *(175 а-сүр)*. *Жиққучи линзиға чүшидиған шолилар қошумчә оққа параллель вә ЯОО фокуси арқилиқ өтүду (175 ә-сүр).* Чачқучи линзиниң қошумчә оқ фокусида шолиларниң давами қийилишиду *(175 в-сүр).*

### 5-тапшурма

Чачқучи линзиниң баш оқида орунлашқан йоруқ чиқиридиған чекитниң тәсвирини селиңлар.



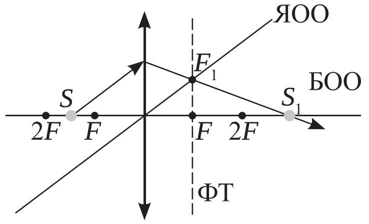

***175-сүрәт.*** *Қошумчә оптикилиқ оққа параллель шолиларниң тарилиш йоли: а) Қошумчә оптикилиқ оқниң фокуси; ә) жиққучи линзида; в) чачқучи линзида*

Жисим баш оптикилиқ оқта орунлашқан чекитлик йоруқ мәнбәси болған шараиттa, тәсвир селиш үчүн қошумчә оқни қоллиниду. *176-сүрәттә* $F < d < 2F$ шәртидики шолиларниң тарилиш йоли тәсвирләнгән, ЯОО-қа параллель шола вә линзиниң *O* мәркизи арқилиқ өтүдиған шола пайдиланған.

*Елинған тәсвир һәқиқий, линзиниң кәйнидики икки фокустин кейин орунлашқан.*

### Әстә сақлаңлар!

Қошумчә оқни линзиға әркин булуң ясап чүшидиған шолилар үчүн киргүзүш керәк. У чүшкән шолиға параллель жүргүзүлиду. Бу шараиттa сунған шола жиққучи линзиниң қошумчә оқиниң кәйнидики фокуси арқилиқ өтүду (*176-сүр*). Чачқучи линза үчүн сунған шолини униң давами қошумчә оқниң алдидики фокуси арқилиқ өтүдиғандәк қилип жүргүзиш керәк.



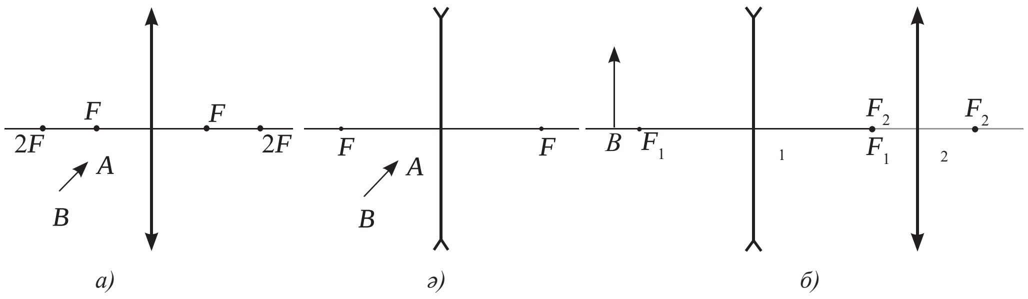

***176-сүрәт.*** *Қошумчә оқини қоллинип тәсвир қуруш*

### 6-тапшурма

1. Чачқучи вә жиққучи линзиларға әркин булуң ясап чүшкән шолиларни қоллинип, жисимниң тәсвирини қуруңлар *(177 а, ә-сүр)*.
2. АВ жисимини линзилар системисида икки усул билән қуруңлар *(177 б-сүр)*:

а) ЯОО қоллинип;

ә) иккинчи линза үчүн биринчи линзидин елинған тәсвир жисим болиду дәп һесаплаңлар.




***177-сүрәт.*** *6-тапшурмиға*

## IV. Непиз линза формулиси. Линзиниң оптикилиқ күчи. Линзиларниң йоғанлитиши

Непиз лиза формулиси силәргә 8-синип физика курсидин мәлум:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}. \qquad (1)$$

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=D. \qquad (2)$$

буниңдики $D$ – линзиниң оптикилиқ күчи.

Жиққучи линза үчүн линза фокуси иҗабий $F > 0$, чачқучи линза үчүн сәлбий $F < 0$.

**Тәсвир егизлигиниң җисим егизлигигә болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдарни линзиниң йоғанлитиши дәп атайду**

$$Г=\frac{H}{h}. \qquad (3)$$

$$\frac{H}{h}=\frac{f}{d}, \quad Г=\frac{f}{d}. \qquad (4)$$

*Әгәр җисим тәсвири йоғанлитилған болса, у чағда йоғанлитиш бирдин чоң* $Г > 1$, *әгәр тәсвир кичиклитилгән болса, у чағда* $Г < 1$.

***Линзиниң оптикилиқ күчи*** **– линзиниң фокуслиқ арилиғиниң экси миқдариға тәң физикилиқ миқдар.**

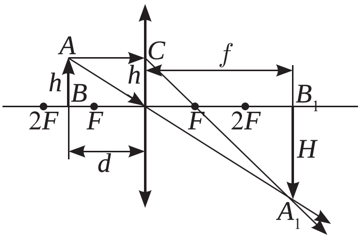
$$D=\frac{1}{F}. \qquad (5)$$

Оптикилиқ күчни диоптрия билән өлчәйду:

$[D]$ = 1 дптр = 1 $м^{-1}$.

### 7-тапшурма

178-сүрәтни қараштуриңлар. h, H, d, f, F һәрипләр билән бәлгүләнгән миқдарларға еникләмә бериңлар. Охшаш үчбулуңлуқларни көрситиңлар, улар қайси бәлгүлири бойичә охшаш екәнлигини ениқлаңлар.




***178-сүрәт.*** *Жиққучи линзида шола қуруш вақтида кесиндиләрни бәлгүләш*

### Әстә сақлаңлар!

Һәқиқий җисим үчүн $d > 0$, хиялий җисим үчүн $d < 0$. Әгәр һесаплашлар нәтиҗисидә $f > 0$ елинса, у чағда тәсвир һәқиқий. Әгәр $f < 0$ елинса, у чағда тәсвир хиялий

### Җавави қандақ?

*Немишкә чачқучи линза формулисида фокуслиқ арилиқ алдида «минус» бәлгүси қойилиду?*

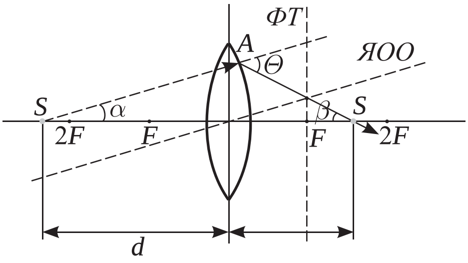
## V. Линзиниң сунуш хусусийәтлири сунуш көрсәткүчиси билән линзиниң әгирлик радиусиға бағлиқлиғи

Баш оптикилиқ оқта орунлашқан чекитлик мәнбәдин чиқидиған шолиларниң тарилиш йолини қараштурайлуқ *(179-сүр)*. Шолиниң $\theta$ чәтнәш булуңи $\Delta SAS_1$ үчбулуңиниң ташқи булуңи болуп тепилиду, у өзи билән айкаш ятмайдиған ички булуңларниң қошундисиға тәң:

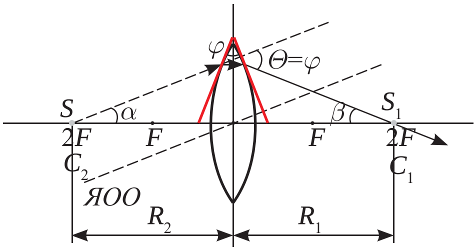
$$\theta=\alpha+\beta. \qquad (6)$$

Параксиаллиқ шолилар үчүн булуңлар аз мәналарға егә, радианлиқ өлчәмдә улар булуңларниң тангенслириға тәң:

$$\theta=\mathrm{tg}\,\alpha+\mathrm{tg}\,\beta=\frac{AO}{d}+\frac{AO}{f}. \qquad (7)$$




***179-сүрәт.*** *Жиққучи линзида сунған шолиниң чәтнәш булуңи*




***180-сүрәт.*** *Линзиниң әгирлик мәркизи арқилиқ өткән шолиниң тарилиш йоли*

Мәнбәни линзиниң әгирлик мәркизи болуп тепилидиған $2F$ чекитигә орунлаштурайлуқ, у чағда сунуш чекитидә шола сферилиқ бәтниң яндашмисиға перпендикуляр болиду *(180-сүр)*. Яндашмиларниң қийилишиши нәтижисидә пәйда болған булуңни $\varphi$ билән бәлгүләнгән, линзини непиз призма ретидә қараштуримиз. Шолиниң чәтнәш булуңи призминиң сунуш булуңиға тәң, сәвәви булуңларниң тәрәплири өз ара перпендикуляр. Җисимдин вә тәсвирдин линзиғичә болған арилиқ бәтниң әгирлик радиуслириға тәң. Булуңларниң бағлиниши (6) төвәндикичә йезилиду:

$$\varphi = \operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta = \frac{AO}{R_2} + \frac{AO}{R_1}. \qquad (8)$$

(7) вә (8) формулилирини непиз призма формулисиға (9) қоюп, алимиз:

$$\frac{AO}{d} + \frac{AO}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{AO}{R_2} + \frac{AO}{R_1}\right).$$

АО-ға қисқартип, алимиз

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right) \qquad (10)$$

яки

$$D = (n_{21} - 1)\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right). \qquad (11)$$

Елинған (10), (11) ипадиләр *непиз линзиниң формулилири* болуп тепилиду.

*Линза маддисиниң нисбий сунуш көрсәткүчиси қанчилик көп болса вә сферилиқ бәтләрниң әгирлик радиуси аз болса, линзиниң оптикилиқ күчиму шунчилик көп.*

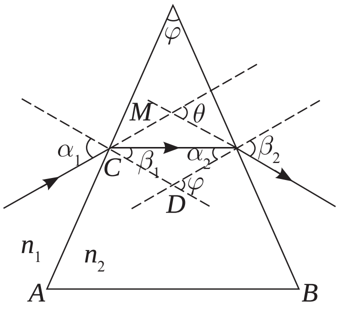
*$n_{21} < 1$ болғанда қош томпақ линза шолиларни чачиду, мошу шәрттә униң оптикилиқ күчи сәлбий мәнаға егә болиду.*

**Муһим әхбарат**

Призмиға чүшидиған йоруқ шолиси ОА вә ОВ қирлирини өткәндә икки рәт суниду. Әгәр призма қоршиған муһитқа қариғанда оптикилиқ зич материалдин ясалса, у чағда шола призма асасиға $\theta$ булуңға чәтнәйду:

$$\theta = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\varphi, \quad (9)$$

бунiңдики $\varphi$ – призминиң сунуш булуңи *(181-сүр).*




***181-сүрәт.*** *Непиз призмидин өтүш вақтида шолиниң чәтнишиши*

**Җавави қандақ?**

*Немишкә сферилиқ бәтлири бар непиз әйнәкләрни йепиштурғанда нәтиҗисидә елинған қош томпақ һава линзиси суда турғанда шолиларни чачиду?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Линза дәп немини атайду? Линзиниң асасий чекитлири, сизиқлирини вә тәкшиликлирини атаңлар.
2. Жиққучи вә чачқучи линзиларда җисимниң тәсвирни қуруш үчүн қоллинидиған шолиларниң тарилиш йоллирини көрситиңлар.
3. Жиққучи линза қандақ тәсвир бериду? Тәсвир түри немигә бағлиқ?
4. Чачқучи линза қандақ тәсвир бериду?
5. Қандақ шараитләрдә тәсвир қуруш үчүн қошумчә оқни қоллиниш һаҗәт?
6. Непиз линза формулиси қандақ миқдарларни бағлаштуриду?
7. Нисбий сунуш көрсәткүчиси линзиниң оптикилиқ күчигә қандақ тәсир қилиду?

## Көнүкмә 25

1. Баш оптикилиқ оқта жиққучи линза мәркизидин $d > 2F$ арилиқта орунлашқан чекитлик йоруқ мәнбәсиниң тәсвирини қуруңлар.
2. Әгәр җисимни чәксизликтин линзидин $d = 2$ см арилиққа йөткисә, фокуслиқ арилиғи $F = 10$ см болған жиққучи линзида җисимниң тәсвири қанчилик силҗийду? Җисим баш оптикилиқ оққа перпендикуляр орунлашқан.
3. Шам ялқунининиң егизлиги $h = 5$ см. Линза экранда мошу ялқунниң егизлиги $H_1 = 15$ см болидиған һәқиқий тәсвирини бериду. Линзиниң орнини йөткимәй, шамни линзидин $\Delta d = 1{,}5$ см *арилиққа силҗитип, вә экранниң орнини йөткәп қайтидин егизлиги* $H_2 = 10$ см болидиған *ялқунниң* еник тәсвирини алдуқ. Линзиниң фокуслиқ арилиғини ениқлаңлар.
4. Линзиниң ярдими билән тәкши җисимниң $Г_1 = 2$ һәссә йоғанлитилған һәққиқий тәсвирини алиду. Әгәр җисимни линза тәрәпкә қарап $\Delta d = 1{,}5$ см-ға силҗитсақ, у чағда тәсвир $Г_2 = 3$ һәссә йоғанлитилған болиду.Линзиниң фокуслиқ арилиғини ениқлаңлар?
5*. Непиз чачқучи линзиға баш оптикилиқ оққа параллель цилиндрлиқ йоруқ дәстиси чүшиду. Дәстә диаметри $d = 5$ см. Линзиниң кәйнидә $l = 20$ см арилиқта униң баш оптикилиқ оқиға перпендикуляр экран орунлашқан. Экрандики йоруқ дәстисиниң диаметри $D = 15$ см. Линзиниң фокуслиқ арилиғини ениқлаңлар.

## Экспериментал тапшурма

Пәқәт Күн шолилирини қоллинип, жиққучи вә чачқучи линзиларниң фокуслиқ арилиғини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

«Оптикилиқ әсваплардики линзилар системиси» мавзусиға ppt-презентацияси билән хәвәрләндүрмә тәйярлаңлар.

# § 26. Оптикилиқ әсваплар

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *телескоп, микроскоп вә лупидики шолиниң тарилиш йолини қурушни вә чүшәндүрүшни үгинисиләр*

**Әскә чүшириңлар!**

Көзниң тор қәвитидә елинған тәсвир һәр қачан һәқиқий, кичиклитилгән, авдурулған. Жиққучи линзиниң ролини гөһәр (хрусталик) атқуриду. Тәсвирниң ениқлиғи көзниң *аккомодацияси - гөһәр бетиниң әгирлигиниң өзгиришигә* қабилийити билән тәминлиниду.

## I. Оптикилиқ әсвапниң булуңлуқ йоғанлитиши

Лупиниң, микроскопниң вә телескопниң *асасий* вәзиписи – *қараштуруливатқан нишанларниң көрүш булуңини йоғанлитиш.*

**Оптикилиқ әсвапниң булуңлуқ йоғанлитиши – бу жисимни оптикилиқ әсвап арқилиқ қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиниң әң яхши көрүш арилиғида қуралланмиған көз билән жисимни қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиға болған нисбити.**

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\varphi_0}. \qquad (1)$$

**Оптикилиқ системиниң ажратқучи қабилийәтлиги дәп байқилинидиған объект элементлири арисидики әң аз ариliқни атайду, бу вақитта элементлар бир-биридин пәриқлиниши мүмкин.**

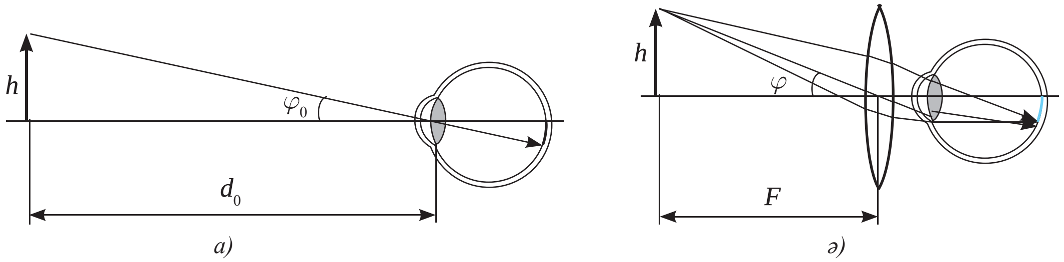
Оптикилиқ әсвап вә байқиғучиниң көзи бир оптикилиқ системисини тәшкил қилиду. *Системиниң оптикилиқ күчи мошу системиға ятидиған әсвапларниң оптикилиқ күчлириниң қошундиси билән ениқлиниду.*

## II. Көз, оптикилиқ әсвап ретидә

Сағлам (нормаль) көз теч һаләттә жирақтики жисимларниң тәсвирини бериду. Жисимни байқиғучиниң көзигә йеқинлаштурғанда хрусталикниң әгирлиги өсиду, фокуслиқ арилиқ азийиду, жисим көрүнидиған булуң $\varphi$ – көрүш булуңи өсиду, сағлам көз үчүн яхши көрүш арилиғи $d_0$ = 25 см. Қуралланмиған көзниң көрүш булуңи яхши көрүнүш арилиғи билән ениқлиниду *(182 а-сүр)*:

$$\varphi_0 = \operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{h}{d_0}. \qquad (2)$$

Көзниң аккомодациягә маслишиш қабилийити чәклик, шуниң үчүн жисимни уттур көзгә йеқинлитиш мүмкин әмәс, бу жағдайда оптикилиқ әсваплар пайдилинилиду.




***182-сүрәт.*** *Лупида көрүш булуңиниң өзгириши*

## III. Лупа

Әгәр җисимни линзиниң фокусиға орунлаштурса $d = F$, у чағда фокус арқилиқ өткәндин кейин шолилар адәм көзигә параллель дәстә түридә чүшиду. Мундақ шәртләрдә сағлам көз дәстини көзниң тор қәвитидики чекиткә аккомодациясиз жиғиду, көз һармайду. Бу чағда көзниң тор қәвитидики тәсвир вә $\varphi$ көрүш булуңи өсүду, көрүш булуңи төвәндикигә тәң болиду *(180 ә-сүр)*:

$$\varphi = \operatorname{tg}\varphi = \frac{h}{F}. \qquad (3)$$

(2) вә (3) формулилирини (1) формулиға қоймиз. Лупиниң булуңлиқ йоғанлитиш формулиси төвәндики түргә келиду:

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\varphi_0} = \frac{\varphi}{\varphi_0} \text{ яки } \gamma = \frac{d_0}{F}. \qquad (4)$$

*Лупиниң булуңлиқ йоғанлитиши яхши көрүш арилиғиниң линза фокусиға болған нисбити билән ениқлиниду.*

## IV. Микроскоп

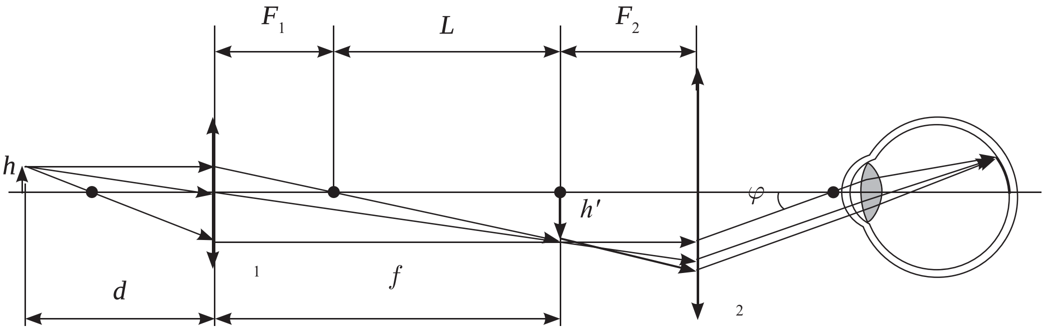
Микроскопниң оптикилиқ системиси $_1$ объективтин вә $_2$ окулярдин *(183-сүр)* ибарәт. Сағлам көз үчүн әң яхши шараит $h'$ арилиқ тәсвир $_2$ окулярниң алдинқи фокаллиқ тәкшилигидә орунлашқанда орунлиниду. Бу жағдайда җисим чәксизликкә жирақлайду, көз шолиларни тор қәвитигә аккомодациясиз жиғиду.

**Жавави қандақ?**

*Немишкә сизиқлиқ йоғанлитиши 40-тин ошуқ линзилар тәҗрибидә қоллинилмиди?*

**Бу қизиқ!**

Оптикилиқ микроскоп элементлар арисидики арилиқ 0,20 мкм-ғичә болған түзүлишини пәриқ қилиш мүмкинчилигини бериду, мундақ микроскопниң ажратқучи қабилийити тәхминән 0,20 мкм яки 200 нм тәшкил қилиду. Микроскопниң чәклик ажратқучи қабилийити йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлиригә асасланған чәкликкә егә, у миң һәссиләнгән сизиқлиқ йоғанлитишта йетиду.




**183-сүрәт.** *Микроскопта шолиларниң тарилиш йоли*

Бәлгүлүк формула бойичә булуңлуқ йоғанлитишни ениқлаймиз:

$$\gamma = \frac{\varphi}{\varphi_0}, \qquad (5)$$

буниңдики $\varphi_0 = \dfrac{h}{d_0}$ (6) – куралланмиған көз үчүн көрүш булуңи, $\varphi = \dfrac{h'}{F_2}$ (7) – объектив тәсвири окулярниң фокаллиқ тәкшилигидә орунлашқан шәртидә микроскоп

арқилиқ қариғандики көрүш булуңи. (6) вә (7) формуллириға (5) формулини қоюп, алимиз:

$$\gamma = \frac{h' d_0}{F_2 h}. \qquad (8)$$

(8) формулида $\frac{h'}{h}$ нисбити объективниң сизиқлиқ йоғанлитиши, уни линзидин тәсвир вә җисимғичә ариliқларниң нисбити ретидә ениқлаймиз:

$$\Gamma_{об} = \frac{h'}{h} = \frac{f}{d} \approx \frac{F_1 + L}{F_1}, \qquad (9)$$

буниңдики $L$ – объектив билән окуляр фокуслири арисидики арилиқ.

Микроскопларда объектив қисқа фокуслиқ болғанлиқтин, $F_1 << L$ болиду, (9) формула төвәндики түрдә йезилиду:

$$\Gamma_{об} = \frac{L}{F_1}. \qquad (10)$$

(10) формулини (8) формулиға қоюп, алимиз:

$$\gamma = \frac{L d_0}{F_1 F_2}, \qquad (11)$$

буниңдики $d_0$ – яхши көрүшниң арилиғи; $F_1$, $F_2$ – объектив билән окулярниң фокуслиқ арилиқлири; $L$ – *объектив билән окуляр фокуслириниң арисидики арилиқ* – микроскоп тубисиниң оптикилиқ узунлуғи.

(10) вә (4) етиварға елип, (11) формулидин алимиз:

$$\gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}. \qquad (12)$$

Оптикилиқ микроскопниң булуңлуқ йоғанлитиши объектив билән окулярниң сизиқлиқ йоғанлитишлириниң көпәйтиндиси билән ениқлиниду.

Оптикилиқ микроскопниң сизиқлиқ йоғанлитиши объектив билән окулярниң сизиқлиқ йоғанлитишлириниң көпәйтиндисигә тәң екәнлигини испатлаш қийин әмәс:

$$\Gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}.$$

**Бу қизиқ!**

Телескопта барлиқ юлтузлар пақирайдиған чекитләргә охшаш көрүниду, бирақ булуңлуқ йоғанлитиш нәтиҗисидә бир-биридин жирақлишиду, бу қош юлтузларни, үчлүк юлтузларни вә юлтузлар дәстисини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Объективниң диаметри 12,5 см телескоп 1” булуңлуқ арилиқта орунлашқан икки юлтузни пәриқ қилалайду, телескопниң йерим метрлик объективи бир-биригә 0,25” булуңлуқ арилиқта орунлашқан икки юлтузни пәриқ қилалайду.

## V. Телескоп

*Телескоп – асман җисимлирини байқаш үчүн беғишланған көрүш трубиси. Линзилардин ясалған телескопни рефрактор дәп атайду. Объективи ойман әйнәккә авуштурулған телескопни рефлектор дәп атайду.*

*Көрүш трубиси – жирақтики җисимларни көрүш үчүн беғишланған оптикилиқ әсвап.*

Әсвапниң объективи вә окуляри тубуста объективниң $_1$ кәйнидики фокуси окулярниң $_2$ алдинқи фокуси билән мувапиқ келип орунлаштурилған. Фокуслар мувапиқ кәлгәндә шолилар окулярдин параллель дәстә түридә чиқиду, бу объектини аккомодациясиз, йәни көз булҗуңлириға күч чүшәрмәй байқашқа мүмкинчилик бериду (*184-сүр*). Объектив $h'$ җисимниң кичиклитилгән тәсвирини бериду, уни лупиға охшаш окуляр арқилиқ қарайду.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә оптикилиқ әсвапларда чәксиз йоғанлитиш мүмкин әмәс?*
2. *Немишкә микроскоп объективи қисқа фокуслиқ, көрүш трубисидики объектив узун фокуслиқ?*

Жисим кәдимкидәк жирақлиқта орунлашқан үчүн $\varphi_1$ булуңини қуралланмиған көз билән қариғандики көрүш булуңиға тәң дәп һесаплашқа болиду. $\varphi_1$ вә $\varphi_2$ көрүш булуңлирини объектив тәсвириниң $h'$ егизлиги арқилиқ ипадиләймиз:

$$\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{h'}{F_1} \quad \text{вә} \quad \varphi_2 = \operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{h'}{F_2}.$$

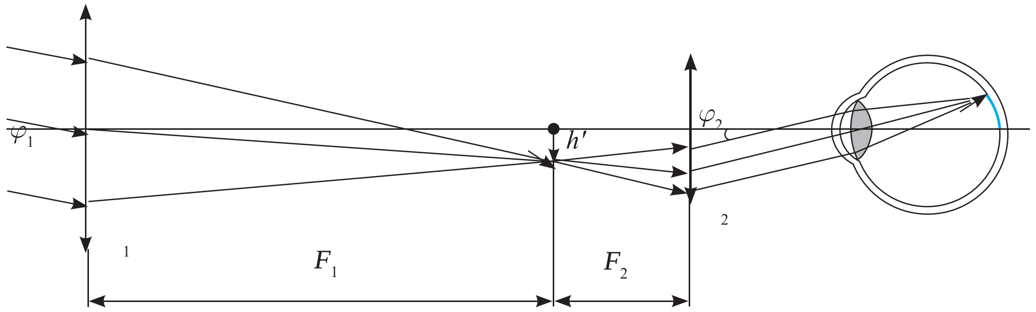
Оптикилиқ әсвапниң булуңлиқ йоғанлитиши оптикилиқ әсвап арқилиқ көрүш булуңиниң тангенси билән қуралланмиған көз билән қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиниң нисбити арқилиқ ениқлиниду:

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}\varphi_1} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{h'}{F_2}\cdot\frac{F_1}{h'}$$

яки

$$\gamma = \frac{F_1}{F_2}. \qquad (13)$$

Көрүш трубисиниң булуңлук йоғанлитиши объектив билән окулярниң фокуслиқ арилиқлириниң нисбитигә тәң.




***184-сүрәт.*** *Көрүш трубисида шолиларниң тарилиш йоли*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Бала көзәйнигини йешип, китапни көзидин $d = 16$ см арилиқта тутуп оқуди. Униң көзәйнигиниң оптикилиқ күчи қандақ?

| **Берилди:** | **СИ** | **Йешилиши:** |
|---|---|---|
| $d = 16$ см | 0,16 м | Қуралланмиған көз билән қариғанда $D_{көз} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, (1) |
| $D_{к.э.}$ – ? | | буниңдики $f$ – көз хрусталикидин тор қәвитигичә болған арилиқ. |

Әгәр көзәйнәкни тақса, у чағда $D_{к.э.} + D_{көз} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f}$, (2)

буниңдики $d_0 = 25$ см – яхши көрүшниң арилиғи.
Көзәйнәкниң оптикилиқ күчи үчүн (1) вә (2) тәңлимилирини қатар йешип, алимиз: $D_{к.э.} = \frac{d - d_0}{dd_0}$; $D_{к.э.} = \frac{0{,}16\,\text{м} - 0{,}25\,\text{м}}{0{,}16\,\text{м}\cdot 0{,}25\,\text{м}} = -2{,}25\,\text{дптр}$

**Җаваби:** −2,25 дптр.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Оптикилиқ система дегинимиз немә?
2. Булуңлуқ вә сизиқлиқ йоғанлитишларниң пәрқи?
3. Лупиниң, микроскопниң, телескопниң булуңлиқ йоғанлитиши немигә тәң?

## Көнүкмә 26

1. Лупа ретидә оптикилиқ күчи +8 дптр линза қоллинилған. Мошу лупиниң йоғанлитишини ениқлаңлар.
2. Йоғанлитиши 12 һәссиләнгән вә узунлуғи 26 см көрүш трубисини қуруш үчүн қандақ линзилар керәк?
3. Микроскоп объективиниң фокуслиқ арилиғи $F_{об}$ = 0,5 см, микроскопниң объективи билән окуляри арисидики арилиқ $L$ = 16 см. Микроскопниң йоғанлитиши $Г$ = 200. Окулярниң йоғанлитишини ениқлаңлар.
4. Сағлам көрүш қабилийитигә егә адәм оптикилиқ күчи $D$ = +5 дптр көзәйнәк арқилиқ қарайду. Әгәр адәм объектини еник көрүдиған болса, объект қандақ арилиқта орунлашқан?
5. Йеши йәткән адәм үчүн яхши көрүш арилиғи 60 см, мошу ариliқни 20 см-ғичә қисқиришини тәминләйдиған линзиниң оптикилиқ күчини ениқлаңлар. Жавапни СИ-да ипадиләп, онлуқ үлүшкичә дүгләкләңлар. Бу шараитта қандақ линза қоллинилиду: жиққучиму яки чачқичиму?
6. Оптикилиқ система фокуслиқ арилиқлири 20 см вә 10 см болидиған икки жиққучи линзилардин туриду. Линзиларниң арилиқлири 30 см. Жисим биринчи линзидин 30 см арилиқта орунлашқан. Жисимниң тәсвири иккинчи линзидин қанчилик арилиқта орунлашқанлиғини ениқлаңлар? Шолиларниң тарилиш йоллирини линзилар системиси арқилиқ қуруңлар.

## Експериментал тапшурма

1. Өзәңлар халиған йоғанлитишқа мувапиқ көрүш трубисиниң узунлуғини вә линзиларниң оптикилиқ күчлирини ениқлаңлар.
2. Елинған һесаплашлар нәтижисидә көрүш трубисини қуруңлар.
3. Һесап чиқириш үлгисини қоллинип, өзәңлар китап оқуш үчүн һажәт көзәйнәкниң оптикилиқ күчини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Галилей вә Кеплерниң көрүш трубилириниң охшашлиғи билән пәрқи.
2. Телескоп түрлири.

## Икки муһитниң чегарисидики көрүш эффектилири

### Җавави қандақ?

1. *Немишкә су амбариниң чөңқурлиғи һәқиқий чоңқурлиғидин аз болуп көрүниду?*
2. *Немишкә белиқ олашни йеңидин үгиниватқан белиқчиға нәйзини белиққа тәккүзүш қийин болиду (185-сүр)?*

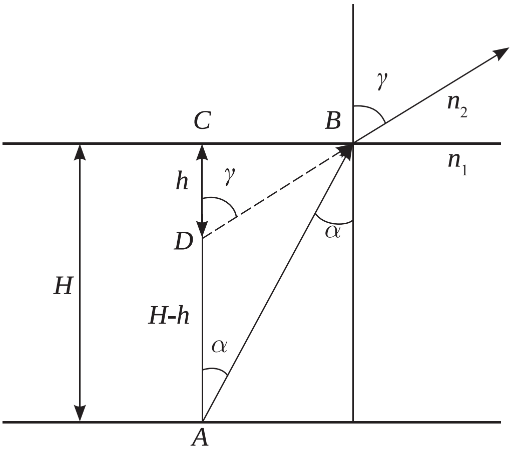
***185-сүрәт.*** *Нәйзә билән белиқ олаш*

### 1-тапшурма

1. *186-сүрәтни қараштуриңлар*. Сүрәттә тәсвирләнгән шолиларниң тарилиш йолини чүшәндүрүңлар.
2. Су амбариниң һәқиқий чоңқурлиғи $H$ униң көрүнидиған $h$ чоңқурлуғидин нәччә һәссә артуқ екәнлигини ениқлаңлар.

   Тәклипләр:

1. Қурушлар нәтиҗисидә елинған $\Delta ACB$ вә $\Delta DCB$ үчбулуңлирини қараштуриңлар.
2. Үчбулуңниң умумий $CB$ тәрипини $H$ вә $h$ катетлири арқилиқ ипадиләңлар.
3. Елинған тәңлимиләрниң оң тәрәплирини тәңләштүрүңлар, чоңқурлуқларниң $\frac{h}{H}$ нисбитини йезиңлар.
4. Аз сунуш булуңи билән су амбариниң асти байқилиду дәп елип,
   $$\frac{h}{H} = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$ екәнлигини испатлаңлар.




***186-сүрут.*** *Су амбариниң көрүнидиған чоңқурлиғи*

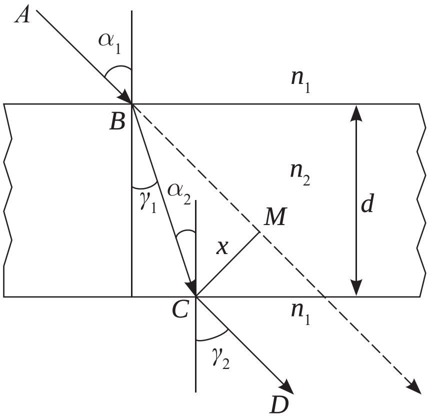
### Җавави қандақ?

1) *Су амбариниң көрүнидиған чоңқурлуғи һәқиқий чоңқурлиқтин 1,33 һәссә аз дәп?*
2) *Учуп кетип барған қуш водалаз үчүн су бетидин һәқиқий егизлигидин 1,33 һәссә артуқ егизликтә көрүниду дәп ейтишқа боламду?*

## 2-тапшурма

1. Сүзүк тәкши параллель пластиниға чүшүдиған *AB* шолиси муһитларниң чегарисидә икки рәт сунуп, өзиниң тарилиш йөнилишини өзгәртмәйдиғанлиғини испатлаңлар: $\alpha_1 = \gamma_2$ *(187-сүр)*.
2. Пластина қелинлиғини ашурғанда x шолисиниң силҗиши өсүдиғанлиғини испатлаңлар:

$$x = \frac{d \sin(\alpha_1 - \gamma_1)}{\cos \gamma_1}.$$




***187-сүрәт.*** *Тәкши параллель пластинидики шолиларниң тарилиш йоли*

**Тәклип:**

1. Һәр бир чегара үчүн сунуш қанунини йезиңлар.
2. Δ*BKC* вә Δ*BCM* тикбулуңлуқ үчбулуңлирини қараштуриңлар. *BC* гипотенузисини пластининиң қелинлиғи вә шолиниң силҗиши арқилиқ ипадиләңлар.
3. Шолиниң x силҗишини пластинининиң қелинлиғи арқилиқ ипадиләңлар.
4. Тәкши параллель пластинида шолиниң силҗишини қоллинишқа мисал кәлтүрүңлар. Шолиниң силҗишини тәҗрибидә қоллинишқа тәклипләрни ейтиңлар.

## Бу қизиқ!

Көзгә көрүнидиған йоруқни тәкшүргәндә шола чиқиришни фокуслаш үчүн линзилар вә әйнәкләр қоллинилиду. Телескоп билән спектроскопниң пәйда болуши адәмзат алдида чәксиз аләмниң һадисилиригә бай вә һәйран қалдуридиған аләмни ачти; микроскопниң пәйда болуши биология саһасида революция ясиди. Илмий тәкшүрәш аппаратурисиниң әң керәклик элементлиринң бири – линза, униңсиз микроскоп, телескоп. спектроскоп, фотоаппарат. проектор болмас еди (*188-сүр*). XX әсирниң асасий физикилиқ нәзәрийәлири оптикилиқ тәкшүрәшләр асасида пәйда болди вә тәрәққий әтти: нисбийәтлик нәзәрийәси вә квантлиқ физика. Лазерларниң пәйда болуши оптикида вә илим билән техникиниң һәрхил саһалирида йеңи мүмкинчиликләрни ачти. Оптикиниң тәҗрибилик әһмийити вә униң билимниң башқа саһалириға тәсири алайтән зор мәнаға егә болди.

***188-сүрәт.***

## 7-бап йәкүни

| Оптикилиқ әсваплар | Асасий формулилар | |
|---|---|---|
| Тәкши әйнәк | $d = -f$ | тәсвирләр сани $n = \frac{360°}{\alpha} - 1$ |
| Ойман әйнәк | $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$; $F = \frac{R}{2}$ | йоғанлитиш $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ |
| Жиққучи линза | $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$<br>$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)$<br>$D = (n_{21} - 1)\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)$ | оптикилиқ күч $D = \frac{1}{F}$ |
| Томпақ әйнәк. Чачқучи линза | $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}$ | |

| Әсвапларниң оптикилиқ системилириниң йоғанлитиши | | |
|---|---|---|
| Оптикилиқ әсваплар | булуңлуқ $\gamma = \frac{tg\,\varphi}{tg\,\varphi_0}$ | сизиқлиқ $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ |
| Лупа | $\gamma = \frac{d_0}{F}$ | $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ |
| Микроскоп | $\gamma = \frac{Ld_0}{F_1 F_2}$ | $\Gamma = \Gamma_{ок} \cdot \Gamma_{об}$ |
| Телескоп | $\gamma = \frac{F_1}{F_2}$ | |

| Һадисиләр | Қанунлар вә формулилар |
|---|---|
| Сунуш | $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$; $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1}$; $n = \frac{c}{\upsilon}$; $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ |
| Қайтиш, толуқ қайтиш | $\angle\alpha = \angle\beta$,<br>$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n_1}$ |

### Қанунлар

**Қайтиш қануни:**

Чүшүш булуңи қайтиш булуңиға тәң $\angle\alpha = \angle\beta$.

Чүшкән шола, қайтқан шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисидики чүшүш чекитидин турғузилған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

**Сунуш қануни:**

Икки муһит үчүн чүшүш булуңиниң синусиниң сунуш булуңиниң синусиға болған нисбити турақлиқ миқдар. У иккинчи муһитниң биринчи муһитқа нисбәтән нисбий сунуш көрсәткүчисигә тәң.

Чүшкән шола, қайтқан шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисидики чүшүш чекитидин турғузилған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

## Глоссарий

**Абсолют сунуш көрсәткүчиси** – йоруқниң вакуумда тарилиш илдамлиғиниң берилгән муһитта йоруқниң тарилиш илдамлиғиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

**Линзиниң баш оптикилиқ оқи** – линза бәтлириниң әгирлик мәркәзлири арқилиқ өтүдиған түз сизиқ.

**Линзиниң оптикилиқ мәркизи** – баш оптикилиқ оқниң линза тәкшилиги билән қийилишиш чекити.

**Микроскоп тубисиниң оптикилиқ узунлуғи** – объектив билән окуляр фокуслириниң арисидики арилиқ.

**Нисбий сунуш көрсәткүчиси** – йоруқниң биринчи муһиттики тарилиш илдамлиғиниң иккинчи муһиттики тарилиш илдамлиғиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

**Линзиниң қошумчә оптикилиқ оқи** – линзиниң оптикилиқ мәркизи арқилиқ жүргүзүлгән һәр қандақ түз сизиқ.

**Телескоп** – асман җисимлирини байқаш үчүн беғишланған әсвап.

**Сизиқлиқ йоғанлитиш**– тәсвир егизлигиниң җисим егизлигигә болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

**Оптикилиқ әсвапниң булуңлиқ йоғанлитиши** – бу җисимни оптикилиқ әсвап арқилиқ қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиниң әң яхши көрүш арилиғида қуралланмиған көз билән җисимни қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиға болған нисбити.

8-БАП

# НИСБИЙӘТЛИК НӘЗӘРИЙӘСИНИҢ ЭЛЕМЕНТЛИРИ

XX әсирниң бешида тәрипләнгән А. Эйнштейнниң мәхсус нисбийәтлик принципи алимларниң илмий көз қарашлирини томури билән өзгәртти. Бу нәзәрийәгә мувапиқ йоруқ илдамлиғи абсолют вә санақ системисини таллашқа бағлиқ әмәс, һәр түрлүк санақ системилирида вақит билән бошлуқ пәриқлиниду. Бошлуқ билән вақит тоғрилиқ көз қарашларни қайтидин караштурушқа электродинамикиниң тәрәққий етиши елип кәлди.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- Галилейниң нисбийәтлик принципи билән Эйнштейнниң нисбийәтлик принципини селиштурушни;
- Эйнштейн постулатлири билән Лоренц түрләндүрүшлирини һесаплар чиқиришта пайдилинип, релятивистлиқ эффектини чүшәндүрүшни;
- зарядләнгән зәрричиләрниң иштикләткүчилириниң ишләш принципини, уларда орун алидиған релятивистлиқ эффектини етиварға елип, чүшәндүрүшни үгинисиләр.

# § 27. Нисбийәтлик нәзәрийәсиниң постулатлири. Лоренц түрләндүришлири

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Галилейниң нисбийәтлик принципи билән Эйнштейнниң нисбийәтлик принципини селиштурушни;*
- *Эйнштейн постулатлири билән Лоренц түрләндүрүшлирини һесаплар чиқиришта пайдилинип, релятивистлиқ эффектини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

Җисим координатилири вә вақит үчүн илдамлиқлар билән орун йөткәшләрни қошуш формулилирини вә Галиллей түрләндүришлирини йезиңлар.

**Әскә чүшириңлар!**

Максвелл нәзәрийәсиниң хуласилириниң бири – бу йоруқ илдамлиғиниң чеки вә чәклиги. Вакуум үчүн :

$$\tilde{n} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с},$$

башқа муһитларда:

$$\upsilon = \frac{\tilde{n}}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}.$$

## I. Механикидики нисбийәтлик нәзәрийәси

Классикилик механикида нисбийәтлик принципи динамикиниң үч асасий қанунини һәр қандақ инерциаллиқ санақ системисида қоллинишқа мүмкинчилик бериду. Бир санақ системисидин иккинчисигә өткәндә җисимларниң илдамлиқлирини, орун йөткәшлирини вә координатилирини ениқлаш үчүн орун йөткәшлири билән илдамлиқлирини қошуш вә Галилей түрләндүришлириниң формулилирини қоллинилиду. Җисим илдамлиғиниң өзгириши санақ системисини таллашқа бағлиқ әмәс, уларда барлиқ механикилиқ һадисиләр бирдәк өтүду.

## II. Йоруқ илдамлиғиниң чеки вә чәклиги

XIX әсирниң иккинчи йеримида Максвелл электродинамикиниң қанунлирини тәриплиди.

Санақ системисини таллаш электромагнитлиқ һадисилириниң өтүшигә тәсири тоғрилиқ мәсилини қараштуруп, алимлар электродинамика билән Галилейниң нисбийлик принципи арисидики қаршилиқларни ениқлиди. Илдамлиқларни қошуш формулисиға мувапиқ йоруқ илдамлиғи пәқәт бир санақ системисидила $3 \cdot 10^8$ м/сек болиду. Башқа санақ системилирида йоруқ илдамлиғи бу мәнадин кам яки ошуқ вә $\vec{\tilde{n}} + \vec{\upsilon}$ тәң болуши керәк, Буниңдики $\vec{\upsilon}$ – һәрикәтләнгән санақ системисиниң илдамлиғи. Бу хуласигә нисбийлик принципи электромагнитлиқ һадисиләр үчүн орунланмайдиғанлиғини яки Максвелл нәзәрийәсиниң орунланмайдиғанлиғини көрсәтти.

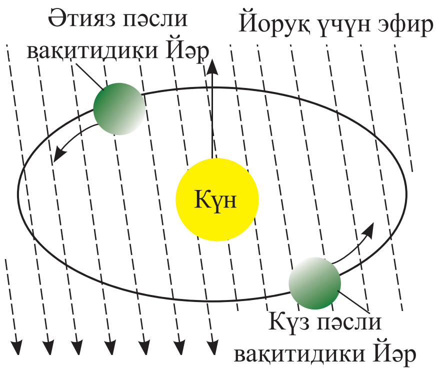
## III. «Аләмлик эфир» электродинамикидики бесим санақ системиси ретидә Майкельсон вә Морли тәҗрибиси

XIX әсирдә алимлар электромагнитлиқ тәвринишләр вә улар билән бағлинишлиқ процесслар барлиқ бошлуқни толтуридиған вә барлиқ җисимлардин өтүдиған эфирда – әвришимлик муһитта әмәлгә ашудиғанлиғиға ишәшлик болди. Голланд физиги Х. Лоренц барлиғиға өтүдиған «аләмлик эфир» – алаһидә санақ системиси, униңға нисбәтән Максвелл электродинамикисиниң қанунлири орунлиниду дәп молҗалиди. Вакуумдики йоруқ илдамлиғи «аләмлик эфирға» нисбәтән барлиқ йөнилиштәрдә бирдәк мәнаға егә болиду.

Әгәр «аләмлик эфири билән бағлинишқан санақ системисида йоруқ илдамлиғи $3 \cdot 10^8$ м/сек болса,у чағда башқа санақ системилиридики илдамлиқниң өзгириши вақтида «эфирлиқ шамал» байқилиши керәк. У талланған санақ системисиниң эфирға

бағлиқ болған һәрикитидин пәйда болиду. «Эфир шамалини» ениқлаш үчүн 1881 жили америкилиқ алимлири А.Майкельсон вә Э.Морели тәҗрибә өткәзди. Бу тәҗрибини қоюшниң қийинчилиғи йоруқ илдамлиғиниң интайин көплигидә еди. «Эфир шамалини» байқаш үчүн йетәрлик чоң илдамлиғи санақ системиси керәк еди (*189-сүр)*.

Симап бетидә үзүп жүридиған массивлиқ плита болидиған Майкельсон интерферометриниң ярдими билән алимлар Йәрниң эфирға нисбәтән илдамлиғини ениқлайду. Мундақ чариләр интерферометр Йәрниң һәрикәт йөнилиши бойичә 90° бурулғанда униң мүрисиниң узунлуғини сақлап қелиш үчүн һаҗәт болди.




***189-сүрәт*** *Электромагнитлиқ долқунлар үчүн «Аләмлик эфир» санақ системиси ретидә*

Әгәр йоруқ илдамлиғи санақ системиси һәрикитиниң илдамлиғиға бағлиқ болса, у чағда шола чиқиришниң пластинидин әйнәкләргичә тарилиш вә экси қайтиш вақти һәр түрлүк болуши керәк. Алимларниң һесаплашлири бойичә йоруқниң әйнәкләргә йетиш илдамлиғидики пәрқи 1 вә 2 шолилириниң тарилиш йоллириниң айримисиға елип келиши керәк; сәвәви биринчи шолиниң тарилиш вақти иккинчи шолиниң тарилиш вақтидин көп. Һесаплашлар шолиларниң тарилиш вақтиниң $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{ñ^2}}}$-ға пәриқлинидиғинини көрситиду, буниңдики $\upsilon$ – Йәрниң «аләмлик эфирға» нисбәтән илдамлиғи.

*M* байқаш чекитигә йәткән мәзгилдә 1 вә 2 шолилиридики $\vec{Å}$ вә $\vec{Å}$ векторлириниң тәвриниши фазирили бойичә һәр түрлүк болиду. Демәк, *M* чекитидә интерференциялик көрүнүш пәйда болуш керәк. Әсвапни 90° айландурғанда экрандики интерференциялик көрүнүш силҗийду, сәвәви шолиларниң тарилиш йоллириниң айримиси бәлгүси бойичә өзгириду. Иккинчи шолиниң тарилиш вақти биринчи шолиниң тарилиш вақтидин көп болиду. Майкельсон билән Морли тәҗрибиси экси нәтиҗә бәрди: улар интерференциялик көрүнүшләрниң силҗишини байқимиди. Алимлар йоруқ тарилиш илдамлиғи санақ системисини таллашқа бағлиқ әмәс, «аләмлик эфир» йоқ дегән хуласигә кәлди.

**Җавави қағндақ?**

*Майкельсон билән Морли тәҗрибисидә Йәрни инерциялик системиси дәп һесаплашқа боламду?*

**2-тапшурма**

1. c – йоруқ илдамлиғи билән $\upsilon$ – «аләмлик эфира» илдамлиғини классикилиқ қошуш формулилирини қоллинип, 1 вә 2 йоруқ шолилириниң тарилиш илдамлиқлирини ениқлаңлар. Интерферометрниң мүрилири: $pZ_1 = pZ_2 = L$.
2. Икки йөнилиш бойичә тарилиш вақити $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{ñ^2}}}$ һәссә пәриқлинидиғинини испатлаңлар.

## IV. Лоренц түрләндүрүшлири

Майкельсон вә Морли тәҗрибисиниң нәтиҗилирини тәкшүрәп, Лоренц Йәр һәрикитиниң йөнилиши вә шолиниң тарилиш йөнилиши бойичә орунлашқан

интерферометрниң мүриси эфир билән тәсирләшкәндә қисқирайду дегән хуласигә кәлди. У төвәндикигә тәң :

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}, \qquad (1)$$

буниңдики $l_0 = pZ_1$ – интерферометр мүриси; $\upsilon$ – Йәрниң «аләм эфириға» нисбәтән илдамлиғи.

Бу шәртләрдә бирдәк илдамлиқлар билән тарилидиған икки шолиниң тарилиш вақти бирдәк болиду. Мошу молҗам вә кинематика тәңлимилири асасида Лоренц җисимниң бир инерциаллиқ системидин иккинчисигә өтүши вақтидики координатисини вә һәрикәт вақтини һесаплашниң умумий формулилирини чиқарди:

$$x_1 = \frac{x_2+\upsilon\tau_2}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}} \text{ яки } x_2 = \frac{x_1-\upsilon\tau_1}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}}; \qquad (2)$$

$$\tau_1 = \frac{\tau_2+\frac{\upsilon}{c^2}x_2}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}} \text{ яки } \tau_2 = \frac{\tau_1-\frac{\upsilon}{c^2}x_1}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}}, \qquad (3)$$

буниңдики $x_1$, $\tau_1$ – җисим координатиси вә һәрикәтләнмәйдиған санақ системисидики процесниң узақлиғи; $x_2$, $\tau_2$ – җисим координатиси вә һәрикәтлинидиған санақ системисидики процесниң узақлиғи; $\upsilon$ – һәрикәтлинидиған санақ системисиниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи.

**3-тапшурма**

Лоренц алған формулилар мувапиқ принципини қанаәтләндүридиғанлиғини испатлаңлар. Һәрикәтлинидиған санақ системисиниң илдамлиғиниң аз мәнасида $\upsilon << c$ (2) вә (3) формулилиридин Галилей түрләндүрүшлириниң формулисини алимиз:

$$x_1 = x_2 \quad \upsilon\tau$$

яки $\quad x_2 = x_1 - \upsilon\tau; \qquad (4)$

$$\tau_1 = \tau_2. \qquad (5)$$

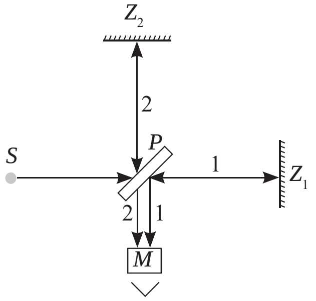
**4-тапшурма**

Интернет торидин «вақит», «бошлуқ» чүшәнчилиригә ениқлима тепиңлар. Чүшәнчиләрниң ениқлимирини, уларниң авторлирини вә әхбарат көзлирини йезиңлар. Ениқлимиларни селиштуруп, уларниң охшашлиқлири билән пәриқлирини тепиңлар. Елинған мәлуматлар асасида вақит билән бошлуқ тоғрилиқ өз ойлириңларни тәрипләңлар.

**Әскә чүшириңлар!**

**Интерферометрниң ишләш принципи**

Тахтайға $S$ йоруқ мәнбәси орунлаштурилған. Йоруқ мәнбәси чиқиридиған шола униң тарилиш йөнилишигә 45° ясап орунлаштурилған йерим сүзүк пластина $p$ арқилиқ өтүду *(190-сүр)*. Пластина шолини иккигә бөлүду: биринчиси, икки рәт сунуп, Йәр һәрикитиниң йөнилиши бойичә тарилиду, $Z_1$ әйнәктин қайтиду, пластиниға вә униңдик микроскопқа қайтиду; иккинчи шола, пластинидин қайтип, Йәр һәрикитиниң йөнилишигә перпендикуляр йөнилиштә тарилиду, $Z_2$ әйнәктин қайтиду, $M$ микроскопқа чүшиду. Пластинидин әйнәккичә болған арилиқ $pZ_1 = pZ_2$ тәң.




***190-сүрәт.*** *Майкельсон интреферометрдики шолиларниң тарилиш йоли*

## V. A. Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәсиниң постулатлири

Майкельсон вә Морли тәҗрибисиниң нәтиҗилирини А. Эйнштейн пүтүнләй башқичә тәриплиди. У бошлуқ билән вақит тоғрилиқ классикилиқ көз қарашлардин

баш тартип, нисбийәтлик принципи вә йоруқ илдамлиғиниң турақлиқ принципи асасида икки постулатни хуласиләп чиқарди:

1. Барлиқ физикилиқ һадисиләр һәрхил инерциаллиқ санақ системилирида бирдәк өтүду.
2. Вакуумдики йоруқ илдамлиғи барлиқ инерциаллиқ санақ системилирида бирдәк болиду. У йоруқ мәнбәсиниң вә қобул қилғучиниң һәрикәт илдамлиқлириға бағлиқ болмайду.

Эйнштейн постулатлириға мувапиқ бошлуқ билән вақит абсолют әмәс. Улар бир санақ системисидин иккинчи санақ системисиға өткәндә өзгириду. Бу эффект җисимң йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ һәрикити вақитида байқилиду.

## VI. Релятивистлиқ эффектилар

Эйнштейнниң нисбийәтлик принципи билән тәсвирләнгән һадисиләрни релятивистлиқ (лат. *relative* – нисбийәтик) дәп атайду. Бу эффектиларға ятиду:

1. Вақитниң асталиши:

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}, \qquad (6)$$

буниңдики $\tau_0$ – процесниң һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән узунлуғи, $\tau$ – процесниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән узунлуғи.

2. Узунлуқниң қисқириши:

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}, \qquad (7)$$

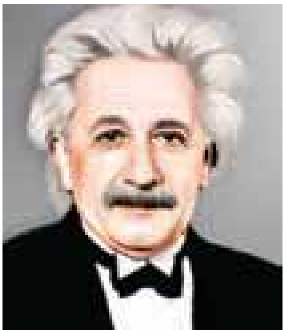
буниңдики $l_0$ – һәрикәтлинидиған санақ системисидики җисимниң узунлуғи, $l$ – һәрикәтләнмәйдиған санақ системисидики җисимниң узунлуғи.

3. Илдамлиқларни қошуш:

$$v_1 = \frac{v_2+v}{1+\dfrac{v v_2}{ñ^2}} \text{ яки } v_1 = \frac{v_2-v}{1-\dfrac{v v_2}{ñ^2}}, \qquad (8)$$

### Җавави қандақ?

1. *Вақит дегинимиз немә? Бошлуқ дегинимиз немә?*
2. *Немишкә физикида абсолют вақит, нисбийәтлик вақит чүшәнчилири киргүзилди? Физикиниң қандақ бөлүмлиридә қоллинилиду*
3. *Қандақ ойлайсиләр, «бошлуқниң әгирлиниши» дегинимиз немә?*



**Альберт Эйнштейн** (1879–1955) – физик-теоретик, заманивий физикиниң асасини салғучиларниң бири, 1921 физика бойичә Нобель мукапитиниң лауреати, җәмийәт әрбаби-гуманист. Эйнштейн – физика бойичә 300-дин артуқ илмий ишларниң автори. У бир нәччә муһим физикилиқ нәзәрийәләрни ишләп чиқарди.

*Бошлуқ билән вақит болмайду – уларниң бирлиги бар.*

### 5-тапшурма

1. (2) вә (3) Лоренц түрләндүришлирини қоллинип, релятивистлиқ эффектилар үчүн вақитниң (6), узунлуқниң (7) нисбитини вә илдамлиқларни қошуш формулилирини елиңлар.
2. Нисбийәтлик релятивистлиқ нәзәрийәси формалилири мувапиқ принципини қанаәтләндүридиғанлиғини испатлаңлар, җисим илдамлиғиниң вә һәрикәтлинидиған санақ ситемиси илдамлиғиниң аз мәнасида (6), (7), (8) формулилар төвәндики түригә келиду: $l = l_0$; $\tau = \tau_0$; $\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{v}_2$.

бунидики $\upsilon_1$ – җисимниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи, $\upsilon$ – һәрикәтлинидиған санақ системисиниң һәрикәтләнмәйдигансанақ системисиқа нисбәтән илдамлиқ, $\upsilon_2$ – җисимниң һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Икки иштикләткүчи бир-биригә қариму-қарши $\upsilon = 0{,}95c$ илдамлиқлири билән һәрикәтлинидиған зәрричиләрни чиқириду. Зәрричиләрниң бир-биригә йеқинлишиш илдамлиғини ениқлаңлар.

**Берилди:**

$\upsilon_1 = \upsilon_2 = 0{,}95c$

$\upsilon_{нис}$ –?

**Йешилиши:**

$$\upsilon = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{1 + \frac{\upsilon_1 \upsilon_2}{\tilde{n}^2}}; \qquad \upsilon = \frac{0,95\tilde{n} + 0,95\tilde{n}}{1 + \frac{0,95\tilde{n} \cdot 0,95\tilde{n}}{\tilde{n}^2}} = 0,999\tilde{n}.$$

**Җаваби:** $\upsilon_{нис} = 0{,}999c$.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Вакуумдики йоруқ илдамлиғи немигә тәң?
2. Майкельсон билән Морли өз тәҗрибилиридә қандақ мәхсәтни көзлиди?
3. Майкельсон билән Морли тәҗрибисидин Х. Лоренц қандақ хуласә ясиди?
4. Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәсиниң постулатлирини тәрипләңлар.
5. Җисим йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән һәрикәтләнгәндә қандақ релятивистлиқ эффектилар байқилиду?

## Көнүкмә 27

1. Әгәр Йәргә нисбәтән $\upsilon = 0{,}99c$ илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған космослиқ корабльда $\Delta\tau = 20$ жил өтсә, Йәрдә канчә вақит өтүду?
2. Стерженьниң хусусий узунлуғи $l_0 = 1$ м. Әгәр у байқиғучиға нисбәтән стержень бойи билән йөнәлгән $\upsilon = 0{,}6c$ илдамлиқ билән орун йөткисә, байқиғучи үчүн стерженьниң узунлуғини ениқлаңлар.
3. Йәргә нисбәтән 225000 км/сек илдамлиқ билән учидиған фотонлиқ ракетида электронларниң илдамлиғини ракетиниң һәрикәт йөнилишигә нисбәтән 240000 км/сек илдамлиққичә иштиклитидиған иштикләткүч орунлаштурилған. Мошу электронлар Йәргә нисбәтән қандақ илдамлиқ билән һәрикәтлиниду?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

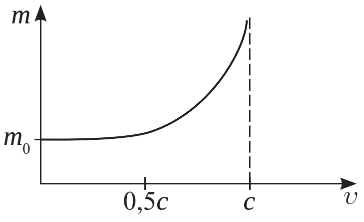
1. А. Эйнштейнниң һаяти билән хизмити. 2. Гезәкләр парадокси. 3. Төрт өлчәмлик бошлуқ.

# § 28. Релятивистлиқ динамикидики энергия, импульс вә масса. Материаллиқ җисимлар үчүн энергия билән массиниң өзара бағлиниш қануни

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *зарядләнгән зәрричиләрниң иштиклəткүчилириниң ишләш принципини, уларда орун алидиған релятивистлиқ эффектини етиварға елип, чүшәндүрүшни үгинисиләр.*




***191-сүрәт.*** *Һәрикәт илдамлиғиниң җисим массисиға бағлиқ графиги*

**Җавави қандақ?**

*Немишкә җисим йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән һәрикәтләнгәндә җисим массиси өсүду?*

**1-тапшурма**

Һесаплашлар жүргүзип, 4кг һава вә су массисиниң температурисини 100 К-ға ашурғанда масса өзгиришиниң мәнасини тәкшүрәңлар. Елинған нәтиҗини жуқурида көрситилгән нәтиҗә билән селиштуруңлар.

## I. Җисим массиси билән импульсиниң илдамлиққа бағлиқлиғи

Җисим күч тәсиридин иштикләш билән һәрикәтлиниду. Ньютонниң иккинчи қануниға мувапиқ импульс билән илдамлиқ вақит өтүши билән өсүду:

$$\vec{F}\,t = \Delta\,\vec{p} = m\,\Delta\,\vec{\upsilon}. \qquad (1)$$

Илдамлиқ чәклик вә йоруқ илдамлиғидин жуқури болмайду, демәк, $3\cdot10^8$ м/сек-қа йәткәндә күчниң униңдин кейинки тәсири масса өсүшиниң релятивистлиқ эффектиға елип келиду. Һесаплашлар җисимниң һәрикәт илдамлиғи өскән чағда массиниң өсүши үзлүксиз жүридиғанлиғини вә илдамлиқниң йоруқ илдамлиғиға йеқин жуқарқи мәналирида төвәндики мәнаға тәң болидиғанлиғини көрсәтти:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}}. \qquad (2)$$

Релятивистлиқ механика үчүн импульслиқ түрдики Ньютонниң иккинчи қануни төвәндикичә йезилиду:

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta m\vec{\upsilon}}{\Delta t}. \qquad (3)$$

*191-сүрәттә* җисим массисиниң униң илдамлиғиға бағлиқ графиги берилгәнн. Илдамлиқ йоруқ илдамлиғиғичә өскәндә $\upsilon \to ñ$, җисимниң массиси чәксизликкә интилиду: $m \to \infty$, иштикләш нөлгичә кемиду $\grave{a} = 0$, илдамлиқ билән массиниң өсүши тохтайду, җисим йоруқ илдамлиғи билән түз сизиқлиқ вә бирхил һәрикәтлиниду .

Релятивистлиқ механикида җисим импульсниң илдамлиққа бағлиқлиғи төвәндики түргә келиду:

$$\vec{p} = \frac{m_0\,\vec{\upsilon}}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}}. \qquad (4)$$

**Әскә чүшириңлар!**

Җисимниң ички энергияси молекулиларниң һәрикәт илдамлиғиға бағлиқ, механикилиқ энергия җисимниң һәрикәт илдамлиғиға бағлиқ. Җисим вә униң зәрричилириниң илдамлиғи қанчилик көп болса, җисимниң толуқ энергиясиму көп.

## II. Масса билән энергия арисидики бағлиниш

Эйнштейнниң мәхсус нәзәрийәсигә мувапиқ җисим массиси униң һәрикәт илдамлиғиға бағлиқ, демәк, энергия билән масса арисида бағлиниш бар.

Механикилиқ вә иссиқлиқ һадисилиридә җисимларниң вә молекулиларниң илдамлиқлири йоруқ илдамлиқлиридин сәл аз, шуниң үчүн релятивистлиқ эффект байқалмайду. Һесаплашлар 1 кг һава температурисини 100 К ашурғанда масса өзгириши $10^{-18}$ кг болидиғанлиғини, массиси 1 кг суни 100 К-ғичә иситқанда массиси $10^{-13}$ кг өсүдиған болиду.

Җисим илдамлиғини йоруқ илдамлиғиға йеқин мәнағичә ашурғанда җисимниң массиси билән энергияси бирдин өсүду.

## III. Эйнштейн формулиси

Мәхсус нисбийәтлик принципи асасида Эйнштейн масса билән энергия арисидики бағлинишни орнатти:

$$m = \frac{E}{c^2}, \qquad (5)$$

буниңдики $m$ – җисим массиси.

(5) формулиниң чоңқур физикилиқ мәнаси бар: материяниң бир түриниң иккинчи түригә айлиниши мүмкин, мадда мәйданға вә эксинчә, мәйдан маддиға. Бу айлинишларға Эйнштейн формулисиға мувапиқ массилири толуғи билән электр магнитлиқ мәйданниң энергиясиға айнилидиған элементар зәрричиләрниң өзара һәрикәтлишиши мисал болалайду. Икки фотон түзүлидиған зәрричиниң анти-зәрричиниң җүпигә өзара түрлиниши мошу реакциягә мисал болалайду. Мәсилән электрон билән позитронниң өзара түрлиниши вақитида икки гамма-кванти түзүлиду, җүпниң теч һаләттики энергияси толуғи билән фотон энергиясиға айлиниду:

$$e^- + e^+ = 2\gamma.$$

Теч һаләттики энергияни өсүридиған экси процесслар бар, демәк, массиниму өсүридиған экси процесслар җүриду, мәсилән элементар зәрричиләрниң урулиши. Мошундақ реакцияләрдә массилири дәсләпки зәрричиләрниң массилиридин артуқ йеңи зәрричиләр пәйда болуши мүмкин. Урулишниң кинетикилиқ энергияси бу зәрричиләр массилириниң «мәнбәси» болуп тепилиду.

Җисим массисиниң илдамлиққа бағлиқлиғини етиварға елип, (5) формулини төвәндикичә язимиз:

### Җавави қандақ?

1. *Қандақ шәртләр орунланғанда (6) формулидин (7) формула чиқиду?*
2. *Теч һаләт энергиясиниң җисимниң ички энергиясидин пәрқи немидә?*

### Бу қизиқ!

Қазақстан Җумһурийитидики электр энергиясиниң җиллиқ ишләп чиқирилишиға (89,7 млрд кВт·сағ) тәң энергияни елиш үчүн теч һаләттики маддиниң массиси:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{89,7 \cdot 10^{12}\,\text{Вт} \cdot 3600\ \text{сек}}{9 \cdot 10^{16}\ \text{м}^2/\text{сек}^2} \approx$$

$$\approx 3,6\ \text{кг}.$$

### Җавави қандақ?

1. *Немишкә микроаләмни қараштуруш үчүн йоған түзүлмиләр – үдәткүчләр һаҗәт?*
2. *Адронлиқ коллайдерниң өлчәмлири қандақ?*
3. *Адронлиқ коллайдердики зәрричиниң максимал энергияси космос зәрричилири энергиясидин нәччә һәссә пәриқлиниду?*

### Бу қизиқ!

Атом ядросини ениқлашқа бериғишланған Резерфордниң дәсләпки тәҗрибиси 1000 доллар турған болса, кваркилар ениқланған үдәткүчиләр онлиған миллион доллар туриду. Теватронниң қурулиши билән ишлишигә 1 млрд-тин артуқ, ЧАК үчүн – 10 млрд доллар пайдиланған, қурулуш ишлири вә тәкшүрәшләргә аләмниң әллиридин 6000-дин көп илмий хизмәтчиләр қатнашти.

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}, \qquad (6)$$

буниңдин һәрикәтләнмәйдиған җисим теч һаләттики энергияға егә екәнлиги келип чиқиду:

$$E_0 = m_0 c^2. \qquad (7)$$

Эйнштейн формулисиниң орунлиши вә җисимларниң теч һаләттики массиниң болуши элементар зәрричиләрниң өзара һәрикәтлишиши вә атом ядролириниң түрлиниши вақтида тәҗрибә йүзидә испатланди. Ядролуқ реакцияләрдә интайин көп энергия бөлүниду. Энергияниң массиға түрлиниш коэффициентиниң аз мәнасида: $\frac{1}{\tilde{n}^2} = \frac{1}{9 \cdot 10^{16}}$ сек$^2$/м$^2$ ядролуқ түрлинишләрдә массиниң өзгириши:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}. \qquad (8)$$

## IV. Зарядләнгән зәрричиләрниң иштикләткүчилири

*Зарядләнгән зәрричиләрниң иштикләткүчилири – электр мәйданини қоллинип, энергияси жуқури зарядләнгән зәрричиләрни елишқа беғишланған түзүлмә.* Зәрричиләр магнит мәйдани арқилиқ башқурилиду. Зәрричиләрниң һәрикәтлиниш траекториясиға қарап цикллиқ вә сизиқлиқ иштикләткүчиләр, зәрричиниң түригә қарап электронларниң, мезонларниң, протонларниң үдәткүчлири болиду.

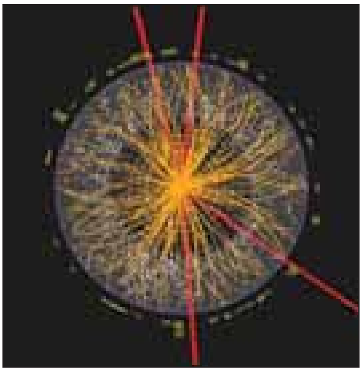
Сизиқлиқ иштикләткүчиләрдә, циклотронда, фазотронда, синхротронда, синхрофазотронда зарядләнгән зәрричиләрни жуқарқи илдамлиққичә йәткүзүп, уларни нишан билән тоқуништуриду. Тоқунушиш нәтиҗисидә релятивистлиқ эффектиларға мувапиқ зәрричиләрниң теч һаләттики массисидин көпирәк йеңи зәрричиләр түзүлиду. Коллайдерларда энергияси жуқури зәрричиләрниң кариму-қарши дәстиләрдә урулиши орунлиниду. Өзара һәрикәтлинишиши нәтиҗиси компьютер билән қайта ишлиниду *(192-сүр)*. *Иштикләткүчиләрни қурушниң асасий мәхсити – материяниң, бошлуқниң вә вақитниң сирлири сақланған микроаләм зәрричилирини тәкшүрәш*

**Жавави қандақ?**

*Немишкә теч һаләттики энергияни электр энергиясиға түрләндүрмәйду?*

**Әстә сақлаңлар!**

Йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған җисимниң кинетикилиқ энергиясини толуқ энергия билән теч һаләттики энергиясиниң айрими ретидә ениқлайду.



***192-сүрәт.*** *Хиггс бозониниң икки электрон билән икки мюонға парчилиниши. 18.06.2012 ж. ЦЕРН ATLAS детектори тиркигән, мюон треклири қизил, электрон треклири йешил рәңләр билән берилгән.*

**Әстә сақлаңлар!!**

Илдамлиқлири аз җисимлар үчүн Галилейниң нисбийәтлик нәзәрийәси қоллинилиду. Йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән һәрикәтләнгән җисимлар үчүн Эйнштейнниң мәхсус нисбийәтлик нәзәрийәси қоллинилиду.

## V. Классикилиқ вә релятивистикилиқ механикидики кинетикилиқ энергия

Релятивистикилиқ механикида $E = \frac{m\upsilon^2}{2}$ формулисини кинетикилиқ энергияни һесаплашта қоллиниши хата нәтиҗә бериду. Уни теч һаләттики энергиянiң, кинетикилиқ вә потенциаллиқ энергияларниң қошундисиға тәң толуқ энергия арқилиқ ипадиләйду:

$$E = E_0 + E_k + E_p \quad (9)$$

Зәрричиләрниң башқа җисимлар билән өзара тәсирлишиш энергияси массисиниң азлиғи, һәрикәтлиниш илдамлиғиниң жуқурилиға бағлиқ кинетикилиқ энергия билән селиштурғанда интайин аз, демәк, потенциаллиқ энергияни етиварға алмиса болиду. Толуқ энергияни һесаплаш формулисини (6) вә теч һаләттики энергия (7) формулисини (9) формулисиға қоюп, алимиз:

$$E_k = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}}} - m_0c^2 \quad (10)$$

яки

$$E_k = (m - m_0)\, c^2. \quad (11)$$

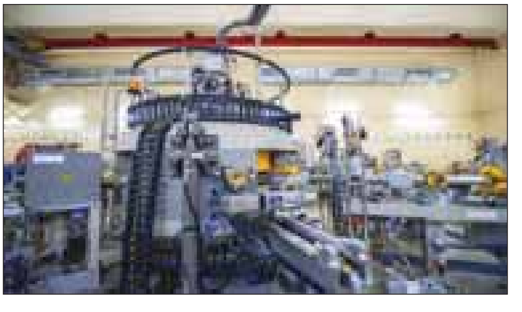
## VI. Релятивистлиқ вә классикилиқ механика

Галилейниң нисбийәтлик нәзәрийәсигә асаслинип, бошлуқ билән вақит абсолют, улар бошлуқта орунлашқан җисимларға вақит бойичә орунлинидиған процессларға бағлиқ әмәс дәп тәрипләймиз. Йәр бетидики барлиқ һадисиләр бир вақитта өтүду, уларниң узақлиғи барлиқ санақ системилири үчүн охшаш. Бошлуқ үч өлчәмлик вә өзгәрмәйду. Илдамлиқ – нисбийлик миқдар, у бир санақ системисидин иккинчисигә өткәндә өзгириду.

Эйнштейнниң мәхсус нисбийлик нәзәрийәси бошлуқ билән вақит тоғрилиқ көз қарашларни толуқ өзгәртти. Униң нәзәрийәси йоруқ илдамлиғиниң турақлиғиға

**Нәзәр селиңлар!**

Үдәткүчләр пәқәт микроаләмни тәкшүрәштә әмәс, адәм хизмитиниң һәр түрлүк саһалиридиму қоллинишқа егә болди. Қазақстандики Ядролуқ физика институтида (ЯФИ) У-150М, С-30 *(193-сүр)* циклотронлирида санаәт билән медицинiға беғишланған радиоизотоплар ишләп чиқирилиду. УКП-2-1 еғир ионлар үдәткүчлиридә қаттиқ җисим үлгилири тәркивигә ядро-физикилиқ анализлар жүргүзүлиду. Плутоний-239 бар биологиялик үлгиләр тәркивини тәкшүрәйдиған өлчәш усуллири ясалған, бу Семей полигониниң адәм организмиға тәсирини тәкшүрәшкә мүмкинчилик бериду. .



***193-сүрәт.*** *Бельгияда ясалған Казахстанниң ЯФИ-дики С-30 циклотрони*

асасланған. *Йоруқ илдамлиғи – абсолют миқдар, санақ системисини таллашқа бағлинишлиқ әмәс.* Бошлуқ билән вақитни характерләйдиған миқдарлар нисбийәтлик болуши керәк. Йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған жисимлар үчүн бошлуқ өзгириду: зәрричиниң һәрикәт йөнилиши бойичә қисқирайду; вақит асталайду. Бир процесс һәртүрлүк вақитта һәртүрлүк санақ системилирда, һәртүрлүк вақит арилиғида өтүду.

Эйнштейн нәзәрийәси Галилей нәзәрийәсини йоққа чиқармайду. Илдамлиқларниң аз мәнасида релятивистлик механика формулилири классикилиқ механика формулилириға түрлиниду. Мувапиқ принципи орунлиниду, Эйнштейнниң нисбийлик нәзәрийәси умумийлаштуридиған нәзәрийәси болиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Жисимниң массиси билән энергиясиниң арисида қандақ бағлиниш бар?
2. Жисимниң массиси билән энергиясинибағлиништуридиған Эйнштейн формулисиниң физикилиқ мәнаси қандақ?
3. Галилейниң нисбийәтлик нәзәрийәси билән Эйнштейнниң мәхсус нәзәрийәсиниң асасий пәрқи немидә?
4. Галилей вә Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәлири үчүн мувапиқ принципиниң орунлинидиғанлиғини қандақ испатлашқа болиду?

## Көнүкмә 28

1. Массиси $m_0 = 5$ *т* космослуқ корабль траекторияниң биринчи бөлүгидә $\upsilon_1 = 8$ км/сек илдамлиқ билән, иккинчи бөлүгидә $\upsilon_1 = 2{,}9 \cdot 10^8$ м/сек илдамлиқ билән һәрикәтлиниду. Һәрбир илдамлиқ үчүн корабльниң релятивистлик массисини ениқлаңлар.
2. Күн қувити $P = 3{,}9 \cdot 10^{26}$ Вт йоруқ еқимини чиқириду. Күн массиси $n = 3$ һәссә азийидиған вақит арилиғини ениқлаңлар? Күнниң шола чиқиришини турақлиқ дәп һесаплаңлар. Күнниң массиси $2 \cdot 10^{30}$ кг тәң.
3. $\upsilon = 0{,}75c$ илдамлиқ билән һәрикәтлиниватқан электронниң кинетикилиқ энергиясини ениқлаңлар. Электронниң теч һаләттики массиси $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг тәң.
4*. Кинетикилиқ энергияси: а) $E_1 = 1$ МэВ; ә) $E_2 = 1$ ГэВ протонниң илдамлиғини ениқлаңлар. Протонниң массиси $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг, 1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
5. Илдамлиғи $\upsilon = 0{,}75c$ электронниң импульсини классикилиқ вә релятивистлик формулилири арқилиқ ениқлаңлар. Электронниң теч һаләттики массиси $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг.

## Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Зарядләнгән зәрриләрниң иштикләткүчиләрниң әмәлий қоллиниши.
2. ҚЖ-дики зарядләнгән зәрриләрниң иштикләткүчилири.

## 8-бап йәкуни

| Лоренц түрләндүрүшлири |
|---|
| $x_1 = \dfrac{x_2 + \upsilon\tau_2}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ ; $x_2 = \dfrac{x_1 - \upsilon\tau_1}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ ; $\tau_1 = \dfrac{\tau_2 + \dfrac{\upsilon}{c^2}x_2}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ ; $\tau_2 = \dfrac{\tau_1 - \dfrac{\upsilon}{c^2}x_1}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ |

| Релятивистлиқ эффектилар | | | |
|---|---|---|---|
| Узунлуқниң қисқириши | Вақитниң асталиши | Илдамлиқларни қошуш | Массиниң өсүши |
| $l = l_0\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}$ | $\tau = \dfrac{\tau_0}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ | $\upsilon_1 = \dfrac{\upsilon_2 + \upsilon}{1 + \dfrac{\upsilon\,\upsilon_2}{\tilde{n}^2}}$ | $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ |

| Релятивистлиқ динамикидики Ньютонниң иккинчи қануни |
|---|
| $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = \dfrac{\Delta m\vec{\upsilon}}{\Delta t}$ , бу йәрдә $\vec{p} = \dfrac{m_0\,\vec{\upsilon}}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ |

| Масса билән энергияниң бағлинишлиғи | | | |
|---|---|---|---|
| Толуқ энергия | | Теч һаләттики энергия | Кинетикилик энергия |
| $E = m c^2$ | $E = \dfrac{m_0\,c^2}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}}$ | $E_0 = m_0\,c^2$ | $E_k = \dfrac{m_0\,c^2}{\sqrt{1-\dfrac{\upsilon^2}{c^2}}} - m_0\,c^2$ |

**А. Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәсиниң постулатлири**

1. Барлиқ физикилиқ һадисиләр һәрхил инерциаллиқ санақ системилирида бирдәк өтүду.
2. Вакуумдики йоруқ илдамлиғи барлиқ инерциаллиқ санақ системилирида бирдәк болиду. У йоруқ мәнбәсиниң вә қобул қилғучиниң һәрикәт илдамлиқлириға бағлиқ болмайду.

# 9-БАП

# АТОМЛИҚ ВӘ КВАНТЛИҚ ФИЗИКА

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- шола чиқириш мәнбәлири билән түрлирини топлаштурушни;
- спектрлиқ аппаратларниң ишләш принципи билән уларни қоллиниш облусини тәсвирләшни;
- электртомагнитлиқ шола чиқиришниң пәйда болуш тәбиити вә маддилар билән өзара тәсирлишиши бойичә пәриқ қилишни;
- Стефан – Больцман, Вин қанунлирини вә Планк формулисини абсолют қара җисимниң иссиқлиқ шола чиқиришини тәсвирләш вә ультрагүлнәпшә апитини чүшәндүрүшни;
- Фотоэффектниң тәбиитини чүшәндүрүшни вә уни қоллинишқа мисал кәлтүрүшни;
- Фотоэффект қанунлири билән Эйнштейнниң тәңлимисини һесап чиқиришта қоллинишни;
- йоруқниң квантлиқ нәзәрийәси асасида йоруқ қисиминиң тәбиитини чүшәндүрүшни;
- йоруқниң химиялиқ тәсирлирини фотосинтез мисалида вә фотосүрәттики процессалар асасида тәсвирләшни;
- компьютерлик вә магнитлиқ-резонанслиқ томографияни селиштуришни;
- электромагнитлиқ шола чиқиришниң корпускулярлиқ вә долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болушини испатлашқа мисаллар кәлтүришни;
- йоруқниң хусусийәтлирини тәкшүрәш мисалиға асаслинип тәбиәт қанунлириниң илмий тәрәққий етиш тарихи тоғрилиқ пикир билдүришни;
- атомниң планетарлиқ моделини альфа-зәрричилириниң чечилиши бойичә Резерфорд тәҗрибисигә асаслинип чүшәндүрүшни;
- Бор постулатлириға асаслинип, атомниң турақлиқ һалитиниң шәртлирини чүшәндүрүшни;
- водород атоминиң энергетикилиқ қурулушиға асаслинип сизиқлиқ спектрларниң тәбиитини чүшәндүрүшни;
- лазер түзүлмисиниң вә униң ишләш принципини чүшәндүрүшни;
- голографияниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни;
- элементар зәрричиләрниң долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болуши билән тәҗрибидә қоллинишиға мисал кәлтүрүшни;
- де Бройль долқининиң узунлуғиниң формулисини һесаплар чиқиришта қоллинишни;
- де Бройль гипотезисини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

# § 29. Шола чиқиришниң түрлири. Спектрлар, спектрлиқ аппаратлар, спектрлиқ анализ

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *шола чиқириш мәнбәлири билән түрлирини топлаштурушни;*
- *спектрлиқ аппаратларниң ишләш принципи билән уларни қоллиниш облусини тәсвирләшни үгинисиләр.*

## I. Шола чиқиришниң түрлири. Йоруқ мәнбәлири

Маддиниң атомлири сиртқи мәнбәләрдин энергия елип қозғилип шола чиқириду. Шола чиқириш маддиниң ички энергиясиниң өзгиришигә бағлиқ иссиқлиқ шола чиқириш вә люминесценция дәп бөлүниду. Люминесценция – соғ һаләттики шола чиқириш. Йоруқлиниш узақлиғиға бағлиқ люминесценцияниң барлиқ түрлири *флуоресценция* вә *фосфоресценция* дәп бөлүниду. Флуоресценция – атомларниң қоздурулиши тохтиғандин кейин $10^{-8}$ сек арилиғида пәйтлик өчүдиған йоруқлиниш. Фосфоресценция – бу бираз вақит арилиғиға созилидиған йоруқлиниш. «Соғ йоруқ» чиқиридиған маддилар *люминофорлар* дәп атилиду.

Люминесценция түрлири люминофорниң қоздурулиш усулиға бағлиқ бөлүниду:

- *катодлиқ люминесценция,* люминофор дәстиләнгән электронларниң урулишиниң тәсиридин қоздурулиду;
- *электролюминесценция*, люминофор турақлиқ вә өзгәрмә электр мәйданиниң тәсиридин қоздурулиду;
- *фотолюминесценция,* люминофор көрүнидиған йоруқ, ультрагүлнәпшә яки инфрақизил шолилар арқилиқ қоздурулиду;
- *хемилюминесценция,* люминофор энергия бөлүнүши билән жүридиған химиялиқ реакция нәтиҗисидә қоздурулиду.

*Биолюминесценция* өз намини қоздурулиш түригә әмәс, йоруқлинидиған объектиларға бағлинишлиқ егә болиди. Йоруқлиниш сәвәви һәртүрлүк болуши мүмкин.

**1-тапшурма**

Шола чиқиришниң түри, атомниң қоздурулиши вә йоруқ мәнбәлириниң мисаллири арисидики охшашлиқларни көрситиңлар.

| Шола чиқиришниң түрлири | Қоздурулиш усули | Йоруқ мәнбәлиригә мисаллар |
|---|---|---|
| Иссиқлиқ шола чиқириш | Электр мәйданиниң энергияси | Шималий қутуп шолилири, елан қилиш йезиқлириға беғишланған нәйчиләр |
| Электролюминесценция | Электронлар екиминиң урулиши | Күндүзлик йоруқ лампилири, янидиған бояқлар, ахшими көрүшкә беғишланған әсваплар |
| Хемилюминесценция | Иссиқлиқ энергия | Телевизор екрани, осциллограф, компьютер мониторлири |
| Катодолюминесценция | Ультрагүлнәпшә вә көрүнидиған шолилар билән шолиландуруш | Йоруқ чиқиридиға қоңғуз, чириватқан яғаш қалдуқлири, бактерияләр, чоңқурлуқта маканлайдиған һашарәтләр, белиқлар. |
| Фотолюминесценция | Химиялиқ реакцияләрниң энергияси | Күн, қиздуриш ламписи, ялқун |

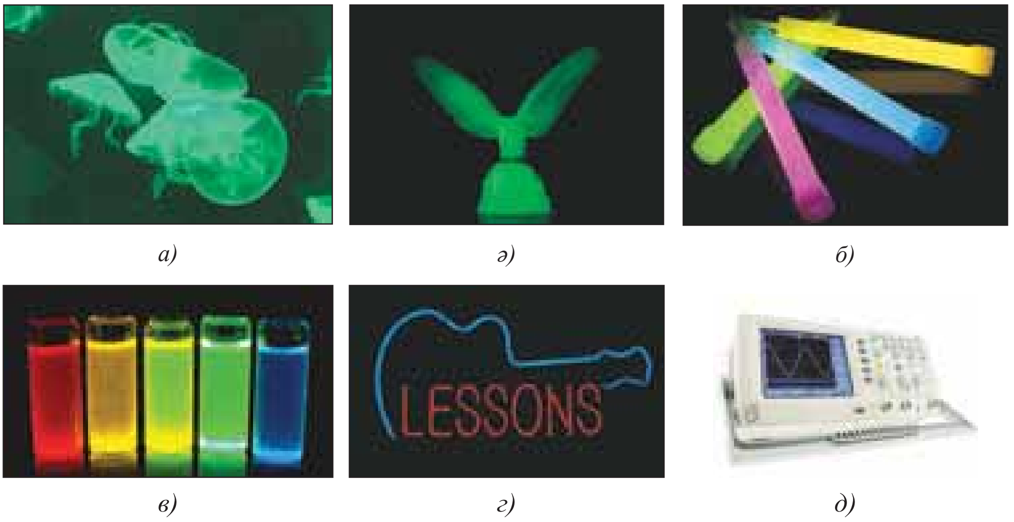
Бактерияларниң бир мунчә түрлири хемилюминесценция һесавидин йоруқ бөлүду, айрим түрлири фотолюминесценцияға егә, улар ультрагүлнәпшә шолилириниң шолилинишидин йоруқ чиқириду.

## II. Һәртүрлүк мәнбәләрниң шола чиқиришини тәкшүрәш

Йоруқ көзлириниң һеч бири долкун узунлуғи җиддий түрдә бөлгүләнгән монохроматлиқ йоруқ бәрмәйду. Йоруқни призма ярдими билән спектрға бөлүш, шундақла интерференция вә дифракция бойичә тәҗрибиләр мошу пикирниң испатлимиси болиду. Йоруқ тошуйдиған энергия, йоруқ дәстисиниң тәркивигә киридиған долкун узунлуқлири бойичә яки чапсанлиқлири бойичә тәхсимләнгән, сәвәви йоруқ илдамлиғи йоруқниң долкун узунлуғиниң шола чиқириш чапсанлиғиға болған көпәйтиндиси билән ениклиниду. Шола чиқиришларни тәкшүрәш үчүн спектрлиқ аппаратлар қоллинилиду.

### 2-тапшурма

*194 а-д-сүрәтләрни қараштуруңлар.* Һәр бир шараиттики йоруқлиниш сәвәплирини чүшәндүрүңлар. Берилгән люминесценция түрлиридин сүрәткә мувапиқ келидиған намлирини атаңлар: фосфоресценция, катодлуқ люминесценция, биолюминесценция, фотолюминесценция, хемилюминесценция, электролюминесценция, радиолюминесценция.




*а)* *ә)* *б)*

*в)* *г)* *д)*

***194-сүрәт.*** *Люминисценция түрлири*

### Бу қизиқ!

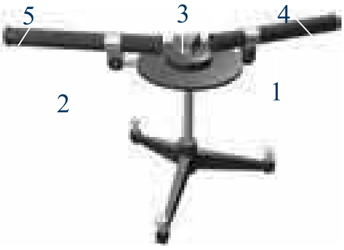
Люминесценция һадисисиниң вә һәр түрлүк люминофорларниң тәҗрибидә қоллинишқа егә болған асасий йөнилишләр.

- Люминесцентлиқ йоруқ мәнбәлири.
- Шола чиқириш түрлириниң индикацияси: суюқ кристаллиқ экранлар билән кинескоплар.
- Металлургияда бузмай тәкшүрәш усуллирида люминесценциялингән арилашмиларниң қоллиниши.
- Бехәтәрлик фотолюминесцентлиқ элементлирини ясап чиқириш.
- Фотолюминесцентлиқ декоративлиқ бояйдиған арилишмиларни вә композицияларни ясап чиқириш.
- Жуқури дәллик билән өлчәйдиған әсваплириниң йеңи түрлирини ишләп чиқириш.

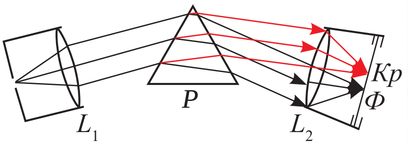
## III. Спектрлиқ аппаратлар

Спектроскопниң асасий элементлири: коллиматор – *1*, көрүш трубиси – *2*, окуляр –  , үчбулуңлук призма – *3 (195-сүр)*. Коллиматорда тәкшүриливатқан шола чиқириш мәнбәсидин йоруқ өтүдиған йочуқлар – *4*.

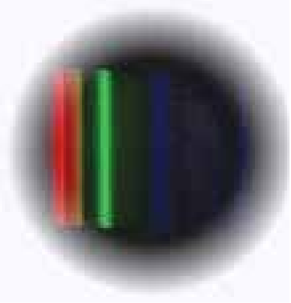
$L_1$ линзиниң фокусида орунлашқан коллиматорлиқ трубиниң йочуқлиридин йоруқ шолилири тарилидиған дәстә билән линзиға чүшиду, сунип, параллель дәстиләр ретидә Р призминиң қириға чүшиду (*196-сүр*). Призмида икки рәт сунуп, йоруқ дәстиси һәр түрлүк рәңдики параллель йоруқ дәстилиригә парчилиниду. Көрүш трубисиниң объективи $L_2$ параллель дәстиләрниң һәр қайсисини фокаллиқ тәкшиликниң айрим чекитидә жиғиду. Йочуқларниң түрлүк рәңдики тәсвирлири спектрни бериду (*197-сүр*). Спектрни көрүш трубисиниң окуляри арқилиқ лупидикидәк байқайду. Тәсвир елиш үчүн фотосәзгүч пленкини яки пластинини фокаллиқ тәкшиликкә орунлаштуриду, әсвап бу һаләттә *спектрограф* дәп атилиду.




***195-сүрәт.*** *Спектроскоп*




***196-сүрәт.*** *Спектроскоптики шолиларниң тарилиш йоли*



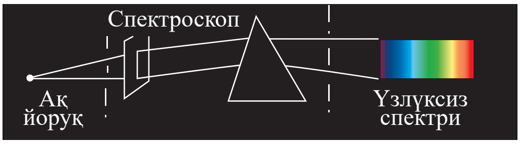
***197-сүрәт.*** *Шола чиқириш спектри*

> ***Спектроскоп*** **– бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни байқашқа беғишланған әсвап.**
>
> ***Спектрограф*** **– бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни сүрәткә чүшүришкә беғишланған әсвап.**

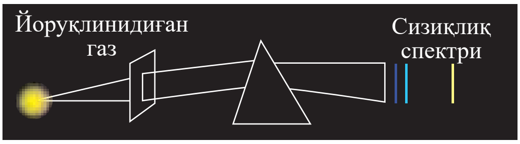
## IV. Спектрларниң түрлири

Призмидин өткән ақ йоруқ қизилдин гүлнәпшә рәңгичә болған һасан-һүсәнниң барлиқ рәңлиридин ибарәт спектрға ажрайду, уларниң арисида бош орун йоқ: қизил рәң, қизил қоңур рәңгә, қизил қоңур рәң серик рәңгә вә шуниңға охшаш давамлишиду (*198-сүр*). Мошундақ йолларни үзлүксиз яки туташ спектр дәп атайду. Қизған қаттиқ жисимлар қиздурилған суюқлуқлар вә қисилған газлар ақ йоруқниң мәнбәси болуп тепилиду.

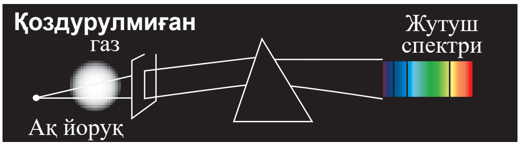
> **Нәзәр селиңлар!**
>
> Фотолюминесценция вақитида чиқирилидиған йоруқ йоруқлинишни пәйда қилидиған йоруққа қариғанда узунирақ болуп келиду.




***198-сүрәт.*** *Үзлүксиз спектри*




***199-сүрәт.*** *Сизиқлиқ спектри*




***200-сүрәт.*** *Жутуш спектри*

Төвәнки қисимда атомарлиқ һалитидики қиздурилған газ вә түрлүк химиялиқ элементлириниң һолири көрүнидиған диапазонниң электромагнитлиқ долқунларни чиқирип, йоруқлиниду. Шалаңлитилған газ шола чиқиришиниң спектри үзлүксиз спектрдин пәриқлиниду, униңда пәқәт бир нәччә түрлүк рәңлик сизиқлар байқилиду (*199-сүр*). Мәсилән, натрийниң қиздурилған һолири көрүнидиған диапазонида бир-биригә қошулип кетидиған икки инчикә сериқ сизиқ чиқириду; водород атомлири қизил, йешил, көк вә гүлнәпшә рәңлиридики – 4 сизиқ чиқириду. Тәкшүрәшләр барлиқ химиялиқ элементрларниң шалаңлитилған һолири спектрида мошу элементқила тән айрим сизиқлири бар шола чиқиридиғанлиғини көрсәтти, шуниң үчүн шалаңлитилған атомарлиқ газлар билән һоларниң спектрлирини сизиқлиқ спектр дәп атайду.

Сизиқлиқ спектрлар – бөләк спектрлиқ сизиқлардин ибарәт атомларниң учуп чиқиши билән жутулишиниң оптикилиқ спектрлири.

Шалаңлитилған газларниң спектри, юлтузлар атмосферисиниң спектри, туманлиқниң спектрлири сизиқлиқ спектрлар болуп тепилиду.

Австралиялиқ алим И. Фраунгофер күн спектрни спектроскоп билән байқиғанда, у әмәлиятта үзлүксиз спектр болуп тепилмайдиғанлиғини байқиди (*200-сүр*). Күн спектри қара сизиқларни кесип өтүду, кейин улар «*фраунгоферлар*» дегән намға егә болди. Немис алимлири Г. Кирхгоф билән Р. Бунзен күн спектридики бу сизиқларға чүшәнчә бәрди. Улар тәҗрибә йүзидә һәр түрлүк маддиларниң қиздурилған һолириниң атомлири чиқиридиған сизиқлиқ спектрлар, уларниң соғ һалитидики жутуш спектрлири билән мувапиқ келидиғанлиғини ениқлиди. Күнниң шола чиқириши спектрдики фраунгоферлиқ сизиқлар Күн атмосферисиниң жутулуш спектори болуп тепилиду, сәвәви атмосфера температуриси Күнниң температурисидин төвән.

**3-тапшурма**

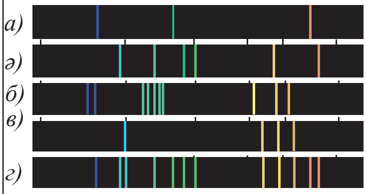
Қандақ спектрни йоллуқ (полоскилиқ) спектр дәп атайдиғанлиғини ениқлаңлар? Қандақ йоруқ мәнбәси йоллуқ спектрни бериду? Йоллуқ спектрниң сизиқлиқ спектрдин пәрқи?

**Өз тәҗрибәңлар**

Қиздуриш ламписи қилиниң шола чиқириш спектрини призма вә спектроскоп арқилиқ байқаңлар. Байқилиниливатқан спектрларни селиштуруңлар? Спектроскоп арқилиқ байқилидған спектрниң артуқчилиқлири?

**4-тапшурма**

*201 а-в-сүрәтлиридә берилгән газларниң шола чиқиришлириниң сизиқлиқ спектрлирини қараштуруңлар. 201 г-сүрәттә спектри тәсвирләнгән газ арилашмилириниң тәркивини ениқлаңлар.*




***201-сүрәт.*** *Водород, гелий, криптон, натрий һолири вә газ арилашмилириниң спектрлири*

## V. Спектрлиқ анализ

Г. Кирхгоф вә Р. Бунзен йеңиликлири Күн атмосферисиниң тәркивини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. 1859 жили алимлар маддиниң химиялиқ тәркивини спектрлиқ анализ ясаш усулини ойлап тапти. Берилгән химиялиқ элементниң атомиға тән спектрлиқ сизиқларниң орунлинишини билиш шола чиқириш вә жутуш спектрлири

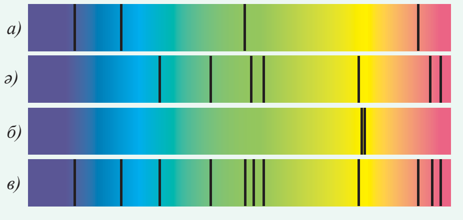
бойичә тәкшүрүлинидиған маддиниң тәркивини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Барлиқ бәлгүлүк элементларниң шола чиқириш спектрини күн спектриниң фраунгоферлиқ сизиқлири билән селиштуруш Күн атмосферисида тепилған элементларниң көпчилиги Йәрдә бар екәнлигини көрсәтти. Бирақ спектрда тәкшүригүчиләргә бәлгүсиз сизиқларму болди, йәни маддини гелий (греч. *heli* – Күн) дәп атиди. Кейинрәк бу газ Йәр атмосферисидинму тепилди. Спектрлиқ анализ усули тәкшүрәш лабораториялиридә мошу күнгичә қоллинилиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Силәргә шола чиқиришниң қандақ түрлири бәлгүлүк? Қандақ принцип бойичә уларни топлаштуриду?
2. Шола чиқириш түрлиригә тән йоруқ мәнбәлирини атаңлар.
3. Спектрлиқ аппаратлар немә үчүн һаҗәт? Уларниң түзүлиши?
4. Спектриниң қандақ түрлирини билисиләр? Һәр түрлүк спектрларниң шола чиқириш мәнбәлирини ениқлаңлар.
5. Қандақ спектрни сизиқлиқ дәп атайду?
6. Спектрлиқ анализ усулиниң мәнаси немидә?

## Көнүкмә 29

202-сүрәттә тәсвирләнгән жутуш спектрлири бойичә жутуш спектори 202 в-сүрәттә берилгән газ арилашмилириниң тәркивини ениқлаңлар.




***202-сүрәт.*** *Водородниң, гелийниң, натрийниң вә газ арилашмилириниң жутуш спектрлири.*

## Экспериментал тапшурма

Интернет торидики видео материалларни пайдилинип, өй шараитида елишқа болидиған люминифорлар тәркивини тәкшүрәңлар. Люминефорни қоздурулған һаләткә қандақ усул билән елип келишкә болидиғанлиғини ениқлаңлар. Люминефорниң йоруқ чиқиришини байқаңлар. Видео һесап беришни тәйярлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Люминесценция түрлири.
2. Люминесценцияниң турмушта вә техникида қоллинилиши.

# § 30. Инфрақизил вә ультрагүлнәпшә шола чиқириш. Электромагнитлиқ долқунлар шкалиси

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *электртомагнитлиқ шола чиқиришниң пәйда болуш тәбиити вә маддилар билән өзара тәсирлишиши бойичә пәриқ қилишни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

Дәрислик мәтинини қоллинип, долқун узунлуғиниң (чапсанлиғини) диапазони, уни ким вә қачан ачти, шола чиқиришниң пәйда болуш тәбиити, шола чиқириш мәнбәлири, маддилар билән өзара һәрикәтлинишиши параметрлириға мувапиқ инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентген шолилириниң селиштурма жәдвалини түзүңлар.

## I. Инфрақизил шола чиқири

*Инфрақизил шолилар* – бу микро долқунлук шола чиқириш билән қизил рәң арисида орунлашқан спектрларниң көрүнмәйдиған бөлүгидики электромагнитлиқ долқунлар. Инфрақизил шола чиқиришниң чапсанлиқ диапазони $3 \cdot 10^{11}$ Гц -тин $4 \cdot 10^{14}$ Гц-чә, долқунларниң узунлуқ диапазони 2 мм-тин 740 нм ариliқни қураштуриду. Инфрақизил шола чиқириш шәртлик түрдә үч облусқа бөлүниду: йеқин: $\lambda = 0{,}74–2{,}5$ мкм; оттура: $\lambda = 2{,}5–50$ мкм; жирақтики: $\lambda = 50–2000$ мкм. Йеқин облуси көрүнидиған шола чиқириш билән чегарилинишиду.

Инфрақизил шолиларни 1800 жили инглиз астрономи У. Гершель ениқлиған. У призма ярдими билән Күн йоруғини уни қураштуридиған компонентларға бөлүп, термометр ярдими арқилиқ спектрниң қизил бөлүгидә температуриниң көтүрилишини байқиди. Инфрақизил шола чиқириш қиздурғучи лампилириниң, Күнниң, газразрядлиқ лампилириниң шола чиқиришиниң көп бөлүгини тәркип қилиду, уни маддиниң қоздурулған атомлири вә ионлири чиқириду. Шола чиқиришни адәм тени иссиқлиқ ретидә қобул қилғанлиқтин, уни *иссиқлиқ шола чиқириш* дәп атайду. Энергияни жутуш вақтида мадда зәрричилириниң һәрикәт энергияси өсүду, жисим температуриси көтирилиду.

## II. Ультрагүлнәпшә шола чиқириш

Ультрагүлнәпшә шола чиқириш (УГ-шола чикриш) – көрүнидиған вә рентгенлик шола чиқиришлар арисидики диапазонда орунлашқан электромагнитлиқ долқунлар. Ультрагүлнәпшә шола чиқиришниң долқун узунлуғи 10 нм-дин 400 нм-ғичә, чапсанлиқ диапазони $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц-тин $3 \cdot 10^{16}$ Гц-кичә болған ариliқни тәшкил қилиду. Биологлар бәзи вақитларда өз ишлирида муһим диапазонлар ретидә кәлгүсиләрни атап өтүду: йеқиндики ультрагүлнәпшә, УГ-А шолилар (UVA, 315–400 нм); оттура ультрагүлнәпшә УГ-В шолилар (UVB, 280-315 нм); жирақтики ультрагүлнәпшә, УГ-С шолилар (UVC, 100–280 нм). Йәр бетигә йетидиған Күн радиациясида байқилидиған дәрижидә йеқин ультрагүлнәпшә УГ-А бар, башқа диапазонни иш йүзидә атмосфериға толуқ жутилиду.

Ультрагүлнәпшә шола чиқиришни немис физиги В. Риттер тапти. У ясиған тәжрибидә көрүнидиған спектрниң гүлнәпшә бөлүгиниң сиртидики көрүнмәйдиған шола чиқириш күмүч хлоридиниң бөлүнүш процесини чапсанлатти. Ультрагүлнәпшә шола чиқириш мәнбәсигә Күн вә сүнъий мәнбәләр ятиду. лазерлар, һәртүрлүк вә қоллиниш мәхсити һәртүрлүк ультрагүлнәпшә люминесцентлиқ лампа (УГЛЛ), мәсилән: толуқ спектрлиқ, кварцлиқ лампилар, «сүнъий солярий» ятиду. Шолилар маддиниң қоздурулған атомлириниң электронлирини чиқириду.

Һаһайити чоң химиялик активликқа егә ультрагүлнәпшә шола чиқириш маддиниң химиялиқ тәркивини өзгәртип, жутилиду. УГ-шола чиқириш тәсиридин термопластиклар: органикилиқ әйнәк, полиэтилен парчилиниду. Ультрагүлнәпшә шола чиқириш нәтижисидә микроорганизмлар өлиду, сәвәви улар өсүш қабилийитидин айрилиду. УГ – шола чиқиришни әйнәк яхши жутиду.

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә тормозланған рентгенлиқ шола чиқириш монохроматлиқ әмәс?*
2. *Рентгенлиқ шола чиқириш немә сәвәптин анод материалиға бағлиқ?*

## III. Рентгент шолилири

1895 ж. немец физиги Вильгельм Рентген төвән қисим вә жуқарқи күчиниш вақтида газразрядлиқ

**Бу қизиқ!**

**Адәм өмүридики вә тәбиәттики инфрақизил (ИҚ) шола чиқириш**

1. ИҚ-лазерлар оптоталчиқлиқ бағлиниш системилирида йоруқ мәнбәлири ретидә қоллинилиду.
2. Инфрақизил шола чиқириш спектроскопияда органикилиқ арилашмиларниң тәркиви билән түзилишини ениқлашта қоллинилиду. Бу технология маддилар молекулисиниң ичидики созилиши билән әгилишигә бағлиқ болидиған бәлгүлүк бир чапсанлиқларни жутуш қабилийитигә асасланған.

**Бу қизиқ!**

**Адәм өмүридики вә тәбиәттики ультрагүлнәпшә (УГ) шола чиқириш**

1. Һөжәтләрни қолдин көчирмисини ясаштин қорғаш мәхситидә уларни люминесцентлиқ бәлгү билән тәминләйду, улар пәқәт УГ йоруқландурғанда көрүниду.
2. УГ-шамлар бөлмиләрни *(203-сүр)*, суни, һавани вә башқиму бәтләрни дезинфекциялашта қоллинилиду.
3. Картиниларниң әксигә кәлтүрилгән бөләклири вә қолдин ясалған көчүрмә имзалар ультрагүлнәпшә шола чүшәргәндә қара дағлар билән бөлүниду.
4. УГ-шола чиқиришни биотехнологияда генлиқ мутация, йеңи өсүмликләрниң селекциясини елишта қолллинилиду.

***203-сүрәт.*** *Ағриқхана палатилирини дизенфекциялаш үчүн қоллинилидиған кварц ламписи*

нәйчиниң электродлири арисидики катод шолилириниң хусусийәтлирини тәкшүрәш вақтида тәсадипи рентгент шолилирини ениқлиди. У нәйчә йенидики флуоресцентлиқ экранниң йоруқланғиниға нәзәр салди. Нәйчә қәғәздин, яғачтин, әйнәктин, һәтта қелинлиғи 1,5 см алюминий пластинкисидин өтәләйдиған шола чиқиришларниң мәнбәси екәнлиги ениқланди. Рентген газразрядлиқ нәйчә шола чиқиришниң йеңи түриниң мәнбәси, дегән хуласигә кәлди.

Тәкшүрәшләр *рентген шолилириниң долқун узунлуқлири* ультрагүлнәпшә вә гамма шола чиқириш арисидики $10^{-3}$ нм – 100 нм спектрлиқ ариliқни егиләйдиғанлиғини, чапсанлиқлири болса $3 \cdot 10^{15}$ Гц-тин $3 \cdot 10^{20}$ Гц-ғичә шола чиқиришқа мувапиқ келидиғанлиғини көрсәтти. Долқун узунлуқлири шкалисида рентген шолилириниң төвәнки вә жуқарқи

чегара диапазонининң умумий қобул қилинған ениқлимиси йоқ, қаттиқ ультрагүлнәпшә шола чиқиришни юмшақ рентген шола чиқириш ретидә қараштурушқа болиду. Юмшақ рентген шола чиқиришининң долқун узунлуғини шәртлик түрдә 0,2 нм-дин жуқури, қаттиқ шола чиқиришнинң долқун узунлуғини 0,2 нм-дин төвән дәп алиду. Қаттиқ жуқарқи чапсанлиқтики рентген шола чиқириш фотонлири жуқарқи өтүш қабилийитигә егә.

Қаттиқ шолилар шола ағриғиға елип келидиған толуқ ионлиғучи радиация болуп тепилиду. Шола чиқириш адәм тенининң терисини тәшкил қилидиған белок молекулирини, шунинң билән биллә геномнинң ДНК молекулилирини парчилайду, улар мутагенлиқ вә канцерогенлиқ активлиққа егә. Шолиларнинң өтүш қабилийити интайин жуқури. Башқа асман җисимлирида пәйда болидиған рентген шолилири толуқ атмосферида жутулғанлиқтин Йәр бетигә йетәлмәйду.

Тормозланған рентгенлиқ шола чиқириш рентген нәйчисининң электродлар арисидики күчиниш айрими билән ениқлиниду. Мәйданнинң электронларни йөткәш иши һәрикәттики электронларнинң кинетикилиқ энергиясиға айлиниду вә анодқа урулғанда рентгенлиқ шола чиқириш фотонлиринин энергиясиға түрлиниду:

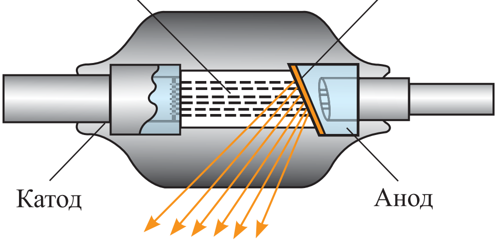
$$A = E_k = E_ф.$$

Рентгенлиқ шола чиқириш фотонлирининң максимал чапсанлиғи рентгенлиқ нәйчидики потенциаллар айрими билән ениқлинидиған электронларни тормозлайдиған максимал кинетикилиқ энергиясиға мувапиқ келиду:

$$eU = \frac{m_e v_{max}^2}{2} = h\nu_{max}.$$

**Әскә чүшириңлар!**

Рентгенлиқ шола чиқириш мәнбәси анод билән катод орунлашқан вакуумлиқ нәйчә. Уларнинң арисидики күчиниш 10-100 кВ-ни тәшкил қилиду. Электронлар катодтин учуп чиқип, анодқа урилиду. Мошу вақитта пәйда болидиған рентгенлиқ шола чиқириш «тормозланған» дәп атайду. Анод материалиға бағлинишлиқ бир вақитта характерләнгән шола чиқириш әмәлгә ашиду *(204-сүр)*.



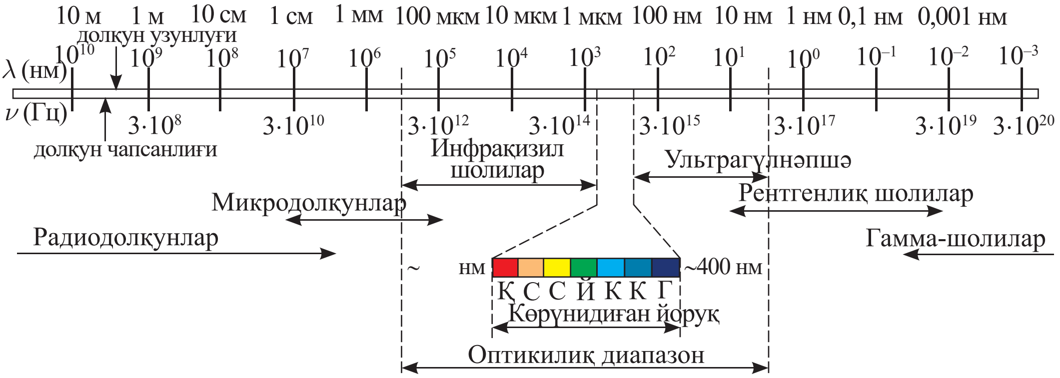

***204-сүрәт.*** *Рентген трубкилири*

## IV. Электромагнитлиқ долқунлар шкаласи

205-сүрәттә һәртүрлүк шола чиқиришнинң чапсанлиғи билән долқун узунлуқлири берилгән электромагнитлиқ долқунлар шкаласи тәсвирләнгән. Электромагнитлиқ долқунларнинң узунлуғи $10^3$ м-дин $10^{-10}$ м-ғичә арилиғидики кәң диапазонда өзгирип туриду. Адәттә улар чапсанлиғи төвән шола чиқириш, радио шола чиқириш, инфрақизил шолилар, көрүнидиған йоруқ, ультрагүлнәпшә шолилар, рентгенлиқ шолилар, $\gamma$-шола чиқириш дәп бөлүниду. Һәртүрлүк шола чиқиришларнинң арисида принципиаллиқ пәриқ йоқ. Вакуумда һәр қандақ узунлуқтики долқуннинң электромагнитлиқ шола чиқириши 300000 км/сек илдамлиқ билән тарилиду. Шола чиқириш шкаласининң һәртүрлүк облуслирининң чегарилири шәртлик түрдә бөлүнгән. Һәртүрлүк

узунлуқтики долқунларниң шола чиқириши бир-биридин елиниш йоллири вә тиркәш усули билән пәриқлиниду. Байқалғидәк пәриқ мадда билән тәсирләшкәндә көрүниду: жутуш вә қайтиш коэффициенти долқун узунлуғиға бағлиқ.

Қисқа долқунлуқ шола чиқиришлар: рентгенлиқ вә $\gamma$— шолилар начар жутулиду. Маддиниң оптикилиқ диапазони үчүн сүзүк әмәс болуп келидиған долқунлар, бу шола чиқиришлар үчүн сүзүк.

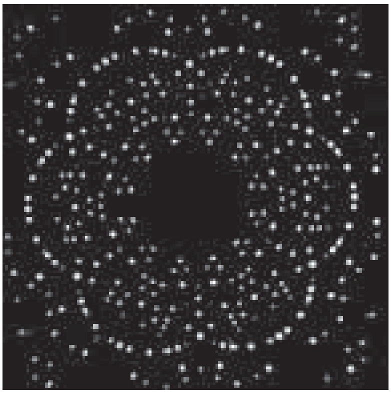



***205-сүрәт.*** *Электромагнитлиқ долқунлар шкалиси*

**Бу қизиқ!**

**Адәм һаятида вә тәбиәттики рентгенлиқ шола чиқириш**

1. Шола чиқириш медицинида флюорография, рентгенография ярдими билән диагностика ясашта, шуниң билән қатар шолилиқ терапиядә қоллинилиду.
2. Аэропорт билән төмүр йол вокзаллирида рентген шолилири қол жүки билән жүк ичини көрүш үчүн пайдилиниду.
3. Рентгенлиқ дефектоскопия усули буюмлардики, мәсилән рельслардики яки башқа түзүлүмләрдики кәпшиләш (сварка) тикишлиридә микро йериқларни ениқлашқа мүмкинчилик бериду.
4. Шола чиқиришниң дифракциялиқ чечилиши материал тонушта, кристаллографияда, химияда, биохимиядики маддиниң түзүлишини ениқлашта кәң қоллинишқа егә болди. Кристалдики рентген шолилириниң чечилишиниң нәтиҗисидә пәйда болған дифракциялиқ картинилар немис физиги Макс фон Лауәниң һөрмитигә *лауэграммалар* дәп (*206-сүр*), усулниң өзини *рентген түзүлүмлик анализ* дәп аталди.



***206-сүрәт.*** *Берилл кристалиниң лауэграммиси*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Әгәр рентгенлиқ шолилар спектридики минимал долқун узунлуғи 1 нм болса, рентгенлиқ нәйчиниң анодиға чүшидиған электронларниң илдамлиғини ениқлаңлар.

**Берилди:**
$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг
λ=1 нм

$\upsilon_e - ?$

**СИ**
$10^{-9}$ м

**Йешилиши:** Энергиянинң сақлиниш қануни асасида
$\mathring{A}_{\hat{e}} = \mathring{A}_{\hat{o}}$

яки $\dfrac{m\upsilon^2}{2} = \dfrac{hc}{\lambda}$, бунидин $\upsilon = \sqrt{\dfrac{2hc}{m\lambda}}$.

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}626 \cdot 10^{-34}\ \text{Äæ} \cdot \text{ñåê} \cdot 3 \cdot 10^{8}\ \text{ì/ñåê}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}\ \text{êã} \cdot 10^{-9}\ \text{ì}}} = 2{,}1 \cdot 10^{7}\ \text{ì/ñåê}$$

**Жавави :** $\upsilon_e = 2{,}1 \cdot 10^7$ м/сек.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Долқун узунлуғининң қандақ диапазонлирини инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентгенлиқ шола чиқириш дәп аташ қобул қилинған? Шола чиқиришнинң хусусийәтлири?
2. Инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентгенлиқ шола чиқиришларнинң пәйда болуш сәвәплирини атаңлар.
3. Берилгән долқун узунлуғи арилиғидики рентгенлиқ шола чиқиришни қандақ пәйда қилишқа болиду?
4. Инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентгенлиқ шола чиқиришлар мадда билән өзара қандақ тәсирлишиду?
5. Шола чиқиришлар тәҗрибидә қандақ қоллинишқа егә?
6. Электромагнитлиқ шола чиқиришнинң түрлири? Улар қандақ умумий хусусийәтләргә егә? Уларнинң пәриқлири немидә?

## Көнүкмә 30

1. 2 кВ вә 20 кВ рентген нәйчилиринин электродлири арисидики күчиниш үчүн рентгенлиқ шола чиқиришнинң долқун узунлуғининң минимал мәналирини ениқлаңлар. Электрон зарядининң модули $|e| = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл, Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек, йоруқ илдамлиғи $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек.
2. Тормозланған шола чиқириш спектрида узунлуғи 0,015 нм шолилар пәйда болидиған минимал күчинишни ениқлаңлар.
3. Мошу нәйчининң рентген спектридики әң каттиқ шола чиқиришнинң чапсанлиқлири $\nu = 10^{19}$ Гц болса, рентгенлиқ нәйчә қандақ күчиниш билән иш ишләйду? Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек, электрон зарядининң модули $|e| = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтиярилиңларчә):
1. Инфрақизил шолилирининң техникида, санаәттә, илимда қоллинилиши.
2. Инфрақизил вә ультра гүлнәпшә шолилиридики аләм.
3. Инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентген шолилирининң медицинидики роли.

# § 31.Иссиқлиқ шола чиқириш. Стефан – Больцман вә Вин қанунлири. Ультрагүлнәпшә апити. Планк формулиси. Фотонлар

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Стефан – Больцман, Вин қанунлирини вә Планк формулисини абсолют қара җисимниң иссиқлиқ шола чиқиришини тәсвирләш вә ультрагүлнәпшә апитини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Инавәткә елиңлар**

Йоруқниң сферилик мәнбәси үчүн $S = 4\pi R^2$.

**Әскә чүшириңлар!**

Электромагнитлиқ долқунниң интенсивлиғи (§14): $I = \dfrac{W}{S\,t}$.

**1-тапшурма**

Әгәр Күнниң һәр бир секунд ичидә $3{,}83 \cdot 10^{26}$ Дж энергия чиқиридиған болса, униң энергетикилиқ йоруқлинишини ениқлаңлар.Күн радиуси 6,96 · 10  м.

## I. Иссиқлиқ шола чиқириш – тәңпуңлуқ шола чиқириш

Иссиқлиқ чиқириш вақтида зәрричиләрниң рәтсиз иссиқлиқ һәрикитиниң энергияси үзлүксиз чиқирилидиған электромагнитлиқ шола чиқириш энергиясиға айлиниду.

**Қиздурулған җисимларниң ички энергиялириниң һесавидин чиқирилидиған электромагнитлиқ шола чиқиришни иссиқлиқ шола чиқириш дәп атайду.**

Әгәр шола чиқиридиған җисимни идеал қайтуридиған бәтлик қәвәт билән қоршиса, бираз вақиттин кейин бу системида иссиқлиқ тәңпуңлиғи орун алиду. Җисимниң жутқан иссиқлиқ мөлчәри қоршиған муһитқа берилгән иссиқлиқ мөлчәригә тәң болиду.

*Тәңпуңлуқ иссиқлиқ шола чиқириш дәп, җисимниң шола чиқиришқа сәрип қилинған энергиясини һәр бир долқун узунлуғи үчүн шола чиқиришниң жутулған энергияси билән толуқтуридиғанлиғини атайду.* Шола чиқиришниң барлиқ түрлириниң ичидә пәқәт иссиқлиқ шола чиқиришқа тәңпуңлуқ шола чиқириш тән.

Адәттики шараитларда, бөлмә температурисида җисимларниң иссиқлиқ шола чиқириши долқун узунлуғиниң инфрақизил диапазонида орунлиниду. Әгәр температура миңлиған градусқа йәтсә, җисимлар долқун узунлуғиниң көрүнидиған диапазонида шола чиқиришқа башлайду.

## II. Иссиқлиқ шола чиқиришни характерләйдиған миқдарлар

Иссиқлиқ шола чиқириш энергетикилиқ йоруқлиниш, спектрлиқ зичлиқ (җисимниң шола чиқириш қабилийити), җисимниң жутуш қабилийити, шола чиқириш еқими охшаш миқдарлар билән характерлиниду.

***Җисимниң энергетикилиқ йоруқлиниши*** $R_{ж.}$ **– температуриси *T* җисим бетиниң бирлик мәйдани арқилиқ барлиқ йөнилишләр бойичә барлиқ чапсанлиқлар диапазонида тарилидиған энергияниң шола чиқириш вақтиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар:**

$$_{жç.} = \frac{W}{S \cdot t}. \qquad (1)$$

Жисимниң энергетикилиқ йоруқлинишиниң өлчәм бирлиги $[R_{жç.}] = 1\dfrac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$.

Энергетикилиқ йоруқлиниш қизған жисимниң шола чиқиришиниң интенсивлиғини характерләйду.

**Энергетикилиқ йоруқлинишниң спектрлиқ зичлиғи яки температуриси *T* жисимниң шола чиқириш $_{ж.}$ қабилийәтлиги – $\Delta\nu$ чапсанлиқлар интервалидики энергетикилиқ йоруқлинишиниң мошу интервалиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.**

$$r_{жç.} = \frac{\Delta R_{жç.}}{\Delta\nu}. \tag{2}$$

Энергетикилиқ йоруқлинишниң спектрлиқ зичлиғи жисимниң шола чиқириш чапсанлиғи билән температуриға бағлиқ. Униң өлчәм бирлиги: $[r_{жç.}] = 1\dfrac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$.

Барлиқ чапсанлиқлар диапазонидики қиздурулған жисимниң шола чиқириш қабилийәтлириниң қошундиси жисимниң энергетикилиқ йоруқлиниши болуп тепилиду.

**Жисимниң шолини жутуш қабилийити $a_n$ – бу $\Delta\nu$ чапсанлиқ интервалида жисимниң $\Delta\hat{O}'$ шола чиқириш еқимини жутушиниң шу $\Delta\nu$ интервалидики жисимға чүшкән $\Delta\hat{O}$ шолилар еқимиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.**

$$a_\nu = \frac{\Delta\Phi'}{\Delta\Phi}. \tag{3}$$

*Шола чиқириш еқими Ф – шола чиқириш йөнилишигә перпендикуляр болидиған мәйдани S бәт арқилиқ тошулидиған электромагнитлиқ шола чиқиришниң энергиясиниң W уни тошушниң t вақитиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар:*

$$\Phi = \frac{W}{t}. \tag{4}$$

(1) вә (4) формулилиридин шола чиқириш еқиминиң энергетикилиқ йоруқлиниши билән бағлиниши төвәндики ипадә арқилиқ ениқлиниду:

$$\Phi = R_{жç.} \cdot S. \tag{5}$$

## III. Абсолют қара жисим

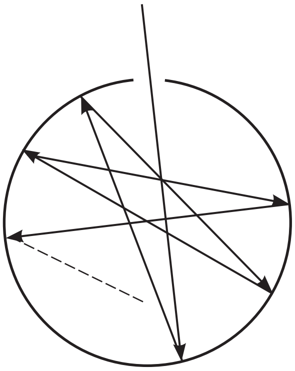
Һәр қандақ температуридики барлиқ чапсанлиқлар диапазонида шолини жутуш қабилийити $a_\nu = 1$ болидиған жисим *абсолют қара жисим (АҚЖ)* дәп атилиду.

Долқун узунлуқлириниң барлиқ диапазонида шолини жутуш қабилийити $a_\nu = \text{const} < 1$ болидиған жисим *кулрәң жисим* дәп атилиду.

Кичик төшүги бар туюқланған сүзүк әмәс бошлуқ абсолют қара жисимниң модели болуп тепилиду. Көплигән қайтишларниң нәтиҗисидә төшүккә чүшкән шолиниң сиртқа чиқиши интайин аз вә толуғи билән жутулиду *(207-сүр)*. Бошлуқта пәйда болған вә төшүктин чиққан шола чиқириш қара жисим бетидики төшүк өлчәминиң

мәйдани билән чиқирилидиған шола чиқиришларға эквивалент болуп санилиду.

Абсолют қара җисимниң шола чиқиришлирини тәкшүрәш Кирхгоф, Стефан – Больцман, Вин қанунлириниң ечилишиға елип кәлди.



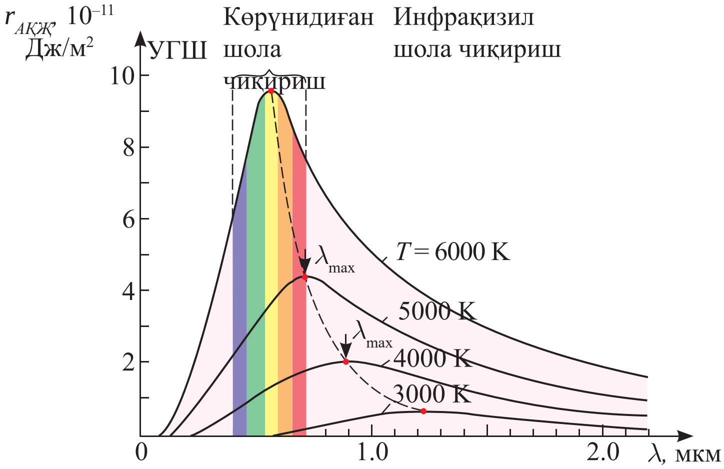
***207-сүрәт.*** *Абсолют қара җисимниң модели*

## IV. Абсолют қара җисимниң шола чиқириш қанунлири

**Кирхгоф қануни.** XIX әсирниң оттурисида Г. Кирхгоф иссиқлиқ шола чиқиришниң асасий қанунлириниң бирини ачти, барлиқ шола чиқириш қабилийитиниң жутуш қабилийитигә болған нисбити абсолют қара җисимниң шола чиқириш қабилийитигә тәң, у $\nu$ чапсанлиқниң вә Т температуриниң функцияси болуп тепилиду:

$$\frac{r}{a} = r_{АҚЖ}(\nu, T). \qquad (6)$$

Қара җисимниң шола чиқириш қабилийитиниң долқун узунлуғи билән җисим температурисиға бағлиқлиғи тәҗрибә йүзидә ениқланди. Қара җисим спектрида температуриниң бир нәччә мәналирида энергияниң тәхсимлинишини характерләйдиған әгирләр *208-сүрәттә* тәсвирләнгән. .




***208-сүрәт.*** *Абсолют қара җисимниң (АҚЖ) шола чиқириш қабилийитиниң шола чиқиришниң долқун узунлуғиға вә җисим температурисиға бағлиқлиғи*

**Стефан – Больцман қануни** 1879 жили австриялиқ физик И. Стефан тәҗрибиләр нәтиҗисидә җисимларниң энергетикилиқ йоруқлиниши $T$ температуриниң төртинчи дәриҗисигә пропорционал дегән хуласигә кәлди:

$$R_{жс.} = \sigma T^4. \qquad (7)$$

Л. Больцман 1884 жили термодинамика қанунлири асасида, нәзәрийәвий түрдә мошундақ хуласә ясиди. И. Стефан алған нәтиҗини тәҗрибилик түрдә ениқлап испатлиғини үчүн бу қанун вә мошу турақлиқ Стефан – Больцманниң дәп иккисиниң исимлири билән аталди, у төвәндикигә тәң:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{K}^4}. \qquad (8)$$

*Стефан – Больцман қануни шола чиқириш спектриниң толуқ энергиясини ениқлайду, бирақ у шола чиқириш спектиридики энергияниң тәхсимлиниши тоғрилиқ мәсилиләрни караштурмайду.*

**Вин қануни.** Немис физиги В. Вин 1896 жили абсолют қара жисимниң спектридики шола чиқириш максимуми температуриниң өсүши билән жуқарки чапсанлиқларға карап силжийдиғанлиғини ениқлиди:

$$\nu_{\max} = b_1 \cdot T, \qquad (9)$$

чапсанлиқ билән долқун узунлуғиниң арисида $\nu = \frac{\tilde{n}}{\lambda}$ бағлиниш болғанлиқтин, Винниң силжиш қанунини төвәндикичә йезишқа болиду :

$$\lambda = \frac{b}{T}, \qquad (10)$$

буниңдики $= 2,89 \cdot 10^{-3}$ м · K – Вин турақлиғи.

## V. Планк формулиси

Стефан – Больцман вә Вин қанунлири шола чиқириш интенсивлиғиниң ультрагүлнәпшә диапазонида кәскин төвәнлинишини чүшәндүрәлмиди. Бу һадисини физиклар «ультрагүлнәпшә апити» дәп атиди.

Немис алими Макс Планк чапсанлиғи $\nu$ шола чиқиридиған вә жутудиған резонаторлар жиғиндиси билән мадда моделини ясиди. У һәр бир резонатор энергияниң элементар үлүшлириниң пүтүн сани болидиған энергия мөлчәригә тән дәп тәхмин қилди:

$$E = h\nu, \qquad (11)$$

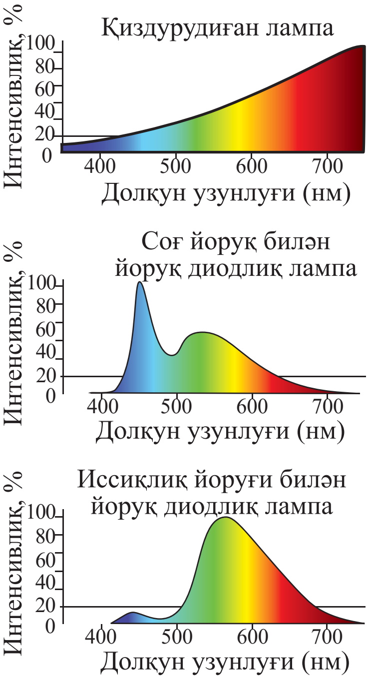
$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек – Планк турақлиғи.

Планк гипотезисиниң мәнаси: электромагнитлиқ энергияниң атомлар вә молекулилар билән шола чиқириши үзлүксиз әмәс, эксинчә дискретлиқ – үлүшләр яки Планк кейинәрәк атап кәткән «квантлар» түридә жүриду. Шола чиқириш интенсивлиғиниң төвәнлиши маддидики ультрагүлнәпшә чапсанлиқтики резонаторларниң йоқлиғи билән чүшәндүрилди.

**Бу қизиқ!**

**Иссиқлиқ шола чиқириш қанунлириниң тәҗрибидә қоллинилиши**

Планк формулиси вә Вин қануни қиздуруш лампилириниң ПИК-и немишкә интайин аз екәнлигини чүшәндүрүду. Вольфрам қиздуруш қилиниң қизиш температурисида шола чиқириш максимуми инфрақизил шола чиқириш облусиға ятиду, спектрниң көрүнидиған бөлүгигә барлиқ шолиларниң тәхминән 5 % -ти тәәллуқ *(209-сүр).* Заманивий йоруқ диодлиқ лампида энергияниң максимуми көрүнидиған облусиға ятиду. Йоруқ диодлиқ лампиниң йоруқлиниши – люминесценция, «соғ йоруқлинишниң» мисали болуп тепилиду.




***209-сүрәт.*** *Қиздуруш лампилири билән йоруқ диодлиқ лампилар үчүн шола чиқириш интенсивлиғиниң долқун узунлуғиға бағлиқ графиги*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Күн 1 мин. ичидә қанчилик энергия мөлчәрини чиқириду? Күнниң шола чиқиришини абсолют қара җисимниң шола чиқиришиға тәң дәп елиңлар. Күн бетиниң температурисини 5800 K, Күнниң радиусини 695510 км елиңлар.

| **Берилди:** | **СИ** | **Йешилиши:** |
|---|---|---|
| $t$ = 1 мин | 60 сек | $W = RSt$; $S = 4\pi r^2_{\text{Ê½í}}$; $R = \sigma T^4$; |
| $T$ = 5800 K | | $W = \sigma \cdot T^4 4\pi r^2_{\text{Ê½í}} t$. |
| $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Âò}}{\text{ì}^2\text{K}^4}$ | | $W$ = 5,67 · $10^{-8}$ Вт/м$^2$K$^4$ · (5800 K)$^4$ · 4 · 3,14 · · (69551 · $10^4$ м) · 60 сек ≈ 2,34 · $10^{28}$ Дж. |
| $r_{\text{Күн}}$ = 695510 км | 69551 · $10^4$ м | |
| $W$ – ? | | **Җавави:** $W$ = 2,34 · $10^{28}$ Дж. |

### Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ шола чиқиришни иссиқлиқ шола чиқириш дәп атайду?
2. Иссиқлиқ шола чиқиришни характерләйдиған миқдарларға ениқлима бериңлар.
3. Қандақ җисимни абсолют қара, күлрәң дәп атайду?
4. Иссиқлиқ шола чиқиришни қандақ қанунлар характерләйду?
5. Планк гипотезиси немигә асасланған? Энергия кванти дәп немини атайду?

### Көнүкмә 31

1. Еритиш мәшини абсолют қара җисим дәп санап, $t$ = 5 мин ичидә мәйдани $S$ = 8 см$^2$ байқаш деризисидин чиқирилидиған энергияни ениқлаңлар. Мәш температуриси $T$=1000K. Стефан–Больцман турақлиғи $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{K}^4}$
2. Абсолют қара җисимниң энергетикилик йоруқлиниши $R_{жс}$ = 459 Вт/м$^2$ болидиған температурини ениқлаңлар.
3. Абсолют қара җисимниң шола чиқириш қувити 10 кВт. Энергетикилик йоруқлинишниң спектрлиқ зичлиғиниң максимумиға мувапиқ келидиған долқун узунлуғи 7 · $10^{-5}$ см екәнлигиги бәлгүлүк болса, шола чиқиридиған җисим бетиниң мәйданини ениқлаңлар. Вин турақлиғи  = 2,89 · $10^{-3}$ м · K.
4. Узақ вақит қараңғуда болған чиниққан көз өзгичә шараитларда карчуққа секундиға 50 фотон чүшүридиған йоруқ екими билән тәсирлишишкә қабилийәтлик. Көз қобул қилидиған минимал қувәтни ениқлаңлар. Долқун узунлуғини 500 нм дәп елиңлар.

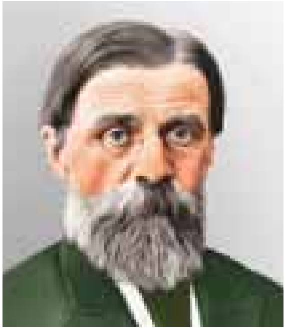
### Иҗадий тапшурма

ppt–презентацияси арқилиқ «Пирометр вә тепловизорниң түзүлиши билән ишләш принципи» мавзусиға хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар.

# § 32. Фотоэффект. Фотоэффектини қоллиниш

**Кутилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *Фотоэффектниң тәбиитини чүшәндүрүшни вә уни қоллинишқа мисал кәлтүрүшни;*
- *Фотоэффект қанунлири билән Эйнштейнниң тәңлимисини һесап чиқиришта қоллинишни үгинисиләр.*



**Александр Григорьевич Столетов** (1839–1896) – рус физиги. Ташқи фотоэффектини тәкшүрәп, фотоэффектиниң биринчи қанунини ачти. Газлиқ разряд, критикилиқ һаләтни тәкшүрәп, төмүрниң магнитлиниш эгирини алди.

**1-тапшурма**

Йоруқни электромагнитлиқ долқун ретидә қобул қилип, йәни Максвелл нәзәрийәси асасида фотоэффект тоғрилиқ хуласиләрни чүшәндүрүңлар.

**Жавави қандақ?**

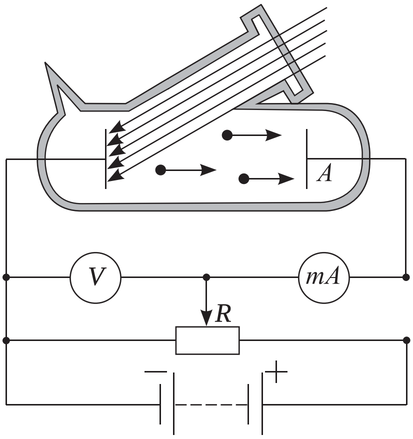
*Немишкә баллондики һава шоруп чиқирилиду?*

## I. Фотоэффектиниң классикилиқ электродинамика көз қаришида қараштурилиши

Йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәси асасида төвәндикичә хуласә ясашқа болиду:
- һәрқандақ долқун узунлуғидики йоруқ электронни металдин жулуп чиқиралайду;
- электронни металдин жулуп чиқиришқа бәлгүлүк бир вақит һаҗәт;
- жулуп елинған электронлар сани вә уларниң энергияси йоруқ интенсивлиғиға пропорционал болуши керәк.

## II. Фотоэффектини тәкшүрәшкә беғишланған заманивий түзүлмиләр

Фотоэффектини тәкшүрәшкә беғишланған заманивий түзүлмә, һаваси шоруп чиқирилған әйнәк баллонға орунлаштурулған икки электродтин ибарәт *(210-сүр)*. Электродларниң биригә кварцлиқ «деризә» арқилиқ йоруқ чүшиду. Аддий әйнәккә қариғанда кварц ультрагүлнәпшә шола чиқиришни өткүзиду. Электродларға күчиниш берилиду, уни *R* потонциометр ярдими билән өзгәртишкә вә *V* вольтметр билән өлчәшкә болиду. Йоруқ чүшиватқан К электрод – катодиға батареяниң сәлбий полюсини қошиду. Йоруқ тәсиридин катод электр мәйдани арқилиқ анодқа қарап йөнилидиған электронларни чиқириду, нәтиҗисидә электр токи пәйда болиду. Ток күчиниң мәнаси миллиамперметр арқилиқ өлчиниду.




***210-сүрәт.*** *Ташқи фотоэффектини тәкшүрәшкә беғишланған эксперименталлиқ түзүлмә*

## III. Столетовниң фотоэффект қанунлири

Рус алими А.Г. Столетов вә немис алими Ф. Ленард жүргәзгән тәкшүрәшләр фотоэффект қанунлири классикилиқ чүшәнчиләргә мувапиқ кәлмәйдиғанлиғини көрсәтти.

*211-сүрәттә* электродлар арисидики күчинишниң һәртүрлүк мәналирини өлчәш нәтижисидә елинған вольт-амперлиқ характеристика көрситилгән.

Гарфиктин төвәндикичә хуласә ясашқа болиду:

1. Күчиниш бәлгүлүк бир $U_н$ мәнасиға йәткәндә, фототок күчи күчинишгә бағлиқ әмәс болиду.

   *Ток күчиниң максимал мәнасини $I_н$ қениққан ток дәп атайду.*

   *Қениққан ток күчи - бирлик вақит ичидә фотоэлектронларни тошуйдиған максимал зарядлар:*

$$I_н = \frac{q_m}{t} = \frac{N|e|}{t} = n|e|, \qquad (1)$$

   буниңдики $n$ − 1 сек вақит ичидә йоруқ чүширилгән металл бетидин учуп чиқидиған фотоэлектронлар сани, $e$ − электрон заряди, $N$ – $t$ вақит ичидә йоруқланған металл бетидин учуп чиқидиған фотоэлектронлар сани.

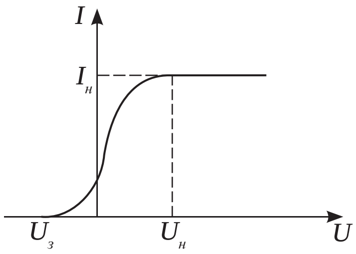
2. Фототок күчи күчинишниң нөллик мәнасида нөлгә тәң әмәс.

3. Катодни ток мәнбәсиниң иҗабий полюсигә, анодни сәлбий полюсигә қошуп, электр мәйданиниң йөнилишини өзгәртсә, фотоэлектронларниң илдамлиғи азийиду, униңға миллиамперметрниң көрсәткүчлири арқилиқ көз йәткүзүшкә болиду: күчинишниң сәлбий мәнасиниң өсүшидә ток күчи азийиду. Тохтатқучи күчиниш $U_T$ дәп атилидиған күчинишниң қандақту бир мәнасида фототок тохтайду. Кинетикилиқ энергияниң өзгириши тоғрилиқ теоремиға мувапиқ тохтатқучи электр мәйданиниң иши фотоэлектронларниң кинетикилиқ энергиясиниң өзгиришигә тәң:

$$A = \Delta E_k \text{ яки } eU_T = \frac{mv_m^2}{2}. \qquad (2)$$

$U_T$ бәлгүлүк болса, фотоэлектронларниң максимал кинетикилиқ энергиясини ениқлашқа болиду.

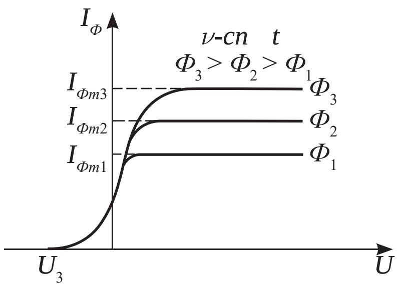
Катодни чапсанлиқлири бирдәк вә интенсивлиқлири һәртүрлүк йоруқ еқимлири билән




***211-сүрәт.** Фототок күчиниң вакуумлиқ лампиниң электродлиридики күчинишкә бағлиқлиғи*

### Җавави қандақ?

1. *Шола чиқириш чапсанлиғи бирдәк, һәртүрлүк интенсивлиқтики йоруқни қандақ елишқа болиду?*
2. *Шола чиқириш чапсанлиғи һәртүрлүк, интенсивлиғи бирдәк йоруқни қандақ елишқа болиду?*




***212-сүрәт.** Һәрхил йоруқ еқимлиридики фотоэффект үчүн вольтамперлиқ характериситикилири*

### 2-тапшурма

Столетов хуласилирини классикилиқ физикиниң хуласилири билән (параграфниң I бөлүми) селиштуруңлар. Пәриқи немидә?

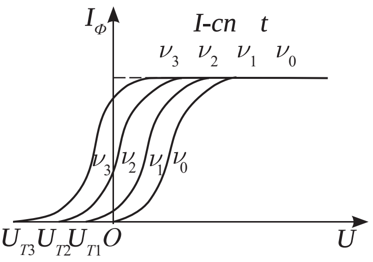
### Әскә чүшириңлар!

Фотоэффект – бу йоруқ яки һәр қандақ электромагнитлиқ шолиларниң тәсиридин маддиларниң электронларни чиқириши.

йоруқландуруш вақтидики фотоэффектини тәкшүрәш вольтамперлиқ характеристикиси *212-сүрәттә* тәсвирләнгән нәтижини бәрди.

Чүшүрилгән йоруқниң инетенсивлиғи өскәнсери кениққан фототок күчи өсүду.

Япқучи күчинишниң миқдари йоруқ интенсивлиғиға бағлиқ әмәс, у барлиқ еқимлар үчүн бирдәк мәнаға егә.




***213-сүрәт.*** *Һәртүрлүк чапсанлиқтики чүшидиған йоруқниң фотоэффекти үчүн вольтамперлиқ характеристикилири*

Катодни интенсивлиғи бирдәк, чапсанлиғи һәр түрлүк йоруқ билән йоруқландуруш 213-сүрәттә көрситилгән вольтамперлиқ характериситикиларни бериду. Графиклардин тохтатқучи күчинишниң $U_T$ миқдари чүширилгән йоруқниң чапсанлиғи азайғанда азийиду, чүшкән йоруқниң чапсанлиғи өскәндә өсүду, у қандақту бир $\nu_0$ чапсанлиқта тохтатқучи күчиниш нөлгә тәң $U_T = 0$. Аз чапсанлиқларда $\nu < \nu_0$ фотоэффект байқалмайду.

**Фотоэффект һадисиси мүмкин болидиған чүширилгән йоруқниң минимал чапсанлиғи $\nu_0$ фотоэффектиниң қизил чегариси дәп атилиду.**

Эксперименталлиқ мәлуматлири асасида Столетов фотоэффект қанунлирини тәриплиди:

1. Фототок күчи йоруқ еқиминиң интенсивлиғиға тоғра пропорциионал.
2. Йоруқ жулуп чиқиридиған электронларниң максимал кинетикилиқ энергияси йоруқ чапсанлиғи билән биллә сизиқлиқ түрдә өсүду вә интенсивлиққа бағлиқ әмәс.
3. Һәр бир мадда үчүн фотоэффектиниң қизил чегариси болиду, йәни фотоэффект мүмкин болидиған минимал йоруқ чапсанлиғи $\nu_0$ (максимал узунлуқ $\lambda_{max}$) болиду, әгәр $\nu < \nu_0$, фотоэффект байқалмайду.

**Җавави қандақ**

1. *Кениққан фототок күчи немишкә турақлиқ мәнаға егә ?*
2. *Немишкә күчинишниң нөллик мәнасида фототок күчи нөлгә тәң әмәс?*
3. *Электр мәйданиниң йөнилиши өзгәргәндә немишкә фототок күчи азийиду?*
4. *Қандақ шәртләрдә фототок тохтайду? Немишкә?*

## IV. Фотоэффектниң квантлиқ нәзәрийәси

Фотоэффектиниң нәзәрийәвий асасини 1905 жили А. Эйнштейн тәклип қилған. У йоруқ М.Планк тәриплигәндәк квантлар билән шола чиқирипла қоймай, шуниң билән биллә үлүшләр билән тарилиду вә жутулиду, йәни энергияси $E = h\nu$ фотонлар дәп атилидиған зәрричиләр еқимидин туриду дәп молҗалиди.

Фотоэффект һадисисиниң мәнаси йоруқ зәрричилири металл электронлириға урулғанда, уларға өз энергиясини вә импульсини берип, йоқап кетишидин туриду. Чүшүрилгән йоруқ квантлириниң энергияси электронниң маддиниң иҗабий зарядләнгән зәрричилириниң тартилиш күчигә қарши атқуридиған ишидин артуқ болса, у чағда электрон маддидин учуп чиқиду. Мошу вақитта фотоэффектиниң қизил чегарисиниң мәнаси

**3-тапшурма**

Фотоэффект үчүн Эйнштейн формулиси мошу һадисә үчүн қолланғанда, энергияниң сақлиниш қануни екәнлигини испатлаңлар.

чүшинишлик болиду: электронлар металдин учуп чиқиш үчүн квантлар энергияси $E = h\nu_{\min}$ -дин аз болмаслиғи керәк. Бу энергия электронларниң берилгән металдин чиқиш ишиға тәң. Чүшидиған квантларниң энергияси чиқиш ишидин көп болған һаләттә электронларниң максимал кинетикилиқ энергияси фотонлар энергияси билән чиқиш ишиниң айримиға тәң: $E_k = E_ф - A_{чиқ}$. (3)

Бу фотоэффект үчүн Эйнштейн формулисидур. Адәттә у төвәндикичә йезилиду:

$$h\nu = A_{чиқ} + \frac{m\upsilon_{\max}^2}{2}. \quad (4)$$

Фототок күчиниң йоруқ интенсивлиғиға бағлиқлиғини Эйнштейн мундақ чүшәндүрди: бирлик вақит ичидә учуп чиққан электронлар сани йоруқ интенсивлиғиға пропорционал, сәвәви интенсивлиқ бирлик вақит ичидә мәнбәдин чиқирилидиған квантлар сани билән ениқлиниду. Қувәтлик лампа көп квант бөлүп чиқириду, демәк, мундақ лампиниң йоруғидин учуп чиққан электронлар сани қувити аз лампиға қариғанда көп болиду.

Учуп чиқидиған электронлар энергияси лампа йоруғиниң күчигә әмәс, униң қандақ чапсанлиқтики йоруқ чиқиридиғанлиғиға бағлиқ, фотон энергияси вә фотоэлектронниң кинетикилиқ энергияси мошуниңға бағлиқ.

## V. Фотонлар, фотон энергияси, массиси вә импульси

Фотон – йоруқ зәрричиси. У бөләкләргә бөлүнмәйду: чиқирилиду, қайтиду, суниду вә пүтүн квант билән жутулиду. *Униң теч һаләттики массиси йоқ. Һәрикәтләнмәйдиған фотонлар болмайду.*

**Фотон энергияси:**

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \hbar\omega, \quad (5)$$

буниңдики $\hbar = \dfrac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж · с – Планк турақлиғи, $\omega$ – цикллиқ чапсанлиқ.

**Фотон массиси.** Фотон массисини масса билән энергияниң өзара бағлиниш қануниға асаслинип ениқлайду:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}. \quad (6)$$

Фотон массисини өлчәш мүмкин әмәс, уни электромагнитлиқ мәйданниң энергияси болидиғанлиғиға асаслинип, мәйданлиқ масса ретидә караштурушқа болиду.

**Фотон импульси.** Фотон – йоруқ зәрричиси, демәк униң импульси төвәндикигә тәң:

$$p = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}. \quad (7)$$

## VI. Фотоэффектиниң техникида қоллинилиши

**Фотоэлементлар**

Ишләш принципи фотоэффект һадисисигә асасланган әсваплар *фотоэлементлар* дәп атилиду. Фотоэлемент түзүлмиси 214-сүрәттә тәсвирләнгән. Һава шоруп чиқирилған әйнәк баллониниң ички бети *К* (катод) йоруққа сәзгүч, баллон ичигә йоруқ чүшишигә беғишланған кичик сүзүк бөлүги бар қәвәт билән қапланған. Баллон мәркизидә *А* (анод) металл төңгиси орунлашқан. Электродлардин фотоэлементини электр тизмисиға қошушқа беғишланған симлар чиқирилған.

Йоруққа сәзгүч қәвити ретидә чиқиш иши аз, щелочлиқ металлардин тозаңлитилған қәвәтләр қоллинилиду.

Фотоэлементларни электр тизмисини йорук дәстилириниң ярдими билән автоматлиқ түрдә башқурушқа қоллинилиду.

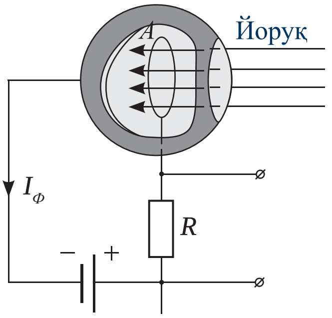
**4-тапшурма**

Автоматлиқ түрдә ишқа қошулған тизмидики фотоэлементниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

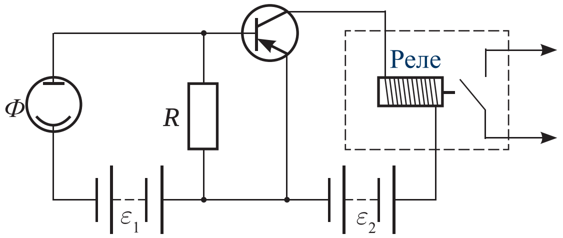
**Фотореле.** Фотоэлектрлик реле фотоэлементқа чүшидиған йорук еқими тохтиғанда иш ишләшкә башлайду (*215-сүр*). Фотореле *Ф* фотоэлементидин, фототокни күчәйткүчи ретидә қоллинилидиған йерим өткәзгүчлик триодтин, транзистор коллекториниң тизмисиға қошулған электромагнитлиқ реледин ибарәт. Күчиниш фотоэлементқа $\varepsilon_1$ ток мәнбәсидин, транзисторға $\varepsilon_2$ ток мәнбәсидин берилиду. Транзисторниң базиси билән эмиттери арисида *R* жүклимилик резистор қошулған.

Фотоэлемент йоруқландурилған вақитта униң *R* резистори бар тизмисида күчсиз ток жүриду, транзистор базисиниң потенциали эмиттер потенциалидин жуқури, транзисторниң коллекторлиқ тизмисида ток болмайду.

Фотоэлементқа чүшүрилгән йорук еқими тохтиған һаләттә униң тизмисидики ток бирдин тохтайду. Эмиттер – база өтүши асасий тошуғучилар үчүн ечилиду, коллектор тизмисиға қошулған реле обмоткиси билән ток жүриду. Реле ишқа қошулиду, униң контактилири атқарғучи тизмини туюқлайду. Униң хизмәтлиригә һәрикәт қилиш зонисиға адәм қоли чүшкән һаләттә прессни тохтитиш, метро турникетидики тосалғуларни ечиш, кочидики йоруқни автоматлиқ түрдә қошуш ятиду.




***214-сүрәт.*** *Фотоэлемент түзилмиси*




***215-сүрәт.*** *Фотореле схемиси*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Әгәр металдин чапсанлиғи $\nu_1 = 2{,}2 \cdot 10^{15}$ Гц йорук жулуп чиқирилған электронлар $U_1 = 6{,}6$ В потенциаллар айрими билән толуқ тохтилидиған болса, *h* Планк турақлиғини ениқлаңлар, шундақла , чапсанлиғи $\nu_2 = 4{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц йорук жулуп чиқирилған электронларниң $U_2 = 16{,}5$ В потенциаллар айрими билән тохтитилғандики Планк турақлиғини ениқлаңлар.

**Берилди:**
$\nu_1 = 2{,}2 \cdot 10^{15}$ Гц
$\nu_2 = 4{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц
$U_1 = 6{,}6$ В
$U_2 = 16{,}5$ В

$h$ – ?

**Йешилиши:**
Металдин чапсанлиқлири $\nu_1$ вә $\nu_2$ йорук жулуп чиқиридиған электронлар үчүн Эйнштейн тәңлимисини язайлуқ:
$h\nu_1 = A + eU_1$ вә $h\nu_2 = A + eU_2$. Иккинчи тәңлимидин биринчи тәңлимини алимиз $h(\nu_2 - \nu_1) = e(U_2 - U_1)$, бунидин

$$h = \frac{e(U_2 - U_1)}{\nu_2 - \nu_1}.$$

Һесаплашларни жүргүзәйлук: $h = \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}\,(16{,}5\ \text{В} - 6{,}6\ \text{В})}{(4{,}6 - 2{,}2) \cdot 10^{15}\ \text{Гц}} = 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж} \cdot \text{сек}.$

**Җаваби:** $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Фотоэффект дәп немини атайду?
2. Столетов қанунлири немигә асасланған?
3. Эйнштейн фотоэффект һадисисини қандақ чүшәндүрди?
4. Фотоэффектиниң қизил чегариси дегән немә?
5. Фотонлар қандақ хусусийәтләргә егә?
6. Фотоэлементлар қандақ қоллинишқа егә болди?

## Көнүкмә 32

1. Энергияси $E_{жç} = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Дж фотонниң чапсанлиғини ениқлаңлар. Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек.
2. Долқун узунлуғи $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м болидиған фотонниң импульсини, массисини, энергиясини ениқлаңлар.
3. Фотоэлектронларниң максимал илдамлиғи $\upsilon = 3000$ км/сек болуш үчүн вольфрам пластинисиниң бетини қандақ чапсанлиқтики йоруқ билән шолиландуруш керәк?
4. Палладийниң бетини шолиландурдиған йоруқ фотонлириниң импульси $p = 5{,}7 \cdot 10^{-27}$ кг · м/сек. Фотоэлектронларниң максимал илдамлиғини ениқлаңлар. Палладий үчүн чиқиш иши $A = 2$ эВ.
5. Калий фотоэлементини алди билән долқун узунлуғи $\lambda_1 = 124$ нм, униңдин кейин долқун узунлуғи $\lambda_2 = 414$ нм болидиған йоруқ билән йоруқландуриду. Тохтатқучи потенциалларниң айримилириниң нисбитини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Столетов тәҗрибиси.
2. Ички фотоэффект, ички фотоэффектиниң қоллинилиши.
3. Йерим өткәзгүчлик фоторезистор түзүлмиси, ишләш принципи вә қоллинилиши.
4. Күн батареясиниң ПИК-и, униң қоллинилиш перспективилири.

# § 33. Йоруқ қисими. Йоруқниң химиялиқ тәсири

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *йоруқниң квантлиқ нәзәрийәси асасида йоруқ қисиминиң тәбиитини чүшәндүрүшни;*
- *йоруқниң химиялиқ тәсирлирини фотосинтез мисалида вә фотосүрәттики процессалар асасида тәсвирләшни үгинисиләр*

### 1-тапшурма

1. Йоруқниң ақ бәткә чүшүридиған қисими $p = \frac{2I}{c}$, қара бәткә чүшүридиған қисим $p = \frac{I}{c}$ болидиғанлиғини испатлаңлар. Испатлаш вақитида ақ бәтниң қайтиш коэффициенти $\rho = 1$, қара бәтниң қайтиш коффициенти $\rho = 0$ дәп елиңлар.
2. Энергияниң зичлиғини вә қисимниң өлчәм бирликлирини йезиңлар. Уларниң тәң екәнлигини испатлаңлар .

### Жавави қандақ?

*I миқдарини қандақ атайду? У немә билән өлчиниду?*

### Жавави қандақ?

*Лоренц күчи йоруқ қисиминиң күчи дәп тәрипләшкә боламду?*

### Бу қизиқ!

Максвелл һесаплашлиричә Күн йоруғи Йәрдики қара пластиниға $p = 4 \cdot 10^{-6}$ Н/м$^2$ қисим чүшүриду. Йоруқни қайтуридиған бәткә чүшүрилидиған қисим икки һәссә көп.

## I. Йоруқ қисимини квантлиқ нәзәрийә көз қаришида чүшәндүрүш

Квантлиқ нәзәрийә көз қаришида йоруқ қисими фотонларниң жисим бетиға урулуши нәтижисидә пәйда болиду. 1 секунд ичиду $N$ йоруқ зәрричилири мәйдани 1 м$^2$ бәткә перпендикуляр чүшиду дәп караштурайлуқ. Уларниң бир бөлүги жисим бети билән жутулиду вә мошу бәткә өзиниң:

$$p = \frac{h\nu}{c}. \qquad (1)$$

импульсини бериду. Бәттин қайтурилған фотонлар икки һәссә көп импульс бериду:

$$p = \frac{2h\nu}{c}. \qquad (2)$$

Бәткә чүшүрилгән йоруқниң қисими 1 сек ичидә мәйдани 1 м$^2$ жисим бетигә чүшидиған барлиқ $N$ фотонлар беридиған испульсларға тәң болиду. Әгәр $\rho$ – йоруқниң бәттин қайтиш коэффициенти болса $\rho N$ – қайтурилған фотонлар сани, $(1-\rho)N$ – жутулған фотонлар сани. Демәк, барлиқ зәрричиләр пәйда қилған йоруқ қисими төвәндикигә тәң:

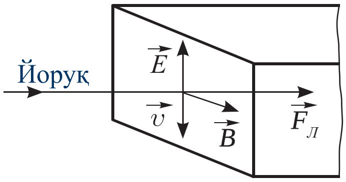
$$p = \frac{2h\nu}{c} \cdot \rho N + \frac{h\nu}{c} \cdot (1-\rho)N = (1+\rho)\frac{Nh\nu}{c}.$$

$N$ – мәйдани 1 м$^2$ бәткә 1 секунд ичидә перпендикуляр чүшидиған йоруқ зәрричилириниң сани болғанлиқтин:

$$Nh\nu = \frac{W}{St} = I.$$

### 2-тапшурма

*216-сүрәтни караштуруңлар*: $\vec{A}$ вә $\vec{A}$ – йоруқ долқуниниң бетигә чүшүрилгән күчинишлик билән магнитлиқ индукциясиниң векторлири. Сәлбий зарядләнгән зәрричиләрниң күчинишлик векторлириниң тәсиридин болидиған һәрикитиң йөнилиши $\vec{v}$ вектори билән көрситилгән. Сол қол қаидисини пайдилинип Лоренц күчиниң йөнилишини ениқлаңлар. Елинған нәтижини 214-сүрәттә көрситилгән Лорен күчиниң йөнилиши билән селиштуруңлар.




***216-сүрәт.*** *Маддиниң зәрричилиригә тәсир қилидиған Лоренц күчиниң йөнилиши*

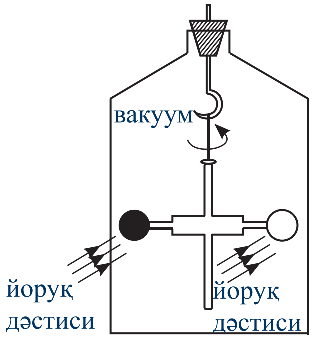
Шундақ қилип, йоруқниң қисими:

$$p = (1+\rho)w = (1+\rho)\frac{I}{c}. \qquad (3)$$

## II. Лебедев тәҗрибиси

Рус физиги П.Н. Лебедев 1900 жили дәсләп қаттиқ җисимларға чүширилидиған йоруқ қисимини, 1907–1910 жиллар арилиғида йоруқниң газларға чүширидиған қисимини өлчиди.

Лебедев сәзгүч айланма тараза ясиди, униң һәрикәтлинидиған бөлүги инчикә жипқа илингән йеник рама болди, униңға металл фольгадин ясалған диаметри 5 мм вә қелинлиғи 0,01 мм-ғичә қара вә ақ дискилардин ибарәт қанатчилар бәкитилди. Ичидә йеник әйнәк жипкә рама илингән қачидин һава шорилип чиқирилған. Қанатчиларға чүширилгән йоруқ ақ вә қара дискиларға һәр түрлүк қисим билән тәсир қилди, нәтиҗисидә рамиға илгүчи жипини бурайдиған айлиниш моменти тәсир қилиду (*217-сүр*). Жипниң бурулуш булуңи бойичә Лебедев йоруқниң қисимни һесаплиди. Тәҗрибилик вә нәзәрийәлик һесаплашлар охшаш нәтиҗә бәрди.




***217-сүрәт.*** *Лебедев тәҗрибисидики айланма таразиларниң қозғилидиған рамиси*

## III. Йоруқниң химиялик тәсири

***Фотохимиялиқ реакцияларниң жүрүш шәртлири.*** Көрүнидиған йоруқниң вә ультрагүлнәпшә шолилириниң тәсиридин жүридиған химиялик процесслар *фотохимиялиқ реакцияләр* дәп атилиду. Химиялик өзара һәрикәтлиниш бир фотон энергияси $n$ молекулини жулуп чиқириш энергиясидин аз болмиғанда орунлиниду. Демәк, химиялиқ актив шола чиқиришниң әң аз чапсанлиғи $\nu_0 = \frac{E_p}{h}$ тәң, аз чапсанлиқтики шола чиқиришлар химиялик актив әмәс. Мундақ типтики реакцияләргә мисал ретидә бром водородиниң бөлүнүшини көрситишкә болиду:

$$HBr + h\nu \rightarrow H + Br.$$

Водород вә бромниң бош атомлири жулуп елинғандин кейин молекулиларға бириктирилиду:

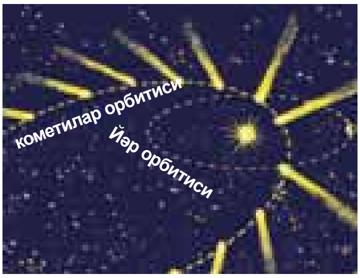
$$2H \rightarrow H_2$$
$$2Br \rightarrow Br_2.$$

Өсүмлүкләрдики углеводниң фотосинтези, фотопластиниң йоруққа сәзгүч қәвитидики бром күмичиниң парчилиниши, хлор билән водородниң йоруқта өзара тәсирлиниши HCl һасил қилиши химиялиқ реакциялири мисал болиду.

***Фотосинтез.*** Өсүмлүкләрниң йешил йопурмақлиридики органикилиқ маддиларниң түзүлиш

**Бу қизиқ!**

Йоруқ қисиминиң бар екәнлиги тоғрилиқ гипотезини кометилар қуйруғиниң Күндин өзгиришсиз йөнилишини чүшәндүрүш вақитида И. Кеплер ейтқан *(218-сүр)*. 1891 жили П. Лебедевниң «Шола чиқиридиған җисимларниң иштәргүчи күчлири тоғрлиқ» әмгиги йоруқ көрди. У Күнниң шола чиқиришиға асаслинип, кометиниң қуйруқлириниң чәтнишишини йоруқ қисими билән чүшәндүргән. Бир нәччә миллион кельвин температурида электромагнитлиқ шола чиқиришниң қисими чоң мәналарға егә болиду.




***218-сүрәт.*** *Күн йоруғиниң қисиминиң тәсиридин комета «қуйруғиниң» пәйда болуши*

реакцияси Йәрдики тирикчиликниң барлиғи үчүн муһим болуп тепилиду. Улар бизгә нәпәс елишқа һаҗәт кислород вә озуқ бериду. Бу процесс фотосинтез дәп атилиду, у өсүмлүк йопурмақлирида катализатор – хлорофилл ярдими билән йоруқни жутуш процессида жүриду. Фотосинтез нәтижисидә Йәр қойнидики вә Йәр бетидики таш көмүр, нефть, янғучи газлар, сланец, торф охшаш мәһсулатлар жиғилиду, атмосфера болса кислород билән бейитилиду.

***Фотосүрәт.*** «Фотосүрәт» сөзи грек тилиниң «фото» – йоруқ, «графо» – тәсвирләймән, язимән сөзлиридин пәйда болған.

Фотоматериаллар (пленка, пластина, қәғәз) йоруққа сәзгүч эмульсиялик қәвәт билән капланған қәвәтләрдин туриду. У желатинға бирхил таралған күмүч тузиниң йоруққа сәзгүч микроскопиялик ушшақ кристаллардин ибарәт. Фотоға чүшәргән вақитта пленка йоруқ тәсиригә учирайду. Йоруқ тәсиридин эмульсия қәвитидә ионларниң интайин ушшақ бөлчәклири пәйда болиду, улар йошурун тәсвирниң мәркизи болуп тепилиду :

$$AgBr \rightarrow Ag^{+} + Br^{-}.$$

Пленкидики сүрәт ионларни таза металлик күмүчкә айналдуридиған эксигә кәлтүргичи арқилик көрүниду:

$$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag.$$

Пленкида сүрәт пәйда болиду. Эмульсиялик қәвәттин туридиған бәкиткүчигә сүрәтни бәкиткәндә химиялик реакцияларниң нәтижисидә күмүч тузлириниң қалдуқлири жуюлуп чиқиду.

Фотосүрәт илимда вә техникида кәң қоллинишқа егә болди. Йәрниң, Айниң вә башқа планетиларниң сүрәтлири, минералларниң кристаллиқ решеткиси–ниң, тирик клеткиниң сүрәтлири елинди. Чапсанлиғи секундиға 10 000 кадр болидиған жуқарқи илдамлиқтики фоточүшүрүш илдам өтүдиған процессларни, мәсилән, иштикләткүчидики элементар зәрричиләрниң һәрикитини тәкшүрәштә кәң қоллинилиду (*219-сүр*) вә, әксинчә, аста өтүдиған процессларниң динамикисини, мәсилән, кристалларниң өсүшини, фотопленкиға узақ процесни автоматлиқ түрдә тиркәш вә әһбаратни «қисиш» арқилиқ байқашқа мүмкинчилик бериду.

**2-тапшурма**

Дәсләп өсүмлүкләр фотосинтезниң: $6CO_2$ $6H_2O$ = $= C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ тәңлимисини 1840 жили француз илими Ж. Буссенго қураштурди.
Фотосинтез орунлинидиған шәртләрни атаңлар.
Өсүмлүкләрдә қандақ процесслар орун алиду?

***219-сүрәт.*** *Элементар зәрричиләрниң һәрикәт траекториясиниң фотосурити*

***220-сүрәт.*** *Чоң Алмута көли. Или Алатау*

**Бу қизиқ!**

1727 ж. немец химиги Шульце күмүч тузлириниң йоруққа сәзгүч екәнлигини байқиди. Тузлар йоруқта қарийишқа башлиди, қараңғуда болса өзгиришсиз қалди.

Фотосүрәт илим билән техникида қоллиниши биллә сәнъәт түри ретидә кәң қоллинишқа егә болди *(220-сүр)*.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Квантилиқ нәзәрийә көз қаришида йоруқ қисими қандақ пәйда болиду?
2. Йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәси көз қаришида қандақ күч йоруқ қисиминиң пәйда болушиға сәвәп болиду?
3. П. Лебедев тәҗрибиси?
4. Фотохимиялиқ реакция қандақ шәртләр орунланғанда жүриду?
5. Фотосинтез дегинимиз қандақ реакция?
6. Сүрәткә чүшүрүш процесси қандақ процессқа асасланған?

## Көнүкмә 33

1. Үзлүксиз тәсир қилидиған лазер монохроматлиқ шола чиқиришни пәйда қилиду. Лазер қувити $P = 2$ Вт. Шолиға перпендикуляр орунлашқан мәйдани $S = 1$ см$^2$ пластиниға чүширилгән йоруқниң қисимини ениқлаңлар. Пластина бети чүшкән шолини толуқ жутиду.
2. Чапсанлиғи $\nu = 10^{14}$ сек$^{-1}$ квантларниң параллель дәстиси там бетигә $\alpha = 30°$ булуң билән чүшиду. Әгәр дәстиниң тоғра кийилмисиниң бирлиги арқилиқ бир секунд ичидә $N_0 = 10^{15}$ квантлар өтүдиған болса вә там бети чүшкән шолини жутивалса, йоруқниң тамға чүшүридиған қисимини ениқлаңлар. Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек.
3*. Долкун узунлуғи $\lambda = 660$ нм болидиған монохроматлиқ йоруқ дәстиси қайтиш коэффициенти $\rho = 0{,}8$ бәткә нормаль чүшиду. $S = 1$ см$^2$ бетиниң һәрбир секундта жутудиған фотонлар санини ениқлаңлар. Бәткә чүширилгән йоруқ қисими $p = 1$ мкПа.
4. Қувити $P = 60$ Вт электр шаминиң янлириға чүширилгән йоруқ қисимини ениқлаңлар. Шам колбиси радиуси $R = 5$ см сферилиқ қача болуп тепилиду, униң янлиридин чүширилгән йоруқниң 9 % қайтиду. Лампа истимал қилған қувитиниң барлиғи шола чиқиришқа пайдилинилиду дәп елиңлар.
5. Шар тәхлит Йәр спутниги Күн шолисиниң атмосфера билән жутулишини етиварға алмасқа болидиған егизликтә Йәрни айлинип һәрикәтлиниду. Йәр спутнигиниң диаметри $d = 40$ м. Күн шолисиниң Йәр спутнигиға чүширидиған қисим күчини ениқлаңлар. 1 м$^2$ күн бетидин 1 сек ичидә чиқирилидиған энергия $1{,}4 \cdot 10^3$ Дж/м$^2$ · сек. Йәр спутнигиниң бети йоруқни толуқ қайтуриду дәп елиңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Космослуқ йәлкән.
2. Фото сүрәт тарихидин: обскур-камерлиридин санлиқ фотоаппаратлирғичә.
3. Фотосүрәт елиш технологияси.

# § 34. Рентгенлиқ шола чиқириш

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *компьютерлик вә магнитлиқ-резонанслиқ томографияни селиштуришни үгинисиләр.*

**Бу қизиқ!**

Объектиниң ички қурулишини тәкшүрәш усулини 1972 жили британ инженер-электриги Годфри Хаунсвилд вә җәнубий африкилиқ физик Аллан Кормак тәклип қилди. Улар мошу усул үчүн 1979 жили Нобель мукапитигә егә болди.

## I. Копьютерлиқ рентгенлиқ томография. Томографлар

*Компьютерлик томография – рентгенлиқ диагностика усули, у зичлиғи һәрхил булҗуңларда рентгенлиқ шолилилинишиниң начарлишисини компьютерлик ишләп чиқиришқа вә өлчәшкә асасланған.*

*Биринчи әвлат аппаратлири* 1973 жили пәйда болди, компьютерлик томогроф цилиндрлиқ рамиға бәкитилгән мәхсус рентген трубкисидин туратти. Рама оттурисида орунлашқан адәмгә рентгенлиқ шолиларниң инчикә дәстисини чүшириду. Адәм тениниң әтрапида 180°-қа айлинидиған икки детектор раминиң қариму-қарши тәрәплиригә бәкитилгән. Детекторлар түрлүк булҗуңларниң жутуш көрсәткүчлирини қобул қилип вә йезип алған. Биринчи әвлат томографлириниң қоллинилиши арқилиқ елинған йезилишлар рентгенлиқ трубкиси сканерлинидиған тәкшилик бойи билән сизиқлиқ орун йөткәш вақитида 160 рәт йезилиду. Андин кейин рама 10° бурилиду вә процедура қайтидин қайтилиниду. Рама 180°-қа бурулғичә процедура давамлишиду. Тәкшүрәш вақитида һәр бир детектор 28 800 кадр ясайду. Әхбарат компьютерда ишлиниду вә мәхсус компьютерлик программа ярдими билән таллинип елинған қәвәтниң сүрити шәкиллиниду.

*Компьютерлиқ томографларниң иккинчи әвлати* рентген шолилириниң бир нәччә дәстисини вә 30-дәк детекторлирини қоллиниду. Бу тәкшүрәш процесини 18 секундқичә илдамлитишқа мүмкинчилик бериду.

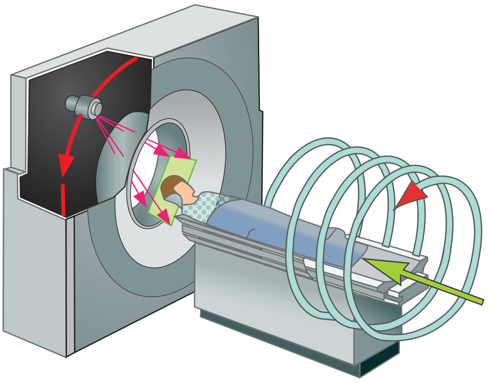
*Компьютерлиқ томографларниң үчинчи әвладида* йеңи принцип қоллинилған. Веер түридики рентген шолилириниң кәң дәстиси тәкшүрүливатқан объектини йепип туриду, җисимдин өткән рентген шолилирини бир нәччә йүзлигән детекторлар йезип алиду. Тәкшүрәшкә кетидиған вақит 5-6 секундқичә қисқирайду.

Төртинчи әвлат 1088 люминесцентлиқ датчиклардин ибарәт, улар аппарат төңгисиниң бойида орунлашқан, пәқәт рентгенлик трубкила айлиниду. Бу усулниң нәтиҗисидә айлиниш вақти 0,7 секундқа қисқирайду. Үчинчи әвлат томографлари билән селиштурғанда сүрәт сапасида ейтқидәк пәриқләр йоқ.

## II. Компьютерлик томографияниң заманивий усуллири

***1) Спиральлиқ компьютерлиқ томография (КТ).*** Спиральлиқ КТ клиникилиқ тәҗрибидә 1988 жилдин башлап қоллинилиду. Мошу вақитта Siemens Medical Solutions компанияси дәсләпки спиральлиқ КТ тәклип қилди. Спиральлиқ сканерләш икки һәрикәтниң бир вақитта орунлинишиға асасланған: рентген трубкисини, адәм тениниң әтрапида үзлүксиз айлиниши вә үстәлниң сканерләш оқи бойи билән үзлүксиз илгирлимә һәрикити *(221-сүр)*. Бу һаләттә рентгенлиқ трубкиниң адәм ятқан үстәлниң һәрикәт йөнилишигә нисбәтән һәрикәт траекторияси спираль түридә болиду.

***Көп қәвәтлик компьютерлиқ томография (ҚҚКТ).*** ҚҚКТ-ға беғишланған томографларни дәсләп 1992 жили Израильниң Elscint компанияси тәклип қилди. Томографларниң принциплиқ пәриқлири: гентри чәмбиридики икки вә униңдин көп қатарларда орунлашқан детекторлар бир вақитта рентгенлиқ шола чиқиришни қобул қилиду. 1992 жили дәсләп икки қатар детекторлири бар икки қийилмилиқ, 1998 жили төрт қатар детекторлири бар төрт қийилмилиқ томографлар пәйда болди *(222-сүр)*.



***221-сүрәт.*** *Спиральлиқ компьютерлиқ томография*

***222-сүрәт.*** *Мультиқийилмилиқ компьютерлиқ томограф*

Бәшинчи әвлаттики төрт спиральлиқ томографлар бүгүнки күндә төртинчи әвлатниң адәттики спиральлиқ КТ-томографлириға қариғанда 8 һәссә илдамирақ. 2004-2005 жиллар арисида 34-, 64- вә 128-қийилмилиқ көп қәвәтлик, шуниң билән биллә икки рентгенлиқ трубкиси бар томографлар тәклип қилинди. 2007 жили Toshiba компанияси 320-қийилмилиқ компьютерлиқ томографларни ясап чиқарди, улар рентгенлиқ компьютерлиқ томографиниң тәрәққий етиш эволюциясиниң йеңи оримида болди. Улар пәқәт сүрәтни елишла әмәс, шундақла мейә билән жүрәктә маңидиған физиологиялик процессларни байқашқа мүмкинчилик бериду.

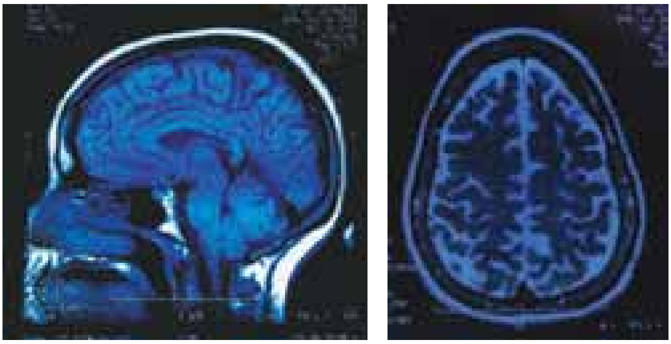
## III. МРТ-ниң диагностика усули ретидә тәсир қилиш принципи вә артуқчилиқлири

МРТ-ниң сиртқи көрүнүши КТ-қа охшаш. Тәкшүрәшләр компьютерлик томографиядикигә охшаш жүргүзүлиду.

Диагностика асасида водород атомлириниң сиртқи магнит мәйданини сезиш қабилийәтлиги ятиду: водород ядросидики протонлар айлиниш йөнилишини өзгәртиду. Сиртқи магнит мәйдани болмиған һаләттә протонлар қайтидин дәсләпки һалитигә келиду. Һадисә, мәхсус система тиркәйдиған энергия бөлүнүши билән жүриду. Елинған мәлуматлар компьютерлик программа арқилиқ ишлиниду, нәтижисидә тәкшүриливатқан булжуңлар бир нәччә қийилмиларда вә һәртүрлүк тәкшиликләрдә яхши көрүнидиған сүрәтләр елиниду.

Магнит мәйданиниң рак клеткилиридин қайтиши узаққа созулидиғанлиғи ениқланди. Уларниң тәркивидә су көп, шуниң үчүн водород атомлириму көп болиду.

*МРТ сүрити – адәм тениниң чиқиридиған радиосигналлириниң компьютерлик сүрити. 223-сүрәттә* МРТ компьютериниң экранида елинған сүрәтләр көрситилгән.



***223-сүрәт.*** *Баш мейисиниң МРТ сүрити*

МРТ мүмкинчиликлири бойичә, компьютерлик томографиядин үстүн болиду, сәвәви КТ-дики охшаш ионланған шола чиқиришни қолланмайду. Униң ишләш принципи бехәтәр электромагнитлиқ долқунларни қоллинишқа асасланған.

Һазирқи вақитта МРТ медицинининиң бөләк саһасиға айланди, униңсиз диагностикини пәрәз қилиш мүмкин әмәс. У еғир ағриқларни вә патологияларниң алдини елиш мүмкинчилигини бериду: томурларниң, жүрәк функциясиниң, мейиниң, организмниң ички түзүлишиниң бузулиши, омуртқиниң өзгириши, омуртқа арисидики грыжилар, остеохондроз, сунуқлар вә башқиму жараһәтләрни, соғ өтүш вә инфекциялиқ процессларни. Униңдин башқа томография адәм әзалириниң (органлириниң) вә булжуңлириниң түзүлишини визуаллашқа, жулундики суюқлуқ еқимини, қанниң илдамлиғини өлчәшкә, булжуңлардики диффузия дәрижисини баһалашқа, әзаларниң хизмәт етиши вақтида мейә қепиниң активлиғини ениқлашқа мүмкинчилик бериду.

Диагностикиниң вақтида өтүлиши вә дәллиги, давалиниш вә чапсан сақийип кетиш үчүн МРТ-ни әһмийәтлик һәм авуштурилмайдиған қилиду.

## IV. Магнит мәйданиниң қувити вә тәсвир сапасиға тәсир қилидиған факторлар.

Заманивий томографларда күчлүк магнит мәйданиниң қувәтлик мәнбәлири бар. Мошундақ мәнбәләр ретидә электромагнитлар қоллинилиду, уларниң мәйданниң магнит индукцияси 1 Тл-дин 3 Тл-ғичә йетиду. Турақлиқ магнит мәйданиниң магнит индукцияси 0,7 Тл-ға йетиду.

### Бу қизиқ!

**Магнитлиқ-резонанслиқ томография (МРТ) тәрәққий етиш тарихи.**

1973 жили америкилқ алим Пол Лотербур МРТ ойлап тапти. .

1977жили 5 саат давамида адәм тенини дәсләпки сканерләш жүргүзүлди.

1978 жили дәсләп көкрәк ракиға дучар болған адәмниң тенигә сканер ясалди.

1980 жили сүрәт чүширишкә пәқәт 5 минут вақит бөлүп, адәм организминиң сүрити елинди.

1986 жили сүрәт сапасини йоқатмастин, сканерләш вақтини 5 секундқа қисқартти.

1988 жили Думоулин МРТ-ангиография усулини йетилдүрди, у рентгенни һашкарлаш васитилирини пайдиланмай қан еқиминиң сүритини көрсәтти.

1989 жили һәрикәт вә ойлаш қабилийитигә жавап беридиған адәм мейисиниң бөләклирини визуаллаш үчүн қоллинилидиған планарлиқ томография усулини тәклип қилди.

### 1-тапшурма

Интернет торини пайдилинип силәрниң регионлириңларда қайси мәһкимиләр КТ вә МРТ түзүлмилири билән жабдуқланғанлиғини ениқлаңлар.

1 Тесладин төвән МРТ түзүлмисидә ички әзалар вә кичик ямпаш әзалириниң томографияси сапалиқ түрдә ясалмайду, сәвәви бу түзүлмиләрниң қувити наһайити төвән. Күчинишлиги 1 Тесладин аз төвән мәйданлиқ МРТ аппаратлирида адәттики сападики сүрәтләрдәк елинидиған баш, омуртқа вә суставлириниң тәкшүрәшлирини жүргүзишкә болиду.

Турақлиқ магнитлар МРТ-ниң туннельлиқ-йепиқ түринила әмәс, шундақла ечиқ түриниму елишқа мүмкинчилик бериду, бу һәрикәттә, турған һаләттә тәкшүрәшләрни жүргүзишкә, тәкшүрәш вақтида дохтурларниң ағриқларниң йениға келишни әмәлгә ашурушқа мүмкинчилик бериду. Ағриқларни вертикаль һаләттә вә олтурғанда тәкшүрәшләр ясайдиған аппаратлар пәйда болди.

МРТ сапаси пәқәт мәйдан күчинишлигигила әмәс, шундақла елинған тәсвирни баһалайдиған вә патологияларниң бар болушини ениқлайдиған мутәхиссискә, тәкшүрәш параметрлирини, контрастни қоллинилишиға бағлиқ болиду. МРТ тәкшүрәшлири вақтида контраст ретидә гадолиний қоллинилиду.

**Әстә сақлаңлар!**

Магнитлиқ-резонанслиқ томография – адәмниң ички органлири билән булжуңлирини ядролиқ магнитлиқ резонансниң физикилиқ һадисилирини қоллинип, тәкшүрәш усули. Усул күчинишлиги жуқури турақлиқ магнит мәйданида электромагнитлиқ мәйдани билән қозғурилған атом ядросиниң электромагнитлиқ қайтишини өлчәшкә асасланған.

**Инавәткә елиңлар**

Клиникилиқ практикида аппаратлар үчүн қувити бойичә төвәндики аппаратлар градиацияси қоллиниду: магнит мәйданиниң индукцияси төвән 0,1 Тл-дин 0,5-ғичә Тл; оттура 0,5 Тл-дин 0,9 Тл-ғичә; жуқури 1 Тл-дин; наһайити жуқури 3,0 Тл вә 7,0 Тл.

## V. Қазақстандики МРТ вә компьютерлиқ томография

КТ Қазақстанниң көплигән медицинилиқ мәркәзлиридә қоллинилиду. Алмута шәһиридики Компьютерлиқ вә МРТ мәркизи әң заманивий қурулғилар билән жабдуқланған. Клиникида орунлаштурилған Siemens компаниясиниң MAGNETOM Essenza магнитлиқ-резонанслиқ (МР) томографи Қазақстандики ялғуз аппарати болуп тепилиду. МРТ әзалар билән системиларниң пәриқ қилиш қабилийити жуқури сүрәтләрни елишқа мүмкинчилик бериду.

**Бу қизиқ!**

Һайванлар үчүн МРТ ясаш адәмләргә қариғанда қиммәтирәк. Бу һайванларға умумий анестезия ясаш һаҗәтлигигә бағлиқ *(224-сүр)*. Бир тәкшүрәш адәм үчүн 15 мин болса, һайванлар үчүн 40-60 мин вақит арилиғида болиду, МР-томограммиларни оқалайдиған дохтурлар билән ветеринарлиқ тамографларниң сани һазирчә аз.

***224-сүрәт.*** *МРТ-дики йолвас*

Диагностика мәркизидә шуниң билән қатар Siemens фирмисиниң SOMATOM Emotion 16 көп қийилмилиқ компьютерлик томографи қоллинилиду. Компьютетрлик томография ағриқларни дәсләпки басқучлирида еницлашқа мүмкинчилик бериду. ККТТ барлик медицина саһалирида: травматологияда, хирургияда, онкологияда, неврологияда, пульмонологияда, стоматологияда кәң қоллиниишқа егә болди.

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә МРТ-ни рентген вә флюорографияға қариғанда қисқа вақит арилиғида бир нәччә рәт чүшүшкә болиду?*
2. *Немишкә МРТ диагноситикисиниң дәллиги башқа усулларға қариғанда дәл болуп келиду?*

## Тәкшүрүш соаллири

1. Рентген шола чиқиришларни қоллинидиған диагностика түрлирини атаңлар? Уларниң пәриқлири?
2. Томографниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар. КТ үчүн қандақ аппаратларниң түрлири бар?
3. КТ-ниң артуқчилиқлири?
4. КТ-ниң МРТ-дин пәрқи?
5. МРТ-ниң сапасиға магнит мәйданиниң индукциясидин башқа қандақ параметрләр тәсир қилиду?
6. МРТ-ни немишкә диагностикиниң бехәтәр түри дәп һесаплайду?

## Көнүкмә 34

1. МРТ магнит мәйданиниң магнитлиқ индукциясиниң минимал мәнаси 0,1 Тл, Йәрниң магнит мәйданиниң магнитлиқ индукциясиниң максимал мәнаси 65 мкТл
   а) МРТ-ниң магнит мәйдани Йәрниң магнит мәйданидин нәччә һәссә көп?
   ә) Күчлүк магнит мәйданиниң узақ тәсир қилиши адәм организмиға қандақ тәсир қилиду?

2*. Индукцияси 0,1 Тл мәйданни МРТ-да пәйда қилиш үчүн ток күчи билән кувитиниң молҗамлиқ мәналирини баһалаңлар. Магнит узунлуғи 1,5 м, диаметри 1 м соленоид түридә ясалған дәп һесаплаңлар. Мис симиниң қийилмисини 100 $мм^2$ қийилмидики токниң зичлиғини $= 2$ $А/мм^2$ дәп елиңлар. Миснин хас қаршилиғи 0,056 Ом · $м/мм^2$.

# § 35. Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ тәбиитиниң бир туташлиғи

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *электромагнитлиқ шола чиқиришниң корпускулярлиқ вә долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болушини испатлашқа мисаллар кәлтүришни;*
- *йоруқниң хусусийәтлирини тәкшүрәш мисалиға асаслинип тәбиәт қанунлириниң илмий тәрәққий етиш тарихи тоғрилиқ пикир билдүришни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

1. Төвәндә аталған һадисиләрни үч топқа бөлүңлар:
   a) йоруқ электромагнитлиқ долқун ретидә көрүнидиған һадисиләр;
   b) йоруқ – зәрричиләр еқими ретидә дәп қараштурулуп оңай чүшәндүрилидиған һадисиләр;
   c) йоруқ – зәрричиләр еқими, йоруқ – электромагнитлиқ долқун дегән һәр қандақ көзқарашлар асасида оңай чүшәндүрилидиған һадисиләр.
   Йоруқниң қайтиши, сунуши, тарилиши, поляризацияси, интерференцияси, йоруқниң қисими, дифракцияси, жутулуши, фотосинтез, фотосүрәткә чүшүрүш, дисперсия, туташ вә сизиқлиқ спектрларни байқаш, фотоэффект, люминесценция.
2. Немишкә ундақ бөлгәнлириңларни асаслаңлар.

## I. Йоруқ тәбиити

Йоруқниң тәбиити тоғрилиқ дәсләпки көз қарашлар XVII әсирдә ейтилған. Узақ вақит бойи алимлар арисида талашлар пәйда қилған икки нәзәрийә қараштурилди. Уларни *бири йоруқ – корпускулярлар еқимидин туридиған мадда, иккинчиси йоруқ – долқун.* И. Ньютон механикилиқ долқунларниң тосалғуларни айлинип өтүш вә эвришимлик муһитта тарилиш хусусийәтлиригә асаслинип, йоруқниң маддилиқ нәзәрийәсигә тохталди. И. Ньютонниң хуласисигә көплигән алимларниң долқунлар пәқәт эвришим муһитта тарилиду дегән пикирлири асас болди. Күн вә юлтузлардин чиққан йоруқ асман җисимлири арисидики чоң ариліқларни бошлуқта өтүду. 1672 жили ясалған Ньютонниң нәзәрийәсигә мувапиқ йоруқ йоруқлинидиған җисим чиқиридиған ушшақ зәрричиләрдин туриду. Макроскопиялиқ җисимлар охшаш йоруқ зәрричилири өзлиридин кейин көләңкә қалдуруп, тосалғуларни айлинип өтмәй түз сизиқлиқ һәрикәтлиниду. Йоруқ зәрричилириму ташланған доп охшаш эвришимлик муһитни һаҗәт қилмайду. Өзиниң «Оптика» әмгигидә И. Ньютон тәҗрибилик тәкшүрәшләргә алаһидә көңүл болуп, растланған фактиларни гуман пәйда қилидиған гипотезилардин аҗритишқа тиришти.

Х. Гюйгенс йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәсиниң тәрәпдари болди. У барлиқ бошлуқни толтуридиған эвришимлик муһит – аләмлик эфир бар дәп молҗалап, долқунларниң интерференцияси билән дифракциясинила чүшәндүрүпла қоймай, йоруқниң тарилишини, қайтишини вә сунушини долқунлуқ нәзәрийә асасида чүшәндүрди.

Оптикиниң шу вақиттики бәлгүлүк қанунлири икки нәзәрийә билән чүшәндүрилип кәлди. Йоруқ зәрричилири бошлуқта қийилишқанда чачирмайдиғанлиғини корпускулярлиқ нәзәрийәгә асаслинип чүшәндүрүш қийинчилиқларни пәйда қилғанда, долқунлуқ нәзәрийә болса уни оңай чүшәндүрди. Долқунлуқ нәзәрийәниң асасида XIX әсирниң бешида йоруқ интреференцияси – йоруқ долқунлирини қәвәтләштүргәндә йоруқниң күчийиши яки күчсизлиниши; дифракция – йоруқниң тосалғуларни

айлинип өтүши, шуниң билән қатар йоруқниң поляризация һадисилири чүшәндүрилди.

XIX әсирниң иккинчи йеримида Дж. Максвелл электромагнитлиқ долқунлар нәзәрийәсини ойлап тапти. Йоруқ долқунининиң илдамлиғининиң электромагнитлиқ долқунлар илдамлиғи билән мувапиқ келиши йоруқ долқунлири электромагнитлиқ долқунларниң айрим түри болуп тепилғанлиғини растлиди. Долқунлуқ нәзәрийә корпускулярлиқ нәзәрийәни йеңип чиқти дәп ейтилди, бирақ XX әсирниң бешида алимлар йоруқ чиқириш вә жутуш вақтида зәрричиләр еқими охшаш болидиғанлиғини байқиди.

### II. Комптон эффектиси – йоруқниң квантлиқ тәбиитини растлайдиған һадисә

Шола чиқириш чапсанлиғининиң азийиши билән маңидиған электромагнитлиқ шола чиқиришларниң бош электронларда чачиришини 1923 жили А. Комптон ачти. Бу процесста электромагнтилиқ шола чиқириш айрим зәрричиләр еқими – корпускулярға охшайду, классикилиқ электродинамика асасидин қариғанда чапсанлиқниң өзгириши вақтида шола чиқиришниң чачириши мүмкин әмәс.

Фотон теч һаләттики электронда чачирап, униңға энергиясиниң вә импульсиниң бир бөлүгини берип, һәрикәт йөнилишини өзгәртиду, чачираш нәтижисидә электрон һәрикәтлинишини башлайду (*225-сүр*).

Фотонниң чачириғандин кейинки энергияси билән чапсанлиғи чачирашқичә болған энергияси билән чапсанлиғи билән селиштурғанда азирақ болиду, вә чачириғандин кейин фотонниң долқун узунлуғи өсүду. Комптон долқун узунлуқлиринин айрими чачириватқан маддиниң тәбиитигә, чүшкән шолиларниң долқун узунлуғиға бағлиқ әмәс, чүшкән вә қайтқан шолиларниң йөнилишлири арисидики $\theta$ чачираш булуңиға бағлиқ екәнлигини ениқлиди. Тәжрибә йүзидә елинған бағлинишлиқ төвәндики түргә егә:

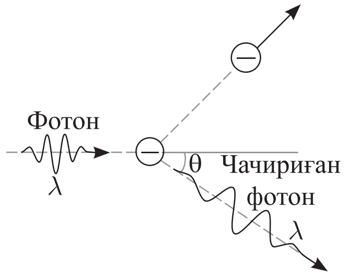
$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_K \sin^2\frac{\theta}{2} = \lambda_K(1-\cos\theta), \qquad (1)$$

буниңдики $\lambda$ – чүшкән йоруқ долқун узунлуғи; $\lambda'$– чачириған йоруқ долқун узунлуғи; $\theta$ фотонниң электронда чачираш булуңи; $\lambda_K = 2{,}43 \cdot 10^{-12}$ м – электрон – чачираш зәрричилири үчүн комптонлиқ долқун узунлуғи:

$$\lambda_K = \frac{h}{m_e c}. \qquad (2)$$

**Жавави қандақ?**

*Немишкә йоруқни электромагнитлиқ долқун һәм зәрричиләрниң еқими ретидә қараштуриду?*




***225-сүрәт.*** *Комптон эффектиси*

**Артур Комптон** (1892–1962) – америкилиқ физик. 1922 жили маддиниң электронлириниң чечилиши тәсиридин рентгенлиқ шола чиқириш долқунлириниң узунлуқлириниң өзгириш эффектисини ениқлиди вә нәзәрийәвий түрдә чүшәндүрди. 1927 жили Нобел мукапитиниң лауреати. 20-дин ошуқ чәт әллик илмий тәшкилатларниң әзаси.

## III. Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ нәзәрийәсиниң бир туташлиғи

Оптикиниң тәрәққий етиши электромагнитлиқ мәйданға тән үзлүксизлик хусусийәтлирини фотонларға хас дискретлиқ хусусийитигә қариму-қарши қоюшқа болмайдиғанлиғини көрсәтти. Йоруқ икки үзлүк корпускулярлиқ-долқунлуқ тәбиитигә егә. Заманивий көз қарашларға мувапиқ йоруқ *долқунлуқ һәм корпускулярлиқ* хусусийәтләргә егә. Фотонниң корпускулярлиқ характеристикилири*: энергия, масса, импульс, долқунлуқ характеристикиси чапсанлиқ билән бағлинишқан:*

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}; \qquad (3)$$

$$m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}; \qquad (4)$$

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}. \qquad (5)$$

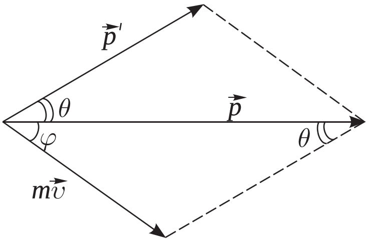
**Җавави қандақ?**

*(3–5) формулириниң асасида йоруқ электромагнитлиқ долқунларниң һәм зәрричиләр еқиминиң хусусийәтлиригә егә дәп хуласә ясашқа боламду?*

Йоруқ бир мәзгилдә корпускулярлиқ-долқунлуқ хусусийәтлиригә егә болуп туруп, уларниң көрүнүшидә бәлгүлүк бир қанунийәтликләрни ениқлайду. Мошундақ йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлири униң тарилишида, интерференциясида, дифракциясида, поляризациясида, корпускулярлиқ – мадда билән өзара тәсирлишиш процесслирида байқилиду. Долқун узунлуғи қанчилик узун болса, фотонниң импульси билән энергияси шунчилик аз болиду вә йоруқниң квантлиқ хусусийәтлириниңму байқилиши қийинлайду. Әксинчә, долқун узунлуғи қанчилик қисқа болса, фотон импульси билән энергияси көп болиду вә йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлириниң байқилиши начар болиду.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Энергияси $E$ = 0,75 МэВ фотон бош электронда $\theta$ = 60° булуңи билән чачирайду *(226-сүр).* Электронниң фотон билән урулиш илдамлиғи аз болғанлиғини етиварға елип: а) чачириған фотон энергиясини; ә) электронниң фотонға урулғандин кейинки кинетикилиқ энергиясини; б) электронниң һәрикәт йөнилишини ениқлаңлар.




***226-сүрәт.***

**Берилди:**
$E$ = 0,75 МэВ
$\theta$ = 60°

$E'$ – ? $E_k$ – ? $\varphi$ – ?

**Йешилиши:**

а) Чачириған фотонниң энергиясини Комптон формулиси арқилиқ тапимиз: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$.

Долқун узунлуқлирини мувапиқ фотонларниң энергияси арқилиқ ипадиләймиз :

$$\lambda' = \frac{hc}{E'}, \ \lambda = \frac{hc}{E}.$$

Берилгән тәңлимиләр системисини йешәйли: $E' = \frac{mc^2E}{E(1-\cos\theta) + mc^2}$ =0,43 МэВ.

ә) Фотон билән урулғандин кейинки электронниң кинетикилқ энергиясини энергияниң сақлиниш қанунидин тапимиз: $E_k = E - E'$ = 0,32 МэВ.

б) Электронниң һәрикәт йөнилишини импульсниң сақлиниш қанунидин тапимиз: $\vec{p} = \vec{p}\,' + m\vec{\upsilon}$.

Сүрәттин синуслар теоремисини қоллинишқа болидиғанлиғи көрүниду:

$$\frac{p'}{\sin\varphi} = \frac{m\upsilon}{\sin\theta},\ \sin\varphi = \frac{p'\sin\theta}{m\upsilon},\ \text{буниңдин}\quad \varphi = \arcsin\left[\frac{E'\sin\theta}{c\sqrt{2m_e E_k}}\right] \approx 35^\circ.$$

**Җавави:** а) $E' = 0{,}43$ МэВ; ә) $E_k = 0{,}32$ МэВ; б) $\varphi \approx 35°$.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Элементар зәрричиләр еқиминиң долқунлуқ хусусийәтлири қандақ һадисиләрдә байқилиду?
2. Йоруқниң квантлиқ тәбиитини растлайдиған һадисиләргә мисаллар кәлтүриңлар.

## Көнүкмә

1. Графитни рентген шолилири билән шолиландурғанда 45° булуң билән чачириған шола чиқиришниң долқун узунлуғи $\lambda' = 10{,}7$ пм болиду. Чүширилгән шолиларниң долқун узунлуқлирини ениқлаңлар.
2. Рентген шолилириниң долқун узунлуғи Комптон чачиришидин кейин 2 пм-дин 2,4 пм-ғичә узарди. Электронларниң бәргән энергиясини ениқлаңлар.
3. $\lambda = 380$ *нм* долқун узунлуғи мувапик келидиған фотонниң энергиясини, массисини, импульсини ениқлаңлар. Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек, йоруқ илдамлиғи $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек.
4. Энергияси 1 МэВ фотонниң долқун узунлуғини, массисини, импульсини ениқлаңлар. Мошу фотонниң массисини теч һаләттики электронниң массиси билән селиштуруңлар.
5. Массиси теч һаләттики: 1) электронниң; 2) протонниң массисиға тәң фотонниң долқун узунлуғини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. «А. Комптонниң тәрҗимәһали».
2. «Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ дуализми»кластерини қуруңлар.

# § 36. Альфа-зәррилириниң чачириши бойичә Резерфорд тәҗрибиси. Бор постулатлири. Франк вә Герц тәҗрибиси

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *Резерфордниң альфа-зәрричиләрниң чачираш тәҗрибисигә асаслинип, планетарлиқ модельни чүшәндүрүшни;*
- *Бор постулатлириниң ярдими билән атомларниң турақлиқ һаят кәчүриш шараитлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

## I. $\alpha$-зәрриләрниң чачириши бойичә Резерфорд тәҗрибиси

1909-1911 жиллири Э. Резерфорд вә униң ярдәмчилири Э. Марсден билән Х. Гейгер атомниң ички түзүлишини тәкшүрәш бойичә тәҗрибиләр жүргүзди. Улар заряди билән массиси бәлгүлүк $\alpha$-зәррилириниң еғир элементларниң атомлирида булуңлук чачиришини тәкшүрди.

Резерфорд тәҗрибисиниң схемиси 227-сүрәттә көрситилгән. Қоғушун қачиға орунлаштурилған радиоактивлиқ мәнбәдин $\alpha$-зәрриләр непиз алтун фольгаға қарап йөнәлди. Атомларда чачириған зәрриләр цинк сульфидиниң кристаллириниң қәвити билән қапланған экранға чүшүп, экран $\alpha$-зәрричиләрниң урулишидин йоруқлиниду. Экрандики қисқа йоруқлашлар (вспышка) микроскоп ярдими билән зәрриләр дәстисиниң дәсләпки йөнилишигә һәр түрлүк $\varphi$ булуңларда байқалған. $\alpha$-зәрриләрниң бесим бөлүги непиз металл қәвитидин чәтнимәй өтүдиғанлиғи, зәрриләрниң бираз бөлүги болса 30°-тин артуқ булуңларға чәтнәйдиғини ениқланди. Бәзи бир $\alpha$-зәрриләр 180°-қа йеқин булуңларға чәтниди, бу пәқәт атомниң барлиқ иҗабий заряди кичик һәҗимдә топланған ядрода болуши мүмкин. Резерфод $\alpha$-зәрриләрниң дәсләпки кинетикилик энергиясини униң ядро билән өзара тәсирлинишиниң потенциаллиқ энергиясиға тәңләштүрүп, атом ядросиниң радиусини ениқлиди, у өз новитидә тохташ мәзгили билән һәрикәт йөнилишиниң өзгиришигә мувапиқ келиду:

$$\Delta E_k = \Delta E_p$$

яки

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{q_\alpha q}{4\pi\varepsilon_0 r_{\min}}, \qquad (1)$$

буниндики $q_\alpha = 2|e|$ – $\alpha$-зәрриләр заряди, $q$ – ядро заряди, $m = 7350m_e$ – $\alpha$-зәрриләр массиси, $\upsilon = 10^7$ м/сек – униң илдамлиғи.

Ядро радиуси ретидә қобул қилинған $\alpha$-зәрриниң ядроға йеқинлишишиниң әң аз арилиғи $10^{-15}$ м-ғичә екәнлиги ениқланди, униң $10^{-10}$ м атом өлчими билән селиштурғанда интайин аз екәнлиги алимларни һәйран қалдурди, бирақ тәҗрибә нәтиҗилири нәзәрийәлик һесаплашлар билән мувапиқ кәлди.

**1-тапшурма**

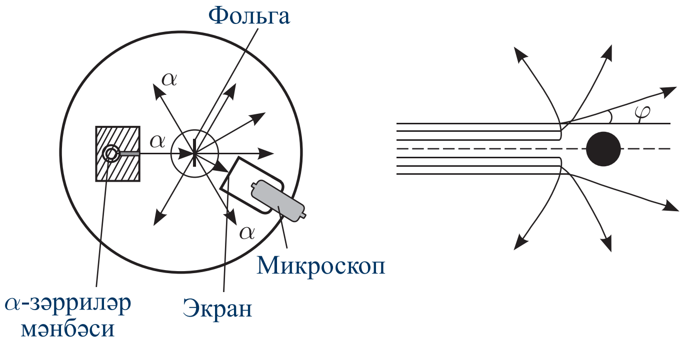
1. (1) формулини вә $\alpha$-зәрричиләрни характерләйдиған миқдарларни қоллинип алтун ядросиниң өлчимини ениқлаңлар.
2. Ядро өлчими атом өлчимидин нәччә һәссә пәриқлиниду?

**Җавави қандақ?**

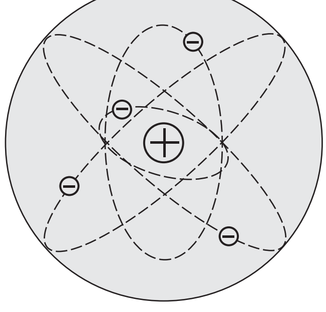
*$\alpha$-зәрричиләрни чечиш үчүн немишкә алтун фольга қоллинилиду?*

**2-тапшурма**

Гелий атоми билән кислород атоминиң планетарлиқ моделини тәсвирләңлар.




***227-сүрәт.*** *Резерфорд тәҗрибисиниң схемиси*



***228-сүрәт.*** *Резерфорд атоминиң модели*

## II. Резерфорд атоминиң модели

Микро зәрриләрниң һәрикити тоғрилиқ классикилиқ көз қарашқа асаслинип, Резерфорд атомниң планетарлиқ моделини тәклип қилди. Мошу модельгә мувапиқ атом мәркизидә атомниң барлиқ массисидәк топланған иҗабий зарядләнгән ядро орунлишиду. Кулонлиқ күчләрниң тәсиридин электронлар сәйяриларға охшаш ядрони айлиниду (*228-сүр*). Атом – нейтрал. *Әгәр электрон зарядини биргә тәң дәп қобул қилсақ, у чағда ядро заряди мошу элементниң Менделеев җәдвилидики рәтлик саниға тәң болиду.*

Резерфорд модели атомниң түзүлишини вә мадиниң химиялиқ хусусийәтлирини чүшәндүрүштә чоң роль атқурди. Бирақ сизиқлиқ спектрни чүшәндүрүштә ениқлиқ болмиди. Ядрони иштикләш билән айлинип һәрикәтлинидиған электрон шола чиқирип, ядроғичә болған арилиқ үзлүксиз азийип, айлиниш чапсанлиғи өсүши керәк. Шундақ қилип, спектр үзлүксиз болуп атом турақсиз болуши керәк. Тәхминән $10^{-8}$ сек вақит арилиғида электрон өзиниң барлиқ энергиясини сәрип қилип, ядроға чүшиши керәк. Әмәлиятта атом турақлиқ, энергия чиқиралайду, униң шола чиқириши сизиқлиқ спектрға егә. Классикилиқ физика даирисидә келип, Резерфорд қариму-қаршилиқлардин қутулалмиди.

**Җавави қандақ?**

1. *Силәр тәсвирлигән атом ядролириниң әтрапида қанчә электронлуқ қәвәт пәйда болиду?*
2. *Немишкә биринчи топниң элементлири химиялиқ активлиқ? 8 топниң элементлири немишкә «инертлиқ» газлар дәп аталған?*
3. *Немишкә Резерфорд атомниң иҗабий зарядини атом мәркизигә орунлаштурған?*
4. *Немишкә электрон атом ядросиниң әтрапида айналғанда энергия чиқириду?*
5. *Немишкә Резерфорд моделини қоллинип, атомларниң шола чиқиришиниң сизиқлиқ спектрини чүшәндүрүш мүмкин әмәс?*
6. *Резерфордниң атомлиқ моделини немишкә униң камчилиқлириға (у атомниң турақлиғини чүшәндүрмәйду) қаримастин заманивий илимда қоллинип келиду?*

## III. Бор постулатлири. Бор постулатлири асасида сизиқлиқ спектрни чүшәндүрүш

Дания физиги Нильс Бор Резерфордниң атомлуқ моделигә асаслинип сизиқлиқ спектрларниң сирини йешишкә тәлпүнди. Атомларда энергия һәр қандақ мөлчәрдә әмәс, бөлгүлүк бир үләшләр – квантлар билән жутулишниң яки чиқирилишниң испати сизиқлиқ спектрлар болуп тепилиду. Демәк, атом бөлгүлүк яки дискретлиқ энергетикилиқ һаләттә болалайду. Энергетикилиқ һаләтләрниң дискретлиғи тоғрилиқ чүшәнчиләргә

асаслинип вә Резерфордниң атомлиқ моделини сақлап олтуруп, Н. Бор зарядләнгән зәрриләрниң һәрикәттики вә өзара тәсирлиниши тоғрилиқ классикилиқ чүшәнчиләргә қарши келидиған постулатларни киргүзди.

*1-постулат. Атомда турақлиқ стационар орбитилар бар, уларниң бойи билән һәрикәтләнгәндә электрон шола чиқармайду.*

*Орбитиларниң радиусини ениқлаш үчүн Бор квантлаш шәртини киргүзди: электронниң M механикилиқ импульсиниң моменти $\frac{h}{2\pi}$ миқдариға һәссилик.*

Импульс момент $I$ инерция моменти билән $\omega$ булуңлук илдамлиқниң көпәйтиндиси билән ениқлиниду. Ядрони айлинип һәрикәтлинидиған электрон үчүн инерция моменти $I = mr^2$ тәң. Булуңлук илдамлиқ билән сизиқлиқ илдамлиқниң бағлинишини етиварға елип, импульс моменти: $L = mr^2 \cdot \frac{\upsilon}{r} = m\upsilon r$, у чағда квантлаш шәрти төвәндики түргә егә болиду:

$$m\upsilon r = n\frac{h}{2\pi}, \qquad (2)$$

буниңдики $m$ – электрон массиси $\upsilon$ – униң илдамлиғи, $r$ – орбита радиуси, $n = 1, 2, 3 ...$ – квантлиқ сан, $h$ – Планк турақлиғи. Квантлиқ сан $n = 1$ биринчи орбитида атомниң асасий қоздурулмиған һалитигә мувапиқ болиду.

**3-тапшурма**

1. $\frac{m\upsilon^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$, һәрикәттики электронға қоллинилидиған Ньютонниң иккинчи қануни вә квантлаш қаидисини пайдилинип, водород атомидики электронниң стационар орбитилириниң радиусини һесаплаш формулисини елиңлар.
2. Биринчи стационар орбитиниң радиусини ениқлаңлар, елинған нәтиҗини ениқлимилиқ әдәбиятта көрситилгән радиус билән селиштуруңлар: ≈ 53 пм.

**Җавави қандақ?**

*Иккинчи орбитиниң радиуси биринчидин, үчинчи орбитиниң радиуси биринчидин вә й.б. нәччә һәссә пәриқлиниду?*

*2-постулат. Электронниң квантлиқ сани көп стационарлиқ орбитидин сани аз орбитиға өтүши квантлиқ энергияниң чиқирилиши билән биллә жүриду. Әксинчә өтүштә квант энергиясини атом жутиду.*

Энергия квантиниң мәнаси энергияниң сақлиниш қануни билән ениқлиниду:

$$h\nu = W_n - W_m, \qquad (3)$$

буниңдики $n, m$ орбитиларниң квантлиқ санлири, $n > m$.

Чиқирилған электромагнитлиқ долқунларниң чапсанлиғи қәтъий ениқланған мәнаға егә, у атомниң стационар һаләтлириниң энергиялириниң айирмисиға бағлиқ:

$$\nu = \frac{W_n - W_m}{h}. \qquad (4)$$

Атом стационар $m$ һалитидин $n$ һалитигә өтүши вақтида электрон шола чиқириштики чапсанлиққа охшаш чапсанлиқтики энергия квантини жутиду.

*Атомларниң чиқиридиған электромагнитлиқ долқунларниң чапсанлиғи электронларниң атомдики айлиниш чапсанлиғи билән әмәс, стационар һаләтлириниң энергиялириниң айримиси билән ениқлиниду.*

## IV. Атом водородиниң шола чиқиришиниң спектрлиқ сериялири

Бор постулатлири вә өзи тәклип қилған атом модели көплигән тәҗрибә йүзидә бәзи бир алимлар алған водород спектридики шола чиқириш сизиқлириға толук мувапиқ келиду.

1885 жили швейцариялик физик И. Бальмер водородниң көрүнидиған спектрини тәкшүрәп, мошу спектрниң көзгә көрүнидиған участкисида водород чиқиридиған долқунларниң узунлуқлири үчүн эмпирикилиқ қанунийәтни ениқлиди:

$$\lambda = \lambda_0 \frac{n^2}{n^2 - 4}, \qquad (5)$$

буниңдики $\lambda_0 = 364{,}6$ нм; $n = 3, 4, 5...$ – иккидин көп мәнаға егә болидиған пүтүн санлар. Швед физиги И. Ридберг бу қанунийәтликни башқа түргә кәлтүрди, у арқилиқ атомниң шола чиқиришини ениқлашқа болиду:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{4c}{\lambda_0}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

яки

$$\nu = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right), \qquad (6)$$

буниңдики $R = 3{,}29 \cdot 10^{15}$ $сек^{-1}$ Ридберг турақлиғи, (6) – Бальмер формулиси дәп атилиду.

Бальмер серияси көрүнидиған спектрниң очуқ қизил, һава рәң, көк вә гүлнәпшә рәңлик төрт сизиғидин ибарәт. Улар электронниң 3, 4, 5 вә 6 стационар орбитидин иккинчисигә өткәндики атом шола чиқиришиға мувапиқ келиду *(229-сүр).*

Водород спектрида йәнә бир нәччә сериялар бар. 1906 жили америкилиқ физик Т. Лайман спектрниң ультрагүлнәпшә бөлүгидики сериясини ачти, у үчүн төвәндики қанунийәтлик орунлиниду:

$$\nu = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right), \text{ буниңдики } n = 2, 3, 4... .$$

Бу электронниң қоздурулған стационар орбитидин асасий биринчи орбитиға өтүшигә мувапиқ келидиған шола чиқиришлар серияси. 1908 жили немис физиги Ф. Пашен ачқан спектрниң инфрақизил бөлүгидики серия үчүн қанунийәтлик төвәндикичә болиду:

$$\nu = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right),$$

буниңдики $n = 4, 5, 6 ...$ .

Алимларниң тәкшүрәшлирини умумийлап, И. Ридберг водородниң шола чиқиришини тәсвирләш үчүн төвәндики формулини тәклип қилди:

$$\nu = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right), \qquad (7)$$

буниңдики $m = 1, 2, 3...$ – пүтүн санлар қатари, $n$ сани үчүн мону шәрт орунлиниду: $n = m + 1, m + 2, m + 3... .$

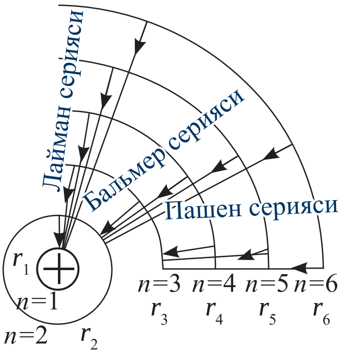
Тәкшүрәшләр биридин башқа барлиқ электронлиридин айрилған водород охшаш атомлар үчүн (3)

**4-тапшурма**

Бор постулатлириға асаслинип газларниң вә атомарлиқ һаләттики химиялиқ элементрларниң, һоларниң сизиқлиқ спектрлири қандақ ениқлинидиғанлиғини чүшәндүриңлар. Жутуш спектриниң вә атомниң шола чиқириш спектриниң сизиқлири немишкә мувапиқ келиду?

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә Н. Бор Резерфорд атом моделини ениқлашта постулатлар киргүзди?*
2. *Шола чиқиришниң сизиқлиқ спектрлирини немишкә электронларниң ядро әтрапини айлиниш чапсанлиғи билән чүшәндүрүшкә болмайду?*




***229-сүрәт.*** *Водород атоминиң шола чиқириш сериялири*

**5-тапшурма**

Водородниң шола чиқириш чапсанлиғини Бальмер сериясида ениқлаңлар.

**Инавәткә елиңлар**

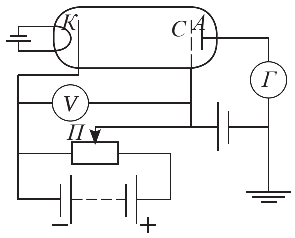
Водородқа охшаш атомларға мисал: ионланған гелий, икки рәт ионланған литий вә й.б.

формула Ридберг турақлиғини 4, 9 һәссә вә башқа санларға ашурғанда орунлинидиғанлиғини көрсәтти.

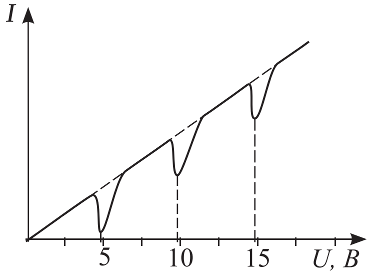
## V. Франк вә Герц тәҗрибиси

Бор постулатлириға асас болған атомниң энергетикилиқ һаләтлириниң дискретлиғи тоғрилиқ чүшәнчилирини немис физиклири Д. Франк вә Г. Герц тәҗрибисидә испатланған.

Тәҗрибидә схемиси *230-сүрәттә тәсвирләнгән түзүлмә қоллинилиду. Баллонда қисими* $10^2$ Па симап һолири бар. Қиздурулған *К* катоди билән *С* тор арисидики потенциаллар айрими $U_1$ болсун, уни *V* вольтмертр билән өлчәп, потенциометр *П* ярдими билән өзгәртиду. *С* тор билән *А* анод арисиға қарши $U_2$ потенциаллар айрими тәхминән 0,5 *В*. қойилиду.




***230-сүрәт.*** *Франк вә Герц тәҗрибисидики тизилма схемиси*




***231-сүрәт.*** *Вольт-амперлиқ характеристика*

Катод күчиниши $U_1$ электр мәйдани билән иштикләйдиған электронларни чиқириду. Электронларниң тордин учуш вақтидики кинетикилиқ энергияси 0,5 В-дин көп болса, у чағда улар $U_2$ тохтатқучи күчинишни йеңип чиқиду вә *А* анодқа йетип бариду, нәтиҗисидә йәргә қошулған гальванометрда ток пәйда болиду. Франк вә Герц алған вольт-амперлиқ характеристикисиниң графиги – *I ток күчиниң* $U_1$ иштикләткүчи күчинишкә бағлиқлиғи 231-сүрәттә көрситилгән. $U_1$ күчинишни ашурғанда *I* ток күчиму алди билән өсүду, униңдин кейин $U_1 = 4{,}9$ *В* болғанда кәскин төвәнләйду. $U_1$ күчинишини ашурғанда *I* күчи өсүду, бирақ $U_1 = 2 \cdot 4{,}9$ *В* $= 9{,}8$ *В* болғанда қайтидин кемийду; *I* ток күчиниң кәлгүси кемийиши $U_1 = 3 \cdot 4{,}9$ *В* $= 14{,}7$ *В* болғанда әмәлгә ашиду вә мошундақ өзгирип туриду.

Электрон энергияси 4,9 эВ аз болғанда, симап электронлири билән атомлириниң арисида урулишлар пәйда болиду: урулиштин кейин электронларниң илдамлиғиниң санлиқ мәнаси өзгәрмәйду. Нәтиҗисидә $U_2$ тохтатқучи потенциаллар айримини йеңип чиқишқа һаҗәт энергияси бар электронлар С торға йеқинлайду. Шуниң үчүн $U_1$ иштикләткүчи күчинишниң өсүши тизмидики *I ток күчиниң өсүши билән қатар жүриду.* $U_1$ мәнаси 4,9 *В*-қа йәткәндә, торниң йенидики электронлар 4,9 эВ кинетикилиқ энергияға егә болиду. Бу һаләттә атомларниң электронлар билән урулиши әвришимсиз болиду: электрон өзиниң барлиқ энергиясини симап атомиға бериду. Энергияси билән илдамлиғини йоқатқан электрон А электродқа йетәлмәйду. Пәқәт симап атоми билән әвришимсиз урулишқа учримиған электронларла тордики тохтатқучи күчинишни йеңип чиқишқа қабилийәтлик. Нәтиҗисидә *I* кәскин төвәнләйду, графикта биринчи максимум пәйда болиду.

Симапниң қоздурулған атомлири дәсләпки энергетикилиқ дәриҗисигә қайтип барғанда Борниң 2-постулатиға мувапиқ квантлар энергияси $h\nu = 4{,}9$ эВ энергиячиқириш керәк. Бу шола чиқиришниң чапсанлиғи төвәндикигә тәң:

$$\nu = \frac{4{,}9\,\text{эВ}}{\text{h}} = 1{,}18 \cdot 10^{15}\ \text{Гц}\,.$$

Бу симап һолириниң шола чиқириш спектридики уддул өлчәшниң нәтиҗилири билән спектроскоп арқилиқ өлчәнгән нәтиҗиләр билән мувапиқ келиду.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Водород атомидики электронниң үчинчи орбитидин иккинчи орбитиға өткән вақтидики шола чиқиришниң долқун узунлуғи электронниң иккинчи орбитидин биринчи орбитиға өткәндики долқун узунлуғидин нәччә һәссә узун болиду?

**Берилди:**
$n = 3$
$k = 2$
$m = 1$

$\frac{\lambda_{32}}{\lambda_{21}} - ?$

**Йешилиши:**

$$\nu_{nk} = \frac{c}{\lambda_{nk}} = R \cdot \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right); \quad (1) \qquad \nu_{km} = \frac{c}{\lambda_{km}} = R \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{k^2}\right); \quad (2)$$

(2) ипадини (1) ипадигә бөлүп, орбитиларниң номерлирини қойимиз:

$$\frac{\lambda_{32}}{\lambda_{21}} = \frac{R \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)}{R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} = \frac{27}{5} = 5,4.$$

**Җавави:** $\frac{\lambda_{32}}{\lambda_{21}} = 5,4$.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Резерфорд $\alpha$-зәрриләрни чачиритиш бойичә тәҗрибисиниң нәтиҗисидә қандақ хуласигә кәлди?
2. Борниң атомлиқ модели қандақ постулатларға асаслинип ясалди?
3. Борниң квантлаш қаидисиниң мәнаси немидә?
4. Бор постулатлири Резерфордниң атомлиқ моделиниң қандақ камчилиқлирини йоқатти?
5. Бор атом һалитидики химиялиқ элементларниң шола чиқириш чапсанлиқлирини қандақ ениқлиди?
6. Франк вә Герц өз тәҗрибилириниң асасида қандақ хуласигә кәлди?

## Көнүкмә 36

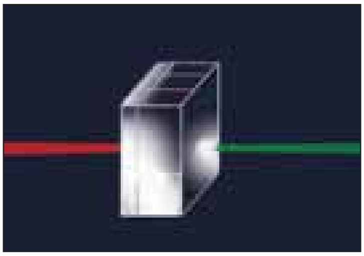
1. $1,9 \cdot 10^7$ м/сек илдамлиқ билән учуп келиватқан $\alpha$ -зәррә ядро мәркизидин өтүдиған түз сизиқ бойи билән һәрикәтлинип, алтун атомниң ядросиға қандақ ариliққа йеқинлайдиғанлиғини ениқлаңлар. $\alpha$ -зәррисиниң массиси $6,6 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл; $q_{ал} = 1,3 \cdot 10^{-17}$ Кл. $k = 9 \cdot 10^9$ Н $\cdot$ м$^2$/ Кл$^2$.
2. Водород атомидики электронларниң төртинчи стационар орбитидин иккинчигә өтүш вақтида атом энергияси $4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж фотон чиқириду (водород спектрниң йешил сизиғи). Спектрниң мошу сизиғиниң долқун узунлуғини ениқлаңлар. Планк турақлиғи $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж $\cdot$ сек.
3. Симап һоририни электронлар билән шолиландуруш вақтида симап атоминиң энергияси 4,9 эВ-қа өсүду. Қоздурулмиған һаләткә өтүш вақтидики симап атомлири чиқиридиған шолиларниң долқун узунлуғини ениқлаңлар.
4. Водород атоми төртинчи энергетикилиқ дәриҗисидин биринчигә өтүду. Мошу атомниң шола чиқир спектрида қанчә сизиқни ениқлашқа болиду? Спектр сизиқлириға мувапиқ келидиған долқун узунлуқлирини ениқлаңлар.

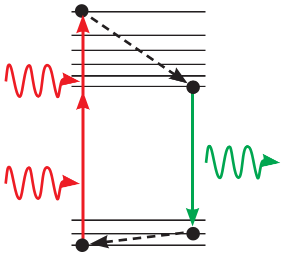
# § 37. Сизиқлиқ әмәс оптика тоғрилиқ чүшәнчә. Лазерлар

**Күтилидиған нәтиҗә**

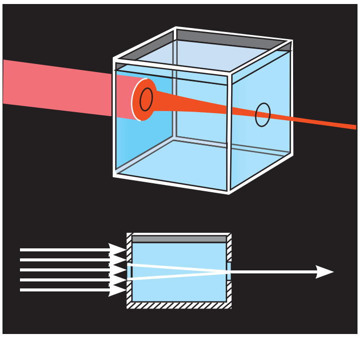
*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *лазер түзүлмисиниң вә униң ишләш принципини чүшәндүрүшни;*
- *голографияниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.*





***232-сүрәт.*** *Ниоват натрий кристаллида көп фотонлиқ жутулишида шола чиқириш чапсанлиғини өзгәртиш*



***233-сүрәт.*** *Шолиларниң өзлигидин фокуслиниши*

## I. Сизиқлиқ әмәс оптика

Лазерларниң – когерентлиқ шола чиқириш мәнбәлириниң пәйда болуши билән алимлар йеңи оптикилиқ эффектиларни ениқлиди. Қувити $10^9$ – $10^{10}$ Вт арилиғидики йоруқ мәйданида мәлум һадисиләрниң характерлири, муһитниң оптикилиқ характеристикилири өзгириду: сунуш көрсәткүчиси, жутуш коэффициенти. Улар электр мәйданини Е күчинишлигиниң функциялириға айлиниду. Әгәр йоруқ интенсивлиғи аз мәнада униң мадда билән өзара тәсирлинишини характерләйдиған миқдарларниң бағлиқлиғи сизиқлиқ болса, йоруқ еқиминиң қувитини күчәйткәндә сизиқлиқ бағлинишлиқ бузулиду.

***Сизиқлиқ әмәс оптика*** **– қувәтлик йоруқ дәстилириниң қаттиқ җисимларда, суюқлуқларда вә газларда тарилишини вә уларниң мадда билән өзара тәсирлишишини қараштуридиған физикилиқ оптикиниң бөлүми.**

Тәкшүрәшләр интенсивлиғи жуқури шола чиқиришниң интенсивлиғи төвән шола чиқиришқа қариғанда маддиға тәсир етишидә пәриқләрни пәйда қилидиған асасий сәвәп көп фотонлиқ процесслар билән өзлигидин тәсир қилиш эффектиси.

*Көп фотонлиқ жутулиш – бу молекулидики яки атомдики электрон ташқи шола чиқиришниң икки яки бир нәччә фотонларниң жутулиши нәтиҗисидә бир стационар һаләттин башқисиға өтүши.* Электрон һаләтлириниң арисидики энергиялар айрими мошу жутулған фотонларниң энергиялириниң қошундисиға тәң. Мошу чағда чапсанлиғи жутулған квантлар чапсанлиқлириниң қошундиси $\nu = \nu_1 + \nu_2$, *яки жутулған фотонларниң чапсанлиқлириниң айримиға $\nu = \nu_1 - \nu_2$ тәң чапсанлиқ билән бирла квант шола чиқириши мүмкин (232-сүр).*

*Долқунларниң өзлигидин тәсирлиниши* – бу йоруқ дәстисиниң өзлигидин фокуслинишиниң яки фокусланмишиниң сизиқлиқ әмәс долқунлуқ һадисиси. *Йоруқниң өзлигидин фокуслиниши* – муһитниң сунуш коэффициентиниң йоруқ долқунининң күчинишлигигә сизиқлиқ әмәс бағлиқлиғи һесавидин қувәтлик лазерлиқ дәстиниң муһитта тарилиши вақтида өзлигидин фокуслиниду (*233-сүр*). Күчлүк йоруқ мәйданида лазерлиқ шола чиқириш арқилиқ

қиздуруш һесавидин муһитниң сунуш көрсәткүчиси өзгириду, бу шолиниң тарлинишиға елип келиду.

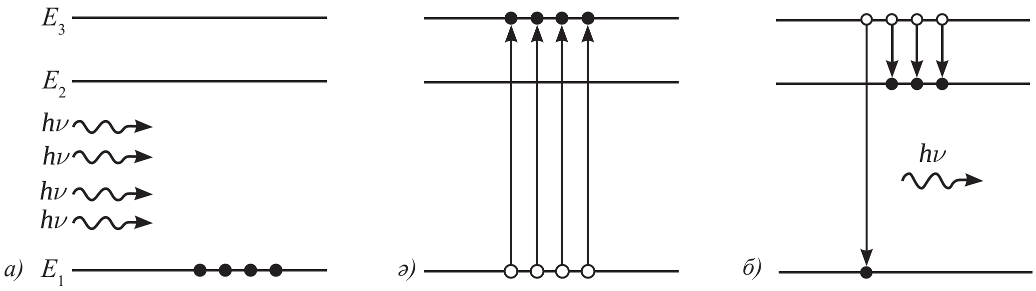
## II. Мәҗбурий шола чиқиришлар

1939 жили кеңәш физиги В.А. Фабрикант мәҗбурий шола чиқириш һадисисини пайдилиниш асасида йоруқни күчәйтиш усулини тәклип қилди. Бәзи бир маддиларниң атомлири бир нәччә секундқичә қоздурулған стационар һалитидә болуши мүмкин, бу һаләт метатурақлиқ дәп атилиду. Бу маддиға алюминий оксиди $Al_2 \ {}_3$ – рубин мисал болиду, униңда алюминий атомлириниң бир бөлүги метатурақлиқ һалитидики хром ионлири билән алмаштурилған. Кристалниң шола чиқириш вақтида хром ионлири қоздурулиду вә $E_3$ энергияси бар стационар һаләткә авушиду *(234 а, ә-сүр)*. Тәхминән $10^{-8}$ сек вақит өткәндин кейин қоздурулған атомларниң көпчилиги өзлигидин $E_2$ метатурақлиқ дәрижигә өтүду, униңда улар «өмүр сүрүш вақтидин» 100 000 һәссә ошуқ вақит ичидә қоздурулған һаләттә болуши мүмкин *(234 б-сүр)*. Шундақ қилип, метатурақлиқ дәрижиниң орун алмаштуриши орун алиду, бу процесс толтуруш (накачка) дәп атилиду *(235 а-сүр)*.

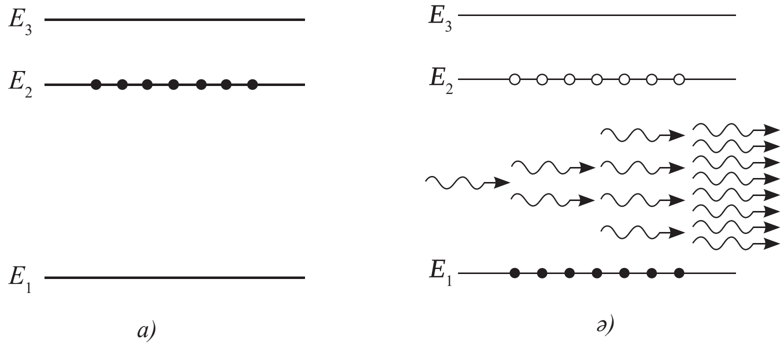
**Инавәткә елиңлар**

1916 ж. А. Эйнштейн шола чиқириш мәҗбурий яки когерентлиғи жуқарқи дәрижиси билән индукциялинидиған болуши мүмкин дәп молҗалиди.

«Лазер» – сөзи инглиз тилидики «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» тиркәлмисиниң аббревиатуриси – йоруқниң мәҗбурий шола чиқириш арқилиқ күчийиши дегән мәнани билдүриду. Лазерларниң башқа йоруқ мәнбәлиридин пәрқи когерентлиқниң жуқури дәрижиси болуп тепилиду.




***234-сүрәт.*** *Атомниң қоздурулған һаләткә авушиши*




***235-сүрәт.*** *а) Метатурақлиқ дәрижиниң орун алмаштуриши;*
*ә) Индукцияләнгән шола чиқириш*

$E_3$ дәрижисидин $E_2$ дәрижисигә өтүш шола чиқириш билән жүрмәйду; сәвәви ошуқ энергия кристаллик решеткиға берилиду, нәтижисидә кристалл температуриси өсүду. $E_2$ дәрижисидин $E_1$ дәрижисигә өтүш мәҗбурий яки индукцияләнгән болуп тепилиду. Рубин стерженини униң бир қири арқилиқ күчсиз йоруқ дәстиси билән йоруқландурғанда энергияси метатурақлиқ вә асасий һаләтлиридики хром ионлириниң энергиялириниң айримиға тәң фотонлар мошу ионларниң $E_2$ һалитидин $E_1$ һалитигә өтүшини вә мошундақ энергияларни фотонларниң чиқиришини пәйда қилиду: $h\nu = E_2 - E_1$.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә лазерлиқ йоруқ дәстиси башқа йоруқ мәнбәлириниң қувитидин жуқури қувәткә егә?*
2. *235 а,ә-сүрәтләрни пайдилинип лазерлиқ шола немишкә когерентлиқ йоруқ дәстиси болуп тепилидиғанлиғини, барлиқ фотонларниң чапсанлиғи, фазиси, поляризацияси вә һәрикәт йөнилиши бирдәк болидиғанлиғини чүшәндүрүңлар.*

## III. Лазерлик шола чиқиришниң хусусийәтлири

Лазерлик шола чиқириш жуқури монохроматлиқ, когерентлиқ, тар бәт елиши, жуқури қувәтлик хусусийәтлиригә егә.

Үзлүксиз режимда лазерлиқ шола чиқириш қувити $10^5$–$10^6$ Вт арилиғида, импульслиқ режимида – $10^{13}$ Вт болуши мүмкин, мошу вақитта тәхминән $10^{16}$ Вт/см$^2$ интенсивлиққа қол йәткүзүшкә болиду. Қувәт интайин тар спектраллиқ вә вақит арилиқлирида топлиниду. Лазерлик шола чиқириш импульсиниң узақлиқ вақти $10^{-12}$ до $10^{-13}$ сек. Лазерлик шола чиқиришниң жуқури монохроматлиғи вә когерентлиғи, шолиниң тар йөнилишини ениқлайду: шолини долқун узунлуғиға тәң кичик өлчәмдики дағларға фокуслиниду. Тар йөнилишниң нәтижисидә лазерлик йоруқ мәнбәлири интайин жуқури йоруқлиққа егә болиду. Лазерлик шола чиқиришниң интенсивлиғи күн шола чиқириш интенсивлиғидин онлиған миң һәссә артуқ болуши мүмкин. Аталған хусусийәтләр лазерларни әҗайип йоруқ мәнбәлиригә айналдуриду вә уларниң көплигән саһалирида қоллинишқа мүмкинчилик бериду.

## IV. Лазерларниң түрлири вә уларниң алаһидиликлири

Лазерларниң ишләш җисиминиң материали вә энергия билән толтуруш йоли бойичә бөлүшкә болидиған һәрхил түрлири бар.

***Лазерлар* – бу оптикилиқ диапазондики когерентлиқ шола чиқиришниң генераторлири билән күчәйткүчлири, уларниң тәсири квантлиқ системиларниң; атомларниң, ионларниң, молекулиларниң индукциялик шола чиқиришиға асасланған.**

Лазерларниң бир нәччә түрлирини атайли.

*Қаттиқ җисимлиқ лазерлар*. Дәсләпки қаттиқ актив муһит – рубин, $Cr^{+++}$ хром ионлириниң аз арилашмиси бар $Al_2\ _3$ корунд кристали болди.

Шундақла, *Nd* неодим арилашмиси бар әйнәк, стержень түридики хром, неодим вә шалаң учришидиған элементлар арилашмиси бар $_2Al_5\ _{12}$ алюма-итритлиқ гранати кәң қоллинилиду. Қаттиқ җисимлиқ лазерларни толтуруш үчүн тәхминән $10^{-3}$ сек-қа йоруқлинидиған импульслиқ шамни пайдилиниду.

*Газ лазерлири.* Газ лазерлириниң актив муһити болуп төвән қисимдики (симап столбисиниң йүзлүк үлишидин бир нәччә милиметрғичә) газлар болиду, улар

кәпшиләнгән электродлири бар әйнәк трубкини толтурип туриду. Газ лазерлирини жуқури чапсанлиқтики генератор билән тәминләнгән электр разряди арқилиқ толтирилиду. Шола чиқириш қаттиқ жисимлиқ лазерлардикидәк өтүду, бирақ газ лазерлири адәттә үзлүксиз шола чиқириду. Газларниң зичлиғи интайин аз болғанлиқтин мадда массиси жуқури интенсивлиқ шола чиқиришқа егә болуш үчүн актив муһити бар трубкиниң узунлуғи йетәрлик түрдә узунирақ болуши керәк.

*Суюқлуқ лазерлири яки бояқлардики лазер.* Бу лазерларниң актив муһити еритмилар түридики һәрхил органикилиқ қошулмилар болуп тепилиду. Актив маддиси бар өлчәмлири аз кюветлар 20 Вт-ғичә қувәтлик шола чиқиришларни түрләндүриду. Улар импульслиқ вә үзлүксиз режимда ишләйду. Суюқлуқ лазерлирини толтуруш импульслиқ лампилар билән әмәлгә ашурилиду. Бояқларниң молекулилириниң қоздурулған дәрижилириниң кәңлиги чоң болиду. Бойиғучиларниң еритмилири бар кюветларни авуштуруп, лазерниң шола чиқиришини интайин кәң диапазонда өзгәртишкә болиду.

*Йерим өткәзгүчлик лазерлар.* Әң көп таралған лазерлиқ йерим өткәзгүчлик материал – *GaAr* галий арсениди. Йерим өткәзгүчлик лазерларни толтуруш турақлиқ электр токи билән әмәлгә ашиду, мошу вақитта униң энергияси 50 % -тин 100 %-ғичә шола чиқиришқа айлиниду. Йерим өткәзгүчлик лазерлар қувәтлик лазерлик шолилар чиқириду.

**Тапшурма**

Параграфниң IV-бөлүмидики мәлуматларни пайдилинип, "Лазерларниң түрлириниң" селиштурма җәдвалини қуруңлар. Лазерларниң қоллиниш облуслири тоғрилиқ мәлуматлар билән җәдвални толтуриңлар. Қоллиниш облусиға лазер түзилмисиниң тәсир қилидиғанлиғини вә һәрбир лазерниң артуқчилиғи немидә екәнлигини ениқлаңлар.

## V. Голографияниң физикилиқ принциплири

Голография (греч. «holos» – барлиқ вә «grapho» – йезиш) – фотосүрәтлик йезиш усули, долқунлуқ мәйданларни когерентлиқ шола чиқириш ярдими билән қайта чиқириш һәм түрләндүрүш.

Голографиялиқ усул икки этаптин туриду: голограммини йезиш *йоруқ долқунлириниң интерференция һадисисигә* асасланған, оқуш болса – долқунларниң дифракция һадисисигә асасланған.

Голограммисини елиш керәк болған объектқа лазердин йоруқ чүшиду *(236 а-сүр)*. Объектидин чачириған йоруқ долқуни яки объектилиқ йоруқ дәстә фотопластиниға чүшиду. Мошу пластиниға тирәк дәстиси – әйнәктин қайтқан лазер йоруғиниң бөлүги чүшиду. Фотопластинилиқ голограммида икки йоруқ дәстисини амплитудилиқ, фазилиқ қәвәтләштүрүш нәтижисидә елинған әхбарат сақлиниду. Голограмминиң ташқи көрүнүшиниң бирхил йоруқландурилған фотопластинидин пәрқи болмайду.

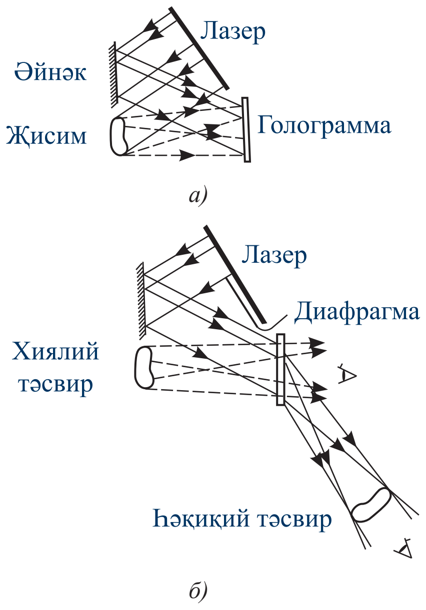



***Рис.** 236. Голографиялиқ тәсвир елиш этаплири:*
*а) йезиш, ә) оқуш*

Җисимдин чачириған долқунни әксигә кәлтүрүш үчүн объектини елип, голограммини чүшүрилим вақтидики орниға орунлаштуриду *(236 ә-сүр)*. Әгәр лазерни қошса, у чағда байқиғучи деризә арқилиқ җисимни көргәндәк, голограмма арқилиқ объектидин пәрқи йоқ хиялий һәҗимлик тәсвирни көриду. Сүрәттә җисимниң йеқин вә жирақ бөләклирини көрүшкә болиду.

Җисимниң хиялий тәсвиридин башқа, униң һәқиқий тәсвири болиду. У голограмминиң хиялий тәсвиридин башқа тәрипидә орунлашқан. Әгәр фотопластинини яки хирә әйнәкни тәсвир алидиған тәкшиликкә орунлаштурилса, у чағда униң икки өлчәмлик проекциясини елишқа болиду. Һәқиқий тәсвирниң бир қатар алаһидә хусусийәтлири болиду. Уларниң ичидики әң қизиғи – ялған көчәрмә, у һәқиқий тәсвирниң рельефи дәсләпки җисимниң әксиси болиду: томпақ йәрлири ойманлар билән алмаштурилған; тәсвир «ташқа қарап бурулған».

## VI. Голограмминиң асасий хусусийәтлири

*1) Голограмминиң һәр қандақ фрагменти объект тоғрилиқ әхбаратни сақлайду*. Әгәр пластинини бөләкләргә кесидиған болса, у чағда уларниң һәр қайсиси қайтидин барлиқ җисимниң голограммисини бериду. Бу бошлуқниң һәр қандақ чекитидә электромагнитлиқ мәйдан объектиниң барлиқ көрүнидиған чекитлиридин өтүдиған шола чиқиришларниң жиғиндиси екәнлиги билән чүшәндүрилиду. Голограмма өзини сүрәт яки адәттики фотосүрәт түридә әмәс, деризә (объектиға деризә арқилиқ қараймиз) түридә көрситиду.

**Нәзәр селиңлар!**

**Мәлуматларни голографиялик сақлаш**

Голографиялиқ тошуғучилар идеяси лазерлиқ шола чиқиришниң ярдими билән әхбаратни өлчәмлик қурулғуға йезиш болуп тепилиду. Йеңи технология пәқәт дискиниң бетинила әмәс, һәҗими бойичиму йезилмилар жүргүзишкә мүмкинчилигини бериду. Мундақ қурулғу бир нәччә гигабайт орниға һәҗими компактдискидин артуқ болмайдиған тошуғучларда мәлуматларниң терабайтини сақлайду. Голографиялиқ мәлуматлар наһайити жуқури илдамлиқ билән чапсан оқулиду.

Голографиялиқ йезилмиларниң артуқчилиқлири:

- йезилмиларниң жуқарқи зичлиғи вә оқушниң жуқарқи илдамлиғи;
- әхбаратни параллель йезиш (бир биттин әмәс, толуқ бәтләр билән) йезиш;
- бәтләрниң оқулушиниң жуқарқи дәллиги;
- мәлуматларни әксигә кәлтүрүштә шавқунларниң төвән болуши;
- бузулмайдиған оқуш;
- мәлуматларни сақлашниң узақлиғи – 30–50 жил вә униңдин көп.

**Инавәткә елиңлар**

1947 жили инглиз физиги Д. Габор "голограмма" терминини киргүзди. Габор һәҗимлик тәсвирләрни елиш идеясини ейтип вә уни әмәлгә ашуруш усуллирин чүшәндүрди. Тәсвирләр когерентлиқ долқунларниң мәнбәси болмиғанлиқтин уларниң сапаси начар болди. 1962 жили америкилиқ физик алимлири Э. Лейт вә Ю. Упатниекс дәсләп лазерлиқ голограммиларни алди.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә голографиялиқ усул җисимниң һәҗимлик тәсвирини елишқа мүмкинчилик бериду?*
2. *Немишкә голограмма елиш үчүн җисимлиқ долқундин башқа тирәк долқуни һаҗәт?*
3. *Голографиялиқ тәсвирләрниң сапаси уни кичиккинә голограмма парчиси арқилиқ қариғанда қандақ өзгириду?*

*2) Әгәр голограммиларни йезиш вә аксигә кәлтүриш үчүн тарилидиған долкунлар фронтини пайдиланса, у чағда объектиниң йоғанлитилған яки кичиклитилгән тәсвирини елишқа болиду.*

*3) Бир фотопластинида бир нәччә объектини пәйдин-пәй тиркәшкә болиду,* мәсилән 50 бәтлик мәтин патиду. Уларниң барлиғи бир мәзгилдә аксигә кәлтүрилиду. Әгәр уларни қайта чиқиришта бөлүш һаҗәт болса, у чағда һәр бир объект үчүн тирәк шолисиниң йөнилишини сәл өзгәртиш керәк болиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Сизиқлиқ әмәс оптикиниң сизиқлиқ оптикидин асасий пәриқлирини атаңлар.
2. Лазер дәп немини атайду? Лазерлардики йоруқни күчәйтиш усулини чүшәндүрүңлар.
3. Лазерлиқ шола қандақ хусусийәтләргә егә?
4. Лазерларниң түрлирини атаңлар. Лазерларни бөлүш принципи?
5. Голография, голограмма дәп немини атайду?
6. Голографиядики йезиш вә оқуш усулини чүшәндүрүңлар.
7. Голограмминиң қандақ хусусийәтлири бар?

## Көнүкмә 37

1. Импульслиқ режимда ишләйдиған лазер 1 кВт қувәт пайдилиниду. Бир импульсниң узақлиғи – 5 мксек, 1 сек ичидә чиқидиған импульслар сани 200 тәң. Әгәр шола чиқиришқа пайдилинидиған қувәтниң 0,1 %-тила исрап қилинса, шола чиқириш энергияси билән бир импульсниң қувитини ениқлаңлар.
2. Үзлүксиз режимда ишләйдиған гелий-неонлиқ газ лазери қувитини 40 мВт-ғичә өсүрип, долқун узунлуғи 630 нм монохроматлиқ йоруқ чиқириду. Мошу лазер 1 сек ичидә қанчә фотон чиқириду? Планк турақлиғи $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек, йоруқ илдамлиғи $c = 3 \cdot 10^{8}$ м/сек.
3. Қувити $P = 2$ кВт лазер $t = 2$ сек вақит ичидә 300 йоруқ импульсини чиқириду. Һәр бир импульсниң узақлиғи $\tau = 4$ мксек. Пайдилинидиған энергияниң $\eta = 0{,}3$ % шола чиқиришқа исрап қилиниду. $P_1$ қувәтни вә бир импульсиниң энергияси $E_1$ ениқлаңлар.
4. 100 Вт қувәт пайдилинидиған лазер долқун узунлуғи 600 нм йоруқ долқунини чиқириду. Әгәр униң ПИК-и $\eta = 0{,}1$ % болса, у чағда лазер секундиға қанчә квант чиқириду?
5*. Лазерлиқ шола чиқиришниң чәтнәш булуңи $\varphi = 1$ мрад. Узақлиқ вақти $t = 0{,}8$ мксек болидиған бир импульста 800 мДж йоруқ энергияси чиқирилиду. Лазердин 8 м арилиқтики шола чиқириш еқиминиң зичлиғини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Криминалистикида голограмминиң қоллинилиши.
2. Голографиялиқ телевидения, уларниң тәрәққий етиш перспективилири.

# § 38. Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири. Бор нәзәрийәсиниң қийинчилиқлири. Де Бройль долқунлири

**Кутилидиған нәтиҗә**

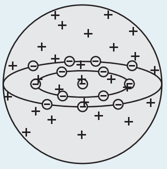
*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *элементар зәрричиләрниң долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болуши билән тәҗрибидә қоллинишиға мисал кәлтүргүшни;*
- *де Бройль долқуниниң узунлуғиниң формулисини һесаплар чиқиришта қоллинишни;*
- *де Бройль гипотезисини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

## I. Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири. Де Бройль долқунлири

Француз алими Луи де Бройль тәбиәттики симметрияни байқап, 1923 жили корпускулярлиқ-долқунлуқ дуализминиң универсаллиғи тоғрилиқ гипотеза тәклип қилди. У пәқәт фотонларға әмәс, шуниң билән биллә электронлар билән материяниң һәр қандақ башқа зәррилири корпускулярлиқ хусусийәт билән қатар, долқунлуқ хусусийәтләргә егә екәнлигини атап өтти. де Бройль гипотезиси бойичә һәр бир микро объектилар бир тәрипидин корпускулярлиқ характеристикилар: энергия вә импульс билән, иккинчи тәрипидин долқунлуқ характеристикилар: долқунниң узунлуғи вә чапсанлиғи билән бағлинишиду. Ахирқи импульси бар зәрриләр долқунлуқ хусисийәтләргә егә, атап өткәндә, интерференция билән дифракцияға учирайду. Луи де Бройль маддиниң һәрикәтлинидиған зәррисигә бағлиқ $\lambda$ долқун узунлуғиниң $p$-зәрриниң импульсиға бағлиқлиғини ениқлиди: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$, $m$ – зәррә массиси, $v$ – униң илдамлиғи, $h$ – Планк турақлиғи.

**1-тапшурма**

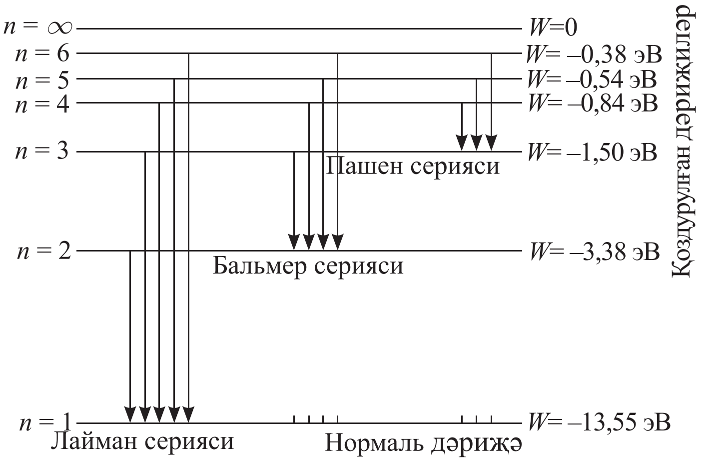
1. Җәдвалдики бош орунларға кәлгүси сөзләр билән җүмлиләрни йезиңлар: Э. Резерфорд, Н. Бор, 1903 ж., 1913 ж.; атом өлчимигә тәң иҗабий зарядниң булутида сәлбий зарядләнгән электронлар айлиниду; планетарлиқ модель: барлиқ иҗабий заряд вә атомниң барлиқ массиси атом ядросиға топлашқан, ядрониң әтрапида электронлар айлиниду; атомниң турақлиғини чүшәндүрүш мүкүн әмәс, шола чиқиришниң сизиқлиқ спектри, пәқәт водородқа охшаш атомлар қоллинилиду.
2. Бош орунларға мувапиқ модельларни көрситиңлар.

| Атом моделиниң автори | Ясалған жили | Модельниң тәсвирлиниши | Модельниң камчилиқлири | Модельниң сүрити |
|---|---|---|---|---|
| Д. Томсон | | | Сизиқлиқ спектрни вә $\alpha$-зәрриләр еқими билән өзара һәрикәтлинишни чүшәндүрүш мүмкин әмәс |  |
| | 1911 ж. | | | |
| | | классикилиқ механикиниң қанунийәтлиригә вә квантлиқ постулатларға асасланған модель | | |

У долқунларни де Бройль долқуни дәп атайду. Электронлар билән кристаллардики зәрриләрниң чачириши вә башқиму зәрриләрниң мадда арқилиқ өтүшини байқашқа арналған тәҗрибиләр билән де Бройль формулиси экспериментлиқ түридә испатланди.

**2-тапшурма**

1. *237-сүрәтни қараштуруңлар.* Буниңда водород атоминиң энергетикилиқ дәриҗилири тәсвирләнгән. Механикиниң вә электродинамикиниң классикилиқ формулири арқилиқ Н. Бор орбитилар радиуси бойичә квантлаш қаидисини пайдилинип, энергетикилиқ дәриҗиләрниң санлиқ мәналирини һесаплиған (§ 36). Атомдики электронниң $W$ толуқ энергияси электронниң орбита бойи билән илгирлимә һәрикитиниң $W_k$ кинетикилиқ энергиясиниң вә ядро билән өзара тәсирлишишниң $W_п$ потенциаллиқ энергиясиниң қошундисиға тәң: $W = W_k + W_п$. Кинетикилиқ энергия $W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ тәң. Өзара тәсирлишишниң потенциаллиқ энергияси $W_п = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ тәң, у чағда радиуси r орбитидики электронниң толуқ энергияси: $W = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ формулиси арқилиқ ениқлиниду.
2. Ньютонниң II қанунини пайдилинип, электронниң кинетикилиқ энергияси $W_k = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$. тәң екәнлигини испатлаңлар.
3. Дәсләпки үч стационар орбитилиридики электрон энергиясини ениқлаңлар. Елинған нәтиҗиләрни сүрәттә тәсвирләнгән электрон энергиялириниң мәналири билән селиштуруңлар.
4. Борниң иккинчи постулати асасида электрон 3, 4, 5 вә 6 қоздурулған дәриҗиләрдин иккинчи дәриҗигә өткәндики шола чиқириш энергиясини ениқлаңлар. Елинған шола чиқириш энергиясиниң санлиқ мәналири Бальмер серийасиниң чапсанлиқлириға мувапиқ келәмду?




***237-сүрәт.*** *Водород атоминиң энергетикилиқ* дәриҗиси

**Җавави қандақ?**

1. *Бор атоминиң модели асасида атомларниң шола чиқириши – энергияға, массиға, импульсқа егә зәрриләр еқими дәп ейтишқа боламду?*
2. *Электромагнитлиқ долқунларниң зәррилирини қандақ атайду? Улар қандақ хусусийәтләргә егә?*

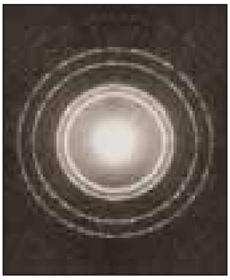
## II. Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлирини тәҗрибә йүзидә испатлаш

1927 ж. америкилиқ алимлар К. Дэвиссон вә Л. Джермер дәсләп никель монокристаллирида электронларниң дифракциясини байқиди. 1928 ж. инглиз физиги Дж. Томсон вә кеңәш физиги П. Тартаковский өз алдиға непиз поликристалл пленкисини пайдилинип, тәҗрибиләр жүргәзди. 1937 ж. К. Дэвиссон физика бойичә «кристаллда электронларниң

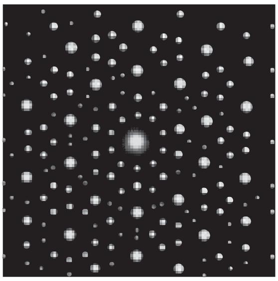
дифракциясини экспериментал түрдә ачқини үчүн» Нобель мукапитини алди. Рентгенография вә электрография нәтиҗисидә елинған көрүнүшләрни селиштуруш уларниң охшаш екәнлигини көрсәтти *(238-сүр).*

**Җавави қандақ?**

1. *Н. Бор ясиған модель қандақ атомлар үчүн қоллинилиду?*
2. *Немишкә Бор нәзәрийәси квантлиқ физикини пәқәт қисмән қанаәтләндүриду?*
3. *Бор нәзәрийәси қийинчилиқлириниң сәвәплири қандақ?*



***238-сүрәт.*** *а)Рентгенограмма; ә) MgO порошогиниң электронограммиси*



***239-сүрәт.*** *Алюминийниң марганец билән еритмисиниң электронограммиси*

Электронларниң, протонларниң, нейтронларниң һәр түрлүк маддиларниң кристаллири арқилиқ өтүшиниң кәлгүси тәкшүрәшлири зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлирини тәстиқлиди.

***Зәрриләрниң дифракцияси*** **– бу мадда молекулилирида (атомлирида) зәрриләрниң чачираш процесси, бу вақитта зәррилләрдә долқунлуқ хусусийәтләр байқилиду.**

Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири объектилар билән өзара тәсирлишиши нәтиҗисидә чәтнәш еһтималлиғи һәр түрлүк болғанлиғи байқилиду: зәрриләрниң дифракция максимумиға мувапиқ келидиған облусқа чүшүш еһтималлиғи бесим, дифракция минимумиға мувапиқ келидиған облусқа зәрриләрниң чүшүш еһтималлиғи аз болуп келиду.

Зәрриләр дәстисини материал арқилиқ өткүзип, униң материал түзүлимигә мувапиқ келидиған дифракциялиқ көрүнүшни байқашқа болиду. Электронлар билән нейтронларниң дифракцияси қаттиқ җисимларниң атомлиқ түзүлишини таллаш усуллириниң бири болуп қалди.

**Муһим әхбарат**

Икосаэдр – бу томпақ жигирмә қирлиқ, барлиқ қирлири тәң тәрәплик үчбулуңлуқлар.

**Бу қизиқ!**

Израиль алими Дэн Шехтман марганец билән алюминий еритмиси үчүн алған дифракциялиқ мәнзирә ғалитә көрүниду: у тәкшүргән үлгә кристаллар үчүн мүмкин әмәс дәп саналған икосаэдрилиқ түзүлүмигә егә *(239-сүр).* Бу түзүлүмләрни квазикристаллар дәп атиди. Уларни ачқини үчүн 2011 жили Д. Шехтманға химия бойичә Нобель мукапити берилди.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Кинетикилиқ энергияси 1 кэВ электронниң де Бройль долқуниниң узунлуғини ениқлаңлар.

| **Берилди:** | **СИ** | **Йешилиши:** |
| --- | --- | --- |
| $E_k$ = 1 кэВ | 1,6 · $10^{-16}$ Дж | Электронниң илдамлиғини кинетикилиқ энергия арқилиқ ипадиләп, де Бройль долқуниниң узунлуғини һесаплаш формулисиға қойимиз: |
| $m_e$ = 9,1 · $10^{-31}$ кг | | |
| $\lambda$ – ? | | |

$$Å_k = \frac{ò_å v^2}{2};\quad v = \sqrt{\frac{2Å_k}{ò_å}};\quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_å E_k}}.$$

$$\lambda = \frac{6,626\cdot 10^{-34}\ \text{Äæ}\cdot\text{ñ}}{\sqrt{2\cdot 9,1\cdot 10^{-31}\,\text{êã}\cdot 1,6\cdot 10^{-16}\ \text{Äæ}}} = 3,89\cdot 10^{-11}\ \text{ì}.$$

**Жавави :** $\lambda$ = 3,9 · $10^{-11}$ м.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Бор нәзәрийәсиниң қийинчилиқлириниң мәнаси немидә?
2. Луи де Бройль корпускулярлиқ-долқунлуқ дуализм асасида қандақ гипотезини тәклип қилди?
3. Қандақ долқунлар де Бройль долқунлири дәп атилиду?
4. де Бройль долқуниниң узунлуғини қандақ ениқлашқа болиду?
5. де Бройль гипотезисини растлайдиған мисаллар кәлтүриңлар.

## Көнүкмә 38

1. Протонниң долқунлуқ хусусийәтлирини характерләйдиған де Бройль долқуниниң узунлуғини ениқлаңлар. Протонниң һәрикәт илдамлиғи 1 Мм/сек. Планк турақлиғи $h$ = 6,626 · $10^{-34}$ Дж · сек, протон массиси $m_p$ = 1,67 · $10^{-27}$ кг.
2. Дәсләпки илдамлиғини етиварға алмасқа болидиған электрон, $U$ = 51 В иштикләткүчи потенциаллар айримисини өтти. де Бройль долқунниң узунлуғини ениқлаңлар. Электрон массиси 9,1 · $10^{-31}$ кг тәң, электрон зарядиниң модули $|e|$ = 1,6 · $10^{-19}$ Кл.
3. Электрон индукцияси 8 мТл бирхил магнит мәйданида радиуси 0,5 см чәмбәр бойи билән һәрикәтлиниду. де Бройль долқун узунлуғини ениқлаңлар.

4*. Кәңлиги 1 мкм тар йочуққа илдамлиғи 3,65 Мм/сек электронлар дәстиси йөнәлдүрилди. Электронларниң долқунлуқ хусусийәтлирини етиварға елип, йочуқтин 10 см арилиқта орунлашқан экрандики дифракциялиқ көрүнүштики икки биринчи максимумлар интенсивлиғиниң арилиғини ениқлаңлар

## Иҗадий тапшурма

"Кристаллография, рентгенография, электронлиқ микроскопия» мавзусиға хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар.

## Күн энергияси

ПИК-и 20 % күн батареялири өгүзгә упуққа 60° булуң ясап бәкитилгән, шуниң билән биллә панельларниң тәкшилиги җәнубқа йөнәлгән.

22 июньда чүш мәзгилидә 1 саат ичидә 1 $м^2$ панельда чиқирилған электр энергия мөлчәрини өзәңларниң туридиған кәңликтә ениқлаңлар. Мәйданни 4 $м^2$ панельдин келидиған энергия силәрниң истимал қилишиңларға йәткүликму?

Һесаплашлар вақтида яз мәзгилидә силәрниң аиләңларниң пайдилинидиған оттура айлиқ энергия чиқимини пайдилиниңлар.

Һесаплашларни жүргүзип, ениқлаңлар:

1. Күн шола чиқиришиниң энергетикилиқ йоруқлинишиниң максимал спектрлиқ зичлиғи 50 нм долқун узунлуғиға мувапиқ келиду дәп, Күнниң энергетикилиқ йоруқлинишини.
2. Күн радиуси $6{,}95 \cdot 10^8$ м дәп елип күн чиқиридиған энергия еқимини.
3. Күндин Йәргичә ариliқни 1,5 млн км, қайтиш коэффициентини 0 дәп қараштуруп, Йәр бетидә күн шолисиға перпендикуляр орунлашқан 1 $м^2$ мәйдан жутқан күн энергиясиниң еқимини.
4. Күн батареясиниң бетида жутулған күн энергиясини вә панельниң ПИК-и етиварға елип, елинған электр энергиясиниң еқимини.
5. Ениқланған мәлуматларни аиләңниң яз мәзгилидә пайдилинидиған энергияси билән селиштуруңлар.
6. Яз мәзгилидики шараитларға охшаш 22 декабрьда елинған энергия мөлчәри нәччә һәссә өзгириду?
7. Панель мәйданини йоғанлитмай, униң ишләш эффективлиғини қандақ ашурушқа болиду.

# 9-бап йәкуни

**Иссиқлиқ шола чиқиришни характерләйдиған миқдарлар**

| Жисимниң энергетикилиқ йоруқлиниши | Жисимниң чиқириш қабилийити | Жисимниң жутуш қабилийити | Шола чиқириш еқими |
|---|---|---|---|
| $R = \frac{W}{S \cdot t}$ | $r_{жс.} = \frac{\Delta R_{жс.}}{\Delta \nu}$ | $a_{\nu} = \frac{\Delta \Phi'}{\Delta \Phi}$ | $\Phi = \frac{W}{t}$ <br> $\Phi = R_{жс.} \cdot S.$ |

**Абсолют қара жисимниң шола чиқириш қануни**

| Кирхгоф қануни | Стефан – Больцман қануни | Вин қануни |
|---|---|---|
| $\frac{r}{a} = r_{АҚЖ}(\nu, T)$ | $R = \sigma T^4$ <br> $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 К^4}$ | $\nu_{max} = b_1 \cdot T \quad \lambda = \frac{b}{T}$ <br> $= 2,89 \cdot 10^{-3}$ м · К |

**Шола чиқиришниң мадда билән тәсирлишиши**

| Фотоэффект | Комптон эффекти | Йоруқ қисими |
|---|---|---|
| $h\nu = A_{чик} + \frac{m\upsilon^2_{max}}{2}$ <br> $eU_{Ê} = \frac{m\upsilon^2_{max}}{2}$ | $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_{Ê} \sin^2 \frac{\theta}{2}$ <br> $\Delta\lambda \quad \lambda \; (1 - \cos\theta)$ | $p = (1+\rho)w = (1+\rho)\frac{I}{c}$ <br> $p = w = \frac{I}{c} \quad p = 2w = \frac{2I}{c}$ |

| Фотон билән элементар зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири | | Рентгенлиқ шола чиқириш чапсанлиғи |
|---|---|---|
| $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$ <br> $p = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ <br> $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \hbar\omega$ | де Бройль долқун узунлуғи <br> $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\upsilon}$ | $eU = \frac{m_e \upsilon^2_{max}}{2} = h\nu_{max}$ |

**Сизиқлиқ спектрниң шола чиқириш чапсанлиғи**

| Водород атом үчүн | Водородқа охшаш атом үчүн | Ридберг турақлиғи |
|---|---|---|
| $\nu = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ | $\nu = RZ^2\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ | $R = 3,29 \cdot 10^{15}$ сек$^{-1}$ |

**чи орбитиниң радиуси**

| Водород атоми үчүн | Водородқа охшаш атом үчүн | Планк турақлиғи |
|---|---|---|
| $r = n^2 \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}$ | $r = n^2 \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m Z e^2}$ | $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж |

**Водород атомидики электрон энергиясиниң орбита радиусиға бағлиқлиғи**

| Кинетикилиқ | Потенциаллиқ | Толуқ |
|---|---|---|
| $W_k = \frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ | $W_p = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ | $W = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$ |

| Борниң квантлаш қаидиси | Борниң иккинчи постулати | Ионлаш потенциал |
|---|---|---|
| $m\upsilon r = n\frac{h}{2\pi}$ | $\nu = \frac{W_n - W_m}{h}$ | $\varphi_i = \frac{h\nu_{max}}{e}$ |

## Абсолют қара җисимниң шола чиқириш қанунлири

**Кирхгоф қануни:** барлиқ шола чиқириш қабилийитиниң жутуш қабилийитигә болған нисбити абсолют қара җисимниң шола чиқириш қабилийитигә тәң, у $\nu$ чапсанлиқниң вә Т температурининиң функцияси болуп тепилиду.

**Стефан – Больцман қануни:** җисимларниң энергетикилик йоруқлиниши Т температурининиң төртинчи дәриҗисигә пропорционал.

**Вин қануни:** абсолют қара җисимниң спектридики шола чиқириш максимуми температурининиң өсүши билән жуқарқи чапсанлиқлар тәрипигә қарап силҗийду.

## Бор постулатлири

**Атомда** турақлиқ стационар орбитилар бар, уларниң бойи билән һәрикәтләнгәндә электрон шола чиқармайду

**Электронниң** квантлиқ сани көп стационарлиқ орбитидин сани аз орбитиға өтүши квантлиқ энергияниң чиқирилиши билән биллә жүриду. Әксинчә өтүштә квант энергиясини атом жутиду.

## Глоссарий

**Абсолют қара җисим** – Һәр қандақ температуридики барлиқ чапсанлиқлар диапазонида шолини жутуш қабилийити $a_\nu = 1$ болидиған җисим абсолют қара җисим.

**Голография** − фотосүрәтлик йезиш модели, долқунлуқ мәйданларни когерентлиқ шола чиқириш ярдими билән қайта чиқириш һәм түрләндүрүш

**Фотоэффектниң қизил чегариси** – фотоэффект мүмкин болидиған җағдайда чүширилгән йоруқниң $\nu_0$ минимал чапсанлиғи.

**Лазерлар** − оптикилиқ диапазондики когерентлиқ шола чиқиришниң генераторлири билән күчәйткүчлири, уларниң тәсири квантилиқ системиларниң; атомларниң, ионларниң, молекулиларниң индукциялик шола чиқиришиға асасланған.

**Сизиқлиқ спектр –** айрим спектрлиқ сизиқлардин ибарәт атомларниң учуп чиқиши билән жутулишиниң оптикилиқ спектрлири.

**Сизиқлиқ әмәс оптика** − суюқлуқларда вә газларда тарилишини вә уларниң мадда билән өзара тәсирлинишини қараштуридиған физикилиқ оптикиниң бөлүми.

**Җисимниң шолини жутуш қабилийити** – чапсанлиқ интервалида җисимниң шола чиқириш еқимини жутушиниң шу интервалидики җисимға чүшкән шолилар еқимиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар

**Энергетикилиқ йоруқлинишниң спектрлиқ зичлиғи яки температуриси** $T$ җисимниң шола чиқириш қабилийәтлиги – $\Delta\nu$ чапсанлиқлар интервалидики энергетикилиқ йоруқлинишиниң мошу интервалдики миқдариға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

**Спектроскоп** – бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни байқашқа беғишланған әсвап.

**Спектрограф –** бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни сүрәткә чүшүришкә беғишланған әсвап.

**Иссиқлиқ шола чиқириш** – қиздурулған җисимларниң ички энергиялириниң һесавидин чиқирилидиған электромагнитлиқ шола чиқириш.

**Фотоэффект** – йоруқ яки һәр қандақ электр магнитлиқ шола чиқириш тәсиридин маддидин электронларниң учуп чиқиши.

**Җисимниң энергетикилиқ йоруқлиниши** – температуриси $T$ җисим бетиниң бирлик мәйдани арқилиқ барлиқ йөнилишләр бойичә барлиқ чапсанлиқлар диапазонида тарилидиған энергияниң шола чиқириш вақитиға болған нисбигә тәң физикилиқ миқдар.

**Комптон эффекти** – шола чиқириш чапсанлиғиниң төвәнлиши йүз беридиған, әркин электрондики электромагнитлиқ шолилинишниң чечилиши.

10-БАП

# АТОМ ЯДРОСИНИҢ ФИЗИКИСИ

Беккерельниң тәбиий радиоактивлиқни ечишиға вә Резерфордниң атом ядросиниң өлчәмлирини баһалишиға бағлиқ атом ядролирини тәкшүрәшләр башланди, улар XX әсирниң бешидин башлап бир қатар йеңилиқларға қол йәткүзди. Сүнъий ядролуқ реакцияләр нәтижисидә ядроларниң зәррилири: протонлар билән нейтронлар ениқланди, көплигән химиялиқ элементларниң радиоактивлиқ изотоплири елинди, һәр түрлүк хусусийәтлири бар элементар зәрриләр тепилди. Ядроларни вә ядро ичидики җәриянларни тәкшүрәш ядролуқ энергияни тәҗрибидә пайдилинишқа елип кәлди;  сүнъий радиоизотоплар адәм хизмитиниң һәр түрлүк саһалирида кәң қоллинишқа егә болди.

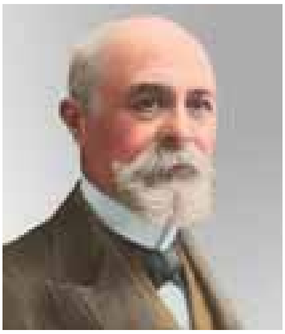
**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- радиоактивлиқ парчилаш қануни асасида йәрниң ядролуқ қалдуқлар билән зәһимлинишиниң узақ вақит бойи сақлиниш сәвәплирини чүшәндүрүшни;
- радиоактивлиқ парчилинишниң формулисини һесап чиқиришта қоллинишни;
- атом ядросиниң бағлиниш энергиясини һесаплашни вә хас бағлиниш энергиясиниң ядрониң массилиқ саниға графикилиқ бағлиқлиғини чүшәндүрүшни;
- ядролуқ реакцияләрни йезишта массилиқ вә зарядлиқ санниң сақлиниш қанунини қоллинишни;
- ядролуқ синтез билән тәбиий радиоактивлиқ парчилинишниң тәбиитини чүшүнишни;
- зарядләнгән зәрриләрниң магнит мәйданидики һәрикитиниң характерини чүшәндүрүшни;
- $\alpha$-, $\beta$- вә $\gamma$-шола чиқиришлириниң тәбиитини, хусусийәтлирини вә биологиялиқ тәсирини чүшәндүрүшни;
- ядролуқ реакторларниң түзүлиши билән ишләш принципини тәсвирләшни;
- ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.

# § 39. Тәбиий радиоактивлиқ. Радиоактивлиқ парчилинишниң қанунлири

*Күтилидиған нәтиҗә*

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *радиоактивлиқ парчилиниш қануни асасида йәрниң ядролуқ қалдуқлар билән зәхимлинишиниң узақ вақит бойи сақлиниш сәвәплирини чүшәндүрүшни;*
- *радиоактивлиқ парчилинишниң формулисини һесап чиқириштә қоллинишни үгинисиләр.*



**Антуан Анри Беккерель** (1852–1908) – француз физиги, радиоактивлиқни дәсләп ачқанларниң бири, ядролуқ шола чиқиришниң өзлигидин чиқирилишини тәкшүрди. 1903 жили физика бойичә Нобель мукапити берилди.

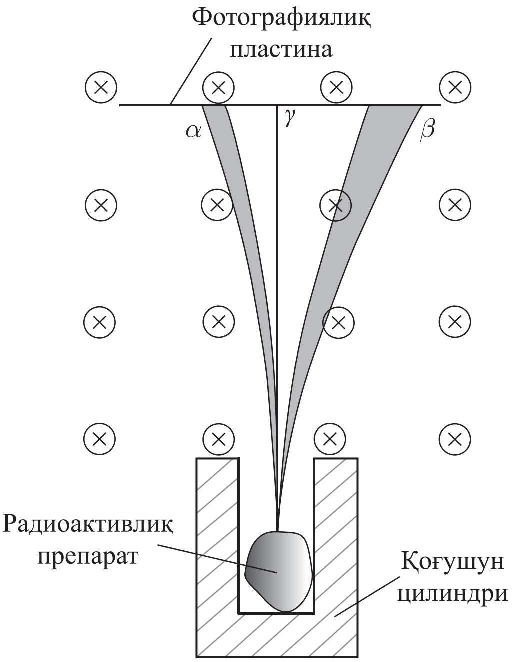
**Әскә чүшириңлар!**

Радиоактивлиқ шола чиқиришниң тәркиви мурәккәп: униңға $\alpha$-, $\beta$- вә $\gamma$-шолилар дәп атилидиған шола чиқиришниң үч түри атиду. *240-сүрәттә* магнит мәйданида радиоактивлиқ шола чиқиришниң үч компонентиға бөлүнүши тәсвирләнгән.

## I. Тәбиий радиоактивлиқ

Тәбиий радиоактивлиқни 1896 жили француз физиги А.А. Беккерель ачти. У уран тузлири люминесценция пәйда қилидиған, сүзүк әмәс маддиларниң қәвәтлири арқилиқ өтүдиған, газларни ионлашқа, фотографиялик пластиниларни қара рәңгә бояйдиған қабилийити бар көрүнмәйдиған шолиларни чиқиридиғанлиғини ениқлиди. П. Кюри вә М. Склодовский-Кюри жүргүзгән тәкшүрәшләр тәбиий радиоактивлиқ пәқәт уранғила әмәс, шуниң билән биллә көплигән еғир элементрларға: актинийға, торийға, полонийғә вә радийға тән екәнлигини көрсәтти. Ахирқи икки элементни 1898 жили Пьер вә Мария Кюри ачти. Бу элементларниң барлиғи *радиоактивлиқ элементлар*, улар чиқиридиған шолилар – *радиоактивлиқ шолилар* дәп атилиду.

***Тәбиий радиоактивлиқ* – бу радиоактивлиқ шола чиқириш арқилиқ ядроларниң өзлигидин башқа ядроларға айлиниши.**




***240-сүрәт.*** *Магнит мәйданидики $\alpha$-, $\beta$- вә $\gamma$-шолилири*

## II. Радиоактивлиқ шолиларниң хусусийәтлири

***Альфа-шолилириниң хусусийәтлири***

Тәжрибиләр нәтижилиридә радиоактивлиқ элементларниң ядролиридин $\alpha$-зәрриләр 14 000-дин 20 000 км/сек арилиғидики илдамлиқ билән учуп чиқидиғанлиғи, $\alpha$-зәрриләр $+2e$ икки элементар иҗабий зарядни тошуйдиғанлиғи вә 4 массилиқ санға егә екәнлиги ениқланди. Улар $^4_2He$ гелий ядросиниң атомлириниң еқими болуп тепилиду. Маддидики $\alpha$-зәрриләрниң тохтиғичә журип өткән йоли *өткүзгүч қабилийәтлиги*, йолда түзүлгән ионлар жүпиниң сани *ионлиғучи қабилийәтлиги* дәп атилиду. *Зәрриниң ионлиғучи қабилийити қанчилик көп болса, униң өтүш йоли шунчә аз болиду.* Нормал қисим вақтида һавадики зәрриләрниң өтүш йоли 3 см билән 9 см арилиғида, ионлиғучи қабилийәтлиги 100 000–250 000 ионлар жүпини тәшкил қилиду. $\alpha$-шолилар адәттики қәғәз вариғи билән толуқ жутулиду.

***Бета-шолилириниң хусусийәтлири***

$\beta$-шолилар $\beta$-зәрриләр дәп атилидиған чапсан электронлар еқими, уларниң массиси $\alpha$-зәрриләр массисидин 7350 һәссә аз, $\beta$-зәрриләрниң оттура илдамлиғи тәхминән 160 000 км/сек. $\alpha$-шола чиқиришларға қариғанда $\beta$-шола чиқиришларда барлиқ мүмкин мәналардики энергиялири бар электронлар болиду. Бир радиоактивлиқ элементларниң ядроси $\beta$-зәрриләрни нөлгә вә йоруқ илдамлиғиға йеқин илдамлиқ билән чиқириду. Энергияси жуқури электронниң йоли һавада 40 м, алюминий пластинида 2 см тәшкил қилиду.

***Гамма-шолилириниң хусусийәтлири***

$\gamma$-шолилар $10^{20}$ Гц интайин жуқури чапсанлиқтики фотонлар еқими, бу $10^{-12}$ м интайин қисқа долқун узунлуғиға мувапиқ келиду. Улар электр вә магнит мәйданлири тәсиридин чәтнимәйду, йоруқ илдамлиғи билән тарилиду. $\gamma$-шолиларниң ионлиғучи қабилийити жуқури әмәс; һавада тәхминән 100 жүп ионлири бар. $\gamma$-шолилири әң өткүр шолиларниң бири. Әң каттиқ $\gamma$-шолилар қелинлиғи 5 см қоғушун қәвити арқилиқ яки қелинлиғи бир нәччә йүзлигән метр һава қәвити арқилиқ өтәләйду; адәм тенини тешип өтүду.

**1-тапшурма**

1. Оң қол қаидисини тәрипләңлар.
2. Магнит мәйданидики зәрриләрниң чәтнишиниң йөнилиши бойичә,

   $\alpha$- вә $\beta$-шолилири қандақ бәлгүдики зарядларға егә екәнлигини ениқлаңлар *240-сүр*).

**2-тапшурма**

$\alpha$-, $\beta$- вә $\gamma$-шолилириниң өтүш вә ионлаш қабилийитини селиштуруңлар.

**Җавави қандақ?**

1. *$\beta$-шола чиқириш орбитилиқ электронларниң еқими боламду?*
2. *$\alpha$-, вә $\beta$-парчилинишлар вақтида радиоактивлиқ элементниң ядросида қандақ өзгиришләр орун алиду ?*
3. *Немишкә төвәнки өтүш қабилийәтлиги бар зәрриләр жуқури ионлиғучи қабиләйәткә егә болиду?*

## III. Радиоактивлиқ парчилиниш қануни

Радиоактивлиқ парчилиниш радиоактивлиқ элемент атомлириниң саниниң пәйди-пәй азийишиға елип келиду. Аз $t$ вақит ичидә парчилинидиған $dN$ атомлар саниниң азийиши вақит билән радиоактивлиқ элемент атомлириниң умумий N саниға пропорционал:

**Әстә сақлаңлар!**

$\alpha$- вә $\beta$- парчилиниш җәриянлирида массиниң, зарядниң, энергияниң сақлиниш қанунлири орунлиниду.

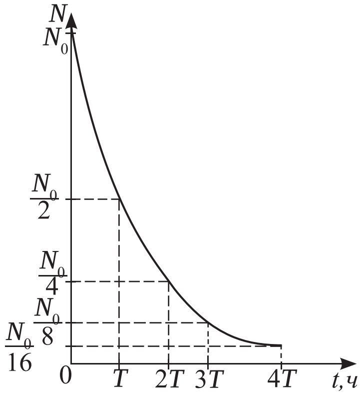
$$dN = -\lambda N \cdot dt, \qquad (4)$$

буниңдики $\lambda$ – *мошу элементниң турақлиқ парчилиниши дәп атилидиған пропорционаллиқ коэффициенти, бу бирлик вақит ичидә радиоактивлиқ парчилиниш еһтималлиғини характерләйдиған миқдар.* «Минус» бәлгүси вақитниң өтүши билән радиоактивлиқ элементниң атом санлириниң азийишини көрситиду. Йезилған ипадидики өзгәрмиләрни өзара бөлүмиз:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt. \qquad (5)$$

(5) тәңлимини вақитниң $t = 0$-дин башлап $t$-ғичә вә зәрриләр санининң $N_0$-дин башлап $N$-ғичә өзгириш ариліқлирида интеграллап, төвәндики ипадини алимиз: $\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$,

бунидин $$N = N_0 e^{-\lambda t}. \qquad (6)$$




***241-сүрәт.** Радиоактивлиқ парчилиниш қанунининң графиги*

Елинған ипадә радиоактивлиқ парчилиниш қануни болуп тепилиду, буниңдики $N_0$ – дәсләпки вақит мәзгилидики элемент атомлириниң сани; $N$ – мошу элементниң t вақит өткәндин кейин қалған атомлириниң сани. Радиоактивлиқ парчилиниш қанунининң графиги 241-сүрәттә тәсвирләнгән.

## IV. Йерим парчилиниш периоди. Радиоактивлиқ атомниң оттура өмүр сүрүш узақлиғи

*Йерим парчилиниш периоди T дәп дәсләпки элемент атомлириниң сани икки һәссә азийидиған вақитни атайду.*

### Әскә чүшириңлар!

**Соддиниң силҗиш қаидиси**

| $\alpha$-парчилиниши | Электронларниң $\beta$-парчилиниши | позитронниң $\beta$-парчилиниши |
|---|---|---|
| *$\alpha$-парчилиниш вақтида қайтидин елинған элементниң массилиқ сани төрт бирликкә кемип, Менделеевниң периодлуқ җәдвилида икки номерға солға қарап силҗийду:* $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He.$ Мәсилән: $^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He.$ | *Электронлиқ $\beta$-парчилинишида қайтидин елинған элемент массилиқ санини өзгәртмәй Менделеевниң периодлуқ җәдвалида ахириға қарап бир номерға силҗийду:* $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu}.$ Мәсилән: $^{210}_{83}Bi \rightarrow ^{210}_{84}Po + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu}.$ Электронлиқ $\beta$-парчилиниши электрон вә антинейтрино чириш арқилиқ нейтронниң протонға айлиниши нәтиҗисидә жүриду: $^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu}$ . | *Позитронлиқ $\beta$-парчилиниши – бу дәсләпки ядроға қариғанда рәтлик номери биргә аз ядро түзилидиған реакция, элемент Менделеев җәдвалиниң бешиға қарап бир клеткиға силҗийду:* $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu.$ Мәсилән: $^{11}_{6}C \rightarrow ^{11}_{5}B + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu.$ Позитронлиқ $\beta$-парчилиниш позитрон вә нейтрон чиқириш арқилиқ протонниң нейтронға айлиниши нәтиҗисидә жүриду: $^{1}_{1}p \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu.$ |

(6) тәңлимисидә $t = T$ болғанда төвәндики тәңлик орунлиниду:

$$e^{-\lambda T} = \frac{1}{2},$$

буниңдики $T$ йерим парчилиниш периодиниң $\lambda$ турақлиқ парчилиниши билән бағлиниши төвәндики түрдә болиду:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}. \qquad (7)$$

(7) тәңликтин $\lambda$ турақлиқ парчилинишни ипадиләп, уни (6) формулиға қоюп алимиз:

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}. \qquad (8)$$

(8) формула йерим парчилиниш периодиниң мәнаси бойичә радиоактивлиқ элементниң парчиланмиған атомлириниң санини ениқлашқа мүмкинлик бериду.

*«Ядрониң оттура өмүр сүрүш узақлиғи» чүшәнчисини киргүзимиз, бу радиоактивлиқ ядроларниң сани е = 2,7182 һәссә азийидиған вақит.*

Турақлиқ парчилинишқа экси пропорционал миқдар радиоактивлиқ атомниң оттура өмүр сүрүш вақти болуп тепилиду:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}. \qquad (9)$$

Демәк, $T = \tau \ln 2$, келип чиқиду

$$\tau = \frac{T}{\ln 2} = 1,44\,T. \qquad (10)$$

**! Нәзәр селиңлар!**

Позитронниң ечилиши билән позитлонлиқ $\beta$-парчилиниш тәкшүрилинди. 1931 жили инглиз физиги П. Дирак электронниң антизәррилири – позитронниң бар екәнлигини нәзәрийәвий молжалиған.

**! Нәзәр селиңлар!**

Активлиғини өлчәш үчүн хәлиқаралиқ бирликләр системисидин ташқири 1 Кюри өлчими пайдилинилиду. Бу радийниң 1 грамминиң активлиғи. 1 Ки = 3,7 · $10^{10}$ парч/сек

Миқдарлар арисидики бағлиниш:

1 Ки = 3,7 · $10^{10}$ Бк,

1 Бк ≈ 2,703 · $10^{-11}$ Ки.

Оттура өмүр сүрүш вақти тәхминән йерим парчилиниш периодидин бир йерим һәссә көп.

*T* йерим парчилиниш периодиниң, $\tau$ радиоактивлиқ атомниң оттура өмүр сүрүш вақтиниң вә $\lambda$ турақлиқ парчилинишниң мәналири һәртүрлүк радиоактивлиқ элементларда һәртүрлүк болиду. Йерим парчилиниш периоди $T = 4,5 \cdot 10^9$ жил болидиған уран $^{238}_{92}U$ охшаш «узақ өмүр сүридиған» радиоактивлиқ элементлар билән қатар «қисқа өмүр сүридиған» элементларму үчришиду. Мәсилән, $^{214}_{84}Po$ полонийниң йерим парчилиниш периоди Т = 103 жилға тәң. $^{222}_{86}Rn$ радонниң йерим парчилиниш периоди 3,8 суткиға тәң.

Парчилиниш қануни тәсадипий характерға егә, қачан вә қайси атомниң парчилинидиғини молжалаш мүмкин әмәс. Һәрбир атомниң бәлгүлүк бир вақит арилиғида парчилинишиниң еһтималлиғини пәқәт ейтип кетишкә болиду.

## V. Радиоактивлиқ элементниң активлиғи

Радиоактивлиқ элементниң ядролириниң парчилиниш илдамлиғи мошу А элементиниң активлиғи дәп атилиду:

$$A = \left|\frac{dN}{dt}\right|. \qquad (11)$$

(4) вә (7) формулидин чиқиду: $A = \lambda N$

яки $$A = \frac{N \ln 2}{T}. \quad (12)$$

*Шундақ қилип, элементниң активлиғи униң саниға пропорционал вә йерим парчилиниш периодиға әкси пропорционал.*

Активлиқниң өлчәм бирлиги – беккерель.

Бир беккерель бир секунд ичидә оттура һесап билән бир радиоактивлик парчилиниш болидиған мәнбәниң активлиғи ретидә ениқлиниду. 1 Бк = 1 $сек^{-1}$.

## VI. Семей ядролуқ полигонидики ядролуқ синақларниң ақивити (СЯП)

1949 жилдин башлап Семей полигонида 468 ядролук синақ өткүзилди. Полигон Қазақстан Жумһурийитиң биринчи президенти Н. А. Назарбаевниң пәрмани билән 1991 жили 29 августта йепилди, полигон территориясида вә униңға йеқин орунлашқан регионларда паскинланған зонилар қалди. Ядролуқ вә водородлуқ йерилғучи қурулғуларни синашни тохтитиш, қоршиған муһиттики бузғучи жәриянларниң тохтилишини билдүрмәйду. Плутонийниң йерим парчилиниш периоди 25 миң жил екәнлигини етиварға алса, ядролуқ полигонниң азави миллион жилдәк сезилиду. Дәсләпки ядролуқ вә водородлуқ йерилиш қурулғилирида заряд массисиниң 30-40% йерилған. Зарядниң қалған бөлүги – асасий тирикчиликкә зиян кәлтүридиған плутоний изотопи қоршиған муһитқа чачириди. 300$м^2$ территория һеч нәрсигә ярамсиз болуп қалди. Шаған дәриясида ичидиған суниң нормативлиқ мәналиридин йүз һәссә жуқури болған тритий концентрацияси тепилди. Сүнъий «атомлуқ көлиниң» қирғиғи шола чиқиришниң дәрижиси үчүн радиоактивлик қалдуқларға тәңләштүрилди. Көл 1965 жили қувәтлик 140 килотонна термоядоролук бомбиниң йерилиши нәтижисидә пәйда болди. Мошундақ усул билән Кеңәш Иттипақиниң су йоқ регионлирида су қоймилирини қурушни планлиған.

Аләмдики көплигән полигонларниң ичидә пәқәт Семей ядролуқ полигонида хәлиқ өмүр сүриду вә уни йеза егилигидә пайдилиниду. Радиацияға учириған регионлардики һәр бир жигирминчи бала патология билән өмүргә келиду. Шуниң билән биллә, 1990 жилниң бешидин башлап, «Балапан» синақ площадкилири орнидин 10-20 километр арилиқта «Қаражыра» көмүр кани ишқа қошулди, униң мәһсулати Россия, Қазақстан вә Қирғизстан электр станциялири билән кәсип орунлириға йәткүзилди.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

$^{14}_{6}C$ углерод изотопиниң яғач җисимлардики активлиғи мошу изотопниң йеңи кесилгән яғачлардики активлиғиниң 4/5 тәшкил қилиду. Җисимларниң йешини ениқлаңлар.

| Берилди: | Йешилиши: |
|---|---|
| $\frac{A}{A_0} = \frac{4}{5}$<br>$Ò = 5720$ жил<br>$t - ?$ | Радиоактивлиқ маддиниң активлиғи – бу бирлик вақит ичидә парчиланған ядролар сани, язимиз:<br>$A = \frac{\lvert \Delta N \rvert}{\Delta t} = \lambda \cdot N.$<br>Дәсләпки вақит мәзгилидә $A_0 = \lambda \cdot N_0$. |

Радиоактивлик парчилиниш қанунини бойичә $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$,

демәк: $\frac{A}{A_0} = \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}$.

Мошу ипадини логарифмлаш арқилиқ алимиз: $\frac{t}{T} = \log_2 \frac{5}{4}$, буниңдин жисимларниң йешини ениқлаймиз: $t = T(\log_2 5 - \log_2 4)$; $t = 5720(2,322 - 2) \approx 1800$ жил.

**Жавави:** $t \approx 1800$ жил.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Тәбиий радиоактивлиқ дегинимиз немә?
2. $\alpha$-, $\beta$- и $\gamma$-шолилириниң асасий хусусийәтлирини атаңлар.
3. Радиоактивлиқ парчилиниш қанунини тәрипләңлар.
4. Йерим парчилиниш периоди дегинимиз немә? Йерим парчилиниш периоди парчилинишниң турақлиқлиғи билән, һаят көчүриш вақтиниң оттура мәнаси вә элементниң активлиғи билән қандақ бағлинишқан?
5. Элемент активлиғиниң физикилиқ мәнаси қандақ?

## Көнүкмә 39

1. Төрт $\alpha$-парчилиништин вә икки электронлук $\beta$-парчилиништин кейин ${}^{232}_{90}Th$ торийдин қандақ изотоп түзилиду?
2. ${}^{235}_{92}U$ уран ядросиниң ${}^{211}_{83}Bi$ висмут ядросиға айлиниши вақтида чиқирилидиған $\alpha$- вә $\beta$-зәррилләрниң санини ениқлаңлар?
3. $\alpha$-зәррә теч һаләттики ${}^{220}_{86}Rn$ радон ядросидин $\upsilon_1 = 16$ Мм/сек илдамлик билән учурилип чиқиду. Радон ядроси қандақ ядроға айланди? Электронни бериш нәтижисидә у қандақ илдамлиққа егә болди?
4. Қандақту бир радиоактивлиқ изотопниң йерим парчилиниш периоди Т. $t = 3T$ вақит ичидә ядроларниң қандақ бөлүги парчилиниду?
5*. ${}^{210}_{84}Po$ полоний парчиланғанда ${}^{207}_{82}Pb$ турақлиқ қоғушунға айлиниду. $m = 1$ мг полоний 69 сутка ичидә парчилиниши нәтижисидә түзүлидиған қоғушунниң массисини ениқлаңлар? Полоний-210 йерим парчилиниш периоди – 138 күн.

## Иҗадий тапшурма

Берилгән мавзуларниң биригә ppt-презентацияси билән хәвәрләндүрмә тәйярлаңлар:

1. Мария вә Пьер Кюриларниң һаяти вә паалийити.
2. «Невада – Семей» һәрикити.
3. Қазақстан Җумһурийитиниң Миллий ядролуқ мәркизиниң буруңқи полигон территориясидики ядролуқ синақларниң ақивитини тәкшүрәш нәтижилири.

# § 40. Атомниң ядроси. Ядрониң нуклонлиқ модели. Изотоплар. Ядродики нуклонларниң бағлиниш энергияси

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *атом ядросиниң бағлиниш энергиясини һесаплашни вә хас бағлиниш энергиясиниң ядрониң массилиқ саниға графиклиқ бағлиқлиғини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

1. *Э. Резерфорд атомниң қандақ моделини тәклип қилди?*
2. *Резерфорд атомдики масса билән зарядни қандақ бөлди?*

**Әскә чүшириңлар!**

1919 ж. Э. Резерфорд протонни ачти. Протон заряди
$p = |e| = 1{,}6022 \cdot 10^{-19}$ Кл,
теч һаләттики массиси
$m_p = 1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ кг.
1932 ж. Дж. Чедвик нейтронни ачти.
нейтронниң заряди йоқ.
Нейтронниң массиси:
$m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ кг.

**1-тапшурма**

1. Протон билән нейтронниң массисини кг-дин м.а.б.-гә авуштуриңлар.
2. $^{14}_{7}N$ вә $^{16}_{8}\hat{I}$ атомлириниң ядролирини тәсвирләңлар.

## I. Атомниң ядроси. Ядрониң нуклонлиқ модели

1932 ж. кеңәш алими Д.Д. Иваненкониң вә мустәқил өз алдиға немис алими В. Гейзенбергниң тәриплигән гипотезисиға мувапиқ, барлиқ атом ядролириниң тәркивигә элементар зәрриләрниң икки түри: *$p$ – протонлар вә $n$ – нейтронлар кириду. Мошу зәрриләрниң умумий атилиши нуклонлар.*

Элементар заряд билән ипадиләнгән һәр қандақ химиялик элементиниң атом ядросиниң заряди униң Менделеев җәдвалидики рәтлик номеригә $Z$ тәң. Ядро заряди протонлар зарядидин қурулғанлиқтин, элементниң атом ядросидики $N_p$ протонлар сани мошу элементниң $Z$ атомлиқ номеригә тәң:

$$N_p = Z. \qquad (1)$$

Ядроларниң вә элементар зәрриләрниң массисини масс-спектограф ярдими билән жуқарқи дәлликтә ениқлашқа болиду. Атомлук физикида массини м.а.б.- массиниң атомлиқ бирлиги арқилиқ ипадиләш қобул қилинған.

Массисиниң атомлук бирлиги ретидә $^{12}\tilde{N}$ углерод атоминиң массисиниң $\frac{1}{12}$ бөлүги қобул қилинған:

$$1 \text{ а.е.м.} = 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Демәк, $m_p$ = 1,00728 м.а.б., вә $m_n$ = 1,0086 м.а.б., шундақ қилип,

$$m_p \approx m_n \approx 1 \text{ а.е.м.} = 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \qquad (2)$$

Ядрониң массиси ядроға киридиған барлиқ нуклонларниң массисидин қуралғандиқтин, $N_p$ протон билән $N_n$ нейтронларниң санлириниң қошундиси атомниң массилиқ саниға тәң болуш керәк, йәни массиниң атомлук бирлиги (м.а.б.) билән ипадиләнгән атом массисиға йеқин А пүтүн саниға:

$N_p + N_n = A$ яки, (1) формулини етиварға алсақ,

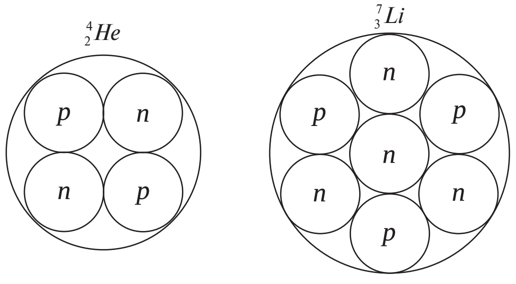
$$Z + N_n = A. \qquad (3)$$

Демәк, *атом ядросидики нейтронлар сани массилиқ сан билән элементниң атомлуқ номериниң айримисиға тәң:*

$$N_n = A - Z. \qquad (4)$$

Шундақ қилип, химиялик элементниң массилик сани билән атомлук номери бойичә мошу элементниң атом ядросидики протонлар санини вә нейтронларниң санини ениқлашқа болиду.

Химиялиқ элементларниң атом ядросини ${}^{A}_{Z}X$ символи билән бәлгүләш келишилгән, буниңдики $X$ – элементниң символи, $A$ – массилиқ сан, $Z$ – рәтлик номер. Мәсилән, кислород атоминиң ядросиниң бәлгүлиниши – ${}^{16}_{8}\hat{I}$ , азот атоминиң бәлгүлиниши – ${}^{14}_{7}N$ . *242-сүрәттә* ${}^{4}_{2}He$ гелий вә ${}^{7}_{3}Li$ литий атом ядролири схемилиқ түрдә тәсвирләнгән.




***242-сүрәт.*** *${}^{4}_{2}He$ гелий вә ${}^{7}_{3}Li$ литий атом ядролири*

**2-тапшурма**

1. Менделеев жәдвалиниң дәсләпки он элементи үчүн изотоплар жәдвалини қураштуруңлар. Әхбарат мәнбәсини өзәңлар таллаңлар.
2. Қайсу элементта изотопларниң сани көп?

## II. Изотоплар

Изотоплар Менделеев жәдвилида бир клеткида орунлишиду.

Мәсилән, водородниң үч изотопи бар: $H$ протий – йеник водород, $D$ дейтерий – еғир водород, $T$ тритий – интайин еғир водород. ${}^{1}_{1}H$ протий ядроси – массилиқ сани биргә тәң $A = 1$ болидиған протон, бир протондин туриду; ${}^{2}_{1}H$ дейтерий ядроси – массилиқ сани иккигә тәң $A = 2$ дейтрон, протон билән нейтрондин туриду; ${}^{3}_{1}H$ тритий ядроси – массилиқ сани үчкә тәң $A = 3$ тритон, протон билән икки нейтрондин туриду. Кислород билән қошулғанда дейтерий еғир су $D_2O$, тритий болса интайин еғир су $T_2O$ һасил қилиду.

**Ядролиридики протонлар сани бирдәк, бирақ нейтронлар сани һәр түрлүк атомлар изотоплар дәп атилиду**

Бир химиялиқ элементниң барлиқ изотоплириниң электронлиқ қәвәтлириниң түзүлишлири охшаш. Шуниң үчүн мошу элемент изотоплириниң химиялиқ хусусийәтлири билән электронлиқ қәвитиниң түзүлмиси билән ениқланған физикилиқ хусусийәтлириму охшаш болиду. Ядрониң түзүлиши билән ениқланған физикилиқ хусусийәтләр, мәсилән радиоактивлиқ хусусийити көрүнидиғандәк пәриқлиниду.

Һазирқи вақитта тәбиәттә учришидиған химиялиқ элементларниң көпчилиги изотропларниң арилашмиси болуп тепилиду: тәбиий водород 99,985 % протийдин вә 0,015 % дейтерийдин ибарәт.

## III. Ядролуқ күчләр вә уларниң хусусийәтлири

Ядродики нуклонларни тутуп туридиған ядролуқ күчләр бир қатар хусусийәтләргә егә. 9-синип курсидин улар интайин қисқа ариқлиқларда тәсир қилидиғанлиғи бәлгүлүк: пәқәт ядрониң ичидә тәсир қилиду, кулонлиқ күчләрдин тәхминән йүзлигән һәссә артуқ. Мошу хусусийәтлири үчүн ядролуқ күчләрни «қисқа қоллиқ батурлар» дәп атайду. Улар зарядләргә мустәқил вә кениққан хусусийитигә егә. Кениққан хусусийити пәқәт хошна нуклонларниң өзара тәсирлишиши вақтида байқилиду. Кулонлиқ күчләр билән гравитация күчлиридин пәрқи ядролуқ күчләр мәркәзлик күчләргә ятмайду.

Ядролуқ күчләрниң тәбиити билән уларниң хусусийәтлири йетәрлик тәкшүрәлмигән. Һазирқи вақитта япон физиги Х. Юкава қураштурған ядролуқ күчләрниң мезонлиқ яки алмишиш нәзәрийәси әң еһтимал болуп санилиду. Алмишиш күчләрниң нәзәрийәсигә мувапиқ нуклонлар бир-бири билән өзгичә элементар зәрриләрниң – π-мезонлар алмишиш йоли билән өзара тәсирлишиду.

**Җавави қандақ?**

*Немишкә ядро протонлириниң арисидики нуклонлиқ күчләр ядрониң туташлиғини бузалмайду?*

## IV. Бағлиниш энергияси. Атом ядросиниң масса дефектиси

Атом ядросидики нуклонлар ядролуқ күчләр билән зич бағлинишқан. Бу бағлиништин үзүлип чиқиши үчүн қандақту бир энергия мөлчәрини исрап қилиш керәк, йәни иш ишләш керәк.

**Ядрони нуклонларға парчилаш үчүн һаҗәт энергияни ядрониң бағлиниш энергияси дәп атайду.**

Энергияниң сақлиниш қануниға мувапиқ ядроға бағлинишқан нуклонларниң энергияси улардин аҗритилған нуклонларниң энергиясидин $E_{баг}$ бағлиниш энергиясиға тәң мәнаға аз болуши керәк. Эйнштейн тәңлимилиридин система энергиясиниң өзгириши системиниң $\Delta M$ массисиға пропорционал өзгиридиғанлиғи ениқланди:

$$\Delta E = \Delta M c^2, \qquad (5)$$

бунiңдики $c$ – вакуумдики йоруқ илдамлиғи. Қараштуриливатқан һаләттики $\Delta E$ бу ядрониң $E_{баг}$ бағлиниш энергияси болғанлиқтин, атом ядросиниң массиси ядрони ибарәт қилидиған нуклонлар массисиниң қошундисидин $\Delta M$ *миқдариға аз болуши керәк.* $\Delta M$ ядрониң масса дефекти дәп атилиду:

$$\Delta M = (Zm_p + N_n m_n) - M_я, \qquad (6)$$

бунiңдики $Z$ – протонлар сани, $N_n$ – нейтронлар сани, $M_я$ – ядро массиси.

**3-тапшурма**

Х. Юкавиниң нуклонлар арисидики күчләрниң алмишиш нәзәрийәси асасида ядро моделини тәсвирләңлар.

***Масса дефектиси* – бу ядрони ибарәт қилидиған нуклонларниң теч һаләттики массилириниң қошундиси билән атом ядросиниң теч һаләттики массиниң айиримисиға тәң миқдар.**

Һазирқи вақитта атом ядролириниң массилири масс-спектограф арқилиқ жуқури дәллик билән ениқланған. Бу һәр қандақ ядрониң масса дефектини вә бағлиниш энергиясини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Килограмм билән ипадиләнгән масса дефекти бойичә бағлиниш энергиясини һесаплаш формулиси:

$$E_{баг} = c^2\left[(Zm_p + N_n m_n) - M_я\right] \qquad (7)$$

яки

$$E_{баг} = c^2\left[ZM({}_1^1H) + N_n m_n - M_{ат}\right], \qquad (8)$$

бунiңдики $M_я$ – ядро массиси, $M_{ат}$ – атом массиси, $M({}_1^1H)$ – водород атоминиң массиси.

**Җавави қандақ?**

1. *Ядродики бағлинишқан нуклонлар энергияси немишкә аҗритилған нуклонлар энергиясидин аз.*
2. *Немишкә 9 вә 10 формулиларни өлчәм бирлиги билән йезиш керәк?*
3. *Атом массилириниң мәнаси бөлгүлүк болғанда ядро массисини қандақ ениқлашқа болиду?*

Әгәр масса дефектиси массилиқ атомлуқ бирликләр билән ипадиләнсә, у чағда (7)-(8) тәңлимиләр башқа түргә келиду, уларни йезиш үчүн 1 эВ = 1,6 $\cdot 10^{-19}$ Дж екәнлигини етиварға елип, массиси 1 м.а.б. зәрриниң теч һаләттики энергиясини МэВ-мегаэлектронвольт арқилиқ ипадиләйлуқ:

$$Å_1 = \text{сек}^2 \cdot 1 \ \text{м.а.б.} = \frac{9 \cdot 10^{16}\ \dfrac{\text{м}^2}{\text{сек}^2} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{кг}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{Дж/эВ}} = 931{,}5\ \text{МэВ}.$$

Ядродики нуклонларниң бағлиниш энергиясини һесаплаш формулилирини МэВ арқилиқ төвәндикичә язимиз:

$$E_{баг} = (Zm_p + N_n m_n - M_я) \cdot 931{,}5\ \text{МэВ} \qquad (9)$$

яки

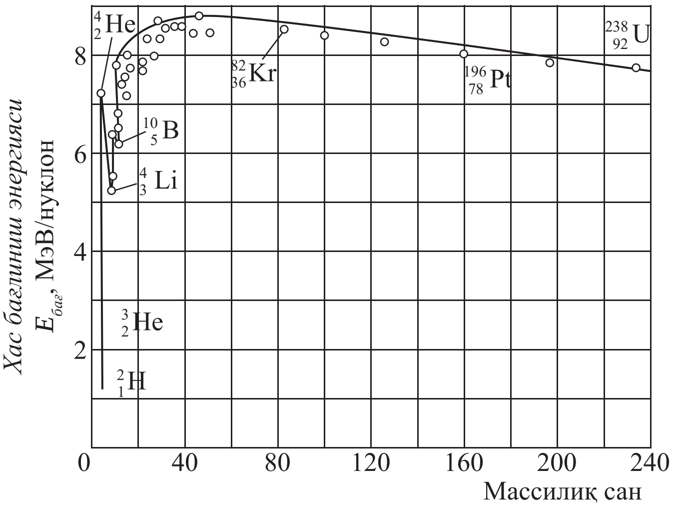
$$E_{баг} = \left[Z M({}^1_1H) + N_n m_n - M_{ат}\right] \cdot 931{,}5\,\text{МэВ}. \qquad (10)$$

## V. Ядроларниң хас бағлиниш энергияси

*Бир нуклонға келидиған ядрониң бағлиниш энергиясини* $E_{хас}$ хас бағлиниш энергияси дәп атайду:

$$E_{хас} = \frac{E_{баг}}{A}. \qquad (11)$$

Хас бағлиниш энергияси атом ядролириниң турақлиғини характерләйду: $E_{хас}$ қанчилик көп болса, ядро шунчилик турақлиқ. Ядролар үчүн хас бағлиниш энергиялирини һесаплаш нәтижилириниң графиги 243-сүрәттә тәсвирләнгән.




***243-сүрәт.** Ядрониң хас бағлиниш энергиясиниң массилиқ саниға бағлиқ графиги*

**4-тапшурма**

1. (7)-(10) формулилирини селиштуруңлар
2. (7) вә (8), (7) вә (9), (8) вә (10) формулилириниң пәрқи немидә?

**5-тапшурма**

*243-сүрәттики графикни пайдилинип, массилиқ сани 40, 160 вә 260 м.а.б. болидиған атомларниң бағлиниш энергиясини ениқлаңлар.*

Ордината оқи бойичә хас бағлиниш энергияси, абсцисса оқи бойиға А массилиқ санлар орунлашқан.

Графиктин массилиқ санлири 30-100 арилиғидики ядроларда хас бағлиниш энергияси максимал болидиғанлиғини байқаймиз, тәхминән $8{,}65\dfrac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$. Еғир вә йеник ядроларда хас бағлиниш энергиясиниң мәнаси бир нәччә аз, мәсилән, $7{,}8\dfrac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$

уран үчүн; $7,2\frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$ гелий үчүн. ${}^{1}_{1}Í$ водород атом ядросиниң хас бағлиниш энергияси нөлгә тәң, сәвәви у пәқәт бир нуклондин ибарәт.

Еғир элементларниң ядролириниң туралиғиниң төвән болуши уларда протонлар санининң көп болушиға бағлиқ. Бу иштәргүчи кулонлиқ күчләрниң өсүшигә елип келиду. Йеник ядроларда хас бағлиниш энергиясиниң азийиши вә ядроларниң туралиғиниң төвән болуши нуклонларниң аз саниға бағлиқ болиду. Ядрониң бетидә орунлашқан нуклонларниң хас бағлиниш энергияси аз, сәвәви улар нуклонларниң аз сани билән өзара тәсирлишиду. Йеник ядроларда бәтлик нуклорниң үлиши уларниң ядродики умумий санидин өсүду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Атом ядроси қандақ зәррилә рдин ибарәт?
2. Изотоплар дегинимиз немә? Уларниң пәрқи немидә?
3. Немә сәвәптин охшаш элементларниң изотоплириниң химиялиқ хусусийәтлири бир-биридин пәриқләнмәйду?
4. Ядрода нуклонларни қандақ күчләр бағлиништуриду? Уларниң қандақ хусусийәтлири бар?
5. Бағлиниш энергиясини қандақ ениқлайду?
6. Масса дефекти дегинимиз немә?
7. Атом ядролириниң турақлиғини характерләйдиған миқдарни көрситиңлар .
8. Атом физикисида ядроларниң массисини, энергиясини, өлчәмлирини өлчәш үчүн қандақ өлчәм бирликләр қоллинилиду?

## Көнүкмә 40

1. ${}^{7}_{3}Li$, ${}^{17}_{8}O$, ${}^{235}_{92}U$ ядролириниң тәркивигә киридиған нуклонлар, протонлар вә нейтронлар санини ениқлаңлар.
2. Массиси $m$ = 1 мг алтунниң парчисидә қанчә протон билән нейтронлар бар. Авогадро сани $6,02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ дәп елиңлар.
3. ${}^{7}_{3}Li$ литий ядроси үчүн масса дефектини массиниң атомлиқ бирлиги вә килограмм арқилиқ ениқлаңлар.
4. ${}^{2}_{1}H$ дейтерий ядроси үчүн масса дефекти билән бағлиниш энергиясини ениқлаңлар.
5. 3 протондин вә 2 нейтрондин туридиған атом ядросиниң $E_{баг}$ = 26,3 МэВ. Хас бағлиниш энергияси билән ядрониң массини ениқлаңлар.

## Иждадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә): 1. Нейтронниң ечилиш тарихи. 2. Масс-спектрографниң түзүлиши вә ишләш принципи. 3. Ядроларниң өлчәмлирини ениқлашниң заманивий усуллири. 4. Ядролуқ физикидики Гейзенберг билән Иваненкониң тәкшүрәшлири.

# § 41. Ядролуқ реакциялар. Сүнъий радиоактивлик

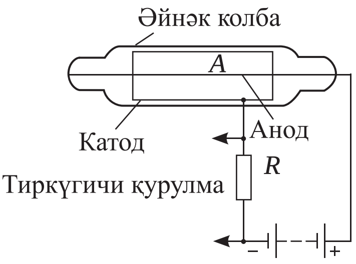
**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *ядролуқ реакцияләрни йезишта массилиқ вә зарядлиқ санниң сақлиниш қанунини қоллинишни үгинисиләр.*

**Жавави қандақ?**

1. *Бир химиялиқ элементни иккинчисигә қандақ айландурушқа болиду?*
2. *Химиялиқ реакция нәтижисидә бир элементни иккинчисигә айландуриш мумкинму?*

***244-сүрәт.***
*Гейгер – Мюллер счетчиги*




***245-сүрәт.*** *Гейгер счетчигиниң принципиаллиқ схемиси*

## I. Ядролуқ реакцияләр

Дәсләпки ядролуқ реакцияни 1919 жили Э. Резерфорд әмәлгә ашурди, нәтижисидә азот атомниң ядролиридин кислород атоминиң ядролири елинди. Бомбилиғучи зәрриләр ретидә $\alpha$-зәрриләр қоллинилиду. Униңдин кейин алимлар мәхсус иштикләткүчләрдә жуқури илдамлиқларни берип, башқиму зарядләнгән зәрриләрни қоллинишқа башлиди.

**Элементар зәрриләрниң яки башқа атом ядролириниң тәсиридин атом ядролириниң башқа ядроға айлиниш жәриянини ядролуқ реакция дәп атилиду.**

## II. Микрозәрриләрни тиркәшкә вә байқашқа беғишланған әсваплар

Ички ядролуқ жәриянларни байқаш вә елинған зәрриләрни тиркәш үчүн һәртүрлик әсваплар қоллинилиду.

***Гейгер – Мюллер счетчиги*** *(244-сүр)* ички металл яки металланған әйнәк нәйчисидин вә цилиндр оқи бойи билән тартилған инчиккә металл жиптин ибарәт *(245-сүр)*. Жип анодниң, нәйчә катодниң хизмитини атқуриду. Нәйчә шалаңлитилған аргон яки неон билән толтурилиду. Катод билән анод арисида йүздин башлап, миңлиған вольтқичә күчиниш пәйда болиду. Счетчикниң иши урулуш ионизациясигә асасланған. Радиоактивлиқ изотоп чиқиридиған гамма-квантлар счетчикниң бәтлиригә чүшүп, униңдин электронларни уруп чиқириду. Электр мәйдани электронларни урулуш ионизацияси башлинидиған энергияғичә иштиклитиду, ионлиқ көчкүн пәйда болиду, счетчик арқилиқ өтүдиған ток кәскин өсүду. Шуниң билән биллә $R$ қаршилиқта тиркигүчи түзүлмигә берилидиған ток импульси пәйда болиду. $R$ қаршилиқта күчинишниң азийишиниң өсүши анод билән катод арисидики күчинишниң кәскин азийишиға елип келиду, буниңдин разрядниң өчүши автоматлиқ түрдә орунлиниду.

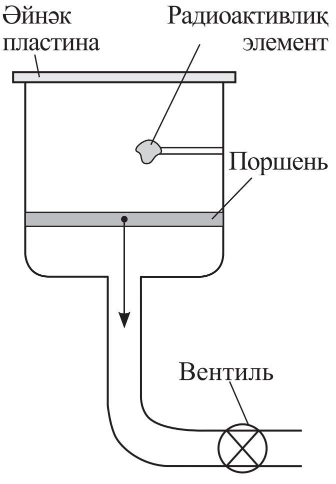
Гейгер – Мюллер счетчигиниң камчилиғи – у зәрриләрни вә уларниң энергиясини ениқлашқа мумкинчилик бәрмәйду.

***2) Вильсон камериси*** әйнәк қапқиси герметикилиқ йепилған цилиндр билән поршеньдин ибарәт

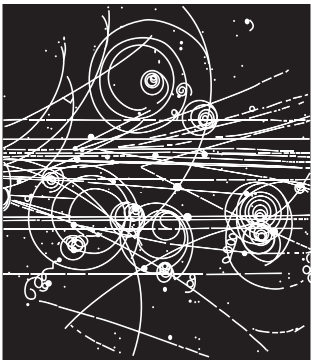
(*246-сүр*). Поршеньниң төвәнгә илдам қозиғилиши вақтида камериниң поршени үстидики һава һәҗими кәскин өсүду. Һава адиабатлиқ кәңийиду вә музлайду. Һавадики су һолири камериға учуп киргән зәрриләр қурған ионларда кеникълиниду вә конденсациялиниду. Зәрриләр һәрикитиниң траекторияси бойида суюқ тамчилириниң треклири пәйда болиду. Қисим өскәндә тамчилар һолиниду, камера қайтидин иш ишләшкә тәйяр болиду.

***3) Көвүкчиләр камериси.*** Көвүкчиләр камерисиниң ишләш принципи Вильсон камерисиниң ишләш принципиға охшайду. Көвүкчиләр камерисида қаттиқ қиздурулған суюқлуқниң зәрриләр треклири бойида һо көвүкчилириниң пәйда болуш хусусийити пайдилиниду.

Камера – қайнаш температурисиниң мәнаси төвән суюқлуқ билән толтурилған, мәсилән, водород яки гелий билән, фреон яки пропан билән вә кәңәйткүчи түзүлмиси бар қача. Қаттиқ қиздурулған һаләткә кәңәйткүчи түзүлмиси арқилиқ ташқи қисимни кәскин азайтиш арқилиқ қол йәткүзиду. Суюқлуқ қайнайду, ионларда һониң ушшақ көвүкчилири түзилиду. Трекларни сүрәткә чүшәргәндин кейин қисимни дәсләпки мәнасиғичә көтириду, көвүкчиләр «йерилиду» вә камера қайтидин иш ишләшкә тәйяр болиду. Көвүкчиләр камерисиниң артуқчилиғи – буниңда суюқлуқ пайдилиниду, бу ядролуқ өзара




***246-сүрәт.*** *Вильсон камериси түзүлмисиниң схемиси*



***247-сүрәт.*** *Магнит мәйданида орунлашқан Вильсон камерисиниң зарядләнгән зәррилириниң треклири*

***248-сүрәт.*** *«Гаргамель» көвүкчиләр камериси*

**Бу қизиқ!**

1924 жили П.Л. Капица вә Д.В. Скобельцин күчлик магнит мәйданида орунлашқан Вильсон камерисида зәрриләрниң хусусийәтлирини уларниң треклири бойичә тәкшүрәш усулини тәклип қилди.Зарядләнгән зәрриләрниң треклири магнит мәйданиниң тәсиридин әгирлиниду (247 сур). Әгирлик радиуси бойичә ионланған зәрриләрниң массисини, зарядини, илдамлиғини вә энергиясини еникълашқа болиду.

**Бу қизиқ!**

Ахирқи көвүкчи камера 1971 жили Европилиқ ядролуқ тәкшүрәшләр мәркизидә қурулди вә «Гаргамель» дәп аталди. Бу 18 т. фреон билән толтурилған диаметри 1,85 м, узунлуғи 4,85 м цилиндр болди (248 сүр). Нейтрал токлар (камери қоллинип елинған ахирқи йеңилиқ) дәп атилидиған элементар зәррилирниң өз ара алаһидә тәсирлишишини байқаш үчүн мошу камера қоллинилди.

тәсирлишишниң еһтималлиғини бир нәччә һәссә ашуриду.

Илимға 30 жил хизмәт қилған камерилар өз орнини көп энергиялиқ вә жуқарқи дәллиги билән көп һадисиләрни тиркәйдиған электронлуқ детекторларға бәрди.

## III. Дәсләпки сүнъий ядролуқ реакция. Протонниң ечилиши

Э. Резерфорд Вильсон камерисида жүргәзгән дәсләпки сүнъий ядролуқ реакция нәтижисидә протон ядрониң тәркивигә киридиғанлиғи испатланди. Урулуш нәтижисидә ${}^{4}_{7}N$ азот ядроси $\alpha$-зәрриләрни жутиду вә ${}^{18}_{9}F$ фтор изотопиниң ядроси түзилиду. У турақсиз, бир протонниң чапсан учуп чиқиши нәтижисидә ${}^{17}_{8}$ кислород изотопиниң атом ядросиға айлиниду. Резерфорд жүргүзгән реакцияни төвәндикичә йезишқа болиду:

$$ {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{17}_{8} \quad + {}^{1}_{1}H \qquad (1)$$

яки

$$ {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}\alpha \rightarrow {}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{17}_{8} \quad + {}^{1}_{1}p. \qquad (2)$$

Реакциянин қисқичә түридә йезилиши:

$$ {}^{14}_{7}N\,(\alpha, p)\, {}^{17}_{8} \quad . $$

*249-сүрәттә* Вильсон камерисида азот атом ядролириниң бириниң айлиниш жәрияни тиркәлгән фотосүрәт тәсвирләнгән. Йәлпүгүчкә охшаш чачириған жиплар $\alpha$-зәрриләрниң треклири болуп тепилиду. Трекларниң бириниң ахирида өзигә тән тармақлиниш – ара болиду. Бу чекиттә $\alpha$-зәрриләр азот ядроси билән урулиду, нәтижисидә кислород изотопиниң ядроси вә протон түзүлиду.

## IV. Нейтронниң ечилиши

Нейтрон 1932 ж. инглиз физиги Д. Чедвик жүргәзгән экспериментлар нәтижисидә елинди. Бериллий пластисини $\alpha$-зәрриләр билән бомбилиғанда ${}^{9}Be$ бериллий ядроси $\alpha$-зәрриләрни қошуп алиду вә $n$ нейтрон чиқириду, ${}^{12}_{6}C$ углерод ядросиға айлиниду:

$$ {}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}\alpha \rightarrow {}^{12}_{6}C \quad {}^{1}_{0}n. \qquad (3)$$

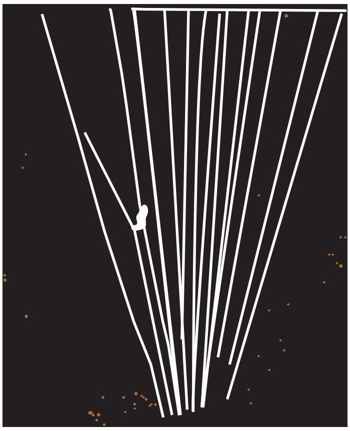
Бериллийдин учуп чиққан нейтронлар азот билән толтирилған Вильсон камерисиға чүшиду. Нейтрон ${}^{14}_{7}N$ азот ядросиға чүшкәндә ${}^{11}_{5}B$ бор ядроси вә $\alpha$-зәрриләр түзилиду:

$$ {}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{11}_{5}B \quad {}^{4}_{2}\alpha. \qquad (4)$$

Нейтрон камерида трек қалдурмайду, бирақ бор ядролириниң вә $\alpha$-зәрриләрниң треклири бойичә бу реакция массиси 1 м.а.б. бетәрәплик зәрриниң

**Әстә сақлаңлар!**

$a + A \rightarrow B + b$ ядролуқ реакцияни мошу түрдә йезиш қобул қилинған яки $A\,(a, b)\,B$, қисқартилған йезиш усулини пайдилиншқа болиду, буниңдики $A$ – дәсләпки ядро, $a$ – бомбилайдиған зәррә, $B$ – елинған ядро, $b$ – ядродин учуп чиққан зәррә.



***249-сүрәт.*** *Вильсон камерисидики $\alpha$-зәрриләрниң треклири, $\alpha$-зәрриләрниң азот атоми билән урулиши, сол тәрәптин иккинчи трек*

**1-тапшурма**

Вильсон камерисида азот ядролири билән $\alpha$-зәр риләрниң урулиш санининң азлиғини чүшәндүрүңлар, сәвәплирини атаңлар *(249-сүр)*.

(нейтрон) тәсиридин болидиғанлиғини ениқлашқа болиду.

Әркин нейтрон радиоактивлиқ, у $\beta$-зәрриләр вә антинейтрино чиқирип, протонға айлиниду:

$$^{1}_{0}n \to {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{0}\tilde{\nu}\,. \qquad (5)$$

Тәҗрибилик мәлуматларға мувапиқ нейтронниң йерим парчилиниш периоди 11,7 мин тәшкил қилиду.

## V. Сүнъий радиоактивлиқ

Көплигән ядролуқ реакцияләрниң мәһсулатлири радиоактивлиқ болуп келиду; уларни сүнъий радиоактивлиқ изотоплар дәп атайду. Сүнъий радиоактивлиқ һадисини 1934 жили француз физиклири Фредерик вә Ирен Жолио-Кюри ачти. Тәбиий радиоактивлиқ маддилар охшаш сүнъий радиоактивлиқ изотопларға $\alpha$-, $\beta$-, $\gamma$-парчилинишлири тән. Бирақ, нейтронлуқ вә позитронлиқ парчилинишларға егә сүнъий радиоактивлиқ изотоплар бар. Жолио-Кюри ачқан алюминийни $\alpha$-зәрриләр билән бомбилаш реакцияси сүнъий радиоактивлиқ изотопниң позитронлиқ парчилинишиға мисал болалайду. Бу шараиттә $^{27}_{13}Al$ алюминий ядроси нейтрон чиқириду вә йерим парчилиниш периоди $T = 2{,}5$ мин болидиған $^{30}_{15}P$ фосфорниң радиоактивлиқ изотопиниң ядросиға айлиниду. Бу изотоп $_{+1}\mathring{a}$ позитронини чиқирип, турақлиқ $^{30}_{14}Si$ креминий изотопиға айлиниду. Реакция төвәндики тизма бойичә жүриду:

$$^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}\alpha \to {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n \qquad (6)$$

$$^{30}_{15}P \to {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e\,. \qquad (7)$$

## VI. Сүнъий радиоактивлиқни қоллиниш. «Бәлгүләнгән атомлар»

Сүнъий радиоактивлиқ изотопларни ядролуқ реакторда мувапиқ химиялик элементларни шолиландуруш йоли билән алиду. Һазирқи вақитта һәр бир химиялик элемент үчүн униң бир нәччә изотопи елинған; уларниң умумий сани тәхминән 3000. Уларниң көпчилиги адәм хизмитиниң һәрхил саһалирида: йеза агилигидә, санаәттә, археологиядә, медицинида, илимда «бәлгүләнгән атомлар» ретидә қоллинилиду.

«Бәлгүләнгән атомлар» усули биологиялик яки химиялик реакциялириниң асасий элементини униң радиоизотоплириниң бири билән авуштуриши нәтиҗисидә мошу җәрияннниң жүрүшини байқашқа мүмкинчилик бериду. Мундақ алмаштуруш

**Җавави қандақ?**

*Еғир ядросидики химиялиқ элементларниң еғир ядролири $\alpha$- зәррә билән урулиши нәтиҗисидә ядролуқ реакцияларни әмәлгә ашуруш немә сәвәптин қийин?*

**Җавави қандақ?**

1. *Қандақ зәрриниң треки қелинирақ болиду? Немишкә?*
2. *Қандақ зәрриниң треки узунирақ болиду? Немишкә?*
3. *Немишкә Вильсон камерисида нейтронлар треклири байқалмиди?*

**2-тапшурма**

1. Жуқурида йезилған (1)-(7) реакциялардики массилиқ вә зарядлиқ санларниң сақлиниш қанунлириниң орунлинишини тәкшүрәңлар.
2. Массилиқ вә зарядлиқ санларниң сақлиниш қанунлирини тәрипләңлар.

**Җавави қандақ?**

*Немишкә медицинида вә биологиида йерим парчилиниш периоди аз, археологияда йерим парчилиниш периоди чоң радиоактивлиқ изотоплар кәң қоллинишқа егә?*

жәриянининң өтүшигә тәсир қилмайду, сәвәви радиоизотоп химиялик хусусийәтлири бойичә пәриқләнмәйду. Бирақ, у изотоп радиоактивлиқ, униң һәрикитини Гейгер счетчиклирини қоллинип, шолиландуруш арқилиқ байқашқа болиду. Мәсилән, водородтин туридиған һәр қандақ қошулма аддий водород тритийи билән авуштуруш арқилиқ бәлгүлиниши мүмкин.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Ядролуқ реакция дәп қандақ жәриянни атайду?
2. Радиоактивлиқ шола чиқиришниң зәррилирини қандақ әсваплар билән тиркәйду? Уларниң түзүлиши? Ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
3. Қандақ ядролуқ реакцияларниң нәтижисидә протон билән нейтрон тепилди? Бу реакцияларни ким ачти?

## Көнүкмә 41

1. $^{27}_{13}Al$ алюминийининң изотопини $\alpha$-зәрриләр билән бомбилғанда түзүлидиған $^{30}_{15}P$ фосфорниң радиоактивлиқ изотопи пәйда болиду, кейин у позитрон бөлүп чиқирип, парчилиниду. Икки реакцияниң тәңлимисини йезиңлар. Фосфор парчиланғанда қандақ ядро түзүлиду ?
2. $^{10}_{5}\hat{A}$ бор изатопини $\alpha$-зәрриләр билән бомбилғанда азот изотопи-13 пәйда болиду. Мошу вақитта қандақ зәррә учуп чиқиду? Азот изотопи-13 радиоактивлиқ, у позитронлиқ парчилинишқа учирайду. Реакция тәңлимисини йезиңлар. Азот парчиланғанда қандақ ядро пәйда болиду?
3. Ядролуқ реакцияләр ядрони бомбилиғучи зәрриләрниң түри бойичә бөлүниду. Төвәндики реакцияләрдә қандақ бомбилиғучи зәрриләр қоллинилған?
   $^{14}_{7}N + ? \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$; $^{14}_{7}N + ? \rightarrow {}^{15}_{8}O + \gamma$; $^{14}_{7}N + ? \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{4}_{2}He$ ?

## Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Медицинидики «бәлгүләнгән атомлар» усули.
2. Археологиядики радиоуглеродлиқ усул.

# § 42. Еғир ядроларниң бөлүнүши. Тизмилиқ ядролуқ реакцияләр. Критикилиқ масса

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *ядролуқ синтез билән тәбиий радиоактивлиқ парчилинишниң тәбиитини чүшүнишни үгинисиләр.*

**1-тапшурма**

1. $^{235}_{92}U$ атом ядросиниң икки парчиға парчилиниш нәтиҗисидә бөлүнидиған енергияни ениқлаңлар. Парчиларниң бири $^{82}_{36}Kr$ .
2. Массиси 1 кг уран-235 барлиқ ядроси парчиланғанда бөлүнидиған енергияни ениқлаңлар. Җававини СИ системисида йезиңлар.
3. Елинған нәтиҗини 1 кг яғач отун янғанда бөлүнидиған енергия билән селиштуруңлар. Яғачниң хас көйүш иссиқлиғини 15 МДж/кг.

## I. Еғир ядроларниң бөлүнүши– экзотермиялиқ ядролуқ реакцияләр

Хас бағлиниш енергиясиниң ядродики А нуклонлар саниға бағлиқ графиги *(241-сүр, § 40)* ядрониң қандақ айлинишида енергия бөлүнидиғанлиғини, қандақ айлинишида жутулидиғанлиғини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Еғир ядрониң А массисилиқ санлири 100-гә тәң вә униңдин жуқури ядроларға парчиланғанда енергия бөлүниду. Буниңға кәлгүси хуласиләрниң нәтиҗисидә көз йәткүзүшкә болиди. $^{238}_{92}U(A_1 = 238)$ уран ядросиниң массисилиқ санлири $A_2 = 119$ икки «парчиларға» парчилиниши әмәлгә ашсун. Уран ядросиниң хас бағлиниш енергияси $E_{хас1}$ = 7,5 *МэВ/нуклон*. Һәр бир йеңи ядрониң хас бағлиниш енергияси $E_{хас2}$ = 8,6 МэВ/нуклон. Уран ядросини нуклонларға парчилаш үчүн ураниң бағлиниш енергиясигә тәң енергия исрап қилиш керәк:

$$E_{бағ1} = E_{хас1} \cdot A_1 = 7{,}5 \cdot 238 = 1785 \text{ (МэВ)}.$$

Массилиқ санлири 119 тәң пәйда болған икки атом ядросиниң бағлиниш енергияси төвәндикигә тәң:

$$E_{бағ2} = 2E_{хас2} \cdot A_2 = 2 \cdot 8{,}6 \cdot 119 = 2046{,}8 \text{ (МэВ)}.$$

Демәк, уран ядросиниң бөлүнүш реакцияси нәтиҗисидә йеңи ядроларниң бағлиниш енергияси билән уран ядросиниң бағлиниш енергиясиниң айримисиға тәң $\Delta \mathring{A}$ ядролуқ енергия бөлүниду:

$$\Delta E = E_{бағ2} - 2E_{бағ2} = 2046{,}8 - 1785 = 261{,}8 \text{ (МэВ)}.$$

## II. Ядрониң тамчилиқ модели

1938–1939 жж. бир қатар алимлар: Жолио-Кюри, П. Савич, О. Ганн, Ф. Штрассман, О. Фриш, Л. Мейтнер нейтронлар билән бомблинидиған уран ядролириниң бөлүнүш механизмини актив тәкшүрәшкә киришти. Уран ядролириниң бөлүнүши Н. Бор, Дж. Уиллер вә Я. Френкель тәклип қилған ядрониң тамчилиқ моделиниң асасида оңай чүшәндүрилиду. Мошу нәзәрийә асасида атом ядросини суюқлуқниң хусусийәтлиригә: қисилмайдиған, кеңиққан вә нуклон зәррилириниң «һолиниши», егә алаһидә ядролуқ материядин туридиған бирхил зарядләнгән сфера түридики тамчиға охшитишқа болиду (*2-сүр*). Нуклонларни бир-биригә тартқучи ядролуқ күчләр тәхминән $10^{-15}$ м-ға интайин аз арилиқларда байқилиду, шуниң үчүн һәр бир нуклон ядродики

***250-сүрәт.*** *Атом ядросиниң тамчилиқ модели*

нуклонлар билән әмәс, пәқәт хошна нуклонлар билән өзара тәсирлишиду. Суюқлуқ тамчисидиму молекула арилиқ тартилиш күчлири молекулирлар арисидики ариліқтин ашмайдиған ариліқларда тәсир қилиду. Һәр бир нуклонниң хошнилириниң санини турақлиқ дәп санашқа болиду. Демәк, ядролуқ күчләрдин пәйда болған бағлиниш энергияси ядродики нуклонлар саниға, йәни массилиқ санға пропорционал болиду: $E_{бағ} \sim A$. Суюқлуқ билән ядролуқ материя хусусийәтлириниң охшашлиғи мону һадисиләрдин байқилиду: тамчиларниң ушшақ тамчиларға бөлүнүши, ушшақ тамчиларниң йоған тамчиларға бирикиши. Ядролуқ материя үчүн «бәтлик керилиш» чүшәнчиси қоллинилиду.

Ядролуқ «тамчә» бетидә нуклонларниң хошнилириниң сани ядрониң ичигә қариғанда аз, биршуниң үчүн уларниң бағлиниш энергиясиға қошидиған үлүши аз. Бирақ, улар ядро бетидики нуклонларниң саниға пропорционал $E_{бәт}$ бәтлик энергиясиға егә. Буниңдин $E_{бәт}$ бәтлик энергиясиниң ядро бетиниң мәйданиға пропорционал екәнлиги келип чиқиду:

$$E_{бәт} \sim S_{бәт} \sim R^2.$$

Суюқлуқ тамчилириға охшаш ядро бетидики молекулиларму мәркәзгә интилиду вә суюқлуқниң бәтлик энергияси бағлинишқан бәтниң керилиш күчлирини пәйда қилиду.

## III. Еғир ядроларниң бөлүнүш механизми

Ядролуқ «тамча» нейтронни жутуп, қоздурулған һаләткә өтүду, преиодлиқ түрдә созулған шәкилгә егә болуп, тәвринишкә башлайду (*251-сүр*). Берилгән һәжимдә сферилик тамчиниң бети минимал, демәк, созулған тамчиниң бәтлик энергияси өсүду, ядрониң бағлиниш энергияси азийиду. Әгәр ядрониң созулған һалитидә Кулонлиқ тепиш күчлири ядролуқ күчләрдин артуқ болса, у чағда ядро парчиләргә бөлүниду. Элементниң рәтлик номериниң өсүшигә бағлиқ электростатикилқ тепиш энергияси бәтлик энергияға қариғанда чапсан өсүду, шуниң үчүн пәқәт еғир ядролар бөлүниду.

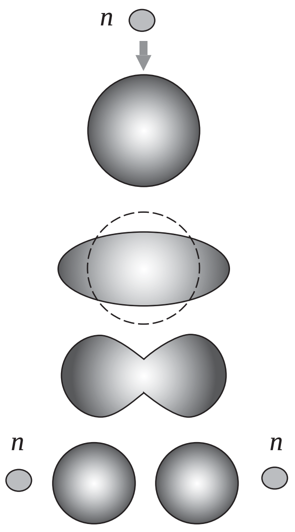
Еғир ядрониң бөлүнүш жәриянида башқа ядроларниң бөлүнүшини пәйда қилидиған бир нәччә нейтронлар чиқирилиду, уран үчүн адәттә 2-3 нейтрон. Нәқ мошу нейтронлар бөлүнүшиниң башқурилидиған тизмилиқ ядролуқ реакцияни әмәлгә ашурушқа мүмкинчилик бериду. Реакция көп мөлчәрдә энергия чиқириш арқилиқ жүриду.

**Нәзәр селиңлар!**

Еғир ядрониң бөлүнүши вақтида чиқидиған энергия 200 МэВ-ни тәшкил қилиду, униң тәхминән 80 % парчиларниң кинетикилиқ энергияси түридә: қалған 20 % радиоактивлиқ шола чиқириш энергияси вә нейтронларниң кинетикилиқ энергияси түридә бөлүниду.

**2-тапшурма**

1. Суюқлуқтики молекулилар арисидики вә ядродики нуклонлар арисидики өзара тәсирлишиш күчлири үчүн селиштуруш жәдвилини қуруңлар.
2. Азот ядросиниң тамчилиқ моделини тәсвирләңлар.
3. Созулған шәклидә бәтлик керилиш күчиниң өсүшиниң, ядролуқ күчләрниң азийишиниң сәвәвини чүшәндүрүңлар?




***251-сүрәт.*** *Еғир ядрониң бөлүнүш механизми*

Елинған нейтронларниң энергетикилиқ спектри 1 эВ билән 10 МэВ арилиғида ятиду. 1,5 МэВ-тин көп энергияға егә нейтронлар *чапсан* нейтронлар дәп атилиду. Энергияси аз нейтронлар – *асту* нейтронлар дәп атилиду, энергияси иссиқлиқ һәрикәт энергияси билән селиштурғанда интайин аз нейтронлар *иссиқлиқ* нейронлар дәп атилиду. Барлиқ еғир элементларниң ядролири нейтроларниң тәсиридин икки парчигә бөлүнүш хусусийитигә егә. Әмәлиятта бөлүнидиған муһим материаллириға: уран $^{238}_{92}U$, актиноуран $^{235}_{92}U$ , уранниң ясалма изотопи $^{233}_{92}U$ вә плутоний $^{239}_{94}Pu$ ятиду. $^{235}_{92}U$ , $^{233}_{92}U$ вә $^{239}_{94}Pu$ ядролири чапсан ядроларниң һәм асту ядроларниң тәсиридин бөлүниду, $^{238}_{92}U$ ядроси болса, пәқәт чапсан ядроларниң тәсиридин болиду.

**Жавави қандақ?**

1. *Ядроға бәтлик күчләр қандақ тәсир қилиду?*
2. *Қандақ күчләрниң тәсирини ядрони тәвранмә һәрикәтләндүриду?*

Еғир ядролар бөлүнгәндә елинидиған мәһсулатлар һәртүрлүк: уларниң массилиқ санлири 70-тин 160-қичә арилиқта ятиду. Бирақ, көпинчә бу ядрониң парчилириниң массилири 2:3 нисбити түридә бөлүниду. Мундақ бөлүнүшкә уран-235 ядросиниң үч нейтрон чиқирип, криптон вә барий изотоплириға парчилиниши мисал болиду:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{93}_{36}Kr + ^{140}_{56}Ba + 3\,^{1}_{0}n\ .$$

## IV. Ядролуқ реакцияләрниң чиқиш энергияси

Ядролуқ реакцияниң чиқиш энергиясини бир нәччә усул билән ениқлашқа болиду. Чиқиш энергиясинии ядролардики нуклонларниң хас бағлиниш энергияси бойичә ениқлаш үлгиси параграфниң биринчи бөлүмидә берилгән:

$$Å_{чиқ} = Å_{баг2} - Å_{баг1}, \qquad (1)$$

буниңдики $Å_{баг2}$ – ядролуқ реакцияләрниң нәтижисидә елинған ядроларниң бағлиниш энергияси, $Å_{баг1}$ – ядролуқ реакциягә чүшкән ядроларниң бағлиниш энергияси.

Реакциягә чүшкән ядроларниң $m_1$ массисиниң вә реакцияниң нәтижисидә елинған ядроларниң $m_2$ массисиниң мәналири бәлгүлүк болғанда, чиқиш энергиясини Эйнштейн формулиси арқилиқ ениқлайду:

$$E_{чиқ} = (m_1 - m_2)\cdot c^2. \qquad (2)$$

(2) формулиси ядроларниң массилири килограмм билән ипадиләнгәндә орунлиниду, у чағда чиқиш энергияси Дж (джоульда) һесаплиниду. Әгәр ядроларниң массилири массиниң атом бирлиги билән ипадиләнсә, у чағда түрләндүриш коэффициентини етиварға елип, чиқиш энергиясини МэВ-та (мегаэлектронвольтта) мону формула бойичә ениқлайду:

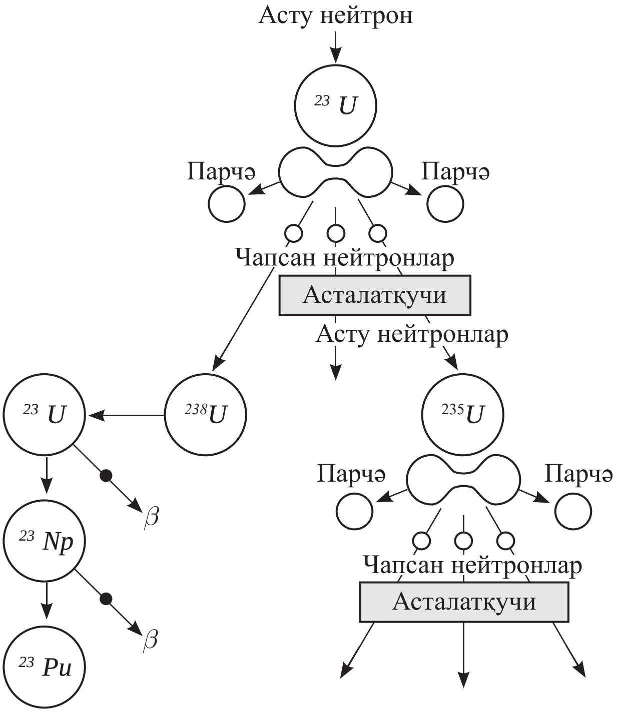
$$E_{чиқ} = (m_1 - m_2)\cdot 931{,}5\ \text{МэВ} \qquad (3)$$

## V. Тизмилиқ ядролуқ реакция

Ядролуқ энергияниң көп мөлчәрини елиш үчүн «ядролуқ йеқилғу» массисида бар ядроларниң көп бөлүги бөлүнүшкә учураш керәк. Шуниң үчүн ядролуқ бөлүнүш реакцияси өзлигидин тәрәққий етидиған яки тизмилиқ болуши керәк: ядроларниң һәр бир бөлүнүши вақтида элементниң еғир ядролирини бөлүдиған йеңи нейтронлар пәйда болуши керәк.

Әң аддий тизмилиқ реакция уран-235 ядросида асту нейтронлар тәсиридин әмәлгә ашиду. Тәсадипи иссиқлиқ нейтронининиң уран-235 ядросиға чүшиши униң бөлүнүшигә елип келиду (*252-сүр*). Мошу пәйттә пәйда болған 2-3 нейтрон уранниң 2-3 башқа ядролириға чүшүп, уларниң бөлүнүшини пәйда қилиду, нәтижисидә уранниң кәлгүси 4-9 ядросиниң бөлүнүшини пәйда қилишқа қабилийәтлик 4-9 нейтрон пәйда

болиду. Урканниң һəрбир ядросиниң бөлүнүшидин 2-3 нейтрон пəйда болидиғанлиғиға қаримастин, уларниң барлиғи башқа ядроларни бөлмəйду: нейтронларниң бир бөлүги бөлүнмəйдиған яки ядролуқ йеқилғу тəркивидики бөлүнүши қийин қошулмиларниң ядролири билəн тутуп қалиду, нейтронларниң бир бөлүги униң ядролириға урулуп үлгəрмəй, йеқилғу материал һəҗиминиң бетидин учуп кетиши мүмкин.




***252-сүрəт.*** *Уранниң бөлүнүшиниң тизмилиқ реакцияси*

**3-тапшурма**

Ядролуқ реакция нəтижисидə елинған парчилар массилириниң ядро массиси билəн селиштурғанда $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг-ға азийиши 931,5 МэВ энергия бөлүнүшигə елип келидиғанлиғини испатлаңлар.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкə еғир ядроларниң бөлүнүш реакцияси экзотермиялиқ?*
2. *Немишкə бир ядролуқ йеқилғу үчүн критикилиқ масса һəртүрлүк болуши мүмкин?*
3. *Немишкə уранниң тəбиий көмүлмилиридə тизмилиқ реакциялəр орунланмайду?*

## V. Көпийиш коэффициенти вə критикилиқ масса

Тизмилиқ реакциясиниң тəрəққий етиши нейтронларниң $k$ көпийиш коэффициенти билəн характерлиниду.

*Нейтронларниң көпийиш коэффициенти – бу реакция этаплириниң биридə мадда ядролириниң бөлүнүшини пəйда қилидиған нейтронлар саниниң реакцияниң алдиңқи этапида ядроларниң бөлүнүшини пəйда қилидиған нейтронлар саниға болған нисбити*: $k = \frac{N_i}{N_{i-1}}$.

Мəсилəн, 250-сүрəттə тəсвирлəнгəн тизмилиқ реакция, нейтронларниң $k = 3$ көпийишигə мувапиқ келиду. Көпийиш коэффициенти бөлүнидиған маддиларниң тəбиитигə вə саниға, шундақла уларниң һəҗиминиң геометриялик шəклигə бағлиқ.

Тизмилиқ реакция коэффициенти $k = 1$ болғанда, бөлүнидиған маддиниң массиси мошу *маддиниң критикилиқ массиси* дəп атилиду. Һəҗими шар охшаш шəкилдики таза актиноурон үчүн критикилиқ масса тəхминəн 40 кг курайду. Əгəр ядролуқ йеқилғуниң массиси критикилиқ массисидин аз болса, у чағда $k < 1$ вə бөлүнүш реакцияси тəрəққий əтмəйду, у өчип қалиду. Əгəр йеқилғуниң массиси критикилиқ

массиға тəң болса, у чағда $k = 1$ вə тизмилиқ реакция турақлиқ интенсивлиқ билəн жүриду; мундақ реакция ядролуқ реакторларда журиду. Əгəр йеқилғунин массиси критикилиқ массисидин көп болса, у чағда $k > 1$ вə тизмилиқ реакция интенсив вə партилиниш түридə тəрəққий етиду.

## Тəкшүрүш соаллири

1. Қандақ шариəтлəрдə еғир ядроларниң бөлүнүш реакцияси орунлиниду?
2. Ядролуқ отун ретидə қандақ ядролар қоллинилиду?
3. Ядролуқ реакцияларниң чиқиш энергиясини һесаплаш усуллирини атаңлар.
4. Тизмилиқ реакцияниң тəрəққий етишини қандақ миқдар характерлəйду?
5. Критикилиқ масса дегинимиз немə?

## Көнүкмə 42

1. $^{235}U$ уран ядросиниң һəр бир бөлүнүши вақтида $E_{чиқ1} = 200$ МэВ энергия чиқирилиду дəп һесаплап, $m = 1$ кг уранниң көйүши вақтида бөлүнидиған энергияни, 1 кг уран бөлүп чиқиридиған иссиқлиқ мөлчəригə эквивалентлиқ иссиқлиқни бөлүп чиқиридиған $m_1$ таш-көмүрниң массисини ениқлаңлар. Көмүрниң хас көйүш иссиқлиғи $q = 3 \cdot 10^7$ Дж/кг.
2. $^{235}U$ ядросини бөлүш вақтида    $= 200$ МэВ энергия бөлүнди. Бөлүнидиған энергия уранниң теч һалəттики энергиясиниң қандақ үлишини тəшкил қилиду?
3. Атомлук электр станциясиниң ядролик реакторидики $^{235}U$ ядролуқ йеқулғиниң бир сутка ичидики массилиқ чиқимини ениқлаңлар. Электр станциясиниң иссиқлиқ қувити $P = 10$ МВт; пайдилиқ тəсир коэффициенти $\eta = 20$ %. Уранниң бир ядросиниң бөлүнүши вақтида чиқидиған энергия    $= 200$ МэВ.
4. $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{17}_{8}O$,   $^{9}_{4}Be + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n$,   $^{7}_{3}Li + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{8}_{4}Be + ^{1}_{0}n$, $^{7}_{3}Li + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$ реакциялири нəтижисидə жутилған яки бөлүнгəн энергияни ениқлаңлар
5*. Хас бағлиниш энергиялири $E_{хас} = 8{,}3$ МэВ/нуклон ядроларниң бөлүнүши вақтида икки парчə түзилиду. Бириниң массилиқ сани $A_1 = 140$ вə хас бағлиниш энергияси $E_{хас1} = 8{,}5$ МэВ/нуклон, иккинчисиниң $A_2 = 94$ вə $E_{хас} = 8{,}6$ МэВ/нуклон. Дəслəпки ядроларниң $m = 1$ г массисиниң бөлүнүши вақтида чиқидиған иссиқлиқ мөлчəрини ениқлаңлар.

## Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичə хəвəрлəндүрүш тəйярлаңлар (ихтияриңларчə):
1. Ядролуқ реакциялəрни тəкшүрəш тарихидин.
2. Ядролуқ реакциялəрни тəкшүрəштики Жолио-Кюри, П. Савич, О. Ганн, Ф. Штрассман, О. Фриш, Л. Мейтнер алимларниң утуқлири.

# § 43. Радиоактивлиқ шолиларниң биологиялиқ тәсири. Радиациядин сақлиниш

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *$\alpha$-, $\beta$- и $\gamma$-шолилириниң тәбиитини, хусусийәтлирини вә биологиялиқ тәсирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

*Немишкә радиоактивлиқ шола чиқириш адәм вә тирик организмлар үчүн хәтәрлик?*

## I. Шола чиқириш мәнбәлири

Йәр шариниң турғунлири шолилинишниң асасий бөлүгини тәбиий радиация мәнбәлиридин алиду. Йәрниң радиациялик фони космослуқ шола чиқириштин вә Йәр бетидә, һавада, суда, адәм тенидә вә башқиму ташқи муһит объектилирида таралған тәбиий радионуклидларниң шола чиқиришидин ибарәт. Адәм организминиң радиоактивлиқ шолилиниши ташқи вә ички болуши мүмкин. Ташқи шолилиништа жуқури өткүзгүч қабилийәтлиги бар шола чиқиришларниң түрлири хәтәр туғдириду. Ички шолилиниш вақтида йерим парчилинишниң периоди чоң вә жуқури ионлуғичи қабилийити бар радиоактивлиқ изотоплар интайин хәтәрлик болуп тепилиду.

Тәбиий шолилинишқа ташқи вә ички шолилинишларниң антропогенлиқ мәнбәлири қошулди. Ядролуқ партлинишлар, ядролуқ энергетика кархана орунлириниң радионуклидларниң чиқирилишлири вә санаәтниң түрлүк саһалирида, йеза-егилигидә, медицинида вә илмий тәкшүрәшләрдә ионлиғучи шола чиқириш мәнбәлириниң кәң қоллинилиши Йәр шари турғунлириниң шолилинишиниң җаһанлиқ өсүшигә елип кәлди. Йәрниң барчә радиациялик паскинлиниши полигонлардики ядролуқ партлинишлардин вә АЭС-дики апәтләрдин кейин болиду (*253, 254-сүр*).

***253-сүрәт.*** *Семей ядролуқ полигони*

***254-сүрәт.*** *«Балапан» яванидики «Атомлуқ көли»*

Ядролуқ партлиниш болған йәрләрдә *ядролуқ зәхимлиниш очуғи* пәйда болиду. Радиоактивлиқ булутниң һава еқимлири билән орун авуштуруш нәтиҗисидә йәрләр радиоактивлиқ зәхимлиниду. Зәхимлинишниң дәсләпки вақтида әң хәтәрлик радионуклид – радиоактивлиқ йод, андин кейин узақ һаят кәчүридиған радионуклидлар: цезий-137 вә стронций-90. Йәр бетигә чүшкән радионуклидлар $\alpha$-$\beta$- и $\gamma$-шолилири билән узақ вақит шолилиниш мәнбәлиригә айлиниду.

**Нәзәр селиңлар!**

«Тәҗрибилик яван» Семей синақ полигониниң (ССП) дәсләпки синақ явани болди вә 1949-1962жж. арилиғида атмосферилик ядролуқ синақлирини өткүзүшкә беғишланди. «Тәҗрибилик яван» мәйдани 300 $км^2$. Бу яван дәсләпки ядролуқ зарядларниң йетүлдүрилмигәнлигидин баринчә паскинлашқан болуп тепилди, сәвәви тизмилиқ реакцияға 64 кг уранниң 700 г бөлүги чүшти, қалған бөлүги радиоактивлиқ тозаңға айланди.

Мәйдани 720 $км^2$ «Балапан» явани йәр асти ядролуқ йерилишларға беғишланди. Һазирқи вақитта Йәр асти газиниң кәскин чиқирилиши хәтәрини пәйда қилидиған көйүш җәриянлириниң жүриши байқилишта. Мәсилән, «Глубокая» скажинисида ядролуқ синақтин 17 жил өткәндин кейин диаметри 100-дин ашидиған, чоңқурлиғи 30 м чоңқурлиқниң пәйда болушиға елип кәлгән йерилиш болди.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә ташқи шолилиништа өткүзгүч қабилийәтлиги жуқури зәрриләр, ички шолилиништа ионлиғучи қабилийити жуқури зәрриләр чоң хәтәрлик кәлтүриду?*
2. *Өткүзгүч вә ионлиғучи қабилийәтлири жуқури зәррилəрни атаңлар.*

**Инавәткә елиңлар**

1. ҚЖ-да ядролуқ синақларға беғишланған жайларниң мәйдан 18500 $км^2$ тәшкил қилиду.
2. 1953 жили термоядролуқ заряд йерилиши вақтида пәйда болған "могуниң" (гриб) диаметри 30 км-ға йәтти, уни 59 маканниң адәмлири байқиди, йерилиш долқунини эпицентридин 200 км-да орунлашқан имарәтләрниң әйнәклирини сундурди.
3. 1949-1989 жж. полигонниң иш ишләш арилиғида умумий қувити 38 000 кВт болидиған 616 снаряд йерилди.

## II. Шолилиниш дозиси вә уларниң өлчәм бирликлири

Шолилиниш дозилирини баһалаш уларниң қоршиған муһитта радиоактивлиқ маддиларниң топлиниши тоғрилиқ мәлуматлар арқилиқ әмәс, адәм тениниң тәркивидики мөлчәри тоғрилиқ мәлуматлар бойичә ениқлиниду. Һәтта азла радиоактивлиқ паскинлиниш зиянлиқ маддиларниң организмгә сиңишигә җағдай ясайду. Шолилинишниң тәсири жутулған доза микдариға, шолиланған клеткилар вә организмларниң һәҗимлиригә, шола чиқириш түригә бағлиқ болиду. Шолилиниш дозисиниң төвәнлиниши биологиялик эффектини азайтиду, нәтиҗисидә зәхимләнгән организмни әксигә кәлтүриш мүмкинчилиги пәйда болиду.

Жутулған шола чиқиришниң дозиси – шолилинидиған җисимниң бирлик массиси билән жутулған шола чиқириш энергиясиға тәң миқдар:

$$D = \frac{E}{m}.$$

Хәлиқаралиқ бирликләр системисида жутулған дозиниң өлчәм бирлиги ретидә 1 Гр (грей) қобул қилинди:

$$1\,\text{Гр} = 1\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

1 Гр доза – бу адәмниң тәбиий яки медицинилик шолилиниши вақтида қобул қилидиған радиация дозиисидин нәччә һәссә көп жутулған радиация мөлчәри. 10-20 Гр дозисида бир рәт шолилиниш адәм һаяти үчүн хәтәрлик.

Әмәлиятта тәхминән шолилинишниң экспозициялик дозисиниң өлчәм бирлиги 1 Р (рентгенға) тәң системидин ташқири 1 рад өлчәм бирлиги қоллинилиду:

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 100 \text{ Р}.$$

Клеткиларниң вә тенә органлириниң түрлүк ионлиғучи шола чиқиришлар билән зәхимлиниш дәрижиси һәртүрлүк болиду. Шуниңға бағлиқ «шолилинишниң эквивалентлиқ дозиси» миқдари киргүзилди. Уни ионлиғучи шола чиқиришниң биологиялик үнүмлигиниң нисбийлик коэффициентини етиварға елип һесаплайду. Мәсилән, гамма шола чиқиришниң вә рентгенлиқ шолилар тәсиридин зәхимлиниш альфа-зәрриләр билән шолилиништин алидиған зәхимлиништин 20 һәссә күчсиз. Шолилинишниң эквивалентлиқ дозисини униң жутилған шолилиниш дозиси билән радиоактивлиқ зәрриләрниң биологиялик үнүмлигиниң нисбийлик коэффицентиниң (БҮНК) көпәйтиндиси түридә ениқлайду:

$$D_{экв} = k \cdot D.$$

Рентген шолилир вә гамма шолилири үчүн БҮНК биргә тәң: $k = 1$, $\alpha$-зәрриләр үчүн $k = 20$.

СИ-да радиацияниң эквивалентлиқ дозисиниң өлчәм бирлиги – 1 зиверт (Зв), у 1 грейға тәң, тәҗрибидә системидин ташқири өлчәм бирликни – рентгенниң биологиялик эквиваленти (бэр) қоллинилиду:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 100 \text{ бэр}.$$

Радиоактивлиқ шола чиқиришниң интенсивлиғи бирлик вақит ичидә жутулған шола чиқиришниң дозисиниң қувити билән характерлиниду:

$$P = \frac{D}{t}; \quad P_{экв} = \frac{D_{экв}}{t}.$$

Жутулған доза қувитиниң өлчәм бирликлири – Гр/сек, рад/сек, шолилинишниң эквивалентлиқ дозисиниң қувитиниң өлчәм бирлиги – Зв/се, бэр/сек.

Адәмниң шолилиниш дозисини билиш шола ағриғини униң дәсләпки этаплирида молжалиғанда вә диагностикилиғанда, ағриқниң асасий симптомлириниң тәрәққий етишиғичә терапиялик практикини ениқлашта йәшкүчи роль атқуриду.

## III. Радиациялиқ шола чиқиришниң тирик организмларға тәсири

Радиоактивлиқ шолилинишниң асасий хәтәрлиги – униң тәсири адәмниң сезиш әзалири билән байқалмайду. Радиоактивлиқ маддилар организмға радиоактивлиқ маддилар билән паскинланған һавани жутқанда, зәхимләнгән тамақ яки су арқилиқ, терә арқилиқ, шуниң билән биллә очуқ яриниң зәхимлиниши арқилиқ чүшиду. Ташқи шолилиниш вақтида альфа-шолилар зиянсиз, улар организм ичигә чүшкәндә хәтәрлик.

Шолилиқ зәхимлиниш нәтиҗисидә әзаларниң хизмәтлири өзгирип, мадда алмишиш бузилиду. Радиоактивлиқ шола чиқириш тәсиридин организмда қан түзгүчи мүчиләр хизмити тежилиду, қанниң адәттики уюши бузилиду вә қил томурлириниң үзүлиши өсүду; ашқазан-үчәй йоли хизмити бузулуп вә организм һалсирап, инфекциялиқ ағриқларға қаршилиғи төвәнләйду.

Жутулған шола чиқириш дозисиниң өсүши ишик ағриқлириниң тәрәққий етиш хәтәрини арттуриду, һаят кәчүриш узақлиғини қисқартиду вә әзалар хизмитиниң бузулишиға елип келиду. Кейинки әвлатларда генетикилиқ өзгиришләр: туғма ағриқлар, мутацияләр байқилиши мүмкин. Шолилинишниң аз мөлчәрини алған адәмләрдә хромосомилиқ бузулған қан клеткилири байқилиду. Тәкшүрәшләрдә радиацияниң төвәнки дәрижисидә елинған 1 Гр доза йеңи туғулған балиларда әһмийәтлик ақивәтләргә елип келидиған 1000-дин 2000-ғичә мутацияләрниң пәйда болушиға елип келиду.

### Инавәткә елиңлар

– Жиддий зәхимләр аз вақит ичидә көп дозида шолиландурғанда пәйда болиду. Барлиқ әзалар билән системилар: илик мейисиниң қан клеткилири, лимфа системиси, ашқазан-үчәй йоллири, терә, беғир, өпкә клеткилири зәхимлиниду.
– Узақ вақит шолиландуруш тирик организмларға шу дозидики бир рәтлик шолиландурушқа қариғанда күчсиз тәсир қилиду, бу турақлиқ жүридиған радиациялик зәхимлинишләрни әксигә кәлтүрүш жәриянлириға бағлиқ.
– Яхши диспансерлиқ қарилишта, толуқ онкологиялиқ вә қан тәкшүрәшләр вақтида ховуплуқ ишиқниң күчәйгән түрлириниң тәрәққий етишиниң алдини елишқа болиду вә бемариләрниң һаят кәчүриш вақтини адәттики һалитигә йеқинлитиду.
– Яхши уюштурилған радиологиялиқ хизмәт шараитидә узаққа созулған шолилиқ ағриқлар мәмликитимиздә байқалмайду. Радиация мәнбәлирини начар тәкшүрәш, рентгенотерепиялиқ түзүлмиләр билән иш ишлигәндә хизмәтчиләрниң техника бехәтәрлигини бузуши узаққа созилған шолилиқ ағриқлириниң пәйда болушиға елип келиду.

### Жавави қандақ?

1. *Немишкә «Радиациялиқ хәтәрлик»сигнали бойичә турғунлар қорғиниш имарәтлирини пайдилиниши керәк?*
2. *Йәргилик йәрләрдә радиацияниң жуқури дәрижиси болған шараиттә хәлиққә дәсләпки медициналиқ ярдәмни көрситишни башлашқа болмайду?*
3. *Зәхимиләнгән мәнбәләрдин немишкә тамақ ичишкә, су ичишкә вә Йәргә йетишқа болмайду?*
4. *Немишкә радиациядин қорғиниш үчүн противогазлар билән респираторлар, қоғушун арилашмисидин ясалған мәхсус костюмлар қоллинилиду (255-сүр)?*

**255-сүрәт.** *Зәхимиләнгән йәрликниң радиациялиқ фонини тәкшүрәш*

## IV. Адәмләрни радиоактивлиқ шола чиқириштин сақлаш қураллири

Адәмләрни радиациядин сақлаш төвәндики чариләрдин туриду:
– радиациялиқ хәтәр тоғрилиқ хәвәрләндүрүш;
– коллективлиқ вә шәхсий сақлиниш қураллирини қоллиниш;
– адәмләрниң радиоактивлиқ маддилар билән зәхимләнгән жайлардики күн тәртивини сақлаш;
– озуқ-түлүк мәһсулатлири билән суни радиоактивлиқ зәхимлинииштин сақлаш;
– шәхсий медицинилиқ сақлиниш қураллирини пайдилиниш;
– территорияларниң зәхимлиниш дәрижисини ениқлаш *(256-сүр)*;
– адәмләрниң шолилинишни дозиметрлик тәкшүрәш;
– озуқ-түлик аә суниң радиоактивлиқ маддилар билән зәхимлинишигә экспертиза жүргүзиш.

**256-сүрәт.** *Дозиметр*

АЭС-да вә радиациялиқ актив препаратларни тәкшүрәш лабораториялиридә ишләйдиған адәмләр үчүнму умумий сақлиниш усуллири бар:
– оператор билән радиация мәнбәси арисидики ариliқни ашуруш;

– шола чиқириш мәйданида иш ишләш вақтини қисқартиш;
– шола чиқириш мәнбәсини экранлаш;
– жирақлиқтин башқуруш;
– манипулятор билән роботларни пайдилиниш;
– технологиялик җәриянларни толуқ автоматландуруш;
– шәхсий сақлиниш қураллирини пайдилиниш вә радиациялик хәтәрлик бәлгүси билән әскәртиш;
– шола чиқириш дәриҗисини вә ишчиларниң шолилиниш дозилирини турақлиқ тәкшүрәш.

Иш җәриянида радиация тәсиригә учирайдиған мутәхәссисләр адәттә дозиметрларни – радиацияниң умумий жиғиндисиниң дозисини ениқлайдиған мәхсус түзүлмиләрни пайдилиниду. Улар космонавтлар, атом электр станциялириниң ишчилири, радиотерапия яки радиоизотоплиқ диагностика билән шуғуллинидиған дохтурлар, шундақла дезактивация билән шуғуллинидиғанлар.

## V. Адәм организми үчүн тәбиий радиацияниң роли

Радиациялиқ шолилинишни пәқәт зиян дәп санашқа болмайду. Қандақту бир дозиларғичә шолилиниш барлиқ тирик организмларниң, униң ичидә адәмниңму һаят кәчүриши үчүн һаҗәтлик шәрт болуп тепилиду. Тәкшүрәшләрниң мәлуматлири организмға шола чиқиришниң тәсиридин түзүлидиған ионлар болғандила метобализм – мадда билән энергия алмишиш җәриянлири нормал жүридиғанлиғини растлайду. Шолилиниш болмиған вақитта адәмниң ташқи шараитларға маслишишиға җавап беридиған тәбиий механизми ишлимәй қалиду.

Медицинида онкологиялиқ ағриқларни давалиғанда, атап ейтқанда: хәтәрлик ишикләрни сақайтишта радиациялиқ терапия қоллинилиду. Хәтәрлик ишик клеткилири актив бөлүниду вә чапсан өсүду. Демәк, радиациялиқ шола чиқиришниң зәхимлигүчи тәсири уларниң сақ клеткилириға қариғанда зәхимләнгән клеткилириға зиян кәлтүриду. Шолилиқ терапияға беғишланған заманивий медицинилиқ түзүлмиләр ионлиғучи шола чиқиришни патологиялиқ мәнбәсидә фокусландуриду вә сақ клеткиларниң зәхимлинишини азайтишқа мүмкинчилик бериду.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Массиси 60 кг адәм 12 саат бойи шолилинишқа учирайду. Әгәр жутулған шола чиқиришниң дозиси 35 мГр болса, адәмниң мошу вақит ичидә жутқан дозисиниң қувити билән энергиясини ениқлаңлар?

| **Берилди:** | **СИ** | **Йешилиши:** |
|---|---|---|
| $m$ = 60 кг<br>$t$ =12 с<br>$D$ = 35 мГр | <br>12·3600 сек<br>0,035 Гр | Жутулған шола чиқиришниң энергияси $E = D \cdot m$<br>шола чиқириш қувити $P = \frac{D}{t}$; |
| $E$ – ? $P$ – ? | | |

$E$ = 0,035 Гр · 60 кг = 2,1 Дж; $Ð = \frac{0,035\ Ãð}{43200\ ñ}$ =0,81 ì êÃð/ñåê

**Җавави:** $E$ = 2,1 Дж; $P$ = 0,81 мкГр/сек.

### Тәкшүрүш соаллири

1. Шола чиқиришниң қандақ мәнбәлирини билисиләр?
2. Жутулған шола чиқиришниң дозиси дәп немини атайду? Уни қандақ бирликләр билән өлчәйду?
3. Шола чиқириш дозисиниң шола чиқиришниң эквивалентлик дозисидин пәрқи?
4. Шола чиқиришниң эквивалентлик дозисини немә билән өлчәйду?
5. Радиациялиқ шола чиқириш адәм организма қандақ тәсир қилиду?
6. Организмдики соматикилиқ вә генетикилиқ өзгиришләр қандақ байқилиду?
7. Радиациялиқ зәхимләнгән территориядики хәлиқниң күн тәртивиниң қандақ қаидилири бар?

### Көнүкмә 43

1. Рентген түзүлмиси билән иш ишләйдиған ишлигүчиниң 1 с ичидә жутудиған шола чиқириш дозисиниң оттура мөлчәри 7 мкГр. Әгәр шолилинишниң чәклик рухсәт берилгән мөлчәри жилиға 50 мГр тәң болса, у чағда ишчиниң жилиға 200 күн бойи күнигә 60 сааттин иш ишлиши хәтәрликму?
2. Массиси 60 кг адәмниң жутқан радиоактивлиқ шола чиқириш энергияси 1 Дж тәң. Жутулған шола чиқиришниң дозисини ениқлаңлар. Әгәр шола чиқиришиниң эквивалентлик дозиси 0,051 Зв болса, у чағда адәм шола чиқиришниң қандақ түригә учирайду?
3. Зәхимлиниш зонисидики радиоактивлиқ изотопларниң гамма-шола чиқиришниң дозисиниң қувити 200 мкГр/с. Әгәр апәтлик жағдайларда рухсәт етилгән доза 25 мЗв болса, адәм апәт зонисида тән-саламәтлигигә зиян кәлтүрмәй қанчә саат ишләләйду?

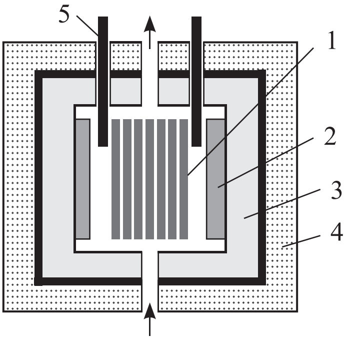
### Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтиярыңларчә):
1. Чернобыль апәтиниң ақивәтлири: радиоактивлиқ зәхимлиниш мәнбәсидики флора билән фауна.
2. ҚЖ-дики синақ зонилири: «Тәҗрибилик яван», «Дегелен»,«Балапан», «Сары-Узень», «Актан-Берли», «4», «4А», «Атом» көли, «Телькем-1», «Телькем-2» яванлири. Уларниң һазирқи жағдайи вә келәчиги.
3. Радиометрлик әсвапларниң түрлири, уларниң хизмити вә ишләш принципи.
4. Аләмдики йоған ядролуқ полигонлар.

# § 44. Ядролуқ реактор.
# Ядролуқ энергетика. Термоядролуқ реакции

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *ядролуқ реакторларниң түзүлиши билән ишләш принципини тәсвирләшни;*
- *ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр*




***257-сүрәт.*** *Ядролуқ реактор*

## I. Аста нейтронлуқ ядролуқ реакторлар түзүлмиси вә униң ишләш принципи

Аста нейтронлар билән ишләйдиған дәсләпки реактор 1942 ж. АҚШ-та, 1946 ж. КСРИ-да қурулди. Реакторниң асасий бөлүги – актив зона (1), бунинда еғир ядроларниң бөлүнүши орунлиниду вә ядролук энергия бөлүниду (*257-сүр*). Адәттә у реакторниң қоллинилиш мәхситигә бағлинишлиқ һәҗими бир нәччә см$^3$-тин м$^3$ -ғичә йетидиған цилиндр болиду. Актив зона асталатқучқа (2) чөкүрүлгән уран яки плутоний билән иссиқлиқ чиқиридиған элементларниң (ИЧЭ) жиғиндисидин ибарәт. Асталатқучи ретидә графит яки су, униң ичидә еғир $D_2O$ қоллинилиду. Реакторниң актив зонисини бериллийдин вә нейтронларни яхши чачиритишқа қабилийәтлик материалдин ясалған қайтарғучи (3) қоршап орунлишиду. Бу қәвәт тизмилиқ реакцияниң өтүш илдамлиғини ашуруп, критикилиқ массисини төвәнлитип, актив зонидин учуп чиқидиған нейтронларни қайтириду. Қайтарғучиниң әтрапида реакторниң ташқи бөлүгидики шола чиқиришни рухсәт қилған дәрижигичә төвәнлитиш үчүн бетондин ясалған радиациялиқ биологиялиқ қорғаш қәвитини (4) орунлаштуриду. Ядролук реакция нәтиҗисидә чиқидиған энергия актив зонидин иссиқлиқ тошуғучи ярдими билән чиқирилиду: ИЧЭ жуюп актив зона арқилиқ турақлиқ толтурилидиған газ, су яки башқа маддилар.

> ***Ядролуқ реактор*** **– бу еғир ядроларниң бөлүнүшиниң башқурилидиған тизмилиқ ядролуқ реакциясини әмәлгә ашуридиған тизилма.**

Бөлүнүшиниң тизмилиқ реакциялириниң өтүш илдамлиғини башқуриш үчүн кадмийдин яки бордин ясалған рәтлигүчи стерженьлар (5) қоллинилиду. Уларни актив зониға киргүзүш тизмилиқ реакция илдамлиғини төвәнлитиду вә һаҗәт болғанда реакцияни толуқ тохтитиду. Рәтлигүчи стерженьларни актив зонидин чиқарғанда нейтронларни жутуш азийиду, тизмилиқ реакция өзини тәминләп туруш пәйтигә йетиши мүмкин.

Ядролуқ реакторлар атомлиқ энергетикида вә тәкшүрәш мәхсәтлиридә пайдилиниду.

## II. Чапсан нейтронлуқ реактор ишидики хусусийәтлири

Чапсан нейтронлардики реакторларниң артуқчилиқлири тәбиий урандики асасий изотоп – уран-238 пайдилиниш мүмкинчилиги болуп тепилиду. Буниндин башқа, реактор аста нейтронлуқ ядролуқ реакторларға беғишланған плутоний-239 ишләп чиқиришқа мүмкинчилик бериду.

$^{238}_{92}U$ ядроси чапсан нейтронни жутуп, гамма-фотон чиқирип йерим парчилиниш периоди $T = 23\,мин$ болидиған радиоактивлиқ изотопниң $^{239}_{92}U$ ядросиға айлиниду. Өз новитидә бу ядро $\beta$-зәррә чиқирип, йерим парчилиниш периоди $T = 23\,күн$ болидиған трансуран элементиниң $^{239}_{93}Np$ нептуний ядросиға айлиниду. Нептунийниң ядроси $\beta$-зәррә чиқирип трансуран элементиниң $^{239}_{94}Pu$ плутоний ядросиға айлиниду. Ейтилған реакцияләр төвәндики тизма билән өтүду:

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{239}_{92}U \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu} + ^{239}_{93}Np \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu} + ^{239}_{94}Pu.$$

$^{239}_{94}Pu$ плутоний асту нейтронларниң тәсиридин уран $^{235}_{92}U$ ядролириға охшаш бөлүниду, бөлүнүш вақтида $\alpha$ -, $\beta$ -, и $\gamma$ -шолилар чиқирилиду. Йерим парчилиниш периоди $T = 24100$ жил болушидин реакторда плутоний көп мөлчәрдә жиғилиду.

Чапсан нейтронлуқ ядролуқ реакторларни сүнъий – радиоактивлиқ изотопларни тәйярлаш үчүн пайдилиниду. Шолилинишқа һаҗәт маддилар реакторниң қорғаш корпусида ясалған мәхсус каналларға селиниду. Булар ядролуқ йеқилғунин көп ишләп чиқирилишиға мүмкинчилик бериду.

Чапсан нейтронлуқ реакторларниң артуқчилиғиға йеқилғу көйишиниң чоң дәриҗисини, камчилиқлириға – қимматлиги, адәттки иссиқ тошуғучи – суни пайдилиниш мүмкинчилигиниң йоқлиғи, шуниң билән биллә түзүлминиң мурәккәплигини ятқузушқа болиду. Энергетикиға чапсан реакторларни аммавий киргүзүш әмәлгә ашмиди. 1980 ж. кейин пүткүл

### Бу қизиқ!

Чапсан нейтронлуқ реакторларни қуруш идеясини 1942 ж. Э. Ферми тәклип қилди. Дәсләп мундақ реактор 1951 ж. АҚШ-та пәйда болди, у бир мәзгилдә электр энергияси билән йеқилғуни бир түзүлмидә ишләп чиқиришқа болидиғанлиғини көрсәтти.

### Бу қизиқ!

Натрийлиқ иссиқ тошуғучиси бар БН-350, БН-600, БН-800 қувәтлик энергетикилиқ реакторлар 1970 ж. КСРИ-да селинди. Деңиз сүйини тузландуруш үчүн 1972 ж. Ақтау шәһиридә орунлаштурулған БН-350 реактори санаәт масштабида чоң тәҗрибиләрни бәрди вә натрийлиқ иссиқлиқ тошуғучисиниң технологиясини өзләштүрүш, йеқилғу жиғиндилириниң вә башқиму элементларниң физикилиқ тәкшүрәш вә синаш үчүн экспериментлиқ база болди *(258-сүр)*. 2010 ж. ядролуқ реактор пайдилиниш вақтиниң аяқлинишиға бағлиқ иши тохтитилди.

***258-сүрәт.*** *БН-350 чапсан нейтронлуқ реактор, Ақтау шәһири*

### Нәзәр селиңлар!

Чапсан нейтронлуқ реакторларни киргүзүш уранни пайдилиниш үнүмлигини 60 һәссә өсүрүшкә мүмкинчилик берәтти. Чапсан реакторлар иссиқлиқ нейтронлириға реакторларда бөлүнмәйдиған еғир элементларниң изотоплирини пайдилинишқа мүмкинчилик ачти. Иссиқлиқ нейтронлардики реакторлар үчүн асасий йеқилғу – $^{235}U$ қариғанда тәбиәттә көп учиришидиған $^{238}U$, $^{232}Th$ қорлири иссиқлиқ цикллиғи тартилиду.

Униң ичидә $^{235}U$ элементини бейитиштин кейин қалған "кәмбәғәлләштүрүшгән уранни" қайта қоллинилиш мүмкинчилиги пәйда болди.

аләмдә үч чапсан нейтронлуқ санаәтлик реакторлар орунлаштурилди: Франция Superphenix, Япония Monju вә Россия Белояр АЭС БН-600. Асту нейтронлуқ санаәт реакторлири экономикилиқ тәрипидин қолайлиқ.

## III. Синтезлашниң термоядролуқ реакцияси вә уни әмәлгә ашуруш шәртилири

Йениң ядроларни синтезләш реакциялиридә ядролуқ энергия бөлүниду.

Дейтерий билән тритий ядролирини синтезләш реакциясидә гелий ядросиға $E_1$ = 17,6 МэВ энергияси бөлүниду: ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n + 17{,}6\text{ МэВ}$.

Әгәр мольлиқ массисиниң оттура мәнаси 2,5 · $10^{-3}$ кг/моль болидиған дейтерий билән тритий 1кг арилашмисидики барлиқ ядролар мошу реакциягә чүшиду:

$$E = \frac{N}{2}E_1 = \frac{m}{M}\cdot\frac{N_A}{2}\cdot E_1 .$$

$$E \approx \frac{1\,\text{кг}\cdot 6{,}02\cdot 10^{23}\,\text{моль}^{-1}}{0{,}0025\,\text{кг}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot 2}\cdot 17{,}6\cdot 10^{6}\text{ эВ}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\text{ Дж/эВ} \approx 3{,}6\cdot 10^{14}\,\text{Дж} .$$

У 1 кг уран-235 бөлүнгәндә чиқидиған энергиядин 4 һәссә артуқ:

$$E \approx \frac{1\,\text{кг}\cdot 6{,}02\cdot 10^{23}\,\text{моль}^{-1}}{0{,}235\,\text{кг}\cdot\text{моль}^{-1}}\cdot 200\cdot 10^{6}\text{ эВ}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\text{ Дж/эВ} = 0{,}8\cdot 10^{14}\,\text{Дж} .$$

Икки ядрони бир ядроға бириктүриш үчүн Кулон күчини йеңип, уларни $10^{-13}$ см арилиғиға йеқинлитиш керәк. Шу чағда, кейин уларни бириктүриш үчүн ядролуқ күчләр пайдилиниду. Бу синтезләш реакциясини әмәлгә ашурушниң һаҗәтлик шәрти болуп тепилиду.

Һесаплашлар дейтерий вә тритий ядролирини гелий ядролириға синтезләш реакциясини әмәлгә ашуруш үчүн дейтронлар билән тритонлар 0,01 МэВ кинетикилиқ энергиясиға егә болуш керәклигини көрсәтти. Бу атомларниң иссиқлиқ һәрикитиниң оттура кинетикилқ энергияси 0,01 МэВ мәнасиға йеқинлиғанда арилашминиң жуқури температурисида әмәлгә ашиду. Бу температура онлиған миллион кельвин билән өлчиниду. Зәрриләрниң иссиқлиқ һәрикитиниң $W$ оттура кинетикилиқ энергиясини һесаплаш формулисини пайдилинип, төвәндикини алимиз:

$$\langle W\rangle = \frac{3}{2}\cdot kT ,$$

буниңдики $k$ – Больцман турақлиғи, аришлашминиң температурисини ениқлайлуқ:

$$T = \frac{2}{3}\cdot\frac{W}{k} = \frac{2}{3}\cdot\frac{0{,}01\cdot 10^{6}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}}{1{,}38\cdot 10^{-23}}\,\text{К} = 77000\,000\,\text{К} .$$

*Синтезләш реакцияси онлиған миллион кельвин температурисида жүриду, шуниң үчүн у термоядролуқ реакция дәп аталди.* Бу температурида арилашма плазмилик һаләттә болиду, у ядролардин вә бош электронлардин туриду.

***Термоядролуқ реакция*** **– йүзлигән миллион кельвин температурисида йеник ядроларниң бирикиш реакцияси.**

## IV. Термоядролуқ реакторлар

Башқурилидиған термоядролуқ реакцияни әмәлгә ашурушта қийинчилиқлар учришиду. Плазминиң он миллион кельвингичә рәтлинидиған қизишини тәминләп,

униң қачиниң тамлири билән жипсилинишни болдурмас керәк. Технологияни ишқа қошуш усуллиринниң бири "Токамак" реакторини пайдилиниш болуп тепилиду, реакторда магнитлиқ мәйдан плазмини тор шәклидә тутуп туриду вә у йеқилғу ретидә тритий билән дейтерийни пайдилиниду.

***Токамак (магнитлиқ катушкилири бар тор шәкиллик камера)* – бу башқурилидиға термоядролуқ синтезлашниң өтүши үчүн һаҗәт шараитларға йетиш мәхситидә плазмини магнит мәйданида тутуп турушқа бeғишланған тор шәкиллик тизилма.**

Биринчи Токамак 1956 ж. Москвадики И.В. Курчатов намидики Атом энергияси институтида селинған. Һазирқа вақитта Токамак башқурилидиған термоядролуқ синтезлашни әмәлгә ашуруш үчүн перспективилиқ түзүлмә болуп санилиду. Аләмдә барлиғи 300-гә йеқин Токамак селинған, униң ичидә бизниң Қазақстандиму селинди. Қазақстанлиқ Материал тонуш Токамак (ҚМТ) – бу экспериментлиқ термоядролуқ тизилма. Материалларни тәкшүрәш вә синаш үчүн Курчатов шәһиридә 2010 жили сентябрь ейидә ишқа қошулди. (*259-сүр*). Һазирқи вақитта Токамаклардики плазмини тутуп келиш рекорди 2013 жили Хитайда 30 сек йәтти.

***259-сүрәт.*** *Қазақстанлиқ материал тонуш. Токамак*

## V. Ядролуқ энергетикиниң перспективилири

*Ядролуқ энергетика дәп санаәтлик масштабта ядролуқ энергияни энергияниң башқа түрлиригә: механикилиқ, электрлиқ вә санаәтлик һәм турмушқа һаҗәтлиқләрдә пайдилинидиған энергияғә айландурушни атаймиз.* Атом электростанциялирини органикилиқ йеқилғу: көмүр, нефть, газ кан орунлиридин жирақлиған вә гидроресурсларға гадай районларда қоллиниш пайдилиқ.

Көплигән тәкшүргүчиләр синтезләш энергиясини келәчәктә энергияниң асасий мәнбәси ретидә қараштуриду. Электр энергиясини ишләп чиқириш үчүн термоядролуқ реакторларни пайдилинишниң тәрәптарлири уларниң пайдисиға төвәндики аргументларни кәлтүрди:

1. Водород – Йәр билән космоста кәң таралған, йеқилғу хори түгимәйдиған элемент.
2. Йеқилғуни Аләмниң һәр қандақ деңиз суйидин ишләп чиқиришқа болиду, бу бир яки бир нәччә мәмликәтләрниң йеқилғу ресурслирини монополияләндүришкә мүмкинчилик бәрмәйду.
3. Көйүш мәхсулатлириниң йоқлуғи.
4. Ядролуқ қураллирини чиқириш үчүн қоллиниши мүмкин болидиған материалларни пайдилиниш һаҗәтлиги йоқ.
5. Ядролуқ реакторлар билән селиштурғанда йерим парчилинишниң қисқа периоди билән радиоактивлиқ қалдуқлар ишләп чиқирилиду.
6. Аз йеқилғу чиқими: 20 тонна көмүргә эквивалентлиқ энергия ишләп чиқиридиған дейтерий билән толтурилған оймақ, оттура өлчәмдики көл һәр қандақ мәмликәтләрни йүзлигән жиллиқ энергия билән тәминләйду.

7. Синтезләш реакцияси җаһанлиқ иссиқлинишниң асасий сәвәплириниң бири болуп тепилидиған карбонат газини атмосфериға чиқармайду.
8. Энергияни қайта чиқириш мәнбәлиридә термоядролуқ реакторларни һәр қандақ йәрдә орнитишқа болиду, униң ичидә транспорта; қандақту бир мөлчәрдә вә қоршиған әтрапқа зиянсиз (су коймилирини су бесиши, қушларниң шамал электростанциялириниң қалақлири билән зәхимлиниши).
9. Космоста термоядролуқ реакторлар алмаштурғусиз, сәвәви астероидлар бәлбағлиридин жирақ вә планетиларниң қараңғу тәрәплиридә күн батареялири үнүмсиз.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Ядролуқ реакторлар немә үчүн қурулди? Уларниң түзүлиши?
2. Реакторда ядролуқ реакцияни өчүриш қандақ әмәлгә ашиду?
3. Қандақ реакцияләр термоядролуқ дәп атилиду?
4. Йеник ядроларни синтезләшләшниң ядролуқ реакциялири қандақ шәртләрдә орунлиниду?
5. Ядролуқ энергияни қандақ қоллиниду?
6. Ядролуқ энергияниң тәрәққий етиш перспективилири?

## Көнүкмә 44

1. ${}^2_1H + {}^1_0n \to {}^3_1H + \gamma$ ядролуқ реакцияси вақтида чиқирилған $\gamma$-квантининиң энергиясини ениқлаңлар.
2. Водород бомбисиниң йерилиши вақтида ${}^2_1H$ дейтерий билән ${}^3_1H$ тритийдин ${}^4_2He$ гелий ядроси түзүлидиған термоядролуқ реакция жүриду. Ядролуқ реакцияни йезип, униң энергетикилик чиқишини ениқлаңлар.
3*. Термоядролуқ ${}^2_1H + {}^3_2He \to {}^4_2He + {}^1_1p$ реакцияси вақтида $E = 18,4$ МэВ энергия бөлүниду. ${}^3_2He$ гелий ядролирин бирикишидә масса дефекти водород вә гелий ядросиниң масса дефектисидин 0,006 м.а.б. мәнаға артуқ болса, ${}^3_2He + {}^3_2He \to {}^4_2He + 2{}^1_1p$ реакциясида бөлүнидиған энергияни ениқлаңлар.
4. Берилгән термоядролуқ реакцияләрдә чиқидиған энергияни ениқлаңлар: ${}^2_1í + {}^2_1í \to {}^1_1í + {}^3_1í$ ; ${}^2_1H + {}^2_1H \to {}^3_2He + {}^1_0n$.
5*. ${}^1_1H + {}^3_1H \to {}^4_2He + \gamma$ термоядролуқ реакция нәтиҗисидә зәррә 19,121 МэВ энергияға егә болидиған болса, түзүлидиған γ-шола чиқиришниң чапсанлиғини ениқлаңлар. Планк турақлиғи $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Юлтузлар қәвәтлиридики синтезлашниң термоядролуқ реакциялири.
2. Су асти атомлиқ кемилириниң қурулиш тарихи.
3. Қазақстандики ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилири.
4. ИТЭР – Хәлиқаралиқ экспериментлиқ термоядролуқ реактор.

## Қазақстандики атомлиқ энергетика

| «яқлиғучилар» | «қарши чиққучилар» |
|---|---|
| Қазақстанда уранниң көп еһтияти бар. Уран ишләп чиқириш тәхминән 22 миң тоннани, барлиқ ишләп чиқирилидиған энергия ресурслиниң 66 % тәшкил қилиду.<br>Қазақстандики уран таблеткилири билән иссиқлиқ бөлүдиған элементларниң ишләп чиқирилиши өзләштүрилди, бу өзини ядролуқ отун билән тәминләш мүмкинчилигини бериду.<br>АЭС, өзиниң уран ишләп чиқириш вә ядролуқ йеқилғу ишләп чиқириши бар мәмликәтләр пәқәт көмүр яки газ энергетикисиға асасланған мәмликәтләргә қариғанда тәрәққий әткән болуп санилиду. Кона электр станциялиридә жабдуқларниң тозуши 75% тәшкил қилиду.<br>Атмосфериниң паскинлиниши кәскин төвәнләйду. Көмүр тошуш қисқирайду.<br>Қазақстанниң атом электр станциясини пайдилиниш тәҗрибиси бар. 1972-1999 жж. Ақтау йенида чапсан нейтронлуқ реактор иш ишлиди.<br>Пүткүл Қазақстан бойичә электр энергияни пайдилиниш динамикисида жил бойи өсүшлири байқалди. | АЭС-дики чоң радиациялиқ апәтләрниң еһтималлиғи.<br>Қазақстанда электр энергияси йетишмәслигиниң болмаслиғи.<br>Курулишниң қиммәтлиги, АЭС-ниң бәлгүләнгән қувитиниң 1 ГВт куни 5-5,5 миллиард долларни тәшкил қилиду. Көмүр генерациясиниң 1 ГВт куни тәхминән бир миллиард долларни, газ генерецияси болса тәхминән 900 млн долларни тәшкил қилиду. Энергетика министрлигиниң молҗами бойичә тозған қувәтләрни авуштуруш үчүн 4,3 ГВт йеңи қувәтләрни киргүзүш керәк. 1 ГВт қувити бар АЭС қуруш тозған энергия блоклирини толуқ алмаштурмайду. Көмүр генерациясигә 5 млрд доллар йөнәлдүргән үнүмлик.<br>Көмүр сетиш вә көмүрчиләрни ишқа орунлаштуруш тоғрилиқ мәсилиси орун алиду.<br>Көмүрни ядролуқ отунға авуштуруш пухта ойлаштурилған планни тәләп қилиду. |

**Бу қизиқ!**

Алатаудики реакториниң базисида фундаменталлиқ ядролуқ-физикилиқ вә материал тонуш тәкшүрәшлири билән ички реакторлиқ синақлири, медицина һәм санаәткә беғишланған радиоизотоплар ишләп чиқирилиши, гамма-мәнбәлири, кремнийни нейтронлуқ бағлиништуруш (легирование), шуниң билән қатар нейтронлуқ активациялиқ таллаш жүр гүзүлиду (*260-сүр*).

***260-сүрәт.*** *Алатаудики тәкшүрәш реактори, Қазақстан (Сүрәт: П. Чакров, Ядролуқ физика институти)*

**Тапшурма**

Атом энергетикисини «яқлиғучилири» вә «қарши чиққучи лири» кәлтүрилгән испатлимиларни оқуп, «Қазақстандики санаәт лик АЭС» мавзусиға эссе йезиңлар

# 10-бапниң йәкуни

| | |
|---|---|
| **Силҗиш қаидиси** | ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^{\;\;A}Y + {}_{-1}^{\;\;0}e + {}_0^0\tilde{\nu}$;<br>${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^{\;\;A}Y + {}_{+1}^{\;\;0}e + {}_0^0\nu$;<br>${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4He$ |
| **Масса дефекти** | $\Delta M = (Zm_p + N_n m_n) - M_я$;<br>$\Delta M = \left[ZM({}_1^1H) + N_n m_n\right] - M_{am}$;<br>ядродики нуклонлар сани<br>$Z + N_n = A$ |
| **Бағлиниш энергияси, хас бағлиниш энергияси** | $E_{баг.} = c^2\left[(Zm_p + N_n m_n) - M_я\right]$;<br>$E_{баг.} = c^2\left[ZM({}_1^1H) + N_n m_n - M_{am}\right]$;<br>$E_{баг.} = (Zm_p + N_n m_n - M_я)\cdot 931,5\,MэB$;<br>$E_{баг.} = \left[ZM({}_1^1H) + N_n m_n - M_{am}\right]\cdot 931,5\,MэB$;<br>$E_{хас} = \frac{E_{баг.}}{A}$ |
| **Шолилиниш дозиси** | $D = \frac{E}{m}$;<br>$D_{экв} = k\cdot D$ |
| **Радиоактивлиқ парчилиниш қануни** | $N = N_0 e^{-\lambda t}$;<br>$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ |
| **Чиқиш энергияси** | $Å_{чиқ} = Å_{хас2} - Å_{хас1}$;<br>$E_{чиқ} = (m_1 - m_2)\cdot c^2$;<br>$E_{чиқ} = (m_1 - m_2)\cdot 931,5\,MэB$ |
| **Йерим парчилиниш периоди** | $T = \frac{0,693}{\lambda}$ |
| **Оттура һаят кәчүриш вақти** | $\tau = \frac{1}{\lambda} = 1,44T$ |
| **Радиоактивлиқ препаратниң активлиғи** | $A = \left\lvert\frac{dN}{dt}\right\rvert$;<br>$A = \lambda N$ |

## Глоссарий

**Радиоактивлиқ элементниң активлиғи** – униң ядролириниң парчилиниш илдамлиғи.

**Жутилған шола чиқиришниң дозиси** – шолилинидиған җисим массисиниң бирлигидә жутилған шола чиқириш энергиясиға тәң миқдар.

**Тәбиий радиоактивлиқ** – бу радиоактивлиқ шола чиқириш арқилиқ бир ядроларниң өзлигидин башқа ядроларға айлиниши.

**Изотоплар** – ядроси протонларниң бирдәк санидин, бирақ нейтронларниң һәр түрлүк санидин туридиған атомлар.

**Йерим парчилиниш периоди** – дәсләпки элемент атомлириниң сани икки азийиш вақти.

**Термоядролуқ реакция** – йүзлигән миллион кельвин температурисида йеник ядроларниң бирикиш реакцияси.

**Токамак (магнитлиқ катушкилири бар шар шәкиллик камера)** – башқурилидиған термоядролуқ синтезлашниң өтүши үчүн һаҗәт шараитларға йетиш мәхситидә плазмини магнит мәйданида тутуп турушқа беғишланға тор шәкиллик тизилма.

**Хас бағлиниш энергияси** – бу бир нуклонға келидиған ядроларниң бағлиниш энергияси.

**Ядрониң бағлиниш энергияси** – бу ядрони нуклонға парчилаш үчүн һаҗәт энергия.

**Ядролуқ реакция** – бу чапсан элементар зәрриләрниң яки башқа атом ядролириниң тәсиригә асасланған атом ядролириниң башқа ядроларға айлиниш җәрияни.

**Ядролуқ реактор** – еғир ядроларниң бөлүнүшини башқуридиған тизмилма ядролуқ реакцияләрни әмәлгә ашуридиған тизилма.

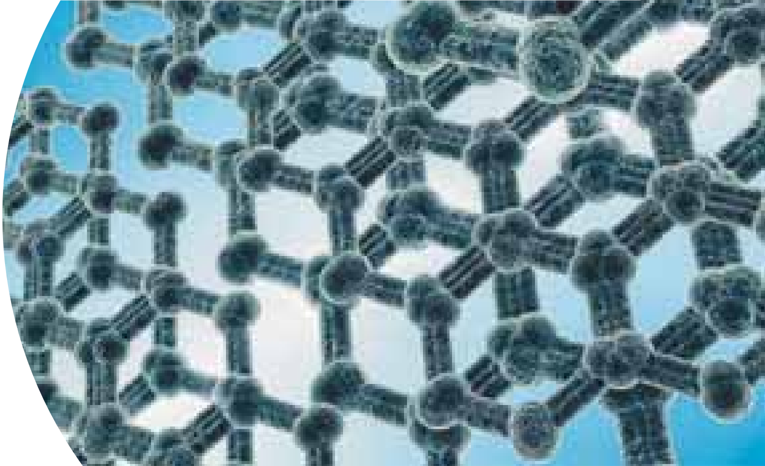
11-БАП

# НАНОТЕХНОЛОГИЯЛӘР ВӘ НАНОМАТЕРИАЛЛАР

Һәртүрлүк мәхсәттә қоллинилидиған қандақту бир хусусийәтләргә егә наноматериалларни қураштуруш билән тәйярлаштики утуқлар технологияларниң тәрәққий етиш дәрижиси билән ениқлиниду. Улар һаҗәтлик конфигурациялар билән өлчәмгә егә нанотүзүлишләрни атомлуқ дәллик билән елишқа мүмкинчилик бериду. Мошу күнгичә бәлгүлүк һадисиләр асасида йеңи квантилиқ қурулғулар, опто- вә наноэлектроника, өлчигүчи техникилар, йени әвлатниң әхбаратлиқ технологиялири, алақә қураллири үчүн кәң функционаллилиқ мүмкинчиликири билән системилири қурулди. Һазирқи вақитта нанотехнологиялар билән наноматериаллар саһасиниң тәрәққий етиш перспективилири физика, химия, биология, электроника, медицина вә башқа илимларниң бир қатар йөнилишлирини тәминләйду. Көплигән молҗамлар бойичә атом энергиясиниң ечилиши, лазер билән транзисторниң ясилиши, XX әсирниң көрүнүшини ениқлиғиниға охшаш, нанотехнологияларниң тәрәққий етиши, XXI әсирниң көрүнүшини ениқлиди.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- наноматериалларниң физикилиқ хусусийәтлирини вә уларни елиш усуллирини чүшәндүрүшни;
- нанотехнологияларни қоллиниш саһасини пикир қилишни үгинисиләр.



# § 45. Нанотехнологиянин асасий утуқлири, наноматериалларниң тәрәққий етишидики мәсилилири вә перспективилири

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *наноматериалларниң физикилиқ хусусийәтлирини вә уларни елиш усуллирини чүшәндүрүшни;*
- *нанотехнологияларни қоллиниш саһасини пикир қилишни үгинисиләр.*

**Бу қизиқ!**

МФТИ түләклири А. Гейм вә К. Новоселов 2010 ж. Нобель мукапитини «графенниң икки өлчәмлик материалини тәкшүрәш бойичә новаторлиқ экспериментлири» үчүн алди. Һазирқи вақитта Андрей Гейм чәт әлдә нанотехнологиялик мәркизиниң директор хизмитини атқуриду. Константин Новоселов британ Манчестер университетиниң профессори *261-сүр*).

***261-сүрәт.*** *А.Гейм, К. Новоселов – Нобель мукапитиниң лауреатлири*

## I. Нанотехнологиялар (НТ)

*Нанотехнологиялар – маддиларниң бәлгүлүк бир хусусийәтлирини елиш мәхситидә атомлуқ яки молекулилиқ дәриҗидә манипуляцияләш усуллириниң жиғиндиси.*

Нанотехнологиянин вәзипилири: берилгән түзүлүмдики вә һаҗәтлик хусусийәтлири бар наноматериалларни елиш; наноматериалларни уларниң түзүлиши билән хусусийәтлирини етиварға елип, бәлгүлүк бир мәхсәт үчүн қоллиниш; наноматериалларни елиш вақтида, уларни қолланғанда түзүлими билән хусусийәтлирини тәкшүрәш.

Нанотехнологияларниң асасий саһалири: наноматериаллар, нануқураллар, наноэлектроника, микроэлектромеханикилиқ системилар вә нанобиотехнологиялар.

## II. Наноматериаллар

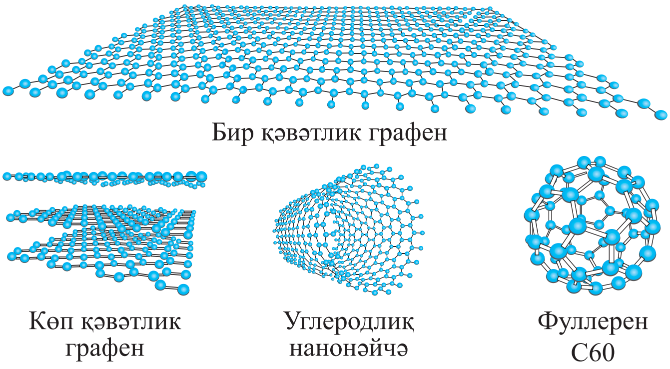
*Наноматериалларниң физикилиқ хусусийәтлири.*

*Наноматериаллар – геометриялиқ өлчәмлири кам дегәндә бир өлчәмдә 100 Нм-дин ашмайдиған, наномасштаблиқ өлчәмлириниң асасида сапалиқ йеңи хусусийәтләргә егә болидиған материаллар.*

Бир өлчәмлик (1D) вә икки өлчәмлик (2D) наноматериаллар бар. Бир өлчәмлик наноматериаллар дәп углеродлиқ нанонәйчиләрни вә наноталчиқларни, наностерженьларни, наносимларни атайду. Бир өлчәмлик объектилар – диаметри бир нәччә нанометрларға тәң болидиған бир нәччә микрон узунлуқлири бар цилиндрлар. Икки өлчәмлик наноматериаллар – бу пластинениң (подложка) бетидики бир нәччә нанометрлик қәвәт яки пленка. Икки өлчәмлик материалниң қелинлиғи нанометрлиқ өлчәмдә болуши керәк. Наноматериаллар чоң өлчәмдин наномасштаблиқ кичик өлчәмгә авушқанда, уларниң механикилиқ, иссиқлиқ вә химиялиқ хусусийәтлири өзгириду. Бу материаллар интайин қаттиқ яки интайин әвришим болуши мүмкин, җәриянлар аз вақит арилиғида өтүду вә маддиниң рәңги, электр өткүзгүчлиги вә иссиқлиқ өткүзгүчлиги өзгириду.

Манчестер университетиниң физиклири А. Гейм билән К. Новоселов алған вә тәкшүргән графен – перспективилиқ наноматериалларниң бири. *Графен – углерод атомлиридин ясалған интайин непиз қәвәт, қелинлиғи – 1 атом.* Атомлар тәрәплири

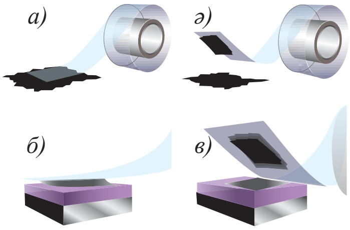
умумий алтәбулуңлуқлардин туридиған гексагональлиқ түзүлмини қурайду (*262-сүр*). Графен мисниң электроөткүзгүчлигидин ашидиған жуқури электроөткүзгүчликкә егә. Полат билән селиштурғанда графен йүз һәссә пухта, үзилиш пухтилиғи 42 Н/м. Мәйдани бир квадрат метр вә қелинлиғи бир атомни тәшкил қилидиған графен, вариғи массиси 4 килограмм җисимни тутуп турушқа қабилийәтлик. У 0,77 мг массиға егә болар еди. Графенни қол сүрткүчи охшаш егишкә, бурашқа, созушқа болиду. Әгәр қәғәз түридики қол сүрткүчи қолда житилса, графен бирлигини сақлайду. Тәҗрибидә графен сүзүк материал, у көрүнидиған спектрниң 2 %-тини жутиду. Униң зичлиғи шунчиликки, һәтта гелий вә водород охшаш йеник газларниң өзлири графен қәвити арқилиқ өтмәйду.




***262-сүрәт.*** *Нанонәйчиләр вә наноматериаллар*

### Өз тәҗрибәңлар

263-сүрәтни қараштуруңлар. Скотч билән графитлиқ стерженьни пайдилинип, графен елиңлар. Графитниң непиз қәвити – қелинлиғи бир атом графенни елиш үчүн графитниң қәвитини скотч полоскилириниң арисида бир нәччә рәт йепиштуруп елишқа болиду.




***263-сүрәт*** *Скотчни пайдилинип графен елиш*

### Җавави қандақ?

*Графен алғанда алимларға немә үчүн оксидланған кремнийдин пластина һаҗәт болди?*

## III. Наноматериалларни елиш усуллири

Наноматериалларни ишләп чиқиришта икки асасий усули бар: чоң өлчәмлири бар материалларни наноөлчәмгичә ушшақлитиш яки уларни атомлар билән молекулилардин өсүрүш арқилиқ наноматериал елиш.

Наноматериалларни елиш усуллири механикилиқ, физикилиқ, химиялик вә биологиялиқ болуп бөлүниду. Мошу топлаш асасида наноматериалларни синтезләш җәриянининң тәбиити ятиду. Наноматериалларни елишниң механикилиқ усуллириниң асасида чоң деформациялигучи жүклимиләрниң: сүркүлиш, қисим, пресслаш, тәвринишләрниң тәсирлири ятиду. Наноматериалларни елишниң физикилиқ усуллири физикилиқ айлинишларға: һоға айлиниш, конденсация, һалитини өзгәртиш (возгонка), кәскин салқинлитиш яки қиздуруш, еритминиң тозаңлишишиға асасланған. Химиялиқ усулларға, асасий бөлүнүш пәйтлири электролиз, әксигә кәлтүриш, иссиқлиқ бөлүнүш болуп тепилидиған усуллар ятиду. Наноматериалларни елишниң биологиялиқ усуллири белоклиқ җисимларда болидиған биохимиялиқ җәриянларға асасланған.

Икки өлчәмлик графенни ишләп чиқиришта К. Новоселов вә А. Гейм оксидләнгән $SiO_2$ кремнийниң пластинисида ажрап чиқиш (отслаивания) яки «қозғилип чиқиш» (отшелушивания) усулини қолланди. Мошундақ қилип, улар икки өлчәмлик пленкини

турақландуруш мәсилисини йәшти. Ажрап чиқиш усули қәвәтләнгән материаллар билән иш ишләшкә мүмкинчилик бериду. Графенниң ечилиши алаһидә хусусийәтлири бар, принципиаллиқ йеңи икки өлчәмлик материалларниң туташ классини қурушқа елип кәлди. BN, $MoS_2$, $NbSe_2$ – икки өлчәмлик кристаллар.

## IV. Нанотехнолгияларни қоллинилиш саһалири

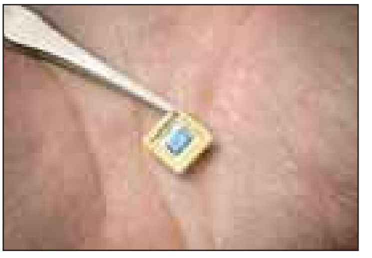
Нанотехнологиялар чоң әһмийәткә егә болмақта вә барлиқ санаәт саһалирида: электроника, энергетика, медицина, қурулуш, автомобиль ясаш саһалирида қоллинилиши мүмкин.

**Электроника**. Нанотехнологиялиқ җәриянниң тәрәққий етиши компьютерлик техникида микропроцессорлар үчүн транзисторларни ишләп чиқиришта уларниң өлчәмлирини 90-дин 14 нм-ғичә азайтиш мүмкинчилигини бәрди. Мундақ өлчәмләрдә кремнийниң бир сантметриға миллиард транзисторларни орунлаштурушқа болиду. Наноэлектроникиниң тәрәққий етиши арқисида әстә сақлаш түзүлмилириниң элементар йочуқлири кичикләйду. Наноматериалларни пайдилиниш алаһидә әвришимлик, нәм вә урулишқа чидамлиқ хусусийәтлири бар түзүлмиләрни ясашқа мүмкинчилик бериду, уларниң пайдилиқ тәсир қилиш коэффициенти жуқури вә хизмәт қилиш вақти узақ болиду. Алимлар графенлиқ транзисторлар һазирқи заманивий кремний техникисиға қариғанда чапсан иш ишләйдиған болиду дәп молжалайду (*2 4-сүр*). Графен – һәрхил саһаларда тепилғусиз материал ретидә қоллинилиду, сәвәви у алаһидә физикилиқ-химиялиқ хусусийәтләргә егә. Униң базисида сенсорлуқ экранларни, әвришим электронлуқ әсвапларни ясашқа болиду (265 суүр). Микроэлектроникиниң келәчиги – графен, электронлуқ схемиларниң элементлирини графен асасида ясайдиған болиду, компьютерләрдә ишләп чиқирилидиған әхбаратниң һәҗими гигагерцтин терагерцқичә өсүду.

**Энергетика**. Нанотехнологияләр асасида спектрниң инфрақизил бөлүгидә энергияни жутудиған күн элементлири ясалди. Кичиккинә квадрат спираль шәклидики металл наноантеннилар пластмасса пластинисиға (подложка) йеқилиду. Мундақ түзүлминиң ПИК-и 80 %-қа йетиду, стандартлиқ күн батареялириниң ПИК-и пәқәт 20 %. Йәр билән жутулған Күн энергиясиниң бир бөлүги Күн олтарғандин кейин бирнәччә саат бойи интенсив түрдә шола чиқириду; наноантеннилар инфрақизил шола чиқиришқа сәзгүч вә аддий күн батареялириға қариғанда узақ ишләйду.

**Тапшурма**

Алимлар пластинидин графен қәвитини қандақ бөлүп алғанлиғини ениқлаңлар?



***264-сүрәт.** А. Гейм алиқинидики графенлиқ транзистор*

***265-сүрәт.** Графенлиқ әвришим экрани бар Samsung телефонлар*

***266-сүрәт.** Графенлиқ күн элементлири*

Графендин ясалған күн батареялири кремний батареялири билән селиштурғунда үнүмлүк, қелинлиғи қәғәз варидиғидәк болиду *(266-сүр)*.

Энергия жиққучиларни тәйярлашта чоң перспективилар пәйда болди. Кремний нанотални қлири, шуниң билән биллә графен асасида ясалған зарядлиқ түзүлмилириниң сиғдурушлиғи бир нәччә һәссә өсүду. Зарядлаш вақти 16 сек-тин ашмайдиған графенлиқ аккумулятор автомашиниға 1000 км йолни қайтидин зарядлимай жүрип өтүшкә мүмкинчилик бериду. Нанокомпозитларниң ионлуқ өткәзгүчлиги арқилиқ миниатюрилиқ әвришим батареялирини ясашқа қол йәткүзди. Көпчиликниң нәзәри қайтидин ионисторларға – супер конденсаторларға бөлүнди, нанотехнологиялар ярдими билән улар адәттики аккумуляторларни алмаштурди (267 сүр). Суперконденсаторларниң артуқчилиқлиғи – зарядлиниш үчүн санақлиқ секундлар һажәт, конденсатор сиғдурушлиғи аккумулятор сиғдурушлиғидин бир нәччә һәссә ошуқ.

***267-сүрәт.*** *Ионистор – сиғдурушлиғи 3000 Ф суперконденсатор*

**Медицина.** Электроникиниң утуқлири билән биргә биологиялиқ вә медицинилиқ билимниң бирикиши нанотехнологиялар билән наноматериалларни пайдилинип, адәмниң яки жаниварниң тән-саламәтлигини тәкшүрәш үчүн микроэлектронлиқ түзүлмиләр (чиплар) ясашқа мүмкинчилик бериду.

Келәчәктә нанозәрриләр организмниң зәхимләнгән бөлүгигә дориларни йәткүзүш қурали ретидә пайдилиниду. Келәчәктә графен медицина саһасида – супер мустәһкәм имплантатлар кәң қоллинишқа егә болиду.

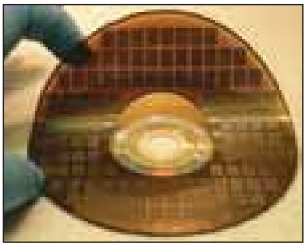
**Бу қизиқ!**

Sunvault Energy компанияси сиғдурушлиғи 10 миң фарад болидиған аләмдики әң йоған графенилиқ суперконденсатор қурди. Графенлиқ суперконденсаторлар – *бу энергияни* жиғиш облусида революциялик йеңилиқларни ачти. Қиммәт әмәс күн панельлири билән биргә графенлиқ конденсаторлири миллионлиған адәмләргә электр билән тәминләш системилиридин энергетикилиқ мустәқил болушиға мүмкинчилик бериду.

**Қурулуш.** Һак таш билән графен асасидики имарәтләрниң фасадлириға беғишланған боюғучи материаллар, тамларни атмосферилиқ тәсирләрдин вә температуриниң өзгиришидин сақлайду. Апәтлик жағдайларда қурулушни пайдилиништа униң бузулуши минимал болиду. Мәһкәмлиги бойичә алаһидә конструкциялар: трослар, кабельлар вә имарәтләрниң балкилиқ элементлири классикилиқ қурулуш материаллири билән биргә қолланғанда таң қаларлиқ имарәтләрни қурушқа мүмкинчилик бериду.

**Бу қизиқ!**

Sunvault компанисидә аддий CD-дискиға графит сиспенциясиниң порциясини қуюш арқилиқ графен елинди. Униңдин кейин диск DVD- электромеханикилиқ түзүлмисигә ( DVD -привод) селинди (*268-сүр*). Дискини мәхсус программа бойичә лазер билән көйдәрди. Фирма графенлиқ энергия жиққучиларни 3D-принтерда бесип чиқириш усули арқилиқ тәйярлашқа болидиған мүмкинчиләрни издәш үстидә.



***268.*** *CD-дискида графен ишләп чиқириш*

**Нәзәр селиңлар!**

– Графен оксиди паскинлашқан судин радиоактивлик маддиларни чапсан чиқириду. Графен оксидиниң қанатлири (хлопья) тәбиий вә сүнъий радиоизотоплар билән чапсан бағлинишиду вә уларни каттиқ маддиларға түрләндүрип конденсацияләйду.
– Графенни суни сүзүш, деңиз сүйини тузсизландуруш үчүн қоллинишқа болиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Нанотехнологиялар дегинимиз немә?
2. Нанотехнологияниң асасий вәзипилири?
3. Қандақ материаллар «наноматериаллар» дегән атаққа егә болди?
4. Наноматериалларни қандақ усул билән елишқа болиду?
5. Графен дегинимиз немә?
6. Наноматериалларни әмәлиятта қоллинишқа мисаллар кәлтүриңлар .

## Көнүкмә 45

1. Интернет торидики материалларни пайдилинип, графенниң хусусийәтлири билән қоллиниш саһасини көрситиш арқилиқ «паспортини» қураштуруңлар. Графенниң хусусийәтлири бойичә униңға қандақ материалар йеқин?
2. Графенниң физикилиқ хусусийәтлири җәдвалда берилгән. Керәклик мәлуматларни пайдилинип, диаметри 1 нм, узунлуғи 1 мкм нанонәйчиниң массисини ениқлаңлар. Нәйчини үзүш үчүн һаҗәт күчни баһалаңлар .

| | |
|---|---|
| **Решеткиниң турақлиғи** | 0,246 нм |
| **Бәтлик зичлиғи** | 0,77 мг/м$^2$ |
| **Юнг модули** | 1 ТПа |
| **Иссиқлиқ өткүзгүчлүк** | $5{,}1 \cdot 10^3$ Вт/(м·К) |
| **Оптикилиқ өткүрлиги** | 0,977 |

## Иҗадий тапшурма

1. Мавзулар бойичә ppt-презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
   1. Медицинидики нанотехнологиялар.
   2. Наноматериалларни елишниң физикилиқ, химиялиқ вә биологиялиқ усуллири.
   3. Нанонәйчиниң хусусийәтлири вә уларни қоллиниш.
2. «Өй шараитидә графенни қандақ елишқа болиду?» мавзусиға фото- яки видеоролик арқилиқ чевәрлик саатини (мастер-класс) тәйярлаңлар

## Суни тазилаш вә тузсизландуруш үчүн графенлиқ фильтр

Бирқатар алимлар суни чапсан тазилайдиған фильтрларни ясаш үчүн графенни пайдилинишни тәклип қилиду. Графенлиқ мембранининң артуқчилиғи униң қелинлиғи тәхминән 0,3 нм болишта, бу суни тазилаш җәриянини чапсанлитишқа, шундақла, деңиз сүйини тузсизландурушқа мүмкинчилик бериду. Шундақ қилип, графенлиқ фильтри – деңиз сәяһәтлиридә вә сәпәрлик шараитларда пайдилиқ атрибут болуп һесаплиниду.

Бирақ мундақ жуқури технологиялик мембраниларни кәң қоллиниши йолида бир муһим тосалғулуқ бар: непиз материал житилип кетиши мүмкин, униңдин пәйда болған житиқлардин паскинлатқучилар өтүп кетиду. Массачусетс технологиялиқ институтиниң инженерлири химиялиқ тиндуруш нәтиҗисидә житиқларни полимерлар билән толтуруп, житиқларни әксигә кәлтүрүш усулини ойлап тапти, бирақ, һазирчә бу усул мембранининң һалитини вә тазилаш җәриянини турақлиқ тәкшүрәш вақтида лабораториялик шараитта ясаш үнүмлүктур.

Сент-Луистики Вашингтон университетиниң инженерлири целлюлоза билән графен оксидидин туридиған биопластина ясап чиқти. Пленка паскина яки тузланған су амбарлирини йепип, губкиға охшаш суни сиңириду, униңдин кейин Күн шолилириниң тәсиридин жуқарқи қәвәттә һоға айлиниду, туз билән арилашмилар фильтрда – пленкиниң төвәнки қәвитидә қалиду. Бактерияларни йоқитиш үчүн биопленкиға инженерлар графендин башқа нанотүзүлүмлик материалларни қошушни көзлиди. Һәр қандақ паскинланған мәнбәдин таза ичиш сүйини ишләп чиқириш үчүн пленкиниң сапасини яхшилаштуруш ишлири давамлашмақта *(269-сүр)*.

***269-сүрәт.*** *Суни тазилаш вә тузсизландуруш үчүн графенлиқ биопленка*

**Җавави қандақ?**

*Әгәр графенлиқ мембраниларни ишләп чиқириш җәрияни максимал аддий болғанда суни тазилаш вә тузсизландуруш технологияси қандақ өзгириши мүмкин?*

**Бу қизиқ!**

1974 жили япон физиги Норио Танигучи «нанотехнология» терминини бир микрондин аз өлчәмдики механизмларни тәсвирләш үчүн киргүзди.
1981 жили немис физиклири Герд Бинниг вә Генрих Рорер сканерләйдиған туннельлиқ микроскопни (СТМ) кәшип қилди, у атомлиқ дәрижидә маддини башқурушқа мүмкинчилик бәрди.
1985 жили бирикишләрниң йеңи класи – фуллерен ечилди, бу үчүн америкилиқ химик Роберт Керл, британлиқ химик Харольд Крото вә америкилиқ физик Ричард Смолли 1986 жили Нобель мукапитини алди.
1986 жили сканерләйдиған атомлуқ-күчлүк микроскоп тәкшүрәйдиған материалларниң түрлирини кәңәйтти.
1988 жили француз вә немис алимлири Альберт Ферт вә Петер Грюнберг беһәйвәт (гигант) магнитлиқ қаршилиқ эффектисини ачти, шуниңдин кейин магнитлиқ нанопленкилар вә наносимлар магнитлиқ йезиш түзүлмилирини ясаш үчүн пайдиланди.
1991 жили япон тәкшүргүчиси Сумио Иидзима углеродлиқ нанонәйчиләрни кәшип қилди.
1998 жили голландия физиги Сиз Деккер нанонәйчиләр асасида дәсләп транзисторни кәшип қилди.
2004 жили Сиз Деккер углеродлиқ нанонәйчиләрни ДНК билән бириктүрип, бионанотехно логияларни тәрәқий әткүзүшниң башланмилириниң асасини салди.
2004 жили рус физиклири: нидерланд гражданини А.К. Гейм вә британ гражданини К.С. Новоселов йеңи графен материалини ачти, униң хусусийәтлирини тәкшүргини үчүн 2010 жил Нобель мукапитигә муйәссәр болди.

## 11-бап йәкүни

### Глоссарий

**Графен** – углерод атомлиридин ясалған интайин непиз қәвәт, қелинлиғи – 1 атом
**Нанотехнология (НТ) –** маддиларниң бәлгүлүк бир хусусийәтлирини елиш мәхситидә атомлуқ яки молекулилик дәрижидә манипуляцияләш усуллириниң жиғиндиси.
**Наноматериаллар –** геометриялик өлчәмлири кам дегәндә бир өлчәмдә 100 Нм-дин ашмайдиған, наномасштаблик өлчәмлириниң асасида сапалиқ йеңи хусусийәтләргә егә болидиған материаллар.

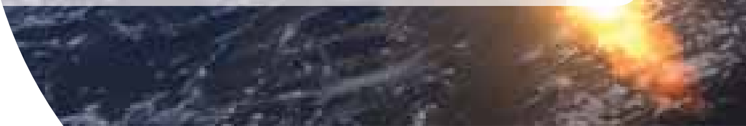
12-БАП

# КОСМОЛОГИЯ

Алимларниң пәрәз қилиши бойичә Аләм 14 миллиард жил бурун Чоң партлиништин кейин пәйда болған. Бизниң Аләм тоғрилиқ билимимиз жилдин жилға өсүп келиду. Йәрдики вә космослуқ телескоплар Аләмниң сирлирини йешишкә мүмкинчилик беридиған сигналларни: партлиниватқан юлтузларни, адәттин ташқири массивлиқ қара түнлүкләрни вә адәттин ташқири газ еқимини тиркәйду. XX әсирниң бешидин башлап телескоплар бизниң Галактикидин ташқири аләмни тонуп-билишкә мүмкинчилик бәрди. Аләмни толуқ тонуп-билиш мүмкин әмәс, униң йеши миллиард йүз жилдин ашиду вә көплигән галактикиларға толған. Космология – бу астрономияниң Аләмниң хусусийәтлири билән эволюциясини оқутидиған бөлүм.

**Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:**

- юлтузларниң асасий спектрлик класини тәсвирләшни;
- «көрүнидиған юлтузлуқ миқдар» вә «абсолют юлтузлуқ миқдар» чүшәнчилирини пәриқ қилишни;
- көрүнидиған вә абсолют юлтузлуқ миқдарларни ениқлаш үчүн формулини қоллинишни;
- Күнниң шола чиқиришини характерләш үчүн Стефан – Больцман вә Вин қанунлирини қоллинишни;
- юлтузлар эволюциясини чүшәндүрүш үчүн Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қоллинишни;
- адәттин ташқири йеңи юлтузларниң, нейтронлуқ юлтузларниң вә қара түнлүкләрниң хусусийәтлирини тәсвирләшни;
- ариliқни ениқлаш үчүн «стандартлиқ шамлар» усулини қоллинишни тәсвирләшни;
- һәртүрлүк галактикиларниң вә квазарларниң түзүлиши;
- Аләмниң иштиклиши вә қараңғу энергия әтрапидики талашларни музәкирә қилишни;
- астрономиялиқ байқашларниң мәлуматлириға асаслинип Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ гипотезиларни пикир қилишни;
- Хаббл қануни пайдилинип Аләмниң йешини баһалашни билишни;
- микродолқунлуқ фонлиқ шола чиқириш тоғрилиқ мәлуматларни пайдилинип, Чоң йерилиш нәзәрийәсини чүшәндүрүшни үгинисиләр



# § 46. Юлтузлар дунияси. Юлтузларғичә болған арилиқ. Өзгиридиған юлтузлар

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *юлтузларниң асасий спектрлик класини тәсвирләшни;*
- *«көрүнидиған юлтузлуқ миқдар» вә «абсолют юлтузлуқ миқдар» чүшәнчилирини пәриқ қилишни;*
- *көрүнидиған вә абсолют юлтузлуқ миқдарларни ениқлаш үчүн формулини қоллинишни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

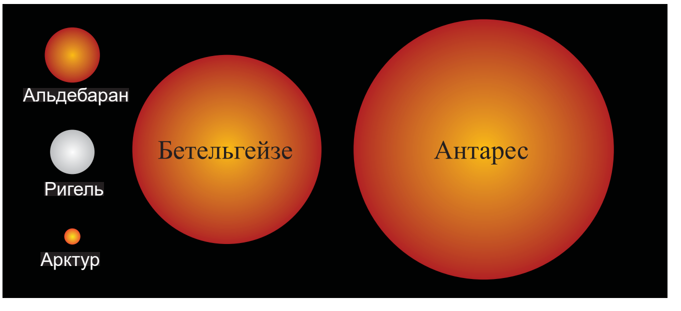
1. *Буруңқи вақитларда юлтузларниң орунлишиши тоғрилиқ қандақ чүшәнчә болди?*
2. *Юлтузни тоғра характерләш үчүн немишкә униңғичә болған арилиқни билиш керәк?*

**1-тапшурма**

1. Интернет яки ениқлима әдәбиятни пайдилинип, өлчими билән массиси бойичә Антаресниң Күндин нәччә һәссә чоң болидиғанлиғини ениқлаңлар?
2. Антарес Күндин қандақ жирақлиқта орунлашқан?

## I. Юлтузлар дунияси

XIX әсирниң оттурисида телескопларниң қувитиниң өсүшигә бағлиқ йеңидин юлтузлар көпләп ечилишқа башланди. 6-юлтузлуқ миқдарғичә юлтузлар сани тәхминән 6000, 11-юлтузлуқ миқдарғичә миллиондәк, 24-юлтузлуқ миқдарғичә болса тәхминән 2 миллиард. XIX әсирдә алимларниң пикирли бойичә юлтузларниң һәқиқий йоруқлиғи Күн билән охшаш, байқилидиған йоруқлиниши уларниң жирақлиғиға бағлиқ дәп саналди. Бу гипотезилар хата хуласиләргә елип кәлди, чүнки көплигән йоруқ юлтузларниң пақириши әмәлиятта Күнниң йоруқлиғидин ейтарлиқтәк ешип чүшиду *(270-сүр)*. Тәкшүрәшләрдә вә юлтузларниң асасий характеристикилири: арилиғи, пақириши, рәңги, өлчими, массиси, йеши, түзүлиши бойичә бөлүш, юлтузларғичә болған арилиқни ениқлаш мәсилиси йешишниң биринчи дәрижиси болди.




***270-сүрәт.*** *Юлтузларниң массиси билән өлчими һәртүрлүк*

## II. Жиллиқ параллакс вә юлтузларғичә болған арилиқ

*Юлтузниң жиллиқ параллакси дегинимиз көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң оттура радиусини (a = 1 а.б.) юлтуздин көрүшкә мүмкин болидиған булуң*

Юлтузғичә болған арилиқ қанчә көп болса, униң параллаксиму аз болиду. Әгәр юлтуз эклиптика полюслирида орунлашса, у чағда униң паралакслиқ силҗиши бир жил ичидә кичик эллипс яки чәмбәр бойи билән жүриду *(271-сүр)*. Параллакс бәлгүлүк болғанда юлтузғичә болған арилиқ төвәндики формула билән ениқлиниду:

$$D = \frac{a}{\sin p},$$

буниңдики $a$ – йәр орбитисиниң чоң йерим оқи, $D$ – юлтузғичә болған арилиқ. Кичик булуңларда $p$ миқдари булуңлуқ секунда билән ипадиләнсә, у чағда параллакс синуси төвәндикигә тәң:

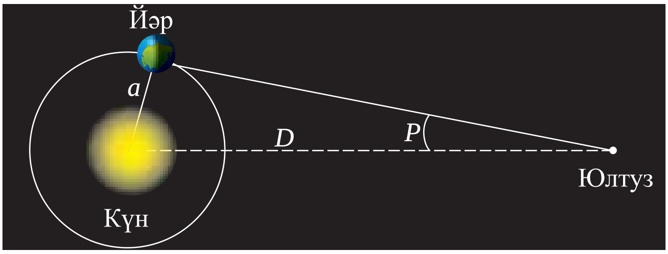
$$\sin p = \frac{p}{206265''},$$

у чағда, $a = 1$ *а.б.* қобул қилип, юлтузчиғә болған арилиқни тапимиз:

$$D = \frac{206265''}{p} \text{а.б.}$$

Мәсилән, $\alpha$-Центавр юлтузиғичә болған арилик $D = \frac{206265''}{0,75''} \text{а.б.} = 270000 \text{а.б.}$

*Йоруқ бу ариліқни 4 жил ичидә өтүду, Күндин Йәргичә болған арилиқни йоруқ шолиси 8 минутта, Айдин 1 сек-та йетиду.*




***271-сүрәт.*** *Юлтузниң жиллиқ параллакси*

*Йоруқниң бир жилда өтүдиған арилиғини йоруқ жили дәп атайду.*

Бу бирлик парсек (пк) билән баравәр юлтузғичә болған арилиқни өлчәш үчүн қоллинилиду.

**Парсек – көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң чоң йерим оқи 1″ булуң билән көрүнидиған арилиқ .**

*Парсек билән берилгән арилиқ секундлиқ доға билән ипадиләнгән жиллиқ параллаксниң әкси миқдариға тәң.*

Мәсилән, $\alpha$-Центавр юлтузиғичә болған арилик $0,75'' = \left(\frac{3}{4}\right)''$, яки 4/3 пк тәң.

**1 парсек = 3,26 йоруқ жили = 206 265 а.б. = 3 · $10^{13}$ км.**

Жиллиқ параллаксни өлчәш арқилиқ 100 пк-тин яки 300 йоруқ жили арилиғидики юлтузларғичә болған арилиқни дәл ениқлашқа болиду.

### Бу қизиқ!

Вега юлтузиниң бир жиллиқ паралаксини өлчәшни дәсләп 1837 жили рус академиги В.Я. Струве әмәлгә ашурди. Кейинәрәк йени икки юлтузниң паралакси ениқланди, уларниң бири $\alpha$-Центавр болди. Бу юлтуз бизгә йеқин орунлашқан, униң жиллиқ параллакси $p$ = 0,75". Мундақ булуң билән 280 м арилиқтики қелинлиғи 1 мм симни қуралсиз көрүшкә болиду.

### 2-тапшурма

1. 1 рад-ға тәң булуңниң мәнасини булуңлуқ секундта ипадиләңлар.
2. 4 жил ичидә йоруқ $\alpha$-Центаврдин Күнгичә болған арилиқни өтүдиғанлиғини испатлаңлар.
3. Өлчәм бирликлириниң нисбитиниң дуруслиғини испатлаңлар
   1 пк = 3,26 йоруқ жили =
   = 206 265 а. б. = 3·$10^{13}$ км.

### Җавави қандақ?

1. *Немишкә юлтузларниң параллакслиқ силжишини байқаш қийин?*
2. *Немишкә жирақ юлтузларниң жиллиқ параллаксини өлчәш мумкин әмәс?*

## III. Юлтузларниң асасий характеристикилири

### Көрүнидиған вә абсолют юлтузлуқ миқдарлар. Юлтузларниң пақириши

Юлтузларниң көрүнидиған йоруқлиғи уларғичә болған арилиқ биләнла әмәс, шундақла уларниң пақирашлириниң һәртүрлүклиги биләнму пәриқлиниду.

***Юлтузниң пақириши L – бирлик вақит ичидә шолиланған энергия.***
**Юлтузниң пақириши – бу йоруқ энергиясиниң шолилиниш қувити.**

Пақираш Вт яки Күн йоруқлиниши бирлиги билән өлчиниду. Күн шолисиниң пақириши $3{,}86 \cdot 10^{26}$ Вт тәң.

Әгәр икки юлтузларниң пақириши охшаш болса, у чағда биздин жирақ орунлашқан юлтузниң көрүнидиған йоруқлиғи аз болиду. Қандақту бир стандартлиқ арилиқ үчүн юлтузлуқ миқдар дәп атилидиған көрүнүдиған йоруқликни һесаплап чиқарсақ юлтузларни пақириши бойичә селиштурушқа болиду. Бу арилиқ 10 пк дәп елиниду.

**Әгәр юлтуз биздин 10 пк арилиқта орунлашқан болса, униң көрүнидиған юлтузлуқ миқдари М абсолют юлтузлуқ миқдар дәп атилиду.**

1-миқдардики юлтузларниң йоруқлиғи 6-миқдардики юлтузлардин 100 һәссә артуқ дәп қобул қилинған, у чағда бир юлтузлуқ миқдарға пәрқи бар юлтузларниң көрүнидиған йоруқлиғи $\sqrt[5]{100} \approx 2,512$ һәссә пәриқлиниду. Икки юлтузниң көрүнәрлик йоруқлиғиниң нисбити уларниң көрүнәрлик юлтузлуқ миқдарлириниң айриминиң нисбити билән бағлиниш:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}, \qquad (1)$$

буниңдики $m_1$ вә $m_2$ – көрүнидиған юлтузлуқ миқдарлар.

(1) формулини пайдилинип, $D$ вә 10 парсекқа тәң $D_0 = 10$ пк арилиқта орунлашқан бир юлтузниң йоруқлиғи үчүн төвәндики нисбәтни язимиз:

$$\frac{I}{I_0} = 2,512^{M - m}, \qquad (2)$$

$M$ – абсолют юлтузлуқ миқдар, $m$ – көрүнидиған юлтузлуқ миқдар.

Юлтузларниң йоруқлиғи яки шола чиқириш интенсивлиғи униңғичә болған арилиқниң квадратиға экси пропорционал, шуниң үчүн төвәндики нисбәт орунлиниду:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{D_0^2}{D^2}. \qquad (3)$$

(2) вә (3) тәңлимилирини билләйешип, юлтузғичә болған арилиқ һәм униң параллакси билән абсолют вә көрүнидиған юлтузлуқ миқдарлар арисидики бағлиниш формулилирин тапимиз :

**Жавави қандақ?**

*Немишкә астрономийидә абсолют юлтузлуқ миқдар чүшәнчиси киргүзилди?*

**3-тапшурма**

1. Күнниң абсолют миқдари 5-кә тәң екәнлигини испатлаңлар. Көрүнидиған юлтузлуқ миқдарни *m* = –26,6 дәп елиңлар.
2. Алтун Белиқ юлтузиниң *S* пақиришини ватта һесаплаңлар.

$$M = m + 5 - 5 \cdot \lg D \qquad (4)$$

яки

$$M = m + 5 + 5 \cdot \lg p. \qquad (5)$$

Күн үчүн $M = 5$, демәк, 10 пк ариликта Күн 5-миқдардики юлтуз ретидә көрүниду. Абсолют юлтузлуқ миқдариниң мәнаси бойичә Күнниң пақираш бирлигидә юлтузниң пақиришини һесаплашқа болиду:

$$L = 2{,}512^{5-M}. \qquad (6)$$

Тәҗрибиләр юлтузларниң пақириши бир-биридин онлиған миллиард һәссә пәриқлинидиғини көрсәтти. Юлтузлуқ миқдарларда бу пәриқ 26 бирликкә йетиду.

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә юлтузларниң спектри һәртүрлүк?*
2. *Юлтузларниң шола чиқириш спектри бойичә немини ениқлашқа болиду?*

Пақириши наһайити жуқури юлтузларниң абсолют миқдарлири сәлбий вә $M = -9$ мәнисиғичә йетиду. Мундақ юлтузлар гигантлар вә адәттин ташқири гигантлар дәп атилиду. Алтун Белиқ юлтузиниң $S$ шола чиқириши Күнниң шола чиқиришидин 500 000 һәссә қувәтлик, униң пақириши $L$ = 500 000 Күн пақиришиға тәң. Әң аз шола чиқириш қувити абсолют юлтузлуқ миқдарлири $M$ = +17 болидиған карлик юлтузларға тән вә уларниң пақириши $L$ = 0,000013 Күн пақиришиға тәң.

## IV. Юлтузларниң рәңги, спектрлири вә температуриси

Юлтузлар һәртүрлүк рәңләргә егә. Бу шола чиқириш спектрида энергияниң тәхсимлиниши бойичә юлтузларниң температурисини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Селиштурма соғ юлтузларда спектрниң қизил облусида шола чиқириш бесим. Температуриси 3000 К-ға болған $M$ кластики соғ қизил юлтузларниң спектрлирида аддий икки атомлиқ молекулиларниң жутилиш йоллири (көпинчә титан оксиди) көрүниду. Башқа қизил юлтузларниң спектрлирида углерод оксиди яки цирконий бесим. Антарес, Бетельгейзе – $M$ класиниң биринчи миқдарлиқ қизил юлтузлири.

$G$ кластики сериқ юлтузларниң спектрлиридики (бәттики температуриси 6000 К болидиған Күн ятиду) металларниң: төмүр, кальций, натрий инчик сизиқлири бесим. Спектри, рәңги вә температуриси бойичә Күнгә охшайдиған юлтузниң түри Һарвукәш топ юлтузидики йоруқ Капелла болуп тепилиду.

Сириус, Вега вә Денеб охшаш $A$ кластики ақ юлтузларниң спектрлирида водород сизиқлири күчлүк. Ионланған металларниң күчсиз көп сизиқлири бар. Мундақ юлтузларниң бәтки температуриси тәхминән 10 000 К тәң.

Тәхминән 30 000 К температуридики әң иссиқ, һава рәң юлтузларниң спектрлирида нейтрал вә ионланған гелийниң сизиқлири көрүниду.

Көплигән юлтузларниң температуриси 3000 К-дин 30 000 К-ғичә ариликта болиду. Бәзи бир юлтузларниң температуриси 100 000 К йетиду.

Шундақ қилип, юлтузларниң спектрлири бир-биридин қаттиқ пәриқлиниду. Спектри бойичә юлтуз атмосферисиниң химиялиқ тәркиви билән температурисини ениқлашқа болиду. Шола чиқиришниң спектрлирини тәкшүрәш барлиқ юлтузларниң атмосферилирида бесим элементлири водород вә гелий болуп тепилидиғанлиғини көрсәтти. Юлтузлуқ спектрларниң пәрқи уларниң химиялиқ тәркивиниң һәртүрлүлиги билән әмәс, юлтузлуқ атмосферидики температура билән башқиму физикилиқ шараитләрниң пәриқлиниши билән чүшәндүрилиду. Бир химиялиқ элементиниң атомлири билән ионлириниң жутилиш сизиқлириниң интенсивлиғини селиштуруш арқилиқ уларниң нисбийлик мөлчәрини нәзәрийәвий түрдә ениқлайду. Юлтуз спектрлириниң қара сизиқлири бойичә атмосфериниң температурисини ениқлашқа болиду.

## V. Өзгәрмә җүп юлтузлар. Юлтузларниң массилири билән өлчәмлири

Әгәр җүп юлтуз үчүн һәрбир юлтузниң орбитисини вә униң айлиниш периодини баһалисақ, у чағда Кеплер қанунлири билән сақлиниш қанунлирини пайдилинип юлтузларниң массисини һесаплашқа болиду.

Көп тәкшүрилгән системилар спектраллиқ-җүп юлтуз болуп тепилиду, уларни $\beta$ Персейниң типлиқ нами ейтилиши бойичә өзгәрмә җүп яки Алгольм дәп атайду. Җүп юлтузниң пақириши умумий массилар центрини айлинип һәрикәтләнгәндә җүп юлтузлар бир-бирини новәт билән япқанда өзгириду. Пақирашниң әгирлиги вақитниң өтүшигә бағлиқ өзгиришини анализ қилиш юлтузларниң өлчәмлири билән йоруқлиғини, орбитиниң өлчәмлирини, униң шәклини вә көрүш шолисиға болған янтулиғини, шундақла юлтузларниң массисини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Мошу күнгичә ялғуз юлтузниң массисини ениқлашниң уддул усули йоқ, адәттә, объектини рәңлири вә спектралллиқ класси бирдәк болған юлтузлар билән селиштуруп, охшаш баһасини бериду.

Юлтуз радиуслирини өлчәш вақтида бираз қийинчилиқлар пәйда болди. 1890 ж. америкилиқ-экспериментатор А. Майкельсон асторономиялиқ мәхсәтләр үчүн интерферометрни пайдилинишни тәклип қилди. Идеяниң мәнаси: чекитлик мәнбәдин чүшидиған йоруқ икки йочуқтин өтүп, экранда интерференциялиқ көрүнүш пәйда қилиду. Әгәр чекитлик мәнбә булуңлуқ өлчәмгә егә болса, у чағда йочуқлар арисидики бәлгүлүк бир ариliқта интерференциялиқ көрүнүш бузилиду. Йочуқлар арисидики арилиқ билән йоруқ долқунининң узунлуғи арқилиқ юлтузниң булуңлуқ диаметрини ениқлашқа болиду, униңдин кейин юлтузғичә бәлгүлүк болған арилиқ вә тригонометрия қаидисини пайдилинип, униң радиусини тепишқа болиду.

Тутулидиған җүп юлтузлири үчүн йәнә бир мүмкинчилик бар. Әгәр компонентларниң орбитилиқ илдамлиқлирини ениқлаш мүмкин болса, у чағда радиусни тутулишниң узақлиғи бойичә баһалайду. Усулниң қолайлилиғи юлтузларниң радиуслирини юлтузғичә болған арилиқни алдин-ала ениқлимай өлчәшкә болиду.

### Җавави қандақ

*Немишкә спектраллиқ спектраллиқ-җүп юлтузлар көп тәкшүрүлгән.*

### 4-тапшурма

1. Параграфниң V вә VI бөлүмлирини оқуп, өзгәрмә юлтузларниң түрлүрини ейтип бериңлар. Немишкә уларни өзгәрмә дәп атайду, юлтузлар билән (юлтузлар ичидә) қандақ процесслар болиду?
2. Өзгәрмә юлтузлар қатариға қошидиған башқиму юлтузлар барму? Уларниң йоруқлинишиниң өзгириш сәвәплири?
3. IV бөлүмдә берилгән мәлуматлар бойичәГенриетта Суон Ливитт формулисини пайдилинип $\delta$ Цефеяғичә болған арилиқни ениқлаңлар.

## VI. Цефеидлар – өзгәрмә юлтузлар. Жирақ юлтузларғичә болған арилиқни ениқлаш усуллири

Цефеидлар өз намини типлиқ вәкили $\delta$ Цефей юлтузидин алди. Цефеидлар он минуттин бирнәччә онлиған суткиғичә болған вақитта 1,5 юлтузлуқ миқдардин ашмайдиған пақирашниң өзгириш амплитудилири билән характерлиниду. Юлтузғичә болған арилиқни ениқлаш үчүн пульсация периоди билән юлтуз пақиришиниң арисидики бағлиқлиғи пайдилиниду. $\delta$ Цефейниң пақиришиниң өзгириш периоди 5,37 суткини тәшкил қилиду, пақирашниң өзгириш амплитудиси 3,7-4,6 юлтузлуқ миқдарлар арисида тәвриниду. Пақирашниң өзгириш периоди уддул

байқашлар билән ениқлиниду. Цефеидниң пақиришиниң өзгириш периоди Р сутка билән М абсолют юлтузлуқ миқдар арисидики бағлинишлиқ төвәндикидәк:

$$<M> = a \cdot \lg P + b,$$

буниңдики $<M>$ – цефеидниң оттура абсолют юлтузлиқ миқдари, $a$ вә $b$ мәналири спектрлиқ диапазонға бағлиқ, мәсилән, спектрниң көрүнидиған облуси $a = –2{,}87$ вә $b = –1{,}01$.

Гарвард түлиги, америкилиқ астрономи Генриетта Суон Ливитт 2400-дин ошуқ өзгәрмә юлтузларни ачқан, М цефеидниң абсолют юлтузлуқ миқдарини униң Р периоди билән бағлаштуридиған формулини хуласиләп чиқарди:

$$M = -2{,}78 \cdot \lg P - 1{,}35. \qquad (7)$$

Пақирашниң өзгириш периоди бойичә абсолют юлтузлуқ миқдарни ениқлап, (4) формула бойичә цефеидкичә болған ариліқни ениқлашқа болиду.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Жиллиқ параллакс дегинимиз немә?
2. Юлтузғичә болған ариліқни жиллиқ параллакс бойичә қандақ ениқлайду?
3. Ариліқни өлчәш үчүн астрономияда қандақ миқдарлар қоллинилиду?
4. Цефеид дәп аталған юлтузларниң хусусийити? Астрономлар цефеидлар бойичә немини ениқлайду?
5. Юлтузларниң һәқиқий пақиришини қандақ ениқлайду?

## Көнүкмә 46

1. Сириусниң көрүнидиған йоруқлиғи Альдебаран юлтузиниң көрүнидиған йоруқлиғидин нәччә һәссә артуқ екәнлигини ениқлаңлар. Күнниң йоруқлиғи Сириус юлтузиниң йоруқлиғидин көпму? Сириус юлтузиниң көрүнидиған юлтузлуқ миқдари $m = –1{,}46$, Альдебаран юлтузи үчүн $m = –0{,}641$, Күн үчүн $m = –26{,}7$.
2. Биринчи юлтуз иккинчи юлтуздин 16 һәссә йоруқ. Уларниң юлтузлиқ миқдарлириниң айирими немигә тәң?
3. Веганиң параллакси 0,11 тәң. Униң йоруғи Йәргә қанчә вақитта йетиду?
4. Вега икки һәссә йеқин болуш үчүн Лира топ юлтузиға қарап 30 км/сек илдамлиқ билән қанчә жил учиши керәк?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Юлтузниң пәйда болуши, тәрәққий етиши вә өчиши. Ақ карликларниң вә қара түнлүкләрниң сирлири.
2. Юлтузлар энергияси.
3. Йеңи вә адәттин ташқири йеңи юлтузлар – өзгәрмә юлтузлар.
4. Пульсарлар.

# § 47. Күн–Йәр бағлиниши

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Күнниң шола чиқиришини характерләш үчүн Стефан – Больцман вә Вин қанунлирини қоллинишни үгинисиләр.*

**Жавави қандақ?**

1. *Юлтузлар билән планетиларниң пәрқи немидә?*
2. *Юлтуз чиқиридиған энергияниң мәнбәси немә?*
3. *Немишкә юлтузларниң рәңги һәртүрлүк?*
4. *Немишкә Күнниң актив периодида Йәрдә магнитлиқ боранлар пәйда болиду?*

**1-тапшурма**

Интернет материаллирини қоллинип, массиси, радиуси, һәжими, оттура зичлиғи көрситилгән Күнниң "паспортини" қураштуриңлар. Күнниң түзүлишини вә униң химиялиқ тәркивини, атмосферисини тәсвирләңлар

**2-тапшурма**

1. Вин қануни асасида Күнниң бәтки температурисини ениқлаңлар.
2. Күнниң пақиришини ениқлаңлар. T = 6000 K, $r = 7 \cdot 10^8$ м.
2. Йәр бетиниң1 $м^2$ мәйдани билән жутилған Күн шолисиниң энергиясиниң үлүшини ениқлаңлар.

## I. Күн – планетарлиқ системиниң юлтузи, химиялиқ тәркиви

Күн – Күн системисиниң ялғуз юлтузи. Күн әтирапида мошу системиниң башқа объектилири айлиниду: сәйярилар вә уларниң һәмралири, астероидлар, метеоритлар, кометилар вә космослуқ тозаң. Күнниң массиси барлиқ Күн системисиниң массисиниң қошундисиниң 99,866 % тәшкил қилди. Күн 73 % водородтин, 25 % гелийдин вә 2 % башқа элементлардин: төмүр, никель, кислород, азот, кремний, сера, магний, углерод, неон, кальций вә хромдин ибарәт.

## II. Күнниң шола чиқириши

Күнниң шола чиқириши электромагнитлиқ долқун түриду болиду, униң чапсанлиқ диапазони радиодолқунлардин башлап, $\gamma$-шолиғичә қурайду, шола илдамлиғи $= 3 \cdot 10^8$ м/сек. Спектрниң көрүнидиған бөлүгидики шола чиқириш, барлиқ шола чиқиришниң тәхминән 48 % тәшкил қилиду. Инфрақизил диапазонида шола чиқириш арқилиқ Күн тәхминән 45 % энергия чиқириду, радиодолқунлар билән жуқарқи чапсанлиқтики диапазонда ультрагүлнәпшә рентген вә гамма-шолилар чиқириду, улар шола чиқиришниң 7 % мувапиқ келиду. Күн шолисиниң максимуми 480 нм долқун узунлуғидики сериқ-йешил рәңгә мувапиқ келиду.

***Юлтузларниң пақириши*** – һәртүрлүк типтики юлтузларни өзара селиштурушқа мүмкинлик беридиған әһмийәтлик юлтузлуқ характеристикиларниң бири. Юлтуз бетиниң бирлигидин шола чиқириш қувитиниң бәлгүлүк мәнасидики пақираш төвәндики формула бойичә ениқлиниду:

$$L = R \cdot S\,,$$

бунинддики $L$ – юлтузниң пақириши, $R$ – бәтлик мәйдан бирлигидин чиқирилидиған шолилиниш қувити, $S$ – Күн бетиниң мәйдани. Стефан – Больцман қанунини вә шар бети мәйданиниң формулисини пайдилинип, алимиз:

$$L = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2\,,$$

бунинддики $r$ – юлтуз радиуси, $T$ – униң фотосферисиниң температуриси, $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ \dfrac{Вт}{м^2 K^4}$ – Стефан–Больцман турақлиғи.

*Пақираш – шола чиқириш мәнбәсиниң қувити.*

## III. Күн активлиғи

Барлиқ чапсанлиқлардики шолилинишиниң қувити Күн активлиғиға бағлиқ, униң цикллиғи 11 жилни тәшкил қилиду. 1761 ж. байқалған циклларға шола чиқириш активлиғи максимумдин башлап рәтлик номерлар тиркәлгән. 272-сүрәттә Москвадики энергетикилиқ үнүмлик мәсилилири институтиниң илмий-тәкшүрәш лабораториясиниң Күн активлиғиниң төрт цикли XX-XXIII арилиғидики тәкшүрәш нәтиҗилири тәклип қилинған. Күн активлиғиниң санлиқ көрсәткүчиси Вольф сани болуп тепилиду, у мошу юлтуз бетидики Күн дағлириниң саниға бағлиқ.

***272-сүрәт.*** *Күн активлиғиниң он бир жиллиқ цикли*

Алмутидики Тянь-Шань астрономиялиқ обсерваториясиниң «Орбита» радиополигонида 12 метрлик спутниклиқ системиси орунлаштурилған, у Күнниң радиошола чиқиришларни вә униң активлиғини тиркәйду (*273-сүр*). Барлиқ елинған мәлуматлар «Қазгидромет» яки «Роскосмосқа» магнитлиқ боранлар тоғрилиқ адәмләрни хәвәрләндүрүш үчүн әвитилиду. Адәттә магнитлиқ боранлар адәмләрниң тән-саламәтлиги билән хуш кәйпиятиға тәсир қилиду. Улар артериялиқ гипертония вә гипотония билән, жүрәк ағриқлири билән ағрийдиған адәмләргә хәтәрлик.

**Бу қизиқ!**

Қазақстанда астрофизикилиқ тәкшүрәшләрниң башлиниши 21.09.1941 ж, толуқ тутулиши билән бағлиқ болди. Алмутиға Москва вә Ленинград обсерваториялиридин 7 экспедиция кәлди. Мошу жили байқашлар үчүн елип кәлгән астрономиялиқ вә физикилиқ җабдуқлар асасида Алмутида астрономия, физика вә геофизика ИТИ уюштуруш тоғрилиқ йешим қобул қилинди. Институтни қуруш билән тәрәққий әткүзүшкә Қ. Сәтпаев – Қазақ КСР Илим Академиясиниң алими вә биринчи президенти коллиди.

**Җавави қандақ?**

*Вин қануни бойичә һесаплап елинған Күн температурисиниң вә термоядролуқ реакция болидиған температуриниң ейтарлиқтәк пәрқини қандақ чүшәндүрүшкә болиду?*

**3-тапшурма**

Күнниң «паспортини» юлтузниң һәрбир қәвитиниң вә униң атмосферисиниң физикилиқ характеристикилири билән толуқтуриңлар: температурини, қисимни вә иссиқлиқ бериш усулини көрситиңлар.

**Бу қизиқ!**

Күн шолиси Йәргә

$$t = \frac{l}{c} = \frac{150000000\ \text{км}}{300000\ \frac{\text{км}}{\text{сек}}} = 500\ \text{сек} \approx 8,3\ \text{мин}$$

вақит арилиғида йетиду. Күнниң барлиқ қәвәтлири арқилиқ термоядролуқ реакцияларниң энергияси униң бәтки қәвитигә өтүши үчүн тәхминән 1 миллион жил һаҗәт.

***273-сүрәт.*** *Тянь-Шань обсерваториясидики радиотелескоп, Алмута шәһири*

## IV. Күн-Йәр бағлиниши

Күн – бизниң планетида һаят кәчүриш вә тирикчилик қилиш үчүн, униңсиз мүмкин болмайдиған иссиқлиқ билән йоруқ мәнбәси. Күнниң шола чиқириши вә Йәр оқиниң эклиптика тәкшилигигә болған янтулиғи Йәрдики климатни вә жил мәзгиллириниң алмишишини ениқлайду. Йәр Күн шолисидин келидиған шола чиқиришниң һаҗәтлик дәриҗисини вә Йәр бетидики температурини тәминләйдиған йоруқ билән иссиқлиқнила әмәс, шундақла ультрагүлнәпшә вә рентген шолилинишиниң, Күн шамилиниң, космос шолилириниң тәсиригә учирайду.

Күн билән Йәрдә өтүватқан көплигән һадисиләрниң синхронлиғи уларниң өзара бағлиниши бар дегән ойға елип келиду. Өткән әсирниң 60-жиллириниң бешида автоматлиқ планета арилиқ станцияси ярдими билән уддул өлчәш йоли билән Күн шамилиниң болушини эксперименталлиқ түрдә испатлиди.

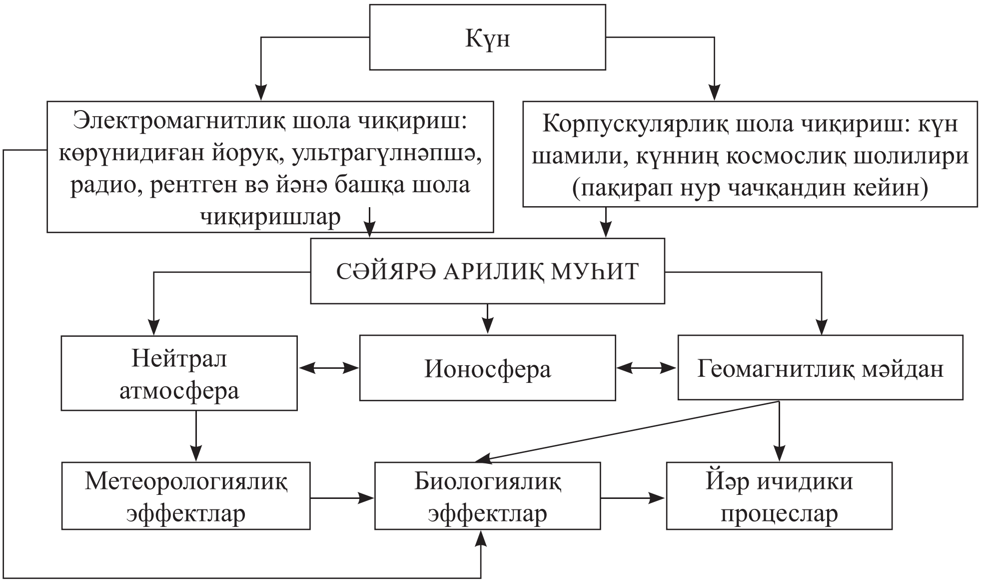
*Күн шамили (инглиз тилидин. Solar wind) – ионланған зәррилəр еқими, асасий гелий-водородлиқ плазмилар, 300-1200 км/сек илдамлиқ билән қоршиған космос*

**Бу қизиқ!**

Күн-Йәр бағлинишлири тоғрилиқ чүшәнчә пәйдин-пәй, айрим молҗамлар билән ечилишлар асасида жиғилди. Шундақ қилип, XIX әсирниң ахирида норвегиялиқ физик В.О. Биркеланд долқунлуқ шола чиқириштин башқа, Күнму зәррилəр чиқириду дәп молҗалиди. 1915 ж рус А.Л. Чижевский Күндики дағлар санининң өсүши билән Йәрдики бәзи бир эпидемияларниң тәрәққий етиши арисидики цикллиқ бағлинишқа көңүл бөлди.

**4-тапшурма**

1. Күнниң пақирап нур чачқандин кейин зәррилəр еқиминиң Йәр бетигә йетиш вақтини ениқлаңлар.
2. 274-сүрәттә схемилиқ түрдә тәсвирләнгән Күн-Йәр бағлинишидики вақиәләрниң пәйдин-пәйлигини чүшәндүрүңлар.




***274-сүрәт.*** *Күн-Йәр бағлинишидики вақиәләрниң пәйдин-пәйлиги*

*бошлуғиға Күн тажисидин ақидиған вә планета арилиқ муһитни тәшкил қилидиған асасий компонентлириниң бири болуп тепилиду.*

Зәрриләр еқими планета арилиқ бошлуқниң магнитосферида, нейтрал атмосферида, Йәр биосферисида вә гидросферисида өзгиришләр пәйда қилиду. Бу һадисиләрни оқуп-үгиниш Күн-Йәр бағлиниши мәсилисиниң мәнасини тәшкил қилиду.

*Күн-Йәр бағлиниши – бу гелио- вә геофизикилиқ жәриянлар арисидики уддул яки яндашма физикилиқ бағлинишлар системиси.*

**5-тапшурма**

Магнитосфера һалитиниң радиобағлиниш, транспорт, метеорология вә климатология, йеза-егилиги, биология, медицина саһалиридики жәриянлар билән технологияларға тәсирини растлайдиған мисаллар кәлтүрүңлар.

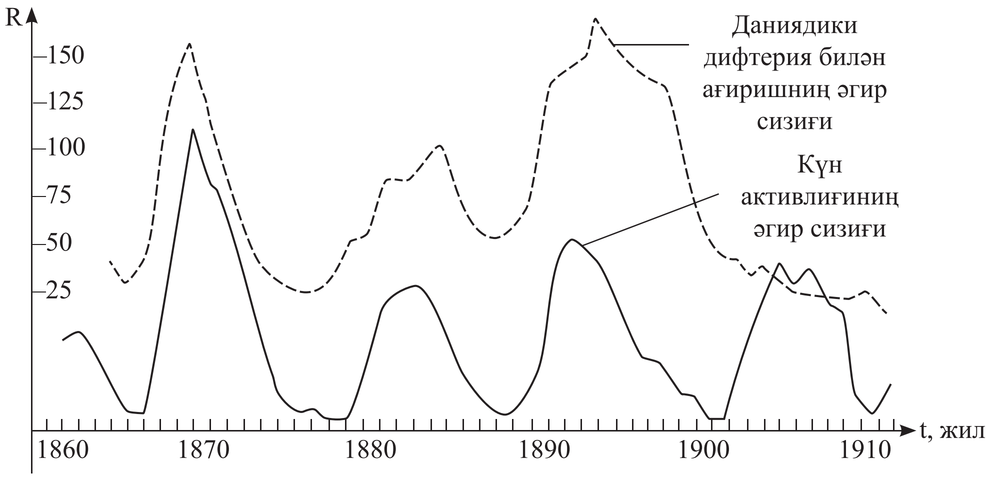
Күн билән геомагнитлиқ өзгиришләр билән Йәр биосферисидики бирқатар жәриянлар, мәсилән: эпидемия, жүрәк-қан томурлири ағриғи арисидики бағлиниш статистикилиқ түрдә орнитилған. Мундақ бағлинишниң еһтималлиқ сәвәви космослуқ шолиларниң тәсиридин Йәрниң электромагнитлиқ мәйданиниң төвәнки чапсанлиқтики тәвринишлири болуп тепилиду. Бу сүт әмгүчиләргә электромагнитлиқ мәйданлириниң тәбиий күчинишлиги билән чапсанлиғиниң тәсирини тәкшүрәш лабораториялиқ экспериментлар билән растланди.

## V. Күн-Йәр бағлинишлирини заманивий тәкшүрәш

Күн-Йәр бағлинишлирини тәкшүрәшниң йеңи усули магнитосферидики вә ионосферидики Күн активлиғидин пәйда болған эффектлиларни модельлаш бойичә жүргүзүлгән актив экспериментлар болуп тепилиду. Магнитосфера вә ионосфера

**Бу қизиқ!**

Эпидемиологлар дифтерия эпидемиясини тәхминән 10 жилдин кейин пәйда болидиғанлиғини ениқлиди. Һәрбир эпидемияниң узақлиғи 6-7 жил бойи эпидемиялар арисида очуқ арилиқ билән бирнәччә жилға тәң. Дифтерия ағриғиға дучар болуш фазида яки Күн активлиғи бар қарши фазида өзгириду. Дифтерия билән ағирип қелишниң әгирлири Күн активлиғиниң әгирлиригә охшаш максимумлар билән минимумлар санини сақлайду *(275-сүр).*




***275-сүрәт.** Дифтерия эпидемиясиниң Күн активлиғи билән бағлиниши*

шараитини диагностикилаш үчүн ракета бортидин чиқирилидиған электронларниң дәстиси, натрий яки барий булити пайдилинилиду. Ионосфериға қисқа долқунлуқ диапазондики радиодолқунлири билән тәсир қилиду. Электр дәстисиниң параметрлирини, радиодолқунларниң қувити билән чапсанлиғи берилгән егизликтики физикилиқ җәриянлар тоғрилиқ, магнит вә ионосферилар өзара тәсирлинишиниң механизми тоғрилиқ, төвән чапсанлиқтики шола чиқиришни генерацияләш шәртлири тоғрилиқ, умумий Күн-Йәр бағлинишлириниң механизми тоғрилиқ ишәшлик баһа беришни тәкшүрәш мүмкинчилигини бериду.

Актив экспериментлар қошумчә мәнаға егә. Йәрниң сүнъий радиациялик бәлбеғини қуруш, ионосфериниң вә берилгән мәйданда төвән чапсанлиқтики шола чиқиришни генерацияләш хусусийәтлириниң өзгиришиниң мүмкинчилиги испатланди. Күн-Йәр бағлинишлирини тәкшүрәш фундаменталлиқ илим мәсилисила әмәс, шундақла чоң молҗамлиқ мәнаға егә. Магнитосфера вә Йәрниң башқа қәвәтлири һалитиниң молҗамлаш космослуқ, радиоалақә, транспорт, метеоролигия вә климатология, йеза-егилиги, биология вә медицина саһасида практикилиқ вәзипиләрни йешиш үчүн һаҗәт.

### Тәкшүрүш соаллири

1. Күндә өтүватқан җәриянлар Йәргә қандақ тәсир қилиду?
2. Күн шамили дегинимиз немә? Униң Күн шола чиқиришидин пәрқи?
3. Күн-Йәр бағлинишлирини тәкшүрәш бойичә җүргүзүлгән қандақ тәкшүрәшләр Йәрниң ионосфериси хусусийәтлирини өзгириш мүмкинчилигини көрсәтти?

### Көнүкмә 47

1. Җәдвалда берилгә $\alpha$-Центавр системиси компонентлириниң характеристикилириниң мәналири бойичә:
   1) Юлтуз бетиниң температурисини;
   2) әң жуқури интесивлиғи бар шола чиқириш долқунининң узунлуғини;
   3) юлтузларғичә болған ариликни километр билән;
   4) юлтузларниң активлиқ вақтида чиқиридиған зәрриләр еқиминиң Күн системисиға йәткән вақтини ениқлаңлар. Күндин чиқидиған зәрриләрниң әң жуқури мәнасиға тәң илдамлиқни елиңлар.

| $\alpha$-Центавр системиси компонентлириниң характеристикилири | $\alpha$-Центавр A | $\alpha$-Центавр B | Центавр проксимиси |
|---|---|---|---|
| Пақираш (Күн системисида) | 1,519 | 0,5 | $6 \cdot 10^{-5}$ |
| Диаметр (Күн системисида) | 1,227 | 0,865 | 0,14 |
| Юлтузғичә болған арилиқ, йорук жили билән | 4,36 | 4,36 | 4,22 |

# § 48. Юлтузларниң планетилиқ системиси. Йәр топидики планетилар вә гигант-планетилар. Күн системисиниң ушшақ җисимлири

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *юлтузлар эволюциясини чүшәндүрүш үчүн Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қоллинишни;*
- *адәттин ташқири йеңи юлтузларниң, нейтронлуқ юлтузларниң вә қара түнлүкләрниң хусусийитини тәсвирләшни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

1. *Астрономиядики қандақ система планетилиқ дәп атилиду?*
2. *Бизниң Күн системимизни планетилиқ системиға яткузушқа боламду?*
3. *Планетилиқ системида қанчә юлтуз болуши мүмкин?*

## I. Юлтузларниң планетилиқ системилири вә уларни тепиш усуллири

*Планетилиқ система – бу юлтуздин вә һәртүрлүк астрономиялик объектилардин: планетилар билән уларниң һәмралири, карлик планетилар билән уларниң һәмралири, астероидлар, метеоритлар, кометилар билән космос тозаңлиридин қурулған система. .*

Планетилиқ системиларни издәшниң бирнәччә йоли бар.

***Астрометриялик усул.*** Юлтуз әтрапида айлинидиған планета униң өзиниң гравитацияси билән түз сизиқлиқ һәрикәттин бирдә бир тәрәпкә, бирдә иккинчи тәрәпкә чәтнитиду. Тәвринишләр болидиған интервал планетиниң айлиниш периодиға тәң. Юлтузниң бәлгүлүк массисида Кеплерниң үчинчи қанунини арқилиқ униңдин планетиғичә болған ариliқни ениқлашқа болиду. Тәвринишләрниң амплитудиси бойичә пүткүл аләмлик тартилиш қанунини қоллинип, планетиниң массисини һесаплайду.

***Оптикилиқ усул.*** Спектрниң инфрақизил бөлүгидә планетиларниң шола чиқиришини байқаш усули. 1995 ж. Хабблниң космослуқ телескопи ярдими билән Күндин 19 йоруқ жилиға тәң жирақликта орунлашқан Геркулес топ юлтузидики Глиза 623 юлтузиниң әтрапида күчсиз шола чиқириш мәнбәсиниң ениқ тәсвири елинди. Юлтузниң Глиза 623 B нам берилгән һәмрайиниң массиси Юпитерниң массисидин 40 һәссә ошуқ. Һәмрайиниң спектрида метан сизиқлири тепилди, улар Күн системисиниң йоған планетилириниң спектрлирида байқилиду вә юлтузларға тән әмәс.

***Юлтузларниң пақиришиниң өзгириши бойичә.*** Планета йоруқ еқимини азайтиш арқилиқ юлтузниң көрүнидиған диски бойи билән өтүду.

***Юлтуз илдамлиғиниң өзгириши бойичә.*** Спектрлиқ байқашларниң һазирқи вақиттики техникиси 20-30 м/сек-қичә дәллик билән юлтуз һәрикитиниң илдамлиғини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Планетиниң тартилиши юлтузниң илдамлиғиниң периодлуқ өзгиришини пәйда қилиду. Планета қанчилик йоған болса яки юлтузға йеқин болса, бу өзгиришләрниң амплитудиси шунчә көп болиду.

## II. Планетилиқ система

Ахирқи икки он жилліқта бирқатар планетилиқ системилар тепилди.

PSR 1257 + 12 – Күн системисидин ташқири дәсләп тепилған планетилиқ система, пульсарлар. 1991 ж. поляк радиоастрономи Александр Вольщан өзи 1990 ж. ачқан пульсардин келиватқан импульслириниң периодлуқ чапсанлиғиниң өзгиришини байқиди. Канадилиқ астроном Дейл Фрейл башқа радиотелескоп ярдими

билән мошу ечилишни байқашлири арқилиқ тәстиқлиди. 1992 ж. Уларниң бирлишип тәкшүрәшниң нәтижилири йоруқ көрди, униңда тепилған чапсанлиқниң периодлуқ өзгиришлири Йәрдин төрт һәссә көп массиси бар икки планетиниң тәсири билән чүшәндүрди.

Андромеда Ипсилони – Андромеда топ юлтузидики Күнгә охшаш юлтуз, көп планетилиқ система тепилған асасий рәтлик юлтуз. Һазирқи вақитта төрт планета бәлгүлүк. Уларниң бири – иссиқ Юпитерға охшаш, қалған иккиси газлиқ гигантлар. Төртинчи планета 2010 ж. ечилған, у дәсләпки үчидин йетәрлик жирақлиқта орунлашқан сәйярә.

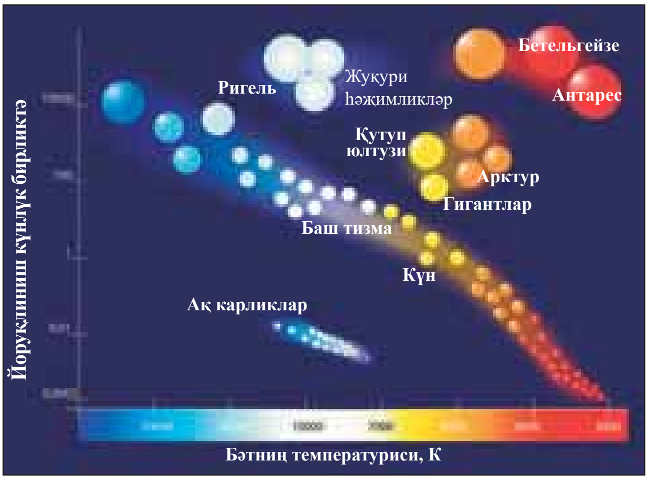
UX Мозай – Күн системисидин тәхминән 450 йоруқ жилида орунлашқан яш планетилиқ система. Spitzer орбитилиқ телескопниң ярдими билән астрономлар мошу юлтуз әтрапида газ-тозаң дискисини тәпсилий қараштурди. UX Мозай орунлишиши, униңдин кейин 0,2-дин 0,56 а.б. үзүлиши байқилиши, қайтидин келин вә зич диск учришиши билән алаһидилиниду (*2 - сүр*). Астрономлар планетилиқ системиниң дәсләпки түрлинишишиниң һәйран қаларлиқ һадисиси билән учираштуқ дегән хуласигә кәлди.

***276-сүрәт.*** *UX Мозай топ юлтузиниң планетилиқ системиси*

## III. Герцшпрунг – Рассел диаграммиси

Герцшпрунг – Рассел диаграмисидики баш тизма юлтузлирида планетилар системиси тепилди.

Дания астрономи Э. Герцшпрунг 1905 ж. юлтузларниң абсолют өлчими билән юлтузларниң спектрлиқ класси арисида бағлинишни ениқлиди. Юлтузларниң пақиришиниң уларниң температурисиға бағлиниш графигида, юлтузлар *баш тизма* дәп аталған, тар полосада орунлашти, униң оң тәрипидә йоруқлиниши билән температуриси аз йеник юлтузлар, сол тәрипидә – температуриси билән йоруқлиниши жуқури массивлиқ юлтузлар орунлашқан (*277-сүр*).




***277-сүрәт.*** *Герцшпрунг – Рассел диаграммиси*

**Җавави қандақ?**

1. *Немишкә көк вә қизил гигантларда планетилар тепилмиди? Ақ карликлардичу?*
2. *Күнниң ақ карлиқлириға айлиниши вақтида Күн системисиниң планетилири билән немә болиду?*
3. *Күн эволюцисида у өчкичә қандақ этаплиридин өтүду?*

Герцшпрунгниң интайин муһим нәтиҗиси – юлтузларниң пақираш класслири бойичә карликлар билән гигантларға бөлүнүши. Бир спектрлиқ класстики юлтузларниң пақиришиниң пәрқи бир-биридин миң һәссә болуши мүмкин. Бәтлик температуриси бирдәк болушида уни радиуслириниң интайин чоң пәрқи билән чүшәндүрүшкә болиду. Герцшпрунг идеясини АҚШ-тики Принстон университети обсерваториясини директори Генри Норрис Рассел тәрәққий әткүзди, у "спектр – юлтузниң абсолют миқдари" диаграммисиға анализ қилди, кейин бу диаграммини Герцшпрунг – Рассел диаграмиси дәп атиди.

Диаграммида юлтузларниң орунлишиши униң һалити тоғрилиқ әхбаратни йезишниң көрнәклик вә қолайлиқ көрситилишила болуп қалмиди. Рассел диаграмида эволюциялиқ рәтлик бар дәп молҗалиди. Юлтуз гравитация тәсиридин қисилиду вә диаграминиң жуқарқи четидики қизил гигантлар облусидин асасий рәтликниң һава рәң адәттин ташқири гигантларниң классиғичә саяһәт қилип қиздурилиду. Униңдин кейин у һазирқи серик карликлар – Күн турған фазидин қизил карликлар фазисиға өтүп, диагональлиқ йөнилиштә асасий рәтлик бойичә чүшиду вә ахирида ақ карликлар – көрүнмәйдиған йенип кәткән объектиға айлиниду. Бу диаграмма юлтузлуқ эволюция моделини ясашниң дәсләпки тәлпүнишлириниң бири.

**1-тапшурма**

Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қараштуруңлар. Юлтузларниң пақириши қандақ уларниң температурисиға бағлиқлиғини ениқлаңлар. Немишкә бир спектрлиқ класс юлтузлириниң пақириши ейтарлиқтәк пәриқлиниду? Диаграмма юлтузниң эволюцияси билән қандақ бағлинишиду: пәйда болуши, тирикчилиги вә униң өчиши?

## IV. Күн системисиниң түзүлиши

Күн системисиға Күндин башқа, һәмралири бар планетилар, ушшақ асман җисимлири: астероидлар, кометилар, метеорлар кириду. Планетилар арисидики бошлуқ шалаңлитилған газ билән толтурилған. Униңдин электромагнитлиқ вә гравитациялиқ мәйданлар өтүду. Тәбиәттә абсолют бош бошлуқ болмайду. Күндин ариліқниң өсүши рети бойичә Йәр топиниң планетилири, униңдин кейин гигант планетилар орунлашқан. Марс билән Юпитерниң орбитилири арисида вә Нептун орбитисидин кейин астероидлар бәлбағини қуруп, көплигән ушшақ планетилар айлиниду (*278-сүр*). Кометилар Койпер бәлбағдин кейин Оорта булутиға чиқидиған интайин созулма эллипс бойи билән Күнни айлинип һәрикәтлиниду, шуниң үчүн уларниң Күнни айлиниш периоди бәзибир вақитларда миңлиған жилни тәшкил қилиду (*279-сүр*).

***278-сүрәт.*** *Күн системиси планетилири вә астероид бәлбағлири*

***279-сүрәт.*** *Кометилар орбитиси вә Оорта булути*

## V. Йәр топиниң планетилири

Йәр топиниң планетилири кичик өлчәмлири, аз массиси, чоң зичлиғи, аста айлиниши, интайин шалаңлитилған атмосфериси, һәмралириниң аз сани яки уларниң йоқлуғи билән гигант планетилардин пәриқлиниду.

***Меркурий*** – Күнгә йеқин планета, Айдин бираз йоған (*280-сүр*). Бу планетида Күнлүк сутка тәхминән 176 Йәр суткисиға тәң. Улар икки Меркурий жилиға тәң, сәвәви Меркурий 88 йәр суткисида Күнни бир рәт айлиниду. Меркурийниң көрүнидиған юлтузлуқ миқдари – 1,9-дин 5,5-кичә чәтнәйду. Планетиниң тәбиий һәмралири тепилмиди. Меркурийниң оттура зичлиғи 5,43 г/см$^3$. 2009 ж. алимлар Меркурийниң дәсләпки толуқ картисини «Маринер-10» вәи «Мессенджер» аппаратлириниң сүрәтлири арқилиқ қураштурди. Меркурийниң бети кратерларға толған, фотосүрәтләрдә уни Айниң бетидин пәриқ қилиш қийин. Улар, шундақла қайтиш қабилийити вә бәтки қәвитиниң иссиқлиқ өткәзгүчлиги билән Айға охшайду. Ай «деңизлириға» охшаш ойманларниң аз сани биләнла пәриқлиниду. Уларниң ичидики әң йоғани – Аптап (Зной) деңизи, диаметри тәхминән 1300 км.

Меркурийда атмосфера болмайду, күндүзки йерим шар 400 °С температуриғичә қизийду.

***Чолпан.*** Радиолокациялик байқашлар арқилиқ Чолпан өзиниң оқидин башқа планетиларниң айлинишиға қариму-қарши йөнилиштә айлинидиғанлиғи ениқланди. Күнлүк сутка 117 йәр суткисини тәшкил қилиду. Чолпан бетидә тағ йотилир билән кратерлар тепилди. Чолпанниң бетидики жинисларниң тәркивидики радиоактивлиқ калий, уран, торийниң анализи, уларниң Йәрдики базальт қәвитиниң жинислири билән охшашлиғини көрсәтти. Чолпан оқиниң орбита тәкшилигигә болған янту булуңи тик булуңға йеқин, шималий вә жәнубий йерим шарлири һәрдайим Күн билән бирдәк йоруқлиниду. Планетиниң бетидики температура 470–480 °С йетиду вә сутка мәзгилигә бағлиқ әмәс. Чолпан атмосферисиниң төвәнки қәвәтлиридә температура жуқури, униң бетидә «парниклиқ эффект» орун алиду. Бәтки қәвәттин жуқури көтүрилгәндә температура төвәнләйду вә Чолпанниң стратосферисида соғ болиду. Чолпан ақ булутларниң туташ қәвити билән қапланған (*281-сүр*). Атмосферилиқ қисим Йәр атмосферисиниң қисимидин 100 һәссә ошуқ, Чолпан атмосферисиниң 97 % карбонат газидин ибарәт. Азот вә инертлиқ газлар бирнәччә процентини, кислород тәхминән 0,1 % тәшкил қилиду. Чолпан атмосферисида чақмақ разрядлири тиркәлди. Магнит мәйдани тепилмиди.

***Марс***. Марсниң икки тәбиий һәмрайи бар: Фобос вә Деймос. Марстики жил узақлиғи Йәр билән селиштурғанда икки һәссә узун. Планетиниң айлиниш оқи орбита тәкшилигигә янту булуң ясиған, Йәрдикигә охшаш жил мәзгилиниң өзгириши байқилиду. Температура қишта полюста – −153 °С вә язниң чүш вақтида экваторда +20 °С-ғичә чәтнәйду. Оттура температуриси −50 °С тәшкил қилиду. Бу шараитларда карбонат гази қетип қалиду, у полюсларда яхши көрүнидиған ақ қәвәтни тәшкил қилиду. 2008 ж. «Феникс» НАСА космос аппарати билән муз һалитидики су тепилди. Марс атмосферисида бәзидә шалаң ақ булутлар билән туман, көпинчә полярлиқ "шапкиларниң" үстидә көп учришиду. Планетиниң атмосфериси интайин шалаңлитилған, униң қисими Йәрниң қисимидин 100 һәссә аз. У көпинчә карбонат газидин, кислородтин вә су һоридин ибарәт, Ай билән Меркурийға охшаш Марста кратерлар көп. Марста бирнәччә йоған өчүп қалған вулканлар билән каньонлар тепилди. Әң йоған вулканниң егизлиги 27 км қурайду. Каньонлар һәжими билән шәкли бойичә қуруп кәткән дәрияларниң йәр каналлириға охшайду. Марс бетидики жинислар Йәр

вә Ай җинислириға охшайду, униң қизил рәңги, төмүр оксидлиринин гидратлиринин болуши билән чүшәндүрилиду (*282-сүр*). Марста бәзидә айлап күчлүк тозаңлик боранлар болиду. Тозаңлиқ боранларға қариғанда, Марста секундиға онлиған метр илдамлиқ билән соқидиған күчлүк шамал болуши мүмкин. Марсниң магнит мәйдани Йәр бетидикидин ейтарлиқтәк күчсиз.

***280-сүрәт.*** *Меркурий*

***281-сүрәт.*** *Чолпан*

***282-сүрәт.*** *Марс*

**2-тапшурма**

Йәр топиниң планетилириниң физикилиқ характеристикилириниң селиштурма җәдвалини қуруңлар.

## VI. Гигант планетилар

Бу топниң әң йоған планетиси – Юпитер, әң яхши тәкшүрилгән планета *(281 а-сүр*). Юпитер оқиниң орбита тәкшилиги билән янту булуңи тик булуң болғанлиқтин, буниңда йорук чүшүш җағдайи билән мәзгиллик өзгиришләр болмайду. Гигантлар арисида Уранниң оқлуқ айлиниши башқа планетилар айлинидиған йөнилишкә қаримуқарши жүриду. Униң оқи орбитиси тәкшилиги билән янтулуғи 8°булуң тәшкил қилиду, у «йениға йетип» айлиниду. Барлиқ гигант планетиларниң оқлири әтрапида айлиниш интайин илдам жүриду. Планета зичлиғи аз болғанлиқтин, илдам оқлуқ айлиниши нәтиҗисидә улар ейтарлиқтәк қисилған болиду. Планетиларниң илдам айлиниши нәтиҗисидин зич атмосферида үзүп жүргән булутлар экваториға параллель полосалар билән созулуп ятиду. Юпитердики булутларниң полосалири күчсиз телескоп билән көрүниду. Планетилар зонилар билән айлиниду полюсларға йеқин болғансири, шунчилик аста айлиниду. Экваторда Юпитерниң айлиниш периоди 9 саат 50 минут, оттура кәңликләрдә бирнәччә минутқа артуқ болиду. Сатурн экваторида зониларниң айлиниш периоди 10 саат 14 минут, Уранда – 10 саат 49 минут, Нептунда тәхминән –16 саат.

Гигант планетилар Күндин жирақ болғанлиқтин, уларниң температуриси интайин төвән: Юпитерда −145 °С, Сатурнда −180 °С, Уранда −224 °С, Нептунда −218 °С болиду. Уран – әң соғ планета, сәвәви планетиниң мәркизидики температуриси башқа гигант планетирларға қариғанда аз. Планетиниң ядролирида темепартура бирнәччә миң градусқа йетиши мүмкин: Юпитерда 24 000 °С, Сатурнда 11 700 °С, Уранда 4737 °С, Нептунда тәхминән 7000 °С. Сатурн әмәлиятта өзи иссиқлиқ чиқириду. У Күндин 2,5 һәссә көп энергия чиқириду.

Спектрлиқ байқашлар гигант пленитилар атмосферисида асасән молекулилик водород билән $CH_4$ метан бар екәнлигини көрсәтти. Газ атмосферисиниң асасидики зичлиғи тәхминән 0,1 г/см$^3$ тәшкил қилиду. Гигантлар атмосферисиниң оттура

зичлиғининң азлиғи массилириниң көрүнидиған һәҗимлиригә бөлүнүши билән чүшәндүрилиду, кәң атмосфериниң сүзүк әмәс қәвити бойичә бу зичлиқ баһалиниду. Шуниң үчүн Юпитерниң оттура зчилиғи 1,3 г/см$^3$, Уранниң 1,5 г/см$^3$, Нептунниң 1,7 г/см$^3$, Сатурнниң 0,7 г/см$^3$. Гигант планетилар атмосферисиниң аз зичлиғи билән, водородниң көп болуши билән башқилардин пәриқлиниду.

Күн системисиниң барлиқ газлиқ гигант планетилириниң һәмралири билән төңгилири тепилди (*283-сүр*). Сатурн төңгилириниң системиси XVII әсирду телескопниң пәйда болуши билән ечилди. Уран, Юпитер вә Нептун төңгилири өткән әсирниң 1977, 1979 вә 1989 жж. асман җисимлирини тәкшүрәшниң заманивий усуллириниң ярдими билән ечилди. Планетиларниң төңгилири экваторлиқ тәкшиликтә планетиниң әтрапида айлинидиған тозаң билән муздин ясалған тәкши топланған түзүлмиләр системисидур. Сатурн төңгилириниң кәңлиги 100 км йетиду, башқа планетиларниң төңгилириниң кәңлиги болса кәдимкидәк аз. Төңгидики зәрриләрниң өлчәмлири 1 см-дин 1 м-ғичә йетиду.

Барлиқ гигант планетиларда қувәтлик магнит мәйданлири тепилди.

## VII. Күн системисиниң ушшақ җисимлири

Күн системисиниң ушшақ җисимлири терминини планетиларға, карлик планетиларға, һәмралириға ятмайдиған Күн системисиниң объектилирини характерләш үчүн 2006 ж. Хәлиқаралиқ астрономиялиқ Иттипақ (ХАИ) билән киргүзилди.

***Астероидлар.*** Биринчи астероид 1801 ж. ечилди, уни Церера дәп атиди. Көп узимай Паллада, Веста вә Юнона дәп атилидиған астероидлар тепилди (*284-сүр*). 2014 ж. 16 январьдики жағдай бойичә мәлуматлар базисида 632 567 объект һесапқа елинди, уларниң 385 184 үчүн орбитилири ениқланди уларниң 18 241 рәсмий бәкитилгән атлири бар. *Астероид – Күнни айлинип орбита бойи билән һәрикәтлинидиған Күн системисидики селиштурма кичик асман җисимлири.* Астероидлар массиси вә

а)

ә)

б)

в)

***283-сүрәт.*** *Гигант планетилар*
*а) Юпитер, ә) Сатурн*
*б) Уран в) Нептун*

**3-тапшурма**

Күн системиси планетилириниң охшашлиғи билән пәриқлирини көрситип, селиштурма Т-диаграммисини қураштуруңлар.

өлчими бойичә планетилардин ейтарлиқтәк аз, дурус әмәс шәкли бар вә атмосфериси йоқ, бирақ уларниң һәмралири болуши мүмкин. Диаметри 30 м-дин ашидиған җисимлар астероидалар, униңдин аз өлчимдики җисимлар *метеороидлар* дәп атилиду. Церера 0 әң йоған астероид, өлчими тәхминән 975 × 909 км, 2006 ж. 24 августидин башлап карлик планетиларниң қатариға кирди. Бәзи бир астероидларниң орбитилири интайин чоң эксцентриситетларға егә, шуниң нәтиҗисидә перигелийда улар Йәр билән селиштурғанда Күнгә йеқинарақ бариду. Икар Күнгә Меркурийға қариғанда йеқин өтүду.

***284-сүрәт.*** *Веста астероиди*

***Кометилар.*** Молҗам бойичә узақ периодлуқ кометилар Йәргә кометилиқ ядроларниң сани көп бар Оорта булутидин учуп келиду. Комета һаваға учуп кетидиған маддилардин: су, метан вә башқиму муздин туриду, Күнгә қарап учқанда улар һолиниду. Кометиниң ядроси кома дәп атилидиған туман қәвити билән қапланған қаттиқ зәрриләр билән муздин ибарәт җисимдур. Диаметри бирнәччә километр болидиған ядро әтрапида кәңлиги 80 000 км-ғичә комалар болуши мүмкин. Күн шолиси еқимлири комалардин газ зәррилирин чиқириду вә узун түтүнлүк қуйруқ ясап уларни арқиға каритип ташлайду, қуйруқ бошлуқта униң арқисидин һәрикәтлиниду вә бирнәччә миллион километрлардики узунлуққа йетиду (*285-сүр*). Кометиларниң массиси интайин аз, тәхминән Йәр массисидин миллиард һәссә аз, уларниң қуйруқлиридики маддиниң зичлиғи нөлгә тәң. 1910 ж. май ейида Йәр Галлей кометисиниң қуйруғиниң арисидин өтти, бирақ бизниң планетимизниң һәрикитидә һәчқандақ өзгиришләр болмиди.

***285-сүрәт.*** *Галлей кометиси*

***Метеоритлар вә метеороидлар.*** Орбитида учидиған вә Йәр атмосфериға чүшидиған бирнәччә метрғичә өлчәмдики космос җисими *метеорлиқ җисим* яки *метеороид* дәп атилиду. Йоған җисимлар *астероидлар* дәп атилиду.

Йәр атмосфериси арқилиқ метеорлиқ җисимларниң өтүшидин пәйда болған һадисиләр метеорлар дәп атилиду, алаһидә йоруқлинидиған метеорлар болид дәп атилиду.

Йәр бетигә чүшкән космослуқ қаттиқ җисим *метеорит* дәп атилиду. Йоған метеорит чүшкән йәрдә кратер пәйда болуши мүмкин. Тепилған метеоритларниң массиси бирнәччә граммдин бирнәччә килограмм арилиғида болди. Йәргә суткисиға 5-6 тонна яки жилиға 2000 тонна метеорит чүшиду дәп молҗаланған.

Метеорлар жилниң бәлгүлүк бир мәзгилидә, асманниң бәлгүлүк бир тәрипидә пәйда болидиған метеорлиқ еқимларға топлишиду. Леонид вә Персеид охшаш метеор еқимлири кәң тонулған (*286-сүр*). Барлиқ метеор еқимлири Күн системисиниң ички бөлүгидин кометиларниң өтүши вақтида ериш җәриянининиң бузулиши нәтиҗисидә түзилиду.

***286-сүрәт.*** *Персеидлар*

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГҮСИ

Бир юпитерлиқ жил қанчә юпитерлиқ суткидин туридиғанлиғини ениқлаңлар. .

**Берилди:**

$Ò_{ñóò} = 0,414 \cdot Ò_{ñóò.É}$

$Ò_{æ} = 12Ò_{æ.É}$

$N - ?$

**Йешилиши:**

Юпитердики сутка билән жил узақлиғини саат арқилик ипадиләймиз: $Ò_{ñóò} = 0,414 \cdot 24\ ñ = 9,936\ ñ$.

$Ò_{æ} = 11,86 \cdot 365 \cdot 24\ ñ = 103893,6\ ñ;$

Юпитерлик суткилар сани: $N = \frac{Ò_{æ}}{Ò_{ñóò}} = \frac{103893,6}{9,936} = 10456\ ñóò.$

**Жавави:** 10456 сут.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Планетилиқ система дегинимиз немә?
2. Астрономияда планетилиқ системиларни ениқлашниң қандақ усуллири қоллинилиду?
3. Немишкә планетилиқ системиларни тепиш қийин?
4. Күн системисиниң тәркивигә қандақ объектилар кириду?
5. Йәр топиниң планетилири, гигант планетиларниң алаһидиликлири?
6. Күн системисиниң ушшақ җисимлири тәркивигә немиләр кириду?
7. ХАИ йешими бойичә қандақ астероидлар карлик планетилириға ятқузилди?
8. Комета немидин туриду?
9. Метеоритлар, метеороидлар, метеорлар, болидлар дегән немә?

## Көнүкмә 48

1. Күн шолисиниң Күн системисидики планетиға чүшидиған вақтини ениқлаңлар. Планетиғичә болған ариликни ениқлимилик әдәбиятидин елиңлар.
2. Сатурнниң 1 $м^2$ бети билән селиштурғанда Йәрдики 1 $м^2$ бәт билән жутулған Күн энергиясиниң нәччә һәссә артуқ екәнлигини ениқлаңлар.
3. Бир марслиқ жилда қанчә йәрлик жил бар екәнлигини ениқлаңлар.

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Күн системисини тәкшүрәйдиған космослуқ аппаратлар.
2. Күн системисиниң планетилирини заманивий тәкшүрәш (планетиларниң бирини таллап елип).
3. Планетиларниң һәмралири (планетиларниң бирини таллап елип).

# § 49. Бизниң Галактика.
# Башқа галактикиларниң ечилиши. Квазарлар

**Күтилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *ариliқни ениқлаш үчүн «стандартлиқ шамлар» усулини қоллинишни тәсвирләшни;*
- *галактика вә квазарларниң һәр хил түрлирини ейтип беришни үгинисиләр.*

**Җавави қандақ?**

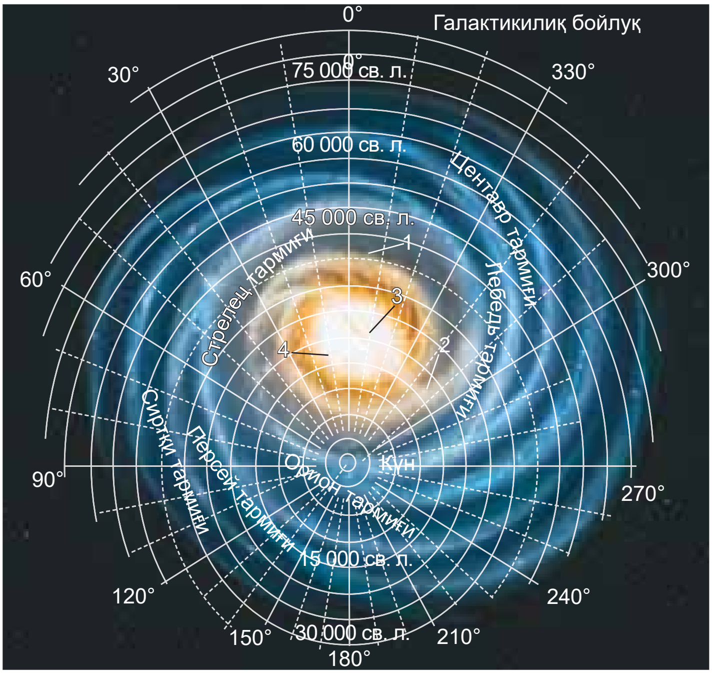
1. *Немишкә бизниң галактикини «Саманчи йоли» дәп атиди?*
2. *Галактика немидин туриду?*
3. *Қандақ галактикиларни билисиләр? Улар Саманчи йолидин қанчилик ариliқта орунлашқан?*

**1-тапшурма**

*«Саманчи йоли» галактикисиға характеристика түзүңлар. Униң асасий бөләклирини сүрәттин көрситиңлар.*

## I. Бизниң Галактика

Асмандики көрүнидиған барлиқ юлтузлар спираль түридә қошулған галактикиға охшаш «Саманчи йоли» юлтузлуқ системини тәшкил қилиду. Бизниң Галактикиниң мәркизидә қара түнлүкләр бар, униң әтрапида юлтуз дәстилиридин төрт тармақ созулуп ятиду. Юлтуз арисидики бошлуқ космослуқ тозаң, газ вә қара материя билән толтурилған (*287-сүр*).



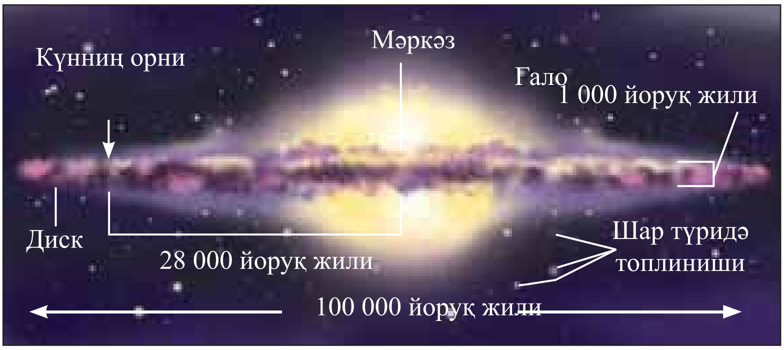

1 – Үчкилопарсеклиқ жирақтики тармақ; 2 – Үчкилопарсеклиқ йеқиндики тармақ; 3 – Қошқучи; 4 – Узун қошқучи

***287-сүрәт.*** *«Саманчи йолиниң» спиральлиқ тармиғи*

***Галактика*** **(грек.** *γαλαξίας* **– сүт изиға охшаш) – юлтузлардин вә юлтуз топлимилиридин, юлтузлар арисидики газдин, тозаңдин вә қара материядин ибарәт гравитациялик бағлинишқан система.**

Күн системиси галактикилиқ дәп атилидиған Саманчи йоли тәкшилигигә йеқин орунлашқан. Галактика мошу тәкшилик бойи билән 100 000 йоруқ жилиға созилиду. Галактика Күн системисиға перпендикуляр йөнилиштә тәхминән 1000 йоруқ жили арилиғиға созилиду.

Галактика икки асасий ички системидин: гало вә юлтузлуқ дискидин туриду (*288-сүр*).




***288-сүрәт.*** *Бизниң галактикиниң түзүлиши. Галактикидики Күнниң орни*

Гало мәркизидә маддилар зичлиғи жуқури, униңдин жирақлиғанда интайин чапсан азийиду. Галактика мәркизидин бирнәччә миң йоруқ жили чегарисида галониң мәркизидики әң зич бөлүги балдж дәп атилиду, униң ичидә ядро бар.

Диск ичидики юлтузлар Галактика мәркизиниң әтрапида чәмбәр траекторияси билән һәрикәтлиниду. Юлтузлуқ дискида спиральлиқ тармақларниң арисида Күн орунлашқан, у Галактика ядросидин – 8 кпк, тәхминән 28 000 йоруқ жили арилиғида орунлашқан (*293-сүр*). Күн орунлашқан облуста юлтузлар арилиқ маддилар көп, улар йоруқ жутиду вә бәзи бир йөнилишләрдә, асасән униң ядросиға қарап йөнилишидә, көрүнидиған йоруқ үчүн юлтузлуқ дискини сүзүк әмәс қилиду.

Ядрода юлтузлар концентрацияси интайин көп: һәрбир кублик парсекта миңлиған юлтузлар бар. Әгәр биз Галактика ядросиға йеқин юлтузниң әтрапидики планетида өмүр сүрсәк, у чағда асманда йоруқлиғини Ай билән селиштурушқа болидиған онлиған юлтуз көрүнәтти.Галактика мәркизидә йоған қара түнлүкниң болуши молжаланди.

Галактика массиси 200 миллиард Күн массиси билән һесаплиниду, тозаң билән газларниң болуши сәвәвидин тәхминән $2 \cdot 10^9$ юлтузни байқашқа болиду. Чоң арилиқта көрүнидиған юлтузларниң – у цефеидлар вә иссиқ адәттин ташқири гигантларниң орунлиниши бойичә Галактика өлчәмлири ениқланған. Бизниң Саманчи йоли Галактикимизниң диаметри 100 миң йоруқ жили, йәни тәхминән 30 кпк дәп ениқлаш қобул қилинған. Диск вә уни қоршиған гало тажиға (корона) чөкүрилгән. Һазирқи вақитта Галактика тажисиниң мөлчәри диск өлчимидин он һәссә көп дәп һесаплайду.

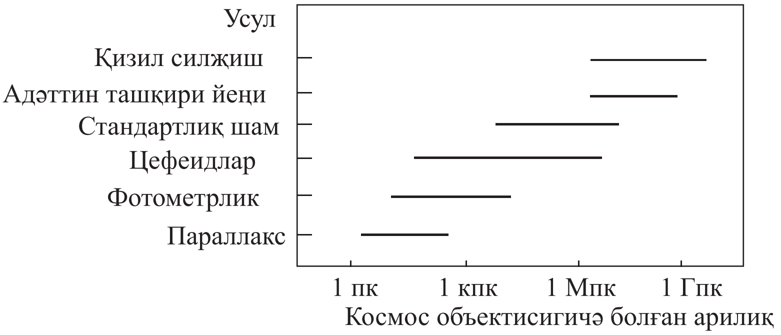
Галактикиниң барлиқ юлтузлар униң мәркизини айлинип һәрикәтлиниду. Гало билән селиштурғанда диск кәдимкидәк илдам айлиниду. Дискиниң айлиниш илдамлиғи мәркәздин һәртүрлүк арилиқта һәрхил болуп келиду. Күн системиси Галактика мәркизиниң әтрапида тәхминән 200 млн жил ичидә 250 км/сек илдамлиқ билән толуқ айлиниш ясайду.

Дискида спиральлиқ путақлар – тармақлар бар. Яш юлтузлар билән уларниң түзүлиш мәнбәлири асасән мошу тармақларниң бойида орунлашқан. Галактика эволициясиниң дәсләпки этаплирида пәйда болған объектилар: йеши 12 млрд. жилдин ашудиған шар шәкиллик юлтузлар топлими Галони қурайду. Адәттә уни Галактика йеши ретидә қобул қилиду.

Бизниң Саманчи йоли Галактикимиз өзи охшаш 40 Галактикидин туридиған йәрлик группиға кириду. Уларниң ичидики әң йоғини – бизниң Саман йол вә униңдин йоғанирақ һәм қараңғуда қуралсиз көрүшкә болидиған Андромеда Туманлиғи болуп санилиду.

## II. Ариликни «Стандартлиқ шам» усули билән ениқлаш

Күн системисидин космос объектисиниң жирақлиғиға бағлиқ асторонимияда ариликни ениқлаш үчүн һәртүрлүк усуллар қоллинилиду (*289-сүр*). «Цефеидлар», «Стандартлиқ шам», «Адәттин ташқири йеңи» усуллири өзара принципиаллиқ түрдә пәриқләнмәйду, шола чиқириш мәнбәлиригичә болған арилиқ буларниң пақириши билән көрүнидиған юлтузлуқ миқдар бойичә ениқлиниду (§ 46 Цефеидлар). Стандартлиқ шам ретидә объектини таллаш өлчинидиған арилиққа бағлиқ.




***289-сүрәт.*** *Асман объектисигичә болған ариликни ениқлаш усулиниң уларниң жирақлиғиға бағлинишлиғи*

Астрономиядики стандартлиқ шамлар – пақириши бәлгүлүк объектилири. Һазирқи вақитта стандартлиқ шам ретидә Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузлар қоллинилиду, уларниң шола чиқиришида водород сизиқлири йоқ, сәвәви уларниң пақириши бирдәк. Галактикиларни пақириши бойичә ариликни ениқлаш чоң хаталиқларни бериду. Адәттин ташқири йеңи юлтузларниң пақиришини Галактикиниң пақириши билән селиштурушқа болиду.

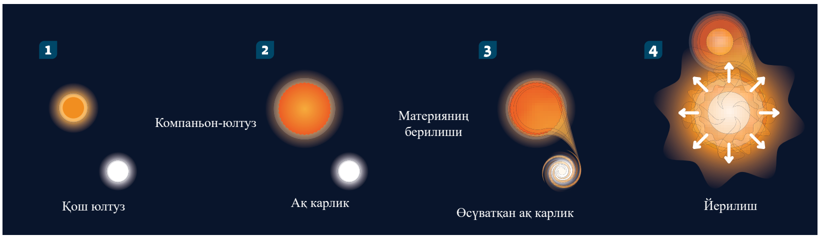
Адәттин ташқири йеңи юлтузлар – йерилидиған юлтузлар, уларниң икки түри бар. I түри – йерилидиған ақ карликлар (*290-сүр*), II түри – ядролуқ йеқилғуниң көйүшигә бағлиқ қизил гигантниң дәрижисидин өтүп, униңдин кейин йерилиш нәтиҗисидә ақ карликларға айдинидиған адәттики юлтузлар.

**Җавави қандақ?**

*Немишкә стандартлиқ шам ретидә шола чиқириш спектридики водород сизиқлири болмайдиған юлтузлар пайдилинилиду?*

**2-тапшурма**

290-сүрәтни қараштуруңлар. Ақ карликниң йерилиш механизмини чүшәндүрүңлар.




***290-сүрәт.*** *I типтики адәттин ташқири йеңи юлтузниң йерилиши*

## III. Башқа Галактикиларниң ечилиши

1785 ж. Уильям Гершель Саманчи йолиниң өлчими билән шәклини, униңдики Күнниң орнини ениқлашқа тиришти, у 1975 ж. NGC 1514 планетарлиқ туманлиқни байқап отируп, униң мәркизидә туманлиқ маддилар билән қоршалған бир юлтузни ениқ көрди. NGC 1514 туманлиғи тәрәққий етишниң ахирқи дәрижисиниң үлгиси болди, униңда дәсләпки туманлиқтин мәркәзлик юлтуз түзүлди. XVIII әсирниң ахирида Шарль Мессье109 йоруқ туманлиқлардин туридиған каталог қураштурди, XIX әсирниң оттурисида Джон Гершель йәни 5000 туманлиқ объектилирини ачти. У туманлиқлар Саманчи йоли системисиға охшаш жирақтики юлтузлуқ системилар болуши мүмкин дәп молжалиди. Каталог йоруқ көргәндин башлап, 1924 жилғичә мошу туманлиқларниң тәбиити тоғрилиқ таллаш-тартишлар болуп турди.

1936 ж. Хаббл Галактикиниң классификациясини қураштурди, у һазирқи вақиттиму пайдилинилиду, уни «Хаббл тизмиси» дәп атиди. Асманда пәқәт үч Галактикини көз билән көрүшкә болиду: Шималий йерим шардики Андромеда туманлиғи, Җәнубий йерим шардики чоң вә кичик Магеллан булутлири. Галактикиларниң тәсвирини айирим юлтузлар түридә көрүш XX әсирниң бешиғичә мүмкин болмиди. 1990 ж. бешида айирим юлтузлири байқалған аз дегәндә 30 галактика тиркәлди. «Хаббл» космослуқ телескоп учирилғандин кейин вә 10 метр Йәр үсти телескоплири ишқа қошулғандин кейин көрүнидиған галактикиларниң сани кәскин өсти.

Галактикилар һәрхиллиғи билән пәриқлиниду: уларниң арисида эллипслиқ, дискилиқ спиральлиқ, қошқучиси бар галактика, линза шәкилидики, карликлиқ, дурус әмәс галактикиларни бөлүп қарашқа болиду.

*Эллипслиқ галактикилар* (E) – дискилиқ қураштурғучиси йоқ яки төвән контрастлиқ *(291 а-сүр)*.

*Спиральлиқ галактикилар* (S) – спиральлиқ путақлири бар галактика. Бәзидә путақлири төңгигә түрлиниши мүмкин *(291 ә-сүр)*.

*Линза шәкиллик галактикилар* (S0) – ениқ спиральлиқ нәқишниң йоқлиғидин башқа түзүлими бойичә спиральлиқ Галактикидин пәриқләнмәйдиған Галактика. Бу юлтузлар арилиғида газларниң аз болуши билән, демәк, юлтузниң түзүлиш

*а)*

*ә)*

*б)*

*в)*

***291-сүрәт.*** *Галактика түрлири*

интенсивлиғиниң төвәнлиги билән чүшәндүрилиду *(291 б-сүр)*.

*Дурус әмәс галактикилар* (Irr) – уларға дурус әмәс парчә шәклидики түзүлүш тән, адәттә, Галактика массисиниң 50 %-ғичә юлтузлар арисидики газлар көп болиду. *(289 в-сүр)*.

Аләмдики Галактикиларниң көпчилиги өзара тартилиш күчи билән бағлинишқан бирнәччә онлиған галактикиларниң топлиридин жиғилған. Мошу топта әң йоған, бесим Галактика болиду, у өзигә хошна, ушшақ Галактикиларни ичигә тартиду яки улардики юлтузлар арилиқ газларни шорап алиду. Топлар билән айирим галактикилар бирнәччә йүзлигән галактикидин туридиған топлимиларға бириктүрилгән. Шундақла көплигән миңлиған галактикиларниң адәттин ташқири топлимиларниң топлиниши бәлгүлүк. Бу дәрижидә аләмдә галактикиниң адәттин ташқири топлинишиниң тизмилири бөлүниду. Әң йоған тизмилар қорған дәп атилиду, уларниң әң йоғини – Слоун Улуқ қорғини.

**Жавави қандақ?**

1. *Немишкә спиральлиқ галактикида тармақлар пәйда болди?*
2. *Немишкә Саманчи йолиниң өлчәмлири билән массиси дәл ениқланди дәп ейтишқа болмайду?*
3. *Немишкә йеңи вә адәттин ташқири йеңи юлтузлар галактика тармақлирида пәйда болиду?*

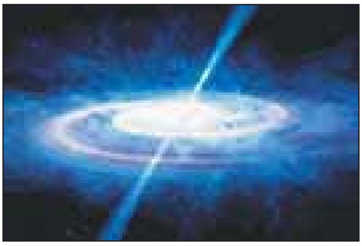
Тизмилар арисида галактикилири йоқ, гигант облуслар бар, улар бошлуқлар дәп атилиду. Бу аләмниң йочуқлуқ түзүлиминиң элементлири болуп тепилиду.

## IV. Квазарлар

Квазар (*инглиз тилидин quasar* – QUASi stellAR radio source – «квазиюлтузлуқ радиомәнбәләр») – пақириши жуқури вә интайин аз булуңлуқ өлчәм билән пәриқлинидиған, уларни байқиғандин кейин бирнәччә жил бойи «чекитлик мәнбәләрдин» – юлтузлардин ажритишқа болмайдиған аләм объектилириниң түри. Дәсләп квазарни 1962 ж. 5 августта астроном М. Шмидт тапти. Ахирқи 50 жил ичидә 5000 квазар тепилди, уларниң спектрлириниң қизил учида сизиқларниң силжиши байқалди, у дегинимиз, Доплер қануниға мувапиқ квазарлар биздин чоң илдамлиқ билән жирақлинилватиду дегәнни билдүриду.

Квазарлар – актив объектилар, уларниң активлиғи бирнәччә миллион жилларға созилиду. Көплигән жағдайларда квазарларниң шола чиқириши шунчилик күчлик, улар өзлири орунлашқан галактикини япиду. Оптикилиқ, инфрақизил, ультрагүлнәпшә вә рентгенлиқ шола чиқириштин башқа улар магнит мәйданлирида қозғилип квазарниң радиошола чиқиришни курайдиған илдам элементар зәрриләр еқимини – космослуқ шолиларни таритиду. Бу шолиларниң еқимлири икки һәрхил йөнилиштә чиқидиған икки шола түридә квазардин чиқиду, улар квазарниң қариму-қарши тәрипидә икки радиобулутларни түзәйду (*292-сүр*).

Униң байқилинидиған хусусийәтлирини тәсвирләйдиған әң еһтимал модель кәлгүсидәк болуши мүмкин: айлиништики газ дискисиниң мәркизидә массивлиқ чаққан объект – мүмкин қара түнлүк орунлишиду. Униң мәркәзлик иссиқлиқ бөлүги – электромагнитлиқ шола чиқиришларниң вә чапсан космослуқ зәрриләрниң мәнбәси болиду, улар пәқәт диск оқиниң бойи билән тарилиши мүмкин. Бу нәзәрийә



***292-сүрәт.*** *Квазар*

ялғуз әмәс, бирақ һазирқи вақитта әң мәлум. Униңға мувапиқ квазар энергиясини қара түнлүкниң гравитациялик мәйдани һесавидин алиду. Қара түнлүк өзиниң тартилиш күчидин өзигә йеқин юлтузларни бузиду, һәтта пүткүл галактикини бузуши мумкин. Мошу җәриянда пәйда болған газлар қара түнлүкни қоршиған дискиларға түрлиниду вә вақитниң өтүши билән униңға тартилиду. Дискиниң мәркәзлик бөлүгиниң қисилиши билән илдам айлинишиға бағлиқ, у қизийду вә қувәтлик шола чиқириду. Дискидики мадда қара түнлүкниң массисини ашуруп, жутилиду вә квазардин тар йөнәлгән газ еқимлири вә космослуқ шолилар түридә қисмән учуп кетиду. Квазарниң бу модели тәпсилий тәкшүрүлмәктә, бирақ барлиқ байқилидиған хусусийәтләрни чүшәндүрәлмәйду. Квазарларниң түзүлиши билән эволюцияси толуқ тәкшүрәлмиди.

**3-тапшурма**

1. Параграфта берилгән квазарлар тоғрилиқ әхбаратни кластер түридә топлаштуруңлар. Интернет тори вә қошумчә әдәбият материаллири билән толуқтуриңлар.
2. Квазар моделини тәклип қилиңлар. Сениң моделиңниң астрофизиклар тәклип қилған моделидин пәрқи немидә?

## Тәкшүрүш соаллири

1. Галактика дәп немини атайду?
2. Бизниң Галактикиниң түзүлими? Униң атилиши?
3. Галактикиниң өлчимини қандақ ениқлиди?
4. Галактикиниң қандақ түрлири бар?
5. Квазар дегинимиз немәм? Бу асман җисимлириниң хусусийәтлири қандақ?
6. Астрофизиклар квазарниң қандақ моделини тәклип қилди?

## Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Галактикини тәкшүрәш тарихи. Хаббл тизмиси.
2. Галактикиниң һәрикити, өзара тәсирлишиши вә урулиши. Слоунниң Улуқ қорғини.
3. Квазар –Аләмни йоқитиш объектиси.

# § 50. Чоң йерилиш нәзәрийәси. Қизил силҗиш вә галактикиғичә арилиқни ениқлаш, Аләмниң кәңийиши

**Кутилидиған нәтиҗә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*
- *Аләмниң иштиклиши вә қараңғу энергия әтирапидики таллишишларни музәкирә қилишни;*
- *астрономиялиқ байқашларниң мәлуматлириға асаслинип Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ гипотезиларни пикир қилишни үгинисиләр.*

## I. Чоң йерилиш

Чоң йерилишлар чүшәнчиси Хаббл қануниниң 1920 ж. ечилиши билән пәйда болиду. Бу қанун байқашларниң нәтиҗилирини тәсвирләйду, униңға мувапиқ көрүнидиған Аләм кәңийиду вә галактикилар бир-биридин жирақлайду. Дәсләпки вақитта, миллиардлиған жил бурун Аләм интайин зич һаләттә болғинини тәсвирләш қийин әмәс. Аләмниң мундақ тәрәққий етиши икки әһмийәтлик факторлар билән: космослуқ микродолқунлуқ фон билән вә йеник элементларниң көп болуши билән растлиниду.

**Космослуқ микродолқунлуқ фон.**

1964 ж американлиқ физиклар Арно Пензиас билән Роберт Уилсон Аләм микродолқунлуқ чапсанлиқ диапазонида электромагнитлиқ шола чиқириш билән толтурилғанлиғини ениқлиди. У реликтлиқ дәп аталди. Кейинки өлчәшләр бу шола чиқириш –270 °С (3 К) температуридики объектиларға тән екәнлигини көрсәтти. Реликтлиқ шола чиқиришлар мәштики өчүп қалған көмүрниң иссиқлиғиға охшаш келиду.

Арно Пензиас билән Роберта Уилсонниң йеңилиғи космослуқ микродолқун фониниң можутлиғини чүшәндүрмәй, пәқәт Аләмниң кәңийиш фактисини чүшәндүридиған барлиқ можут Аләм модельлириниң ичидин Чоң йерилишлар нәзәрийәсини таллашни алдин-ала ейтип кәтти.

**Йеник элементларниң көплиги.** Дәсләпки Аләм интайин иссиқ болди, жуқури температура билән қисимда йеник ядроларниң систезлиниш реакциялири әмәлгә ашти. Дәсләпки үч минутта пәйда болған массивлиқ ядролар бир-бири билән урулишиш вақтида парчиланди. Дәсләпки Аләм тарихиға бу период «йеник элементрлар ядролириниң пәйда болушиниң мүмкинлик деризиси» ретидә кирди. Бирақ, бу период узаққа созулмиди. Чоң йерилиштин кейин дәсләпки үч минутниң ичидә зәрриләр бир-биридин шунчилик жираққа учуп кәттики, шуниң үчүн уларниң арисидики урулушлар интайин аз болидиған болди, шуниң билән биллә «ядроларниң синтезлиниш деризиси» йепилди. Бу қисқа вақит ичидә протонлар билән нейтронларниң урулиши нәтиҗисидә дейтерий, гелий-3, гелий-4 вә литий-7 пәйда болди. Буниңдинму еғир элементрлар кейинирәк – юлтузларниң түрлиниши вақтида пәйда болди.

Чоң йерилиш нәзәрийәси дәсләпки Аләмниң температурисини, йеник элементлар ниң һәртүрлүк ядролириниң санининиң нисбийәтлигини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. Йеник элементларниң байқилидиған санлирини һесаплашлар билән селиштуруш арқилиқ Чоң йеришлар молҗами испатланди.

## II. Аләмниң кәңийиши. Хаббл қануни

Американлиқ астроном Эдвин Хаббл 1929 жили Маунт-Вилсон обсерваториясидики 100-дюймлиқ (254см) телескопиниң ярдими билән галактикилар спектрлиридики қизил силҗишини өлчиди. У спектрларниң қизил силҗиши вә галактикиларниң жирақлаш

илдамлиғи байқилидиған галактикиғичә арилиққа тоғра пропорционал екәнлиги ениқланди. Қизиқ силҗиш миқдари шола чиқиришниң өзгәртилгән чапсанлиғиниң дәсләпки шола чиқиришиға нисбити билән өлчиниду.

$$z = \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0}. \quad (1)$$

Чапсанлиқниң өзгириши көп болса, байқиливатқан Галактикиғичә арилиқ вә униң шолилиқ илдамлиғи көп болиду (*293-сүр*). Қизил силҗиш бойичә Хаббл қануни бойичә чоң арилиқта жирақлаватқан объектқичә арилиқни ениқлашқа болиду:

$$cz = H_0 D, \quad (2)$$

буниңдики $c$ – электромагнитлиқ долқунларниң илдамлиғи, z – қизил силҗиш, $H_0$ – Хаббл турақлиғи, $D$ – асман объектисиғичә арилиқ. Қизил силҗишниң аз мәналирида $cz = \upsilon$, буниңдики $\upsilon$ – шолилиқ илдамлиқ. Бу һаләттә Хаббл қануни төвәндикичә өзгириду:

$$\upsilon = H_0 D. \quad (3)$$

Бизниң Галактикидин галактикиларниң жирақлинидиған $\upsilon$ илдамлиқ уларғичә болған $D$ арилиққа тоғра пропорционал.

Хабблниң параметрлири вақитқа бағлиқ: бурунқи Аләмниң кәңийиши һазирқи вақитқа қариғанда ейтарлиқтәк илдам кәңәйди вә Хаббл турақлиғиниң мәнасиму көп болди. Хаббл турақлиғи вақит өтүши билән түзүтилиду: 2012 жилғичә Аләмдики әң жирақ объектиларғичә арилиқларни төвәндики мәналарни пайдилинип ениқлиди:

$$H_0 = 73{,}8 \pm 2{,}4 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$$

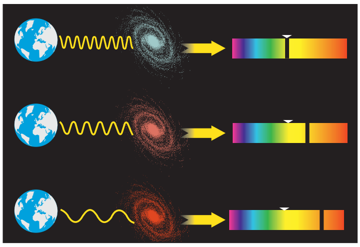
яки

$$H_0 \approx 2{,}3 \cdot 10^{-18} \text{ сек}^{-1}. \quad (4)$$

2013 жилдин башлап «Планк» комослуқ телескопни пайдилинип жүргүзүлгән картографиялиқ ишлардин кейин $H_0 = 63{,}15$ км/сек · Мпк нәтижиси елинди.

Шундақ қилип, Хаббл қануни бойичә байқилинидиған объект биздин қанчилик жирақ орунлашса, биздин шунчилик жуқури илдамлиқ билән жирақлайду, Аләм кәңийиду.

Хаббл турақлиғиға әкси миқдар $\frac{1}{H_0} = \frac{D}{\upsilon}$, байқилинидиған объект $D$ арилиқни жүрүп өтүдиған вақитни билдүриду.



***293-сүрәт.*** *Спектиниң қизил учиға сизиқларниң силҗиши*

**1-тапшурма**

70 км/с · Мпк тәң Хаббл турақлиғини СИ-да йезиңлар. Уни (4) мәнаси билән селиштуруңлар.

**Җавави қандақ?**

*Биз аләмниң кәңийиш мәркизи ретидә бизниң Галактика дәп ейталаймизму? Сәвәвини чүшәндүрүңлар?*

**Нәзәр селиңлар!**

1. 10-15 млн йоруқ жил арилиғидики арилиқни ениқлаш вақтида Хаббл қануни чоң хаталиқларни бериду.
2. Бизниң галактикидин космос объектиси қанчилик чоң арилиқта орунлашса, байқиғучидин жирақлиниш илдамлиғи шунчә көп болиду.
3. Йоруқ илдамлиғиниң мәнаси чәклик болғанлиқтин, Аләмниң чәклик йешиға биз һазирқи вақитта көрәләйдиған Аләмниң чәклик облуси мувапиқ келиду. Бу һаләттә Аләмниң әң жирақ байқилидиған бөләклири униң эволюциясиниң әң дәсләпки моментлириға мувапиқ келиду.

Хаббл қанунидин $\frac{1}{H_0}$ жил бурун байқилинидиған Аләмниң материяси бир чекиттә топланғанлиғи келип чиқиду. Йерилишниң орун елиши Аләмниң тәрәққий етишиниң башланмисиға йол ачти.

## III. Аләмдики қара материя вә қара энергия

1998 ж. Аләмниң иштикләп кәңийиши Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузларни байқаш вақтида ечилди. Мошу йеңилиғи үчүн 2011 ж. Сол Перлмуттер, Брайан П. Шмидт вә Адам Рисс физика бойичә Нобель мукапитини алди. Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузларни байқаш кәңийиш интенсивлиғини вә униң вақитқа бағлиқ екәнлигини ениқлаш мүмкинчилигини бериду. Һазирқи байқаватқан жирақтики адәттин ташқири йеңи юлтузлар Аләм эволюциясиниң дәсләпки этаплирида бирнәччә млрд. жил бурун йерилған. Бу Аләмниң иштикләп кәңийиватқанлиғини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. Тартилиш күчи астилитишқа иш ишләйду вә бир күни пүткүл Аләмниң кәңийиш җәрияни тохтайду. Иштикләшкә бәлгүсиз бир күч тәсир қилидиғини ениқ болди. Шуниң билән қатар Аләм кәң болғансири, бәлгүсиз күч "һакимийәткә" егә болиду. Алимлар уни қара энергия дәп бәлгүлиди.

**Бу қизиқ!**

Һазирқи қәдәмдә тәкшүргүчиләрниң бирнәччә топи бар, униң бири ЦЕРН (Улар тәкшүрәштә йоған адронлиқ коллайдер пайдилиниду). Лабораториялиқ шараитларда тәкшүрәш үчүн қара материяниң зәррилирини ясаш бойичә иш ишләйду.

Космологиядики қара энергия – байқаватқан Аләмниң иштиклиши билән кәңийишини чүшәндүрүш үчүн Аләмниң математикилиқ моделиға киргүзилгән энергияниң гипотезилиқ түри.

Қара энергияниң бәлгүлүк хусусийәтлири А. Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәси билән қурулған космологиялиқ турақлиқ билән мувапиқлаштурилған. Турақлиқ миқдар тепилиш күчи болиду, у гравитацияға қариму-қарши һәрикәт қилиду вә бошлуқни өзгиришләрдин тутуп туриду.

**Җавави қандақ?**

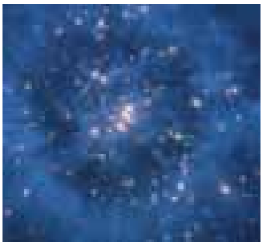
1. *Қандақ шарниң әгирлиги көп: радиуси көпниңму яки кичикниңму?*
2. *Чәксиз радиуси бар шарниң чәксиз кичик бөлүгидә Эвклид геометриясини вә Декартлиқ координатилар системисини пайдилинишқа боламду? Җававиңни чүшәндүр.*

Галактикиларниң топлимилиридики гравитациялиқ күчләрни өлчәш униң өзидики вә Аләмдики қара материясиниң массисини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. Материяниң 80 % Аләмниң кәңийиш

**Әскә чүшириңлар!**

Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузлар – бу ақ карликлар, улар юлтуз-компаньониниң маддиси билән озуқлиниду, Чандрасекар чекигә йетип униңдин кейин йерилиду вә нейтронлуқ юлтузларға айлиниду. Барлиқ ақ карликлар үчүн Чандрасекар чеки бирдәк, ақ карликлар бир-биригә охшаш, шуңлашқа униңдики йерилишларму охшаш. Башқа сөз билән ейтқанда, Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузлар "стандартлиқ шам" болуп тепилиду: абсолют пақиришини билип, көрүнидиған йоруқлуқни өлчәп, уларниң һәркайсисиғичә болған ариliқни ениқлашқа болиду. Шуниң билән, Доплерниң эффектиси – қизил силҗиш арқилиқ адәттин ташқири йеңи юлтузларниң биздин жирақлинишиниң илдамлиғини тепишқа болиду.

интенсивлиғини чүшәндүрүш үчүн йәткүлүксиз. Бу фактини чүшәндүридиған мүмкин болған бир чүшәнчә: Аләмдә материяниң йеңи формиси «қара материяниң» болуши *(294-сүр)*. Қара материя Йәр шараитида ечилмиған, маддилар билән өзара күчсиз тәсирлишидиған, бирақ, гравитациялик өзара тәсирлишидиған йеңи элементар зәрриләрдин туриду.



***294-сүрәт.*** *CI 0024+17 галактикиларниң топлишидики қара материяниң туманлиқ төңгиси*

## IV. Аләмниң кәңийиши вә бошлуқниң әгирлиги

Аләмниң кәңийиши җәриянида бошлуқниң әгирлиги азийиду. Бирақ, Аләмниң байқилидиған кәңийишини көрүнидиған әгирләр билән тәминлиниши үчүн бошлуқниң әгирлик радиусиниң мәнасиға түзүтишләрни киргүзиш һаҗәт: чоң йерилишниң бир секундидин кейин у Аләмниң бир бөлүгиниң көрүнәрлик радиусиниң миллиардлик үлүшигә тәң болуши керәк.

Мундақ түзүтишләрсиз, бүгүнки күни әгирликниң мәнаси интайин көп болар еди. Бу мәсилини йешиш Аләмниң эволюциясиниң инфляциялик дәрижиси тоғрилиқ чүшәнчиләргә елип кәлди. Алексей Старобинскй вә Алан Гут билән иккисиниң бир-биригә мустәқил тәклип қилған вә Андрей Линдниң, Андреас Албрехт билән Пол Стейнхардтниң әмгәклириниң асасида қелиплашқан инфляциялик нәзәрийәсигә мувапиқ: Аләм өзиниң эволюциясиниң дәсләпки этаплирида интайин илдам экспоненциялик кәңәйди яки көпти, инфляцияға учириди (*295-сүр)*. Инфляциялик этап секундниң аз үлүшидә созулсиму, мошу вақит ичидә Аләм онлиған яки йүзлигән рәт созулиду, бошлуқниң әгирлиги нөллик мәнағичә төвәнлиди. Бошлуқ эвклидлиқ болди. Бу Аләмниң үч өлчәмлик бошлуқтики әгирлигиниң интайин аз екәнлигини испатлаш, реликтлиқ шола чиқириш картисини оқуп-үгиниш арқилиқ әмәлгә ашти.

***295-сүрәт.*** *Бошлуқниң әгирлигини тәкшүрәш Аләмниң тәрәққий етишидики инфляциялиқ периодниң болуши тоғрилиқ хуласигә елип кәлди.*

Заманивий этапта қара материяниң бар болушиниң тәрәпдарлири көпийип келиватиду. Аләмниң иштикләп кәңийишини чүшәндүргәндә, улар бошлуқниң тәхминән 80 % алидиған қара материясиниң болуш гипотезисиға асаслиниду. Бошлуқниң әгирлиги иштикләп кәңийишкә елип кәлмәйду, Аләмниң дәсләпки пәйтлиридики космослуқ инфляциягә охшаш қара энергияниң тәсири иштикләп кәңийишкә елип келиду.

## ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Байқуғучидин жирақлаватқан Галактикиниң шола чиқириш спектрдики қизил силжиш 0,003. Галактикиниң Бизниң Галактикидин жирақлишиш илдамлиғини вә униңғичә болған арилиқни ениқлаңлар.

**Берилди:**
$z = 0,003$
$c = 3\cdot 10^8$ м/сек
$H_0 = 2,3 \cdot 10^{-18}$ сек$^{-1}$

$\upsilon - ?\ D - ?$

**Йешилиши:**
Қизил силжишниң аз мәналирида галактика илдамлиғи төвәндикигә мәнаға тәң
$\upsilon = c \cdot z;\ \upsilon = 3\cdot 10^8$ м/сек $\cdot\ 0,003 = 9 \cdot 10^5$ м/сек.

Галактикиғичә арилиқ: $D = \dfrac{\upsilon}{H_0};\ D = \dfrac{9\cdot 10^5\ \text{ì /ñåê}}{2,3\cdot 10^{-18}\,\text{ñåê}^{-1}} = 3,9\cdot 10^{23}\ \text{ì}$

**Жавави:** $\upsilon = 9\cdot 10^5$ м/сек; $D = 3,9\cdot 10^{23}$ м.

### Тәкшүрүш соаллири

1. Чоң йерилишниң концепцияси немидә? У қандақ қанун билән бағлинишлиқ?
2. Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ көз қарашларни қандақ фактилар растлайду?
3. Хаббл қануни?
4. «Қара энергия» дегинимиз немә?
5. «Қара материя» қандақ хусусийәтләргә егә?

### Көнүкмә 50

1. Бизниң Галактикидин 8000 км/сек илдамлиқ билән жирақлаватқан Галакттикиғичә арилиқни ениқлаңлар.
2. Мошу Галактикиниң шола чиқириш спектридики қизил силжиш қандақ мәнаға егә?

### Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. «Қара материяни» вә «Қара энергияни» тәкшүрәшләрдики заманивий утуқлар.
2. Э.П. Хабблниң һаяти билән паалийити.
3. Реликтлиқ шола чиқиришларни тәкшүрәш нәтижилири.

# § 51. Аләм эволюциясиниң асасий этаплири. Аләмниң модельлири. Аләмдики һаят вә тәрәққият. Космосни өзләштүрүш вә адәмзатниң космослуқ перспективилири

**Күтилидиған нәтижә**

*Параграфни өзләштүргәндә:*

- *Хаббл қанунини пайдилинип Аләмниң йешини баһалашни;*
- *микродолқунлуқ фонлиқ шола чиқириш тоғрилиқ мәлуматларни пайдилинип, Чоң йерилиш нәзәрийәсини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

**Бу қизиқ!**

Хаббл қануни Йәрдин байқаш вақтида галактикиларниң арисидики, униң ичидә бизниң галактикидин жирақ ариликни етиварға елип чиқирилиду. Хабблниң кәңийиш қануни Аләмдә бир вақларда мадда интайин чоң зичлиқларда болғанлиғини көрситиду. Интайин чоң зичлиқлардин һазир зичлиқларғичә вақит арилиғи шәртлик түрдә Аләмниң йеши дәп аташқа болиду, Аләмниң йеши

$$t_A = \frac{1}{H_0} \approx 13 \cdot 10^9$$

миқдари билән ениқлиниду.

## I. Аләмниң эволюцияси

Чоң йерилишниң умумий қобул қилинған нәзәрийәсигә асаслинип мутәхәссисләр Аләмниң эволюциясинининң төрт асасий этаплирини бөлди.

1. **Адрон дәвири.** Интайин жуқури температура билән зичлиқта материя Аләмниң дәсләпки этапида аддий зәрриләрдин, әң алди билән адронлардин туриду. Бу этап секундниң он миңлик үлүшигә созулди, бирақ шу вақитта зәрриләр арисидики өзара тәсирлишиши интайин интенсив болди.
2. **Лептон дәвири.** Бу вақитта электронларниң, позитронларниң вә нейтронларниң интенсив түзүлишини тәминләйдиған температура интайин жуқури болди, дәл мошу вақитта реликтлиқ шола чиқиришқа асас болған нейтронлуқ деңиз пәйда болди.
3. **Фотон дәвири.** Фотон дәвири аяқлишип, Аләмниң температуриси бәлгүлүк бир мәнағичә төвәнләп, антимаддидин маддилар бөлүнүп, Чоң йерилишниң кәң фазиси аяқлашти. Адрон, лептон вә фотон дәвирлириниң қошундиси Аләмниң йешиниң тәхминән 30 миңиниң бир бөлүгини тәшкил қилиду.
4. **Юлтуз дәвири.** Һазирки вақитта давамлишип келиватқан Аләмниң асасий этапи. Бу этапта Аләм кәңәйди, маддилардин юлтузлар, планетилар, юлтузлуқ системилар, галактикилар һасил болди.

Бошлуқниң әгирлигиниң ахирки тәкшүрәшлиригә мувапиқ (§ 50) дәсләпки икки дәвиргә киргән инфляция этапи киргүзилди: адрон вә лептон. Турақлиқ Хаббл мәнасиға түзүтишләр киргүзилди, у Адәмниң әң жирақ объектилириғичә болған ариliқни ениқлаш билән биллә униң йешиниму ениқлашқа мүмкинчилик бәрди.

## II. Аләмниң классикилиқ модельлири

Аләмниң космослуқ модельлириниң асасида бәлгүлүк бир аләмлик көз қарашниң дәсләпки шәртлири ятиду, бу модельларниң өзлири болса чоң аләмлик көз қарашниң мәнасиға егә.

Классикилиқ илимда Аләмниң стационарлиқ һалитини тоғрилиқ нәзәрийә болди, мошу нәзәрийәгә мувапиқ, Аләм һәрдайим һазирки вақиттикидәк болди. Астрономия статикилиқ болди: планетилар билән кометиларниң һәрикити тәкшүрәлди, юлтузлар билән космослуқ объектилар тәсвирләнди, бирақ Аләмниң эволюцияси тоғрилиқ мәсилә қозғалмиди.

Ньютонниң классикилиқ космологияси төвәндики постулатларниң асасида қурулди:

1. Космология Аләмни өз-өзидин можут дәп тонуйду.
2. Аләмниң бошлуғи билән вақти абсолютлиқ, улар материялиқ объектилар билән җәриянларға бағлиқ әмәс.
3. Бошлуқ билән вақит чәксиз.
4. Бошлуқ билән вақит бирхил вә изотроплиқ.
5. Аләм турақлиқ, эволюцияға учирмайду. Ениқ космослуқ системилилар өзгириши мүмкин, бирақ пүтүн Аләм өзгәрмәйду .

Классикилиқ космологияда Аләмниң чәксизлиги постулатиға бағлиқ икки қариму-қаршилиқ пәйда болди:

1. *Гравитациялиқ:* әгәр Аләм чәксиз вә униңдики асман җисимлириниң чәксиз сани болса, у чағда тартилиш күчиниң тәсиридин коллапслиқ һаләт орун елип, Аләмниң мәңгүлик тирикчилиги аяқлиниши керәк.
2. *Фотометрлик:* әгәр асман җсимлириниң чәксиз сани болса, у чағда асман чәксиз йоруқлиниши керәк, бирақ у байқалмайду.

Ньютонлиқ космология асасида йешилмәйдиған бу қариму-қаршилиқларниң эволюцияға учирайдиған Аләм тоғрилиқ вә кәңийиш чегарисиниң болуши чүшәнчилири киргүзилгән һазирқи *заманивий космология* йешиду.

### III. Аләмниң заманивий модельлири

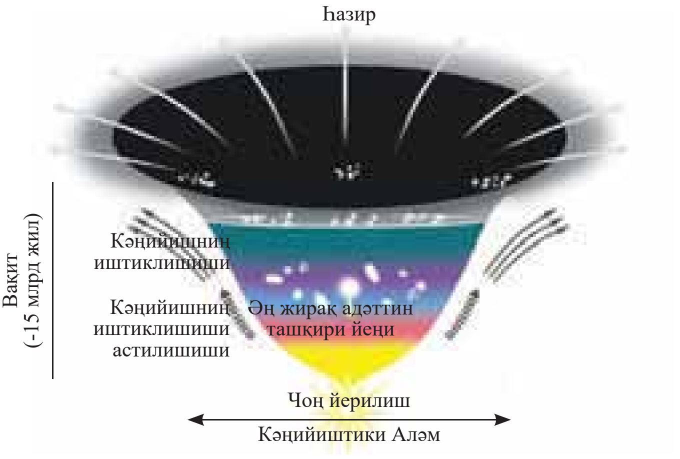
Заманивий релятивистлиқ космология А. Эйнштейн умумий нисбийәтлик нәзәрийәсиниң асасида Аләм моделини қураштурди. А. Эйнштейн биринчи болуп Аләм моделини 1917 ж. тәклип қилди, у Аләмлик бошлуқ бирхил вә изотроплиқ, материя оттура һесап билән бирдәк тәхсимләнгән, массиларниң гравитациялик тартилиши универсал космос тепилиш билән тәңпуңлаштурилған дәп молҗалиди. А. Эйнштейн модели шу вақитниң барлиқ бәлгүлүк фактилири билән келишти.

Шу 1917 жили голландлиқ астроном Виллем де Ситтер башқа модель тәклип қилди, униңға мувапиқ Аләмдики материяниң пәйда болуши уларни бир-биридин жирақлитишқа вә пүткүл системини таритишқа интилидиған массилар арисидики космослуқ тепилиш күчлириниң бир мәзгилдә пәйда болуши билән қатар жүриду.

Кейинки издинишләр Аләмниң түзүлиши билән тәрәққий етишигә алимларниң көз қарашлирини өзгәртти. 1922 жили рус математики вә геофизик А.А. Фридман һазирқи вақиттта қобул қилинған Аләмниң пәйда болуши билән эволюциясиниң космологиялқ мәсилисиниң йешилишини бәрди.

А.А. Фридман тәңлимилириниң йешими үч мүмкинчилик бәрди. Әгәр Аләмдики мадда билән шола чиқиришниң оттура зичлиғи бәзибир критикилиқ миқдарға тәң болса, Аләмлик бошлуқ евклидлиқ бошлуқ болуп тепилиду вә Аләм дәсләпки чекитлик һалитидин чәксиз кәңийиду. Әгәр зичлиқ аз болса, бошлуқ Лабочевский геометрияси билән чүшәндүрилиду вә буниңдиму чәксиз кәңийиш жүриду. Шундақ қилип үчинчи мүмкинчиликтә бошлуқ зичлиғи критикилиқ миқдардин чоң болса, Аләмниң бошлуғи риманлиқ болиду, бәзибир этапта Аләмниң кәңийиши дәсләпки чекитлик һаләткичә давамлишидиған силҗиш билән авушиду. Һазирқи мәлуматлар бойичә Аләмдики материяниң оттура зичлиғи критикилиқ миқдардин аз, шуниң үчүн Лабочевскийниң дурусирақ болған модели – чәксиз кәңәйгән Аләм. Чоң әһмийити бар оттура зичлиқниң миқдари үчүн вә Аләмниң иштикләп кәңийишигә тәсир қилидиған материяниң бәзибир түрлириниң бар болуши етиварға елинмай қалди. Бу йәрдә қара

материя билән қара энергия тоғрилиқ ейтилиду (*296-сүр*). Шуниңға бағлиқ Аләмниң ахири яки чәксизлиги тоғрилиқ хуласә ясаш техи әтигән.




***296-сүрәт.*** *«Қара энергия» тәсиридин Аләмниң иштикләп кәңийиши*

**1-тапшурма**

Евклид бошлуғиниң Лобачевский геометриясидики бошлуқтин пәрқини ениқлаңлар.

**2-тапшурма**

Аләмниң әқилға қонумлуқ тирикчилигиниң бар болушиға вә униңға қариму-қарши икки факторни йезиңлар. Синипдашлириңлар билән таллаңлар.

## IV. Аләмдики һаят вә тәрәққият

Ахирқи 20 жилдики астрономларниң тәкшүрәшлири адәмзатниң Аләм сирлирини оқуп билиштә ейтарлиқтәк илгирләтти. Жирақ галактикиларда һаят түрлири бар болуш мүмкин. Улар қандақ көрүниду, қандақ һаләтләрдә тирикчилик қилиду вә қандақ пәйда болди дәп пәқәт молжам ясашқа болиду. Ениқ мәлуматларни заманивий илим берәлмәйду: һазирчә мундақ технологиялар йоқ. Бирақ, космоста һаят түрлири бар дәп ениқ етишқа болиду. Булар илимда бәлгүсиз интайин кичик бактериялар, клеткилар билән микроорганимзлар болуши мүмкин. Улар бәлгүлүк планетиларниң көп бөлүгидә тепилған.

1990 жили 24 апрельда ишқа қошулған «Хаббл» космослуқ телескоп мошу күнгичә жирақ галактикиларни сүрәткә чүширивватиду. Униң ярдими билән Аләмдә Саманчи йоли галактикисиға охшаш галактикиларниң бар екәнлиги бәлгүлүк болди. Бирақ, шуниң билән биллә чаң-тозаң вә газлардин туридиған башқиму йоған галактикилар вә уларниң ичидә қара түнлүкләр бар.

Барлиқ космос объектилири охшаш материаллардин: газ, чаң-тозаңдин, өчкән юлтузлар билән планетиларниң қалдуқлиридин туриду. Бизни қоршиған материя атомлардин, углерод қошундилиридин вә башқа элементлардин туриду. Бирақ, әгәр космоста бактериялар, микроорганизмлар, вируслар вә башқиму ушшақ һаят түрлири бар болса, у чағда Аләмдә башқиму һаят билән тәрәққият болуши мүмкин.

Адәмзат тарихида башқа Аләмләр билән бағлиниш тоғрилиқ гипотезилар бар. Буниңға фрескиларниң, хәтләрниң, шундақла қедимий тәрәққиятта өз шәһәрлирини селиш технологиялири көрситиду. Мисирниң сирлиқ пирамидилири, Майя қурулушлири, Атлантидиниң һаят сүрүш вақтиға йетидиған қурулушлар, мошуниң барлиғи Йәрдин ташқири тәрәққиятниң ярдими билән қурулди. Мәсилән, Майя тайпилири бурун қандақ космослуқ һадисиләрни байқаш үчүн пирамидиниң дурус орунлишишини һесаплиған, календарларни жуқури дәллик билән ясиған, гороскопларни қураштурған. Шу дәвирдә адәмзатниң астрономияда, юлтузларниң орунлишишида билими болмиған.

Қувәтлик радиостанциялар вә телескопларниң ярдими билән космосни байқайдиған алим астрономлар Аләмниң жирақ булуңлиридин сигналларни алиду. Дегән билән, Аләмниң тәрәққий етишини растлайдиған тирикчиликниң һечқандақ илмий испати йоқ. Бирақ илим билән адәм өзиниң гипотезисини растлашқа интилиду.

**Бу қизиқ!**

**Космосни өзләштүруш**

1957 ж. 4 октябрьда адәмзат космослуқ бошлуқни өзләштүриш дәвиригә кирди. Р-7 ракета-тошуғучи дәсләп космос орбитисиға 83,6 кг салмақтики Йәрниң сүнъий һәмрайини йәткүзди. Униң ярдими билән атмосфера зичлиғиниң дәсләпки өлчәшлири жүргүзүлди, ионосферида радиосигналларни таритиш бойичә мәлуматлар елинди. Бу учушта дәсләп тошуғучи-ракетилар билән сүнъий һәмраларни лайиһиләшниң асасиға селинған нәзәрийәвий һесаплар билән техникилиқ йешилмиләрниң дуруслиғи тәкшүрилди һәм растланди.

1960 жили 19 августта бортида Белка вә Стрелка иштлири билән «Восток» типтики корабль учирилди. Бир жилдин кейин Ю. Гагарин космосқа учти.

1961 жили 12 февральда Байқонур космодроми «Молния» ракетисини учиришни әмәлгә ашурди, у кеңәшлик «Венера-1» станциясини Чолпан планетисиниң учуш траекториясиға чиқарди. Мошу учуш вақтида дәсләп 1 400 000 км арилиқтики станция билән икки яқлиқ бағлиниш әмәлгә ашурилди.

1962 жили 23 апрельда Канаверал мүңгизи космодромдин «Atlas-Agena» ракета-тошуғучиниң учурилиши әмәлгә ашти, у Йәр әтрапидики орбитиға америкилиқ «Ranger-4» космос кораблини йәткүзди. 26 апрельда автоматлиқ станция Айниң бетигә йәтти.

1962 жили 1 ноябрьда «Марс-1» кеңәш автоматлиқ станцияси учирилди. Станция бортида илмий әсваплар комплекси орунлаштурилди. 1963 жили 19 июньда станция планетидин учуп өтти, гелиоцентрлик орбитиға чиқип Күнниң сүнъий спутникиға айланди.

1963 жили 16 июньда дәсләпки космонавт-аял В.В. Терешкова Йәр әтрапида учуш сәпәригә чиқти.

1965 жили 18 мартта – адәмниң очуқ космосқа дәсләп чиқишини космонавт А.А. Леонов әмәлгә ашурди, униң очуқ космоста болуш вақит узақлиғи 10 минутни тәшкил қилди.

1969 жили 16 июльда Канаверал мүңгизи космодромидин «Saturn-5» ракета-тошуғучини учти, у «Columbia»/«Apollo-11» космос кораблини Йәр әтрапидики орбитиға чиқарди. Йәр әтрапида 1,5 айлиниш ясап, корабль Айниң бетигә қарап йөнәлди. 1969 жили 20 июльда Айниң бетидики Течлиқ Деңизигә Нейл Армстронг вә Эдвин Олдрин бар LM-5 «Eagle» Ай кабиниси қонди. Ай бетигә биринчи болуп Нейл Армстронг чүшти.

1970 жилни 10 ноябрьда «Протон-К» ракета-тошуғучи Айға учушниң траекториясиға борттики «Луноход-1» өзлигидин жүридиған аппарати билән «Луна-17» автоматлиқ планета арилиқ станциясини чиқарди. 17 ноябрь ейида Айға қониду.

1971 жили 14 ноябрь «Mariner-9» автоматланған планета арилиқ станцияси Марс әтрапидики орбитиға учирилди вә у Аләмдики Марсниң сүнъий һәмрайи болди. У 7329 фотосүрәтләр билән биллә көплигән йеңи мәлуматларни бәрди.

1975 жили 17 июльда кеңәшлик «Союз-19» башқурилидиған космос корабили билән америкилиқ «Apollo CM-111» башқурилидиған космос корабили қошулди.

1977 жили 20 августа «Вояджер-2» космослуқ аппарати учирилди. У Юпитерға 1979 жили 7 август ейида, Сатурнға – 1981 жили 26 август ейида, Уранға – 1986 жили 24 январь ейида Нетпунға – 1989 жили август ейида йәтти.

1988 жили 15 ноябрь ейида «Энергия-Буран» ракета-тошуғучи учирилиши әмәлгә ашти, Йәрниң әтрапидики орбитиға кеңәшлик МТКК «Буран» чиқирилди. МТКК «Буран» Аләмдә дәсләп Йәргә автоматлиқ түрдә қондурилди. .

1989 жили 18 октябрьда Atlantis шаттли Юпитерни тәкшүрәш бойичә «Galileo» зондини чиқарди. Юпитерға йәткәндин кейин 1994 жили радиозондни униңға ташлап, «Galileo» униң атмосферисини тәкшүрди. «Galileo» чүшәргән Юпитерниң – Каллисто, Европа вә Ганимед һәмралириниң фотосүрәтлиридин Юпитерда өзиниң океанлири бар екәнлиги көрситилди .

1990 жили 5 апрельда «Дискавери» шаттли «Хаббл» телескопи билән Йәр орбитисиға чиқарди. 2000 жилниң март ейидики мәлуматлар бойичә телескопниң ярдими билән 330 миңдин көп байқашлар жүргүзүлип, 25 миңдин көп астрономилиқ объектилар тәкшүрәлди.

1996 жили 4 декабрьда АҚТ Марс планетисиға «Mars Pathfinder» космос корабили учирилди. 1997 жили 4 июльда Марсниң бетигә америкилиқ АМС «Mars Pathfinder» қонди, у униңға Аләмдики биринчи марсоход «Sojourner» йәткүзди.

1997 жили 15 октябрьда Канаверал Мүңгүзи космодромидин «Titan-401B» ракета-тошуғучини Сатурнға учушқа беғишланған «Cassini» америкилиқ планета арилиқ станциясини йәткүзди. 2005 жили 14 январьда космосни өләштүрүш тарихидики әң әһмийәтлик вақиәләрниң бири болуп тепилди, бирдә-бир аппарат Йәрдин жирақ арилиққа қонған әмәс.

2003 жили 10 июньда АҚШ «Spirit» космос аппарати учирилди. Марсқа қондуруш 2004 жилниң 4 январида Гусев кратери әтрапида әтти. Учушниң асасий вәзипилири – Марс бетини тәкшүрәш.

2005 жили 4 июльда «Deep Impact» америкилиқ космослуқ зондтин бурун бөлүнгән 372-килограммлиқ зәрбигүчи (Impactor) саатиға 37 миң км илдамлиқ билән «Tempel I» кометисиға урулди. Қоршиған бошлуққа урулушниң нәтижисидә тәхминән 5,5 миң тонна су билән углерод қошундилири вә униңдинму көп тозаңлар чиқирилди.

### 3-тапшурма

Интернет торидики материалларни оқуп, соалларға жавап бериңлар:

1. Қандақ мәмликәтләрдә космодромлар селинған?
2. ҚЖ космонавтлири қандақ тәкшүрәшләргә қатнашти?
3. Қазақстан Жумһурийити Миллий космослуқ агентлигиниң тәрәққий етиш перспективилири?

### 4-тапшурма

Параграфниң 5-бөлүгидә берилгән космослуқ учушларниң хронологиясини тәкшүрәп, асман объектилирини тәкшүрәшниң асасий йөнилишлирини көрситиңлар.

Ракетиниң һәрбир учирилишида қандақ асасий мәхсәтләр көзләнгән.

## Тәкшүрүш соаллири

1. Чоң йерилиш нәзәрийәсиниң асасида мутәхәссисләр Аләм эволюциясини қандақ этапларға бөлди?
2. Ньютонниң классикилиқ космологияси қандақ постулатларға асасланған?
3. Аләмниң заманивий модельлириниң авторлирини атаңлар. Бу модельларниң мәнаси?
4. Дәсләпки сүнъий Йәр һәмрайи қачан учирилди?
5. Космос бошлуғиға дәсләп ким учти?
6. Космонавтлар қандақ асман жисимлириға йәтти?
7. Ай билән Марста өзлигидин жүрүш аппаратлири қандақ мәхсәттә қурулди?
8. Юпитер планетисиниң һәмрайиға зондлар қандақ мәхсәттә әвитилди?
9. Космонавтика космослуқ учушларни әмәлгә ашурушта қандақ утуқларға қол йәткүзди?

## Ижадий тапшурма

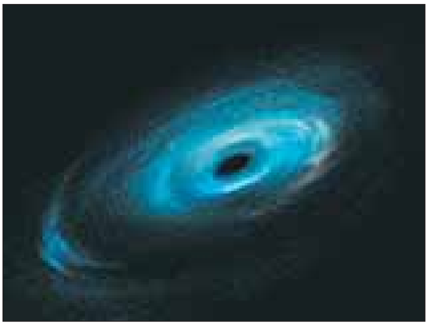
Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Аләмниң түзүлишидики "Тарлар" нәзәрийәси.
2. Аләмниң тамчә модели.
3. Адәмзатниң космослуқ перспективилири.
4. Тәрәққий әткән һаятни издәшниң нәтижилири тоғрилиқ.

## Космослуқ телескоплар

### Хаббл телескопи

«Хаббл» телескопи – НАСА билән Европилиқ космос агентлиғиниң бирләшкән лайиһәси вә НАСА-ниң чоң обсерваториялири қатариға кириду. «Хаббл» орбитиға 1990 жили 24 апрельда «Дискавери» космос корабили билән чиқирилди. Орбитиниң егизлиги тәхминән 569 км, айлиниш периоди 96–97 мин, орбитилиқ илдамлиғи тәхминән 7500 м/сек.



***297-сүрәт.*** *Галактика мәркизидики қара түнлүк. Хаббл телескопидин елинған сүрәт*

Космос бошлуғида телескоп орнитиш арқилиқ Йәр атмосфериси сүзүк әмәс диапазонларда, әң алди билән инфрақизил диапазонида элетромагнитлиқ шола чиқиришни тиркәшкә мүмкинчилик бериду. «Хаббл» арқилиқ елинған әхбаратлар бортлиқ сақлиниш қураллирида сақлиниду, униңдин кейин геостационар орбитида орунлашқан TDRSS коммуникациялиқ спутниклар системиси арқилиқ әхбарат Годдард мәркизигә әвитилиду. Йәр әтрапиниң орбитисида 15 жил ишләп, «Хаббл» телескопи асман җисимлириниң – юлтузларниң, туманлиқларниң, галактикиларниң, планетиларниң 1,022 млн. сүритини алди (*297-сүр*). У һәр айда тәхминән 480 ГБ әхбаратлар еқимини байқаш җәриянида чиқириду. Телескоп ишиниң барлиқ вақит ичидә жиғилған әхбарат һәҗими 50 терабайт. 3900 астрономлар уни байқашлар үчүн қоллинишқа мүмкинчилик алди, илмий бесилимларда 4000-ға йеқин мақалилар йоруқ көрди.

«Хаббл» программиси рәсмий түрдә 2021 жилниң 30 июнь ейиғичә узартилди, униңдин кейин «Джеймс Уэбб» космослуқ телескопиға алмаштурилиду. .

### Планк телескопи

Планк телескопи – Европилиқ космос агентлигиниң астономиялиқ спутниги, космослуқ микродолқунлуқ фониниң – реликтлиқ шола чиқиришниң вариациясини тәкшүрәш үчүн қураштурилған. «Ариан-5» ракета-тошуғучи билән орбитиға 2009 жили 14 майда чиқирилди. 2009 жилниң сентябрь ейидин 2010 жилниң октябрь ейи арилиғида «Планк» өзиниң тәкшүрәш ишлириниң асасий бөлүмини аяқлаштурди, қошумчә бөлүмини орунлашни башлиди. Европа космос агентлигиниң космослуқ учишларни башқуруш мәркизисидин 2013 жили 23 октябрь ейида телескопни өчүрүш үчүн ахирқи командиси әвитилди. Өчүрүштин бурун «Планк» компьютеригә башқуруш системисиға толуқ тосалғу қойидиған «ямиғучи» киргүзилди.

**1-тапшурма**

Интернет торидики материалларни пайдилинип, ениқлаңлар:

1. Космослуқ бошлуқни тәкшүрәш үчүн орбитиға қандақ мәһкимиләр вә қандақ телескоп әвитилди?
2. Уларниң тәкшүрәш мәхсәтлири вә утуқлири?

## 12-бап йәкуни

| Юлтузғичә арилиқ | |
|---|---|
| 1 парсек = 3,26 йоруқ жили = 206 265 а.б. = 3 · $10^{13}$ км | |
| $D = \dfrac{a}{\sin p}$ | $D = \dfrac{206265''}{p}$ а.б. |
| **Юлтузлуқ миқдарлар вә юлтузрағичә арилиқ** | |
| $M = m + 5 - 5 \cdot lgD$ | $M = m + 5 + 5 \cdot lgp$ |
| **Юлтузниң пақириши** | |
| $L = R \cdot S$ | $L = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2$ |
| **Хаббл қануни** | |
| $cz = H_0 D$; $z = \dfrac{\nu - \nu_0}{\nu_0}$ | $\upsilon = H_0 D$; $H_0 \approx 2{,}3 \cdot 10^{-18}$ сек$^{-1}$ |
| **Юлтузларниң шола чиқириш интенсивлиғи вә юлтузлуқ миқдарлар** | |
| $\dfrac{I_1}{I_2} = 2{,}512^{m_2 - m_1}$ | $\dfrac{I}{I_0} = 2{,}512^{M-m}$ |

### Глоссарий

***M* абсолют юлтузлуқ миқдар** – биздин 10 пк арилиқта орунлашқан юлтузниң көрүнидиған юлтузлуқ миқдари.

**Галактика** (грек. *γαλαξίας* – сүт изиға охшаш) – юлтузлардин вә юлтуз топлимилиридин, юлтузлар арисидики газдин, тозандин вә қара материядин ибарәт гравитациялиқ бағлинишқан система.

**Космология** – бу астрономияниң Аләмниң хусусийәтлири билән эволюциясини оқутидиған бөлүм

**Юлтузниң жиллиқ параллакси** – көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң оттура радиусини ($a$ = 1 а.б.) юлтуздин көрүшкә мүмкин болидиған булуң.

**Парсек** – көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң чоң йерим оқи 1″ булуң билән көрүнидиған арилиқ .

**Юлтузниң пақириши L** бирлик вақит ичидә чиқирилған энергия.

**Юлтузниң пақириши** – бу йоруқ энергиясиниң шола чиқириш қувити.

**Йоруқ жили** – йоруқниң жил ичидә өтүдиған арилиғи.

ҚОШУМЧИЛАР

# ЛАБОРАТОРИЯЛИК ИШЛАР ВӘ ҖӘДВАЛЛАР

- Лабораториялиқ ишларда уларни жүргүзиш мәхсити, һаҗәтлик қурал-җабдуқлар көрситилгән, ишләш җәрияни сүрәт, җәдвал вә һесаплаш формулилири билән берилгән.

# 1-қошумчә. Лабораториялик ишлар

## № 1 лабораториялик иш.
## Трансформатор обмоткилиридики орамларниң санини ениқлаш

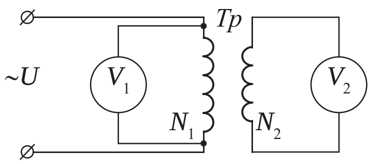
**Ишниң мәхсити:** икки вольтметр усули билән трансформатор обмоткилиридики орамларниң санини ениқлаш.

**Қурал-җабдуқлар:** өзгәрмә ток мәнбәси, трансформатор, қийилмиси 0,75 мм$^2$–1 мм$^2$ сим, өзгәрмә күчинишни өлчәшкә беғишланған икки вольметр (мультиметрлар – электр тизмисидики ток күчини, күчинишни яки қаршилиқни өлчәшкә беғишланған әсваплар).

**Қисқичә нәзәрийә**

Трансформаторниң бош жүришидә иккинчи обмотка жүкләнмигән, биринчи обмоткидин номинали токниң бир нәччә процентиға тәң магнитлиниш токи өтүду. Бу һаләттә трансформаторниң чиқишидики күчинишләр уларниң ЭҺК-ға тәң дәп елишқа болиду. У чағда ЭҺК билән күчинишниң нисбити трансформатор обмоткилиридики орамлар санининиң нисбитигә тәң:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (1)$$



*1-сүрәт*

1-сүрәттә трансформатор обмоткилиридики күчинишни ениқлаш үчүн тизминиң схемиси берилгән, бунищдики *Тр* – трансформатор, $N_1$ – биринчи обмоткидики орам сани, $N_2$ – иккинчи обмоткидики орам сани, $V_1$, $V_2$ – вольтметрлар. Өлчәшләрни дәллик класи 0,3 вә 0,2 болидиған әсваплар билән жүргүзиш керәк, бу һаләттә әсвапларниң көрсәткүчлири шкалиниң оттуридики бөлүгидә болуши керәк. Шкалиниң чәклик мәналирини пайдилинишқа болмайду, бу чоң хаталиқларға елип келиши мүмкин. Биринчи обмоткидики орамлар санини ениқлаш үчүн катушкиниң иккинчи обмоткисиниң үстидин қандақту бир орам санини ораш керәк.

Биринчи вә вақитчә орамға қошулған вольметр көрсәткүчилирини ениқлиғандин кейин биринчи обмоткидики орамлар санини һесаплашқа болиду, униңдин кейин тошуш коэффициентиниң мәнаси бойичә иккинчи обмоткидики орамлар санини ениқлашқа болиду.

## Ишниң орунлиниш тәртиви

*1-тапшурма. Биринчи обмоткидики орамлар санини ениқлаш*

1. Трансформаторниң иккинчи обмоткисиға симниң 10 орамини ораңлар.
2. Һаҗәтлик ишләш режимини вә өлчинидиған миқдарларниң диапазонлирини көрситиш арқилиқ вольтметрларни яки мультиметрларни обмоткиларға қошуңлар.
3. Өзгәрмә ток мәнбәсидин биринчи обмоткиға күчиниш бериңлар. Күчиниш номиналлиқ күчинишниң 10–20% тәшкил қилиши керәк.
4. Вольтметр көрсәткүчлирини җәдвалға йезиңлар.
5. Биринчи обмоткидики орамларниң санини һесаплап, уни 1-җәдвалға толтуруңлар.

*2-тапшурма. Иккинчи обмоткидики орамлар санини ениқлаш*

1. Иккинчи вольтметрни трансформаторниң вақитчә обмоткисидин иккинчи обмоткиға авуштуруңлар .
2. Вольтметрниң көрсәткүчлирини елип 2-җәдвални толтуруңлар.
3. Иккинчи *обмоткидики орамлар санини һесаплаңлар.*

*1-җәдвал*

| Өлчәнди | | | Һесапланди |
|---|---|---|---|
| Вақитчә обмоткидики орамлар сани $N_2$ | Вақитчә обмоткидики күчиниш $U_2$, В | Биринчи обмоткидики күчиниш $U_1$, В | Биринчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{1йеқ}$ |
| | | | |
| | | | |

*2-җәдвал*

| Өлчәнди | | | Һесапланди |
|---|---|---|---|
| Биринчи обмоткидики күчиниш $U_1$, В | Иккинчи обмоткидики күчиниш $U_2$, В | Биринчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{1йеқ}$ | Иккинчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{2йеқ}$ |
| | | | |
| | | | |

***3-тапшурма.*** *Өлчәшләр билән һесаплашларда кәткән хаталиқларни баһалаш, хаталиқларни етиварға елип нәтиҗиләрни йезиш*

1. Күчинишләрни өлчәшниң $\Delta_V = \Delta_ә + \Delta_0$ абсолют хаталиғини ениқлаңлар, буниңдики $\Delta_{\pm} = \frac{өлчәш\ чеки \cdot \gamma}{100}$ – әсваплиқ хаталиқ, $\gamma$ – әсвапниң дәллик класи (панельда көрситилгән), $\Delta_0 = \frac{ñ}{2}$ – һасаплаш хаталиғи, $ñ$ – әсвапниң бир бөлүгиниң баһаси.
2. $N_2$ орамлар сани хаталиқсиз ениқланғанлиқтин, биринчи обмоткидики орамлар санини һесаплашниң нисбийәтлик хаталиғини $\varepsilon_{N_1} = \frac{\Delta U_1}{U_1} + \frac{\Delta U_2}{U_2}$ формулиси бойичә ениқлаңлар.
3. Орамлар санини ениқлашта абсолют хаталиқни мону формула билән һесаплаңлар: $\Delta N_1 = N_{1йеқ} \cdot \varepsilon_{N_1}$.
4. Иккинчи обмоткидики орам санини һесаплаштики хаталиқни дәл мошундақ ениқлаңлар. Һесаплашларни ясап олтуруп, биринчи обмоткидики орамлар санини ениқлашниң хаталиғини етиварға елиңлар.
5. Хаталиқларни етиварға елип, трансформаторниң обмоткилиридики орамлар санининиң мәнасини йезиңлар: $\varepsilon_{N_1} = ...\%$ болғанда $N_1 = N_{1йеқ} \pm \Delta N_1$, $\varepsilon_{N_2} = ...\%$ болғанда $N_2 = N_{2йеқ} \pm \Delta N_1$.

## № 2 лабораториялик иш.
## Һавадики тавушниң илдамлиғини ениқлаңлар

**Ишниң мәхсити:** турғун долқунларда түгинләрниң орнини ениқлаш, уларниң арисидики ариliқни өлчәш, һавадики тавуш долқунининң илдамлиғини һесаплаш.

**Қурал-җабдуқлар:** су қуюлған егизлиги 40 см вә қошқучи нәйчиси бар икки әйнәк қача, чапсанлиғи 1 кГц-тин ашидиған тавуш долқунлирининң генератори, микрофон, өлчәш лентиси, маркер.

**Әскәртиш:** 1-дин 20000 Гц-кичә чапсанлиқтики «Тавушлуқ долқунларниң адәттики генератори» программиси орунлитилған янфон билән микрофони бар генераторни алмаштурушқа болиду,

**Қисқичә нәзәрийә**

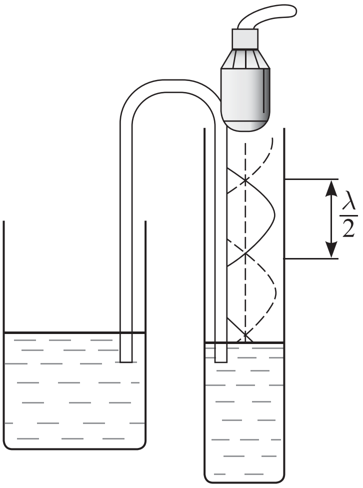
Тавуш илдамлиғини турғун долқун усули билән ениқлаш турғун долқунида дәстиләрниң яки түгүнләрниң орунлинишини ениқлаш вә уларниң арисидики ариliқни өлчәш болуп тепилиду. 2-сүрәттә һавадики тавуш илдамлиғини ениқлайдиған әсвап тәсвирләнгән. У икки қатнаш қачилардин ибарәт. Тавушниң мәнбәси болуп бир қачиниң үстидә орунлашқан динамик болуп тепилиду. Униңға тавушлуқ чапсанлиқтики генератордин сигнал берилиду. Генератор электр сигналиниң чапсанлиғини рәтләшкә мүмкинчилик бериду.

Иккинчи қачиниң вертикал орун йөткиши вақтида биринчи қачидики суюқлуқ дәрижиси өзгириду, бу униңдики һава столбисиниң егизлигиниң өзгиришигә елип келиду. Тавушниң қаттиқлиғи өзгириду: күчийиду, униңдин кейин толуқ йоқап күчсизлиниду вә қайтидин максимал қаттиқлиққичә күчийиду. Икки түгүн арисидики ариliқни өлчәш үчүн тавушниң йоқилип кәткән вақтида қачида суюқлуқ дәрижисини бәлгүләш йетәрлик. Әгәр $h_1$ вә $h_2$ сизғуч билән бәлгүләнгән болса, у чағда

$$(h_2 - h_1) = \frac{\lambda}{2},$$

һавадики тавушниң илдамлиғи:

$$\upsilon = 2\nu\,(h_2 - h_1).$$




***2-сүрәт.*** *Һавадики тавушниң илдамлиғини ениқлайдиған әсвап*

## Ишниң орунлиниш тәртиви

1. *2-сүрәттә* тәсвирләнгән түзилмини жиғиңлар.
2. Тавушлуқ тәвринишләрниң генераторини ишқа қошуңлар.
3. 2 кГц тавуш чапсанлиғини орнитиңлар.
4. Иккинчи қачини аста орнидин йөткәп, биринчи қачида тавуш йоқап кетидиған суюқлуқниң икки пәйдин-пәй егизлигини ениқлаңлар. Бу дәрижиләрни қачиниң тамлириға маркер билән бәлгүләңлар.
5. Қачини жуқури йөткәп, тавуш йоқап кетидиған барлиқ дәрижиләрни бәлгүләңлар.
6. Барлиқ елинған бәлгүләр арисидики ариliқни ениқлаңлар.
7. $\Delta h = \frac{\lambda}{2}$ екәнлигини етиварға елип, тавуш долқунениң илдамлиғини һесаплаңлар. Нәтижиләрни 3-жәдвалға йезиңлар.

*3-жәдвал*

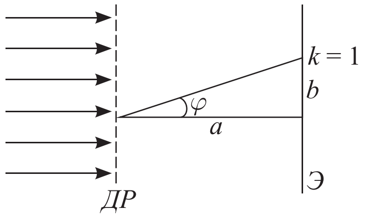
| № | Тавушлуқ сигналниң чапсанлиғи $\nu$, Гц | Икки пәйдин-пәй минимумлар арисидики ариliқ *l*, м | Тавуш долқуниниң узунлуғи $\lambda$, м | Тавуш илдамлиғи $\upsilon$, м/сек |
|---|---|---|---|---|
| | 2000 | | | |
| | | | | |
| | 3000 | | | |
| | | | | |

8. Абсолют вә нисбий хаталиқларни статистикилиқ усул билән ениқлаңлар.
9. Хаталиқларни етиварға елип жавапларни жәдвалға йезиңлар.
10. 3 кГц тавуш чапсанлиғида өлчәшләрни қайтилаңлар.
11. 2 кГц вә 3 кГц чапсанлиқлардики өлчәш нәтижилирини бөлмә температурисида (20 °С) тавуш илдамлиғиниң жәдваллиқ мәнаси 343,1 м/сек билән селиштуруңлар.
12. Чапсанлиқларни өсүрүш өлчәш дәллигигә қандақ тәсир қилиду?

## № 3 лабораториялик иш.
## Дифракциялиқ решетка ярдими билән йоруқ долқуниниң узунлуғини ениқлаш

**Ишниң мәхсити:** Дифракциялиқ решетка ярдими билән йоруқ долқуниниң узунлуғини ениқлаш.

**Жабдуқлар:** Периоди $\frac{1}{100}$ мм яки $\frac{1}{50}$ мм дифракциялиқ решетка, штатив, дифракциялиқ решеткини бәкүткүчиси вә өлчигүч сизғучиси бар үстәл, йоруқ мәнбәси, миллиметрлиқ шкаласи билән тар вертикал йочуғи бар экран.



*3-сүрәт*

**Қисқичә нәзәрийә:**

3-сүрәттә түзүлминиң схемиси тәсвирләнгән: *ДР* – дифракциялиқ решетка, *Э* – экран, $a$ – дифракциялиқ решеткидин экранғичә болған арилиқ, $b$ – мәркәзлик дағдин биринчи максимумғичә болған арилиқ. $\lambda$ долқун узунлуғини дифракциялиқ решеткиниң максимум шәртидин ениқлаймиз:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k},$$

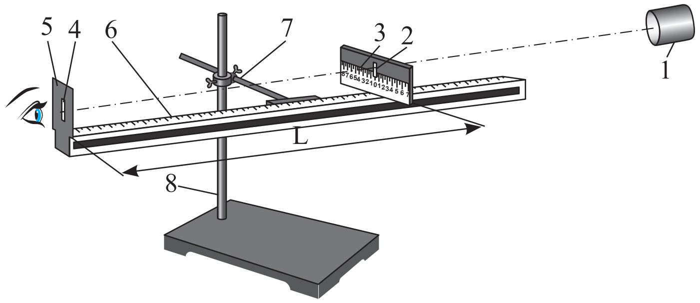
буниңдики $d$ – решетка периоди, $k$ – спектр рети, $\varphi$ – мувапиқ рәңниң йоруқ максимуми көрүнидиған булуңи. Биринчә вә иккинчи рәтлик максимумлар байқилинидиған булуңлар $5°$ ашмиғанлиқтин, булуңларниң синуслирини уларниң тангенслирға авуштурушқа болиду. 3-сүрәттән көрүмиз: $tg\,\varphi = \frac{b}{a}$. $a$ арилиғи – решеткидин экранғичә арилиқни сизғуч билән өлчиниду, $b$ арилиғи – йочуқлардин таллап елинған спектр сизиғиғичә арилиқ экран шкаласи бойичә өлчиниду. Долқун узунлуғини ениқлаш үчүн қоллинидиған формула төвәндикичә:

$$\lambda = \frac{d\,b}{k\,a}.$$

***Тапшурма.*** *Қизил йоруқниң максимал долқун узунлуғини вә ультрагүльнәпшә йоруқниң минимал долқун узунлуғини биринчи вә иккинчи рәтлик спектрлар бойичә ениқлаңлар.*

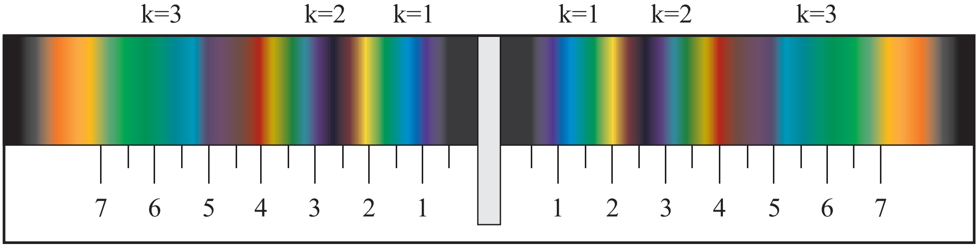
## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. 4-сүрәттә тәсвирләнгән түзүлмини жиғиңлар. Штатив (8) қисқурғучисиға (7) көтәргүчи үстәлни (6) бәкитиңлар, бәкиткүчкә (5) дифракциялиқ решеткини (4) орунлаштуруңлар, решеткидин 50 см арилиқта экранни (3) орунлаштуриңлар.
2. Түзүлмидин қандақту бир арилиқта (1) қиздуруш қили бар йоруқ мәнбәсини орунлаштуруңлар (май шам ялқунини пайдилинишқа болиду). Йоруқ шолилири экран йочуғи (2) арқилиқ дифракциялиқ решеткиға чүшиши керәк.




***4-сүрәт.*** *Долқун узунлуғини ениқлашқа беғишланған түзүлмә*

3. Бәкүткүчигә дифракциялиқ спектрлар вертикал чүшидиғандәк қилип решеткини орунлаштуруңлар *(5-сүр)*.




***5-сүрәт.*** *Дифракциялиқ спектрлар*

4. Йочуқлардин биринчи вә иккинчи рәтлик йоруқландуруш максимумиғичә арилиқни өлчәңлар. Нәтижиләрни 4-жәдвалға толтуриңлар.
5. Қизил йоруқ долқунининң максимум узунлуғини ениқлаңлар. Нәтижиләрни 4-жәдвалға толтуруңлар.
6. Гүлнәпшә йоруқ долқунининң минимал узунлуғини ениқлаңлар.

***4-жәдвал***

| Спектр рети | Решет-кининң периоди $d$, м | Решеткидин экранғичә болған арилиқ $a$, м | Йочуқтин йоруқлинишнинң максимум чегарисиғичә болған арилиқ $b$, м | | Долқун узунлуғи $\lambda$, м | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | қизил рәң | гүлнәпшә рәң | қизил рәң, $\lambda_{max}$ | гүлнәпшә рәң, $\lambda_{min}$ |
| 1 сол | | | | | | |
| 1 оң | | | | | | |
| 2 сол | | | | | | |
| 2 оң | | | | | | |

7. 1 вә 2 рәтлик спектрлар үчүн қизил вә гүлнәпшә рәңләр долқунлирининң узунлуқлирини өлчәшнинң нисбий хаталиғини ениқлаңлар:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta a}{a},$$

буниңдики $\Delta b = \Delta_0 + \Delta_и$, $\Delta a = \Delta_0 + \Delta_и$ – $a$ вә $b$ кесиндилирини өлчәшниң абсолют хаталиқлири

8. Абсолют хаталиқларниң мону формула билән һесаплаңлар: $\Delta\lambda = \lambda_{қиз.} \cdot \varepsilon_\lambda$, $\Delta\lambda = \lambda_{гүл.} \cdot \varepsilon_\lambda$.
9. Елинған нәтиҗиләрни селиштуруңлар. Қайсу өлчәшләрдә хаталиқлар аз?
10. Долқун узунлуқлириниң мәналирини хаталиқни етиварға елип йезиңлар.
11. Орунланған иш бойичә хуласә ясаңлар.

**Тәкшүрүш соаллири**

1. Немишкә гүлнәпшә рәңниң шолилириға қариғанда қизил рәңниң шолилири йоруқлинишниң мәркәзлик максимумидин жирақ орунлашқан?
2. Немишкә спектр ретини ашурғанда спектр чегарилири байқалмайду?

## № 4 лабораториялик иш.
## Йоруқниң интерференциясини, дифракциясини вә поляризациясини байқаш

**Ишниң мәхсити:** Йоруқниң интерференция, дифракция вә поляризация һадисилиригә анализ ясаш арқилиқ йоруқниң электромагнитлиқ тәбиитини эксперименталлиқ түрдә испатлаш.

**Җабдуқлар:** Әйнәк пластинилар – 2 дана; уттура қизиш қили бар лампа; штангенциркуль (қара картон вә лезвия билән алмаштурушқа болиду), дифракциялик решетка, поляризатор, анализатор, фотоэлемент, гальванометр.

Һадисиләрни тәкшүрәшни һаҗәтлик әсваплар бар оптикилиқ орундуқта жүргүзиш тәклип қилиниду.

**Қисқичә нәзәрийә**

Йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлири интерференция, дифракция вә поляризация охшаш һадисиләрдә байқилиду. Интерференция – когерентлиқ долқунларни бошлуқта йоруқлиниш максимуми билән минимумлириға бөлүш арқилиқ қәвәтләштүрүш. Интерференциялиқ мәнзирә когерентлиқ шолиларниң тарилиш йоллириниң айиримиға бағлиқ вә рәңләргә бойилишиму алаһидә. Дифракция – долқунларниң тосалғуларниң айлинип өтүши нәтиҗисидин қәвәтлишиши, мошу вақитта бәлгүлүк бир тәртип билән орунлашқан гүлнәпшә рәңдин қизил рәңгичә спектрлар байқилиду. Поляризацияләнгән йоруқ долқунида тәвриниш пәқәт поляризация тәкшилигидә орунлиниду, уни йоруқ интенсивлиғини азайтиш арқилиқ анализатор ярдими билән ениқлашқа болиду.

*1-тапшурма. Йоруқ интерференциясини байқаш*

### Ишниң орунлиниш рети:

1. Икки әйнәк пластинининң бәтлирини яхшилап сүртиңлар. Уларни бир-ләштүрүңлар вә бир-биригә сүркәштүрүп бармақлириңлар билән қаттиқ қисиңлар.
2. Пластиниларни қараңғу фонда қайтқан йоруқта қараңлар, пластиниларни уларда йоруқ парлақлар (блик) пәйда болмайдиғандәк орунлаштуриңлар.

3. Пластинилар зич бәтләшкән йәрлиридә, йоруқ долқунининң узунлуғиға тәң арилиқларда һәртүрлик рәңдики туюқ сизиқлар пәйда болиду. Уларни тәсвирләңлар.
4. Елинған интерференциялик мәнзириләрниң пластинилар арисидики һава қәвитиниң қелиңлиғиға бағлиқ шәкли билән орунлишишидики өзгиришләрни тәсвирләңлар. Һава қәвитиниң қелинлиғини пластиниларни қаттиқ қисиш арқилиқ өзгәртиңлар.
5. Пластина бетигә қараш булуңини өзгәртип, интерференциялик мәнзирини байқаңлар. Мошу һадисини тәсвирләңлар.
6. Өтидиған йоруқтики интерференциялик мәнзирини қараңлар. Елинған мәнзирләрдә қандақ рәңләр байқилиниду?

*2-тапшурма. Йоруқ дифракциясини байқаш*

## Ишниң орунлиниш рети:

1. Штангенциркульниң силҗиғучисини губкилар арисида кәңлиги 0,5 мм йочуқ пәйда болғичә силҗитиңлар (қара қәғәздә лезвия билән қелинлиғи 0,5 мм йочуқ кесиңлар).
2. Йочуқни вертикал орунлаштуруп, көзгә йеқинлитиңлар.
3. Йочуқ арқилиқ вертикал орунлашқан йоруқлинидиған лампа қилиға қараңлар, жипниң икки тәрипидики һәрхил рәңлик йолларни (дифракциялик спектрларни) байқаңлар, уларни тәсвирләңлар.
4. Йочуқ кәңлигини 0,5 мм-дин 0,8 мм-ғичә өзгәртип, тар йочуқларға өткәндә дифракциялик йоллар кәңийип, кәңликлири өсүп, һәртүрлик спектрларни һасил қилиду. Әң кәң йочуқ арқилиқ байқиғанда йоллар тар вә бир-биригә йеқин орунлашқан.
5. Хуласә йезиңлар.
6. Дифракциялик решеткини қоллинип байқашларни қайтилаңлар, йочуқ һәм дифракциялик решетка арқилиқ елинған дифракциялик мәнзириләрниң пәрқи немидә?

*3-тапшурма. Интерференциялик вә дифракциялик мәнзирләрни селиштуруш*

## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Непиз һава пленкисидики рәңлик интерференциялик көрүнүш билән йочуқтин елинған дифракциялик көрүнүшни селиштуруш җәдвилини қуруңлар.

***5-җәдвал***

| Селиштуруш параметрлири | Интерференциялик мәнзирә | Дифракциялик мәнзирә |
|---|---|---|
| Спектрниң барлиқ рәңлиринин болуши | | |
| Рәңләрниң орунлишиш рети | | |
| Мәнзиринин қәвәт (йочуқ) қелинлиғиға бағлиқлиғи | | |
| Пәқәт мошу һадисигә хас артуқчилиқлири | | |

Әскәртиш: Җәдвални өзәңлар байқиған параметрлар билән толтурушқа болиду.

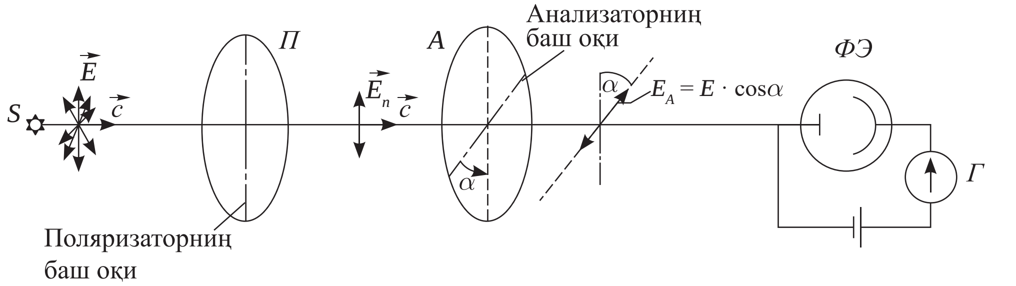
2. Интерференциялик вә дифракциялик мәнзирләрниң охшашлиқлири билән пәриқлири тоғрилиқ хуласә ясап, уни йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәси асасида чүшәндүрүңлар .

*4-тапшурма. Йоруқ поляризациясини байқаш*

**Тәҗрибилик түзүлминиң тәсвирлиниши**

Тәҗрибилик түзүлмә S йоруқ мәнбәсидин, П вә А (поляризатор и анализатор) икки поляризатордин; Г гальванометри бар ФЭ фотоэлементидин туриду *(6-сүр)*.

S мәнбәсидин чүшкән йоруқ П поляризаторидин өткәндик кейин тәкши поляризацияләнгән болиду. Әгәр П вә А-ниң баш оқлири параллель болса, ФЭ-қа чүшидиған йоруқ интенсивлиғи максимал, әгәр перпендикуляр болса, у чағда йоруқ интенсилиғи нөлгә тәң. Башқа шараитләрдә интенсивлиқ арилиқ мәналарға егә болиду. Г гальванометр билән өлчинидиған ФЭ тизмисидики ток күчи мәналири бойичә йоруқ интенсивлиғини байқашқа болиду. Өлчәшләрни қараңғуланған бөлмидә жүргәзгән дурус.




*6-сүрәт. Йоруқ поляризациясини байқашқа беғишланған тәҗрибилик түзүлмә*

## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Г гальванометрни ФЭ тизмисиға қошуңлар, гальванометр тилчисини нөлгә қоюңлар.
2. Йоруқ мәнбәсини қошуңлар.
3. А анализаторни айландуруш арқилиқ гальванометр көрсәткүчисиниң максимал мәнасини елиңлар. У әсвапниң өлчәш чекидин артуқ болмиши керәк.
4. Анализаторни 90° буруп, гальванометр көрсәткүчисини ениқлаңлар. Елинған ток күчиниң мәнасини кәлгүси өлчәшләрдики гальванометр көрсәткүчисидин азайтип олтуруш керәк. Сәвәви, улар ФЭ-ни йоруқландуридиған башқа йоруқ мәнбәлиридин елинған. Яхши қараңғуланған бөлмидә мошу һаләттә гальванометр көрсәткүчиси нөлгә тәң болиду.
5. Һәрбир өлчәш вақтида анализатор оқиниң янтулуқ булуңини 15° өзгәртип, ток күчини өлчәңлар. Өлчәшләрни 0°-дин 360°-қичә толуқ бир рәт айлиниш үчүн орунлап, нәтиҗиләрни 6-җәдвалға толтуриңлар.

***6-җәдвал***

| № тәҗрибә | α | cosα | $\cos^2\alpha$ | *I* |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

6. Җәдвалдики мәлуматлар бойичә I фототок күчиниң бурулуш булуңиниң косинусиниң квадратиға бағлиқ графигини турғузуңлар.

7. Соалларға җавап берип хуласә ясаңлар: йоруқ интенсивлиғи (фототок күч) А вә П оқлири арисидики бурулуш булуңиға қандақ бағлиқ?

***Тапшурма.*** *Интернет торидин Малюс қануни тоғрилиқ мәлуматларни тепиңлар. Тәҗрибиниң нәтиҗилири қанун билән қандақ мувапиқ келиду?*

**Тәкшүрүш соаллири**

1. Йоруқ интерференцияси дегинимиз немә? Йоруқ дифракцияси?
2. Қандақ долқунларни когерентлиқ дәп атайду?
3. Оптикилиқ тарилиш йоллириниң айирими дегән немә?
4. Қандақ шараитта йоруқлинишниң максимуми билән минимуми байқилиду?
5. Қандақ йоруқни тәбиий дәп атайду? Қандақ йоруқ поляризацияләнгән дәп атилиду?
6. Поляризатор, анализатор дегән немә?

## № 5 лабораториялик иш.
## Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаш

**Ишниң мәхсити:** Тәҗрибә йүзидә әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаш вә тәҗрибиниң қоюлишини яхшилаш йоллирини тәклип қилиш.

Сунуш көрсәткүчисиниң чүшүш булуңлиғиға бағлиқ әмәслигигә көз йәткүзиңлар.

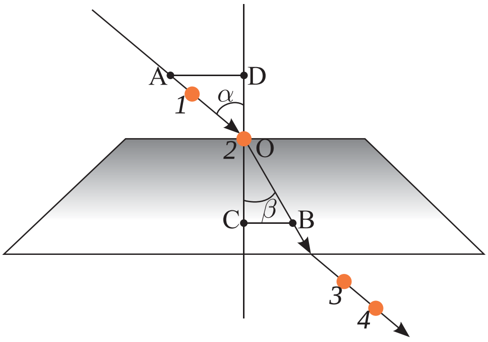
**Җабдуқлар:** тәкши параллель әйнәк пластина, 4 данә инглиз булавкиси (английская булавка), ақ қәғәз, өлчигүчи сизғуч, транспортир.

**Қисқичә нәзәрийә**

Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаш үчүн Снеллиус қанунини қоллинимиз: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$.

Биринчи муһит һава үчүн $n_1 = 1$ екәнлигини етиварға елип, вә булуңларниң синусини мувапиқ кесиндиләрниң нисбитигә алмаштуруп: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{AD\cdot OB}{AO\cdot CB} = n_2$ алимиз.

Әгәр куруш вақтида $AO = OB$ шәрти орунланса, у чағда $n = \frac{AD}{CB}$.




***7-сүрәт.*** *Тәкши параллель пластинида шолиларниң тарилиш йолини куруш*

***Тапшурма:*** *Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини шолиниң һәрхил чүшүш булуңлириниң мәналири үчүн ениқлаш.*

## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Қәғәз бетигә тәкши параллель пластинини қоюп, униң үлгисини сизиңлар.
2. Қәғәзгә 1 вә 2 булавкиларниң бирини (2) пластиниға тирәп бәкитиңлар, иккинчисини өзәңларниң халиған йәргә бәкитиңлар *(7-сүр)*.
3. Йоруқниң түзсизиқлиқ тарилиш қанунини қоллинип, пластинида икки рәт

сунғандин кейин шола униң бойи билән жүридиған түзни ениқлаңлар. Буниң үчүч 3 вә 4 булавкилирини пластинининң алдиға бәкитиңлар, уларниң һәр қайсиси байқиғучиниң көзигә йеқин орунлашқан булавкиниң кәйнидә туруши керәк.

4. Қәғәз бетидин булавкини, пластинини еливетиңлар. Бир вә икки чекитлиридин пластиниға чүшидиған шолини жүргүзиңлар. 3 вә 4 чекитлиридин пластинидин чиққан шолини жүргүзиңлар. Чүшүш чекитини шолиниң пластинидин чиқиш чекити билән қошуңлар. Елинған сизиқ – бу әйнәктин сунған шола
5. O шолиниң чүшүш чекитидин чүшкән вә сунған шолиларға AO вә OB миқдарлириға тәң кесиндиләрни қийип елиңлар. OB кесиндиси биринчи сунған шолида йетиш керәк. A вә B чекитлиридин перпендикулярларни – қисқа ариliқларни – O чүшүш чекити арқилиқ өтүдиған перпендикулярға чүшүрүңлар.
6. Чүшүш булуңлири һәртүрлик икки тәҗрибидә *AD* вә *CB* кесиндилирини өлчәп, сунуш көрсәткүчлирини ениқлаңлар. Нәтиҗиләрни 7-җәдвалға толтуриңлар.

***7-җәдвал***

| № тәҗрибә | Өлчәнди | | Һесапланди |
|---|---|---|---|
| | *AD*, мм | *CB*, мм | $n_{йеқ} = \frac{AD}{CB}$ |
| 1. | | | |
| 2. | | | |

Икки тәҗрибә үчүн сунуш көрсәткүчлириниң яндашма өлчәшлириниң нисбий хаталиқлирини мону формула арқилиқ ениқлаңлар:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta AD}{AD} + \frac{\Delta CB}{CB},$$

буниңдики $\Delta = \Delta_0 - \Delta_и$ – *AD* вә *CB* кесиндилирини өлчәштики абсолют хаталиғи

$\Delta_0$ – һесаплаш хаталиғи, $\Delta_ә$ – әсваплиқ хаталиқ.

$\Delta_0$ вә $\Delta_ә$ өлчигүчи қурал – сизғуч сизиқлириниң бөлүк баһалириниң йеримиға тәң дәп елишқа болиду, у чағда:

$$\Delta = \frac{\tilde{n}}{2} + \frac{\tilde{n}}{2} = \tilde{n} = 1\,\text{мм}, \quad \varepsilon_n = \frac{1}{AD} + \frac{1}{CB}.$$

7. Сунуш көрсәткүчини һесаплаштики абсолют хаталиқни ениқлаңлар: $\Delta n = n \cdot \varepsilon_n$.
8. Икки тәҗрибә үчүн сунуш көрсәткүчисиниң өлчәш нәтиҗилирини төвәндикичә йезиңлар:

$$n = n_{йеқ} \pm \Delta n \text{ при } \varepsilon_n = \ldots\%$$

9. Елинған интервалларни түздә тәсвирләңлар вә уларниң йепилишиш облуслири барму, ениқлаңлар? Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисиниң шолиниң чүшүш булуңиға бағлиқлиғи тоғрилиқ хуласә ясаңлар.
10. Қоюлған мәхсәткә бағлиқ орунланған иш бойичә хуласә чиқириңлар. Тәҗрибиниң қоюлишини яхшилаш, өлчәмләрниң ениқлиғини көпәйтиш тоғрилиқ тәклипләр ясаңлар.

## № 6 лабораториялик иш.
## Шола чиқиришниң сизиқлиқ вә туташ спектрлирини байқаш

**Ишниң мәхсити:** Шола чиқиришниң туташ вә сизиқлиқ спектрлирини селиштуруш.

Спектраллиқ нәйчини толтуридиған газни шола чиқиришниң спектрлириниң

сизиқлири бойичә  ениқлаш. Спектр сизиғиниң кәңлигиниң призминиң сунуш булуңиға бағлиқ екәнлигини ениқлаш.

**Җабдуқлар:** Проекциялик аппарат, водород, неон яки гелий бар спектраллик нәйчилири, жуқури вольтлиқ индуктор, ток мәнбәси, штатив, қошқучи симлар, люминесцентлик лампа (бу әсваплар барлиқ синип үчүч умумий), қирлири кесилгән әйнәк пластина (һәрбир балиға берилиду).

**Қисқичә нәзәрийә:**

Қизған җисимлар шола чиқириду, бирақ уларниң шола чиқиришиниң чапсанлиқ диапазонлири һәрхил болуши мүмкин. Шуниң үчүн спектрлар туташ, сизиқлиқ, йоллуқ болиду. Спектр түригә қарап янидиған нәйчидә қандақ газ бар екәнлигини ениқлашқа болиду. Спектрларни байқаш үчүн призмилар яки дифракциялиқ решеткилар қоллинилиду. Призминиң сунуш булуңи шолиниң дәсләпки йөнилишидин чәтнишишни вә спектр кәңлигини ениқлайду.

***1-тапшурма.*** *Туташ спектрни байқаш*

## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Әйнәк пластинини көз алдиға горизонталь орунлаштуруңлар. 45° булуңни тәшкил қилидиған қирлиридин экрандики йоруқ вертикал йолини – проекциялик аппаратниң кәңәйтилидиған йочуғиниң тәсвирини байқаңлар.
2. Елинған туташ спектрниң асасий  рәңлирини атаңлар вә уларни байқилидиған рети билән йезиңлар:
3. Йолини 60° булуң ясиған қирлар арқилиқ қарап, тәҗрибини қайтилаңлар. Пәриқләрни спектр түридә йезиңлар.

***2-тапшурма.*** *Шола чиқиришниң сизиқлиқ спектрини байқаш*

## Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Люминесцентлиқ лампиниң спектрини қараштуруңлар,  симап һолириниң спектрлириға охшайдиған  серик, йешил, гүлнәпшә сизиқларни тепиңлар.
2. Әйнәк призминиң қирлири арқилиқ янидиған спектрлик нәйчиләрниң сизиқлик спектрлирини қараштуруңлар. Рәң җәдвалиға байқилидиған спектрларниң әң очуқ сизиқлирини йезиңлар. Спектр кәңлигиниң призминиң сунуш булуңиға қандақ бағлиқ екәнлигини көрситиңлар.

***8-җәдвал***

| № | Спектр түри | Спектрдики сизиқлар | Шола чиқириш мәнбәлири (нәйчидики газ) | Спектр кәңлигиниң призминиң сунуш булуңиға бағлиқлиғи | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 45° | 60° |
| 1 | Шола чиқиришниң сизиқлик спектри | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

3. 9-җәдвалда берилгә һәрхил газларниң шола чиқиришлиридики спектр сизиқлирини силәр йезип алған спектр сизиқлири билән селиштуруңлар.

*9-җәдвал*

| Газ спектрлиридики сизиқларниң көрүнидиған рәңлири | |
|---|---|
| Водород | Гүлнәпшә, көк, йешил, қизил |
| Гелий | Көк, һава рәң, йешил, қоңур қизил, қизил |
| Неон | Көплигән йешил сизиқлар, сериқ, көплигән қоңур қизил вә қизил сизиқлар. Қизил сизиқларниң бесим болуши |
| Криптон | Көк вә һава рәң сизиқларниң бесим болуши; ялғуз сизиқлар: йешил, сериқ вә қоңур қизил сизиқлар |
| Аргон | Гүлнәпшә вә көк сизиқлар; ялғуз сизиқлар: һава рәң, йешил, сериқ вә қизил қоңур сизиқлар |

4. Силәр байқап олтарған нәйчиләрниң һәрқайсиси қандақ газ билән толтурилған?
5. Силәр караштурған спектрларни селиштуруп, хуласә ясаңлар.

**Тәкшүрүш соаллири**

1. Спектрлиқ анализ усули билән газларниң тәркивини қандақ ениқлайду?
2. Призминиң сундуруш булуңи байқаватқан спектрниң сапасиға қандақ тәсир қилиду?
3. Жутилиш спектри қандақ вақитларда пәйда болиду вә у туташ, сизиқлиқ спектрдин немә билән пәриқлиниду?

## № 7 лабораториялик иш. Тәйяр сүрәтләр бойичә зарядләнгән зәрриләрниң треклирини тәкшүрәш

**Ишниң мәхсити:** Зарядләнгән зәрриләрниң магнит мәйданидики һәрикәтни чүшәндүрүш. Вильсон камерисида зарядләнгән зәрриләр һәрикитиниң фотосүрәтлирини оқуш чеврликлирини ашуруш.

**Җабдуқлар:** зарядләнгән зәрриләр треклириниң фотосүрәтлири, ақ қәғәз, сизғуч.

**Қисқичә нәзәрийә:**

Вильсон камериси – кеңиккан һо билән толтирилған геометриялик йепиқ кача. Камериға учуп киргән зарядләнгән зәрриләрни тәшкил қилидған ионлар конденсациянинң мәркизи болиду. Суюқлук тамчилири ушқан зәррилириниң көрүнидиған излирини – трек қурайду, у зәрриләр тоғрилиқ әхбарат бериду. Әгәр Вильсон камериси магнит мәйданиға орунлаштурилса, у чағда һәрикәттики зарядланған зәрриләргә Лоренц күчи тәсир қилиду:

$$F_Л = q \cdot \upsilon \cdot B. \quad (1)$$

У мәркәзгә тартқуч күчи болуп тепилиду:

$$F_Л = \frac{m\upsilon^2}{r}. \quad (2)$$

(1) вә (2) формулилиридин зәрриләр трекиниң әгирлигиниң радиусини алимиз:

$$r = \frac{m \cdot \upsilon}{q \cdot B}. \quad (3)$$

Классикилиқ механикиға мувапиқ зәррилериниң кинетикилиқ энергияси төвәндикигә тәң:

$$E = \frac{B^2 \cdot r^2 \cdot q^2}{2m}. \quad (4)$$

(3) вә (4) формулилиридин зарядләнгән зәрриләрниң треклири тоғрилиқ хуласә чиқиду:

- заряди көп зәрриниң треки қелин, у һо атомларниң көп санини ионлашқа қабилийәтлик;
- әгәр зәрриләр бирдәк зарядқа егә болса, у чағда аз илдамлиқтики зәрриниң изи қелин;
- һәрикәт ахирида дәсләпки вақитқа қариғанда зәрриләрниң излири қелин, сәвәви зәрриләрниң илдамлиғи муһитниң атомлирини ионлашқа энергия исрап қилиш һесавидин азийиду;
- трекниң узунлуғи зарядләнгән зәрриләрниң дәсләпки энергиясиға вә қоршиған муһитниң зичлиғиға бағлиқ: зәрриләрниң энергияси көп вә муһитниң зичлиғи аз болса трек узинарақ.
- магнит мәйданида зәрриләр қозғалғанда треки әгир болуп чиқиду. Трек әгирлигиниң радиуси массиға, зарядқа, зәрриниң илдамлиғиға вә магнит мәйданиниң индукциясиниң модулигә бағлиқ: зәрриләрниң массиси билән илдамлиғи көп болса, әгирлик радиусиму көп болиду вә униң заряди билән магнит мәйданиниң индукциясиниң модули аз болғансири трек әгирлиги аз болиду;
- трекниң әгирлик радиусиниң өзгириши бойичә зәрриләрниң һәрикәт йөнилишини вә униң илдамлиғиниң өзгиришини ениқлашқа болиду: трекниң әгирлик радиуси чоң болған йәрдә һәрикәт башлиниду вә илдамлиқ көп болиду.

Трек әгирлигиниң радиусини өлчәп, зәрриләр үчүн магнитлиқ индукция векториниң вә зәрриләрниң һәрикәт илдамлиғиниң бәлгүлүк мәналиридики зарядниң массисиға нисбитини һесаплашқа болиду:

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{r \cdot B}.$$

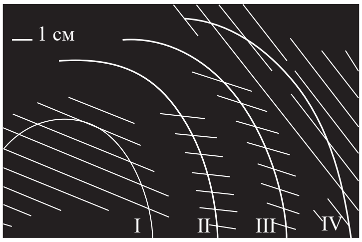
Бу нисбәтләр нәтиҗини җәдваллиқ миқдарларниң нисбити билән селиштуруш вақтида зәрриләрни ениқлашқа мүмкинчилигини бериду. Мәсилән, протон үчүн нисбәт: : $\frac{q_p}{m_p} \approx 0,96 \cdot 10^8$ Кл/кг; гелий ядроси үчүн: $\frac{q_{He}}{m_{He}} \approx 0,48 \cdot 10^8$ Кл/кг; электрон үчүн: $\frac{q_e}{m_e} \approx 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

***1-тапшурма.*** *Магнит мәйданидики зарядләнгән зәрриләрниң һәрикәт характерини чүшәндүрүш.*

## Ишниң орунлиниш тәртиви

1. Фотосүрәткә (*8-сүр*) перпендикуляр йөнәлгән индукцияси $B$ = 2,17 Тл магнит мәйданида һәрикәтлинидиған йеник элементларниң ядролириниң ахирқи 22 см траекторияси тәсвирләнгән. Барлиқ ядроларниң дәсләпки илдамлиғи бирдәк, вә магнит мәйданиниң сизиқлириға перпендикуляр.
2. Зәрриләрниң траекториялири немишкә чәмбәрниң доғиси болуп тепилиду, чүшәндүрүңлар?
3. Һәртүрлик ядроларниң траекториялириниң әгирликлириниң пәриқлинишниң сәвәплири қандақ?
4. Немишкә һәрбир траекторияниң әгирлиги зәрриләрниң һәрикитиниң бешидин ахириғичә өзгириду?
5. Һәртүрлик ядроларниң трек қелинлиғидики пәриқлинишниң сәвәвини чүшәндүрүңлар. Немишкә һәрбир зәрриниң треки һәрикәтниң бешиға қариғанда ахирида қелин?

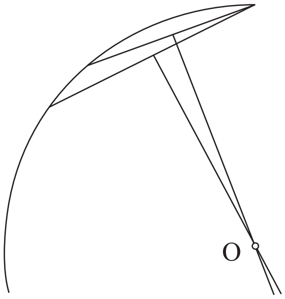
*2-тапшурма. Трек бойичә зәрриләр энергиясиниң өзгиришини ениқлаш*




***8-сүрәт.*** *Магнит мәйданида йеник ядроларниң траекторияси*

## Ишниң орунлиниш тәртиви

1. Дәсләпки һәрикәттә вә униң ахирида *I* зәрриләр трекиниң әгирлик радиуслирини өлчәңлар.
   **Радиусни ениқлаш усули**: Фотосүрәткә сүзүк варақни бәтләштүрүп қоюңлар вә *I* трекни сизиңлар. 9-сүрәттә көрситилгәндәк, икки хордини сизип, мошу хорда оттурисидики перпендикулярни селиңлар. Оттура перпендикулярниң қийилишида чәмбәрниң мәркизи ятиду, униң радиусини сизғуч билән өлчәңлар.
2. Формула бойичә һәрикәтләнгән зәрриләрниң энергияси қандақ өзгәргәнлигини ениқлаңлар. I зәрричиләр протон дәп ениқланған:
   $$\Delta E = \frac{B^2 \cdot q^2}{2m} \cdot \left(r_2^2 - r_1^2\right), \qquad (5)$$
   буниңдики $\Delta E$ – энергия өзгириши, Дж; $B$ – магнитлиқ индукция, Тл; $q$ – протон заряди, Кл; $m$ – протон массиси, кг; $r_2$, $r_1$ – трекниң әгирлик радиуси, м.
3. Өлчәш вә һесаплаш нәтиҗилирини җәдвалға толтуруп йезиңлар.




***9-сүрәт.*** *Траекторияниң әгирлик радиусини ениқлаш*

*3-тапшурма. Фотосүрәтниң үчинчи треки бойичә зәрриләрни ениқлаш*

## Ишниң орунлиниш тәртиви

1. III зәррисиниң дәсләпки һәрикәттики әгирлик радиусини өлчәңлар. 6-формула бойичә III зәрриләр үчүн заряндниң массиға нисбитини һесаплаңлар:
   $$\frac{q_3}{m_3} = \frac{q_1}{m_1} \cdot \frac{r_I}{r_{III}}. \qquad (6)$$
2. Нәтиҗини 10-җәдвалиға йезиңлар.
3. Мошу нисбәт бойичә қандақ зәрриләр из қалдурғанлиғини ениқлаңлар.

***10-җәдвал***

| 1 зәрриниң һәрикәт бешидики трек әгирлигиниң радиуси $r_1$, м | 1 зәрриниң һәрикәт ахиридики трек әгирлигиниң радиуси $r_2$ м | Протон заряди $q_1$, Кл | Протон массиси $m_1$, кг | Магнит индукция модули B, Тл | 1 зәрриниң өзгириш энергияси ΔE, Дж | 3 зәрриниң һәрикәт бешидики трек әгирлигиниң радиуси $r_3$, м | 3 зәррә зарядиниң массиға нисбити $q_3/m_3$, Кл/кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ | $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ | 2,17 | | | |

**Орунланған иш бойичә хуласә чиқириңлар**

Хуласидә зәрриниң треки бойичә немини ениқлашқа болидиғанлиғини, I зәрриниң $\Delta \AA$ энергиясини өлчәш немигә тәң, қандақ зәрриләр Вильсон камерисида трек қалдурғанлиғини йезиңлар.

# 2-қошумчә. Җәдваллар

***1-җәдвал.*** *Тригонометриялиқ функцияларниң мәналири*

| Булуңниң миқдари (градуста) | Синус | Косинус | Тангенс | Булуңниң миқдари (градуста) | Синус | Косинус | Тангенс |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 46 | 0,719 | 0,695 | 1,036 |
| 1 | 0,017 | 1,000 | 0,017 | 47 | 0,731 | 0,682 | 1,072 |
| 2 | 0,035 | 0,999 | 0,035 | 48 | 0,743 | 0,669 | 1,111 |
| 3 | 0,052 | 0,999 | 0,052 | 49 | 0,755 | 0,656 | 1,150 |
| 4 | 0,070 | 0,998 | 0,070 | 50 | 0,766 | 0,643 | 1,192 |
| 5 | 0,087 | 0,996 | 0,087 | 51 | 0,777 | 0,629 | 1,235 |
| 6 | 0,105 | 0,995 | 0,105 | 52 | 0,788 | 0,616 | 1,280 |
| 7 | 0,122 | 0,993 | 0,123 | 53 | 0,799 | 0,602 | 1,327 |
| 8 | 0,139 | 0,990 | 0,141 | 54 | 0,809 | 0,588 | 1,376 |
| 9 | 0,156 | 0,988 | 0,158 | 55 | 0,819 | 0,574 | 1,428 |
| 10 | 0,174 | 0,985 | 0,176 | 56 | 0,829 | 0,559 | 1,483 |
| 11 | 0,191 | 0,982 | 0,194 | 57 | 0,839 | 0,545 | 1,540 |
| 12 | 0,208 | 0,978 | 0,213 | 58 | 0,848 | 0,530 | 1,600 |
| 13 | 0,225 | 0,974 | 0,231 | 59 | 0,857 | 0,515 | 1,664 |
| 14 | 0,242 | 0,970 | 0,249 | 60 | 0,866 | 0,500 | 1,732 |
| 15 | 0,259 | 0,966 | 0,268 | 61 | 0,875 | 0,485 | 1,804 |
| 16 | 0,276 | 0,961 | 0,287 | 62 | 0,883 | 0,469 | 1,881 |
| 17 | 0,292 | 0,956 | 0,306 | 63 | 0,891 | 0,454 | 1,963 |
| 18 | 0,309 | 0,951 | 0,335 | 64 | 0,899 | 0,438 | 2,050 |
| 19 | 0,326 | 0,946 | 0,344 | 65 | 0,906 | 0,423 | 2,145 |
| 20 | 0,342 | 0,940 | 0,364 | 66 | 0,914 | 0,407 | 2,246 |
| 21 | 0,358 | 0,934 | 0,384 | 67 | 0,921 | 0,391 | 2,356 |
| 22 | 0,375 | 0,927 | 0,404 | 68 | 0,927 | 0,375 | 2,475 |
| 23 | 0,391 | 0,921 | 0,424 | 69 | 0,934 | 0,358 | 2,605 |
| 24 | 0,407 | 0,914 | 0,445 | 70 | 0,940 | 0,342 | 2,747 |
| 25 | 0,423 | 0,906 | 0,466 | 71 | 0,946 | 0,326 | 2,904 |
| 26 | 0,438 | 0,899 | 0,488 | 72 | 0,951 | 0,309 | 3,078 |
| 27 | 0,454 | 0,891 | 0,510 | 73 | 0,956 | 0,292 | 3,271 |
| 28 | 0,469 | 0,883 | 0,532 | 74 | 0,961 | 0,276 | 3,487 |
| 29 | 0,485 | 0,875 | 0,554 | 75 | 0,966 | 0,259 | 3,732 |
| 30 | 0,500 | 0,866 | 0,577 | 76 | 0,970 | 0,242 | 4,011 |
| 31 | 0,515 | 0,857 | 0,601 | 77 | 0,974 | 0,225 | 4,331 |
| 32 | 0,530 | 0,848 | 0,625 | 78 | 0,978 | 0,208 | 4,705 |
| 33 | 0,545 | 0,839 | 0,649 | 79 | 0,982 | 0,191 | 5,145 |
| 34 | 0,559 | 0,829 | 0,675 | 80 | 0,985 | 0,174 | 5,671 |
| 35 | 0,574 | 0,819 | 0,700 | 81 | 0,988 | 0,156 | 6,314 |
| 36 | 0,588 | 0,809 | 0,727 | 82 | 0,990 | 0,139 | 7,115 |
| 37 | 0,602 | 0,799 | 0,754 | 83 | 0,993 | 0,122 | 8,144 |

| Булуңниң миқдари (градуста) | Синус | Косинус | Тангенс | Булуңниң миқдари (градуста) | Синус | Косинус | Тангенс |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 38 | 0,616 | 0,788 | 0,781 | 84 | 0,995 | 0,105 | 9,514 |
| 39 | 0,629 | 0,777 | 0,810 | 85 | 0,996 | 0,087 | 11,430 |
| 40 | 0,643 | 0,766 | 0,839 | 86 | 0,998 | 0,070 | 14,301 |
| 41 | 0,656 | 0,755 | 0,869 | 87 | 0,999 | 0,052 | 19,081 |
| 42 | 0,669 | 0,743 | 0,900 | 88 | 0,999 | 0,035 | 28,636 |
| 43 | 0,682 | 0,731 | 0,933 | 89 | 1,000 | 0,017 | 57,290 |
| 44 | 0,695 | 0,719 | 0,966 | 90 | 1,000 | 0,000 | |
| 45 | 0,707 | 0,707 | 1,000 | | | | |

***2-җәдвал.*** *Si бирликләрниң он һәссиләнгән бөләклириниң вә һәссиләнгән үлүшлириниң қошумчилири*

| Көпәйткүч | Қошулмилар | | Көпәйткүч | Қошулмилар | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Оқулиши | Бәлгүлиниши | | Оқулиши | Бәлгүлиниши |
| $10^{18}$ | экса | Э | $10^{-1}$ | деци | д |
| $10^{15}$ | пета | П | $10^{-2}$ | санти | с |
| $10^{12}$ | тера | Т | $10^{-3}$ | милли | м |
| $10^{9}$ | гига | Г | $10^{-6}$ | микро | мк |
| $10^{6}$ | мега | М | $10^{-9}$ | нано | н |
| $10^{3}$ | кило | к | $10^{-12}$ | пико | п |
| $10^{2}$ | гекто | г | $10^{-15}$ | фемто | ф |
| $10^{1}$ | дека | да | $10^{-18}$ | атто | а |

***3-җәдвал*** *. Физикилиқ турақлиқлар*

| Физикалиқ турақлиқлар | Бәлгүлиниши | Турақлиқларниң мәнаси |
|---|---|---|
| Вакуумдики йоруқ илдамлиғи | $c$ | $\approx 3 \cdot 10^{8}$ м/сек |
| Элементар заряд (электрон заряди) | $e$ | $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл |
| Теч һаләттики электрон массиси | $m_e$ | $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг |
| Теч һаләттики протон массиси | $m_p$ | $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг |
| Больцман турақлиғи | $k$ | $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К |
| Универсал газ турақлиғи | $R$ | 8,31 Дж/(моль К) |
| Гравитациялиқ турақлиқ | $G$ | $6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг |
| Планк турақлиғи | $h$ | $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·сек |
| Фарадей турақлиғи | $F$ | 9 648 4,56 Кл/моль |
| Нормал шараиттики идеал газниң мольлиқ һәҗими ($t = 0$ °C, $p = 101,325$ кПа) | $V_m$ | $2,24 \cdot 10^{-2}$ м³/моль |
| Авогадро турақлиғи | $N_A$ | $6,02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ |
| Температуриниң абсолют нөли | $T_0$ | 0 К = –273,15 °C |
| Нормал атмосферилиқ қисим | $P_{атм\ н}$ | 101325 Па |
| Һаваниң нормал шараиттики қисими | $\rho_{һава}$ | 1,293 кг/м³ |

***4-җәдвал.*** *Маддиларниң абсолют сунуш көрсәткүчлири*

| Мадда | Сунуш көр-сәткүчлири | Мадда | Сунуш көр-сәткүчлири |
|---|---|---|---|
| Алмаз | 2,42 | Муз | 1,31 |
| Су (20 °С) | 1,33 | Плексиглас | 1,5 |
| Глицерин | 1,47 | Скипидар | 1,47 |
| Таш тузи | 1,54 | Этил спирти | 1,36 |
| Кварц | 1,54 | Рубин | 1,76 |
| Кедр мейи (20 °С) | 1,52 | Әйнәкниң һәртүрлик сортлири | 1,47 - 2,04 |

***5-җәдвал.*** *Электронларниң металлардин чиқиш иши*

| Мадда | Электронларниң чиқиш иши $A_{вых}$, эВ | Мадда | Электронларниң чиқиш иши $A_{вых}$, эВ | Мадда | Электронларниң чиқиш иши $A_{вых}$, эВ |
|---|---|---|---|---|---|
| Алюминий | 4,25 | Қоғушун | 4,0 | Кадмий | 3,80 |
| Вольфрам | 4,54 | Күмүч | 4,3 | Калий | 2,20 |
| Алтун | 3,30 | Цинк | 4,24 | Литий | 2,38 |
| Мис | 4,40 | Полат | 4,3 | Натрий | 2,35 |
| Қәләй | 4,38 | Барий | 2,49 | Рубидий | 2,16 |
| Симап | 4,52 | Германий | 4,76 | Цезий | 1,81 |

***6-җәдвал.*** *Биологиялиқ активлиқниң нисбийәтлик коэффициенти (БАНК)*

| Шола чиқириш түрлири | БАНК, k | Шола чиқириш түрлири | БАНК, k |
|---|---|---|---|
| Рентген вә $\gamma$ – шола чиқиришлар | 1 | Чапсан нейтронлар | 10 |
| $\beta$-шола чиқириш | 1 | Протонлар | 10 |
| Иссиқлик (аста) нейтронлар | 3 | $\alpha$-шола чиқириш | 20 |

***7-җәдвал.*** *Химиялиқ элементларниң вә элементар зәрриләрниң атомлуқ массиси изотопи*

| Элементар зәррилләр | Элементар зәрриләрниң массиси, м.а.б. | | |
|---|---|---|---|
| $^{0}_{-1}e$ | 0,00055 | | |
| $^{1}_{1}p$ | 1,00728 | | |
| $^{1}_{0}n$ | 1,00866 | | |
| **Изотоп** | **Атом массиси, м.а.б.** | **Изотоп** | **Атом массиси м.а.б.** |
| $^{1}_{1}H$ | 1,00783 | $^{11}_{6}C$ | 11,00788 |
| $^{2}_{1}H$ | 2,01410 | $^{12}_{6}C$ | 12,00000 |
| $^{3}_{1}H$ | 3,01543 | $^{13}_{6}C$ | 13,00335 |
| $^{3}_{2}He$ | 3,01605 | $^{14}_{6}C$ | 13,99961 |
| $^{4}_{2}He$ | 4,00260 | $^{14}_{7}N$ | 14,00307 |
| $^{6}_{3}Li$ | 6,01512 | $^{15}_{7}N$ | 15,00010 |
| $^{7}_{3}Li$ | 7,01600 | $^{16}_{8}O$ | 15,99491 |
| $^{8}_{3}Li$ | 8,02065 | $^{17}_{8}O$ | 16,99913 |

| Изотоп | Атом массиси, м.а.б. | Изотоп | Атом массиси м.а.б. |
|---|---|---|---|
| ${}^{6}_{4}Be$ | 6,01738 | ${}^{17}_{9}F$ | 16,99676 |
| ${}^{7}_{4}Be$ | 7,01457 | ${}^{27}_{13}Al$ | 27,98154 |
| ${}^{8}_{4}Be$ | 8,02168 | ${}^{235}_{92}U$ | 235,04418 |
| ${}^{9}_{4}Be$ | 9,01219 | ${}^{238}_{92}U$ | 238,05113 |
| ${}^{9}_{5}B$ | 9,01038 | ${}^{239}_{93}Np$ | 239,05320 |
| ${}^{10}_{5}B$ | 10,01294 | ${}^{239}_{94}Pu$ | 239,05242 |
| ${}^{11}_{5}B$ | 11,00930 | | |

***8-жәдвал.*** *Радиоактивлиқ элементларниң йерим парчилиниш периоди*

| Изотоп | Йерим парчилиниш периоди | Хәтәрлик период |
|---|---|---|
| Водород-3 | 12,3 жил | 123 жил |
| Вольфрам-181 | 145 күн | 1450 күн |
| Вольфрам-185 | 74,5 күн | 745 күн |
| Вольфрам-187 | 24 саат | 10 сутка |
| Йод-131 | 8 сутка | 80 сутка |
| Криптон-94 | 1,4 сек | 14 сек |
| Кобальт-60 | 5,2 жил | 52 жил |
| Олово-115 | 9,4 күн | 94 күн |
| Радон-222 | 3,8 сутка | 38 сутка |
| Рений-187 | 70 млрд жил | 700 млрд жил |
| Хлор-38 | 37,7 мин | 6,28 саат |
| Углерод-14 | 5730 жил | 57300 жил |
| Уран-235 | 4,5 млрд жил | 45 млрд жил |

***9-жәдвал.*** *Күн, Йәр вә Ай тоғрилиқ мәлуматлар*

| Миқдарлар: | Күн | Йәр | Айц |
|---|---|---|---|
| Радиус, м | $7 \cdot 10^{8}$ | $6,4 \cdot 10^{6}$ | $1,74 \cdot 10^{6}$ |
| Масса, кг | $2 \cdot 10^{30}$ | $6 \cdot 10^{24}$ | $7,35 \cdot 10^{22}$ |
| **Асман җисимлири арисидики арилиқ, м** | | | |
| Күн билән Йәр | | | $1,5 \cdot 10^{11}$ |
| Йәр билән Ай | | | $3,84 \cdot 10^{8}$ |

***10-жәдвал.***

| Грек алфавити | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Α α** | альфа | **Ι ι** | йота | **Ρ ρ** | ро |
| **Β β** | бета | **Κ ϰ** | каппа | **Σ σ** | сигма |
| **Γ γ** | гамма | **Λ λ** | лямбда | **Τ τ** | тау |
| **Δ δ** | дельта | **Μ μ** | мю | **Υ υ** | ипсилон |
| **Ε ε** | эпсилон | **Ν ν** | ню | **Φ φ** | фи |
| **Ζ ζ** | дзета | **Ξ ξ** | кси | **Χ χ** | хи |
| **Η η** | эта | **Ο ο** | омикрон | **Ψ ψ** | пси |
| **Θ θ** | тета | **Π π** | пи | **Ω ω** | омега |

| Латин алфавити | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **A a** | а | **J j** | жи | **S s** | эс |
| **B b** | бе | **K k** | ка | **T t** | тэ |
| **C c** | це | **L l** | эль | **U u** | у |
| **D d** | де | **M m** | эм | **V v** | вэ |
| **E e** | э | **N n** | эн | **W w** | дубль-вэ |
| **F f** | эф | **O o** | о | **X x** | икс |
| **G g** | же | **P p** | пэ | **Y y** | игрек |
| **H h** | аш | **Q q** | ку | **Z z** | зет |
| **I i** | и | **R r** | эр | | |

# 3-қошумчә. СИ системисида физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

***1-бап.*** *Механикилиқ тәвринишләр*

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $a$ | Иштикләш | м/сек$^2$ | $\upsilon$ | Илдамлиқ | м/сек |
| $a_{max}$ | Максимал иштикләш | м/сек$^2$ | $\upsilon_{max}$ | Максимал илдамлиқ | м/сек |
| $x$ | Силҗиш | м | $A$ | Амплитуда | *м* |
| $k$ | Қаттиқлиқ коэффи-циенти | Н/м | $\varphi_0$ | Дәсләпки фаза | рад |
| $m$ | Җүк массиси | кг | $\varphi = \omega_0 t + \varphi_0$ | Фаза | рад |
| $l$ | Җип узунлуғи | м | $\omega$ | Цикллиқ чапсанлиқ | рад/сек |
| $T$ | Период | сек | $\nu$ | Чапсанлиқ | Гц |

***2-бап.*** *Электромагнитлиқ тәвринишләр*

| Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $q$ | Зарядниң пәйтлик мәнаси | Кл | $I_{max}$ | Ток күчиниң мак-симал мәнаси | А |
| $i$ | Күч токиниң пәйтлик мәнаси | А | $\varphi_0$ | Дәсләпки фаза | рад |
| $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ | Ток күчиниң чапсан өзгириши | А/сек | $\varphi = \omega_0 t + \varphi_0$ | Фаза | рад |
| $q_{max}$ | Максимал заряд | Кл | $\omega$ | Цикллиқ чапсанлиқ | рад/сек |
| $L$ | Катушкиниң идуктивлиғи | Гн | $\omega_0$ | Хусусий цикллиқ чапсанлиқ | рад/сек |
| $C$ | Конденсатор сиғдурушлиғи | Ф | $W_{э.м}$ | Электрлиқ мәй-данниң энергияси | Дж |
| $T$ | Период | с | $W_{м.м}$ | Магнит мәйданниң энергияси | Дж |
| $\pi$ | π тураклиғи | π=3,14 | $\nu_0$ | Хусусий чапсанлиқ | Гц |

***3-бап.*** *Өзгәрмә ток*

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $e_i$, $\varepsilon_{max}$ | ЭҺК индукция-синиң пәйтлик вә максимал мәналири | В | $u$, $i$<br>$U_m$, $I_m$ | Күчинишниң вә ток күчиниң пәйтлик вә максимал мәналири | В, А |
| $B$ | Магнитилиқ индукция | Тл | $U$, $I$ | Күчинишниң вә ток күчиниң тәсирлик мәналири | В, А |

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $S$ | Раминиң мәйдани | $м^2$ | $k$ | Трансформацияләш коэффициенти | |
| $N$ | Орамлар сани | | $X_L$ | Индуктивлиқ қаршилиқ | Ом |
| $\omega$ | Цикллиқ чапсанлиқ | рад/сек | $X_C$ | Сиғдурушлуқ қаршилиқ | Ом |
| $n$ | Жүп полюслириниң сани | | $Z$ | Толуқ қаршилиқ | Ом |
| $\varphi$ | Фазиларниң силҗиши | рад | $P$ | Қувәт | Вт |

***4-бап.*** *Долқунлуқ һәрикәт*

| Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $y(x, t)$ | Әвришим муһит чекитлириниң чәтниши | м | $x$ | Долқунниң тарилиш арилиғи | *м* |
| $A$ | Тәвринишләр амплитудиси | м | $\lambda$ | Долқун узунлуғи | *м* |
| $\omega$ | Цикллиқ чапсанлиқ | рад/сек | $\Delta l$ | Долқунларниң тарилиш йолиниң айрими | *м* |
| $t$ | Долқунниң тарилиш вақти | сек | $l_1, l_2$ | Биринчи вә иккинчи шолиларниң тарилиш йоли | *м* |
| $k$ | Долқунлуқ сан | рад/м | $\Delta\varphi$ | Фазиларниң силҗиши | *рад* |

***5-бап.*** *Электромагнитлиқ долқунлар*

| Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $E$ | Электромагнитлиқ долқунннниң күчинишлиги | В/м | $n$ | Сунуш көрсәткүчиси | |
| $B$ | Магнитлиқ индукция | Тл | $\lambda$ | Долқун узунлуғи | м |
| $c$ | Йоруқ илдамлиғи | $3 \cdot 10^8$ м/сек | $I$ | Долқун интенсивлиғи | $Вт/м^2$ |
| $\varepsilon$ | Муһитниң диэлектрлиқ өткүрлиги | | $W$ | Долқун энергияси | Дж |
| $\varepsilon_0$ | Электрлиқ турақлиқ | $8,85 \cdot 10^{-12}$ $Кл^2/Н \cdot м^2$ | $w$ | Энергия зичлиғи | $Дж/м^3$ |
| $\mu$ | Муһитниң магнитлиқ өткүрлиги | | $w_{э.м.}$ | Электрлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғи | $Дж/м^3$ |
| $\mu_0$ | Магнитлиқ турақлиқ | $4\pi \cdot 10^{-7} Н/А^2$ | $w_{м.м}$ | Магнитлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғи | $Дж/м^3$ |
| $T$ | Период | с | $\nu$ | Чапсанлиқ | Гц |

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta l$ | Шолиларниң тарилиш йолиниң айрими | м | $d$ | Решеткиниң турақлиғи | м |
| $\lambda$ | Долқун узунлуғи | м | $L$ | Решеткиниң кәңлиги | м |
| $n$ | Сунуш көрсәткүчиси | | $N$ | Штрихлар сани | |
| $\varphi$ | Шолиларниң чәтнәш булуңи | рад, ° | $b$ | Йочуқниң кәңлиги | м |
| $\alpha$ | Поляризаторниң бурулуш булуңи | рад, ° | $E$<br>$E_{max}$ | Поляризацияләнгән вә поляризацияләнмигән йоруқниң күчинишлиги | В/м |

***7-бап.*** *Геометриялиқ оптика*

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\varphi$ | Оптикилиқ әсвап арқилиқ жисимға қараш булуңи | рад, ° | $f$ | Линзидин тәсвиргичә болған арилиқ | м |
| $\varphi_0$ | Қуралланмиған көз билән жисимға қараш булуңи | рад, ° | $d$ | Линзидин жисимғичә болған арилиқ | м |
| $\gamma$ | Булуңлуқ йоғанлитиш | | $\alpha$ | Чүшүш булуңи | рад, ° |
| $d_0$ | Яхши көрүшниң арилиғи, 25 см | м | $\alpha_0$ | Толуқ қайтишниң чәклик булуңи | рад, ° |
| $F$ | Линза фокуси | м | $\beta$ | Қайтиш булуңи | рад, ° |
| $L$ | Объектив фокуси билән микроскоп окуляриниң арисидики арилиқ | м | $\gamma$ | Сунуш  булуңи | рад, ° |
| $\Gamma$ | Сизиқлиқ йоғанлитиш | | $n_1, n_2$ | Сунушниң абсолют көрсәткүчиси | |
| $H$ | Тәсвир егизлиги | м | $n_{21}$ | Сунушниң нисбий көрсәткүчиси | |
| $h$ | Жисимниң егизлиги | м | $\upsilon_1, \upsilon_2$ | Һәрхил муһитлардики йоруқниң илдамлиғи | м/сек |
| $R$ | Әйнәкниң, линзиниң әгирлик радиуси | м | $D$ | Линзиниң оптикилиқ күчи | дптр |

***8-бап.*** *Нисбийәтлик нәзәрийәсиниң элементлири*

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $x$ | Координата | м | $F$ | Күч | Н |
| $\upsilon$ | Қозғалмайдиған СС-ниң қозғилидиған СС-ға нисбәтән илдамлиғи | м/сек | $m_0, m$ | Қозғалмайдиған вә қозғилидиған СС-ға нисбәтән жисим массиси | кг |

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\tau_0$, $\tau$ | Қозғалмайдиған вә қозғилидиған СС-ға нисбәтән жәриянларниң узақлиғи | сек | $p_0$, $p$ | Қозғалмайдиған вә қозғилидиған СС-ға нисбәтән жисим импульси | кг · м/сек |
| $l_0$, $l$ | Қозғалмайдиған вә қозғилидиған СС-ға нисбәтән кесиндиниң узунлуғи | м | $E_0$, $E$ | Қозғалмайдиған вә қозғилидиған СС-ға нисбәтән жисим энергияси | Дж |
| $c$ | Йоруқ илдамлиғи | м/сек | $E_k$ | Кинетикилиқ энергия | Дж |

***9-бап.*** *Атомлуқ вә квантлиқ физика*

| Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгүлиниши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{жç}$ | Жисимниң энергетикилиқ йоруқлиниши | Вт/м$^2$ | $\sigma$ | Стефан-Больцман турақлиғи | Вт/м$^2$К$^4$ |
| $W$ | Шола чиқириш энергияси | Дж | $T$ | Шола чиқиридиған жисим бетиниң температуриси | К |
| $S$ | Шола чиқиридиған жисим бетиниң мәйдани | м$^2$ | $b$ | Вин турақлиғи | м · К |
| $t$ | Шола чиқириш вақти | сек | $p$ | Йоруқниң қисими | Па |
| $r_T$ | Энергетикилиқ йоруқлинишниң спектрлиқ зичлиғи | Дж/м$^2$ | $\rho$ | Йоруқниң қайтиш коэффициенти | |
| $a_v$ | Жисимниң жутиш хусусийити | | $w$ | Энергия зичлиғи | |
| $\Phi$ | Шола чиқириш еқими | Вт | $I$ | Шола чиқириш интенсивлиғи | Вт/м$^2$ |
| $h$ | Планк турақлиғи $6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек | Дж · сек | $\lambda'$ | Таралған йоруқниң долқун узунлуғи | м |
| $A_{чиқ}$ | Чиқиш иши | Дж | $\lambda$ | Чүшкән йоруқниң долқун узунлуғи | м |
| $m$ | Зәрриләрниң яки электронларниң массиси $9{,}1 \cdot 10^{-31}$кг | кг | $\lambda_k$ | Комптонлиқ долқун узунлуғи $2{,}43 \cdot 10^{-12}$ м | м |
| $\upsilon_{max}$ | Фотоэлектрон илдамлиғи | м/сек | $\theta$ | Фотонниң тарилиш булуңи | рад,° |
| $e$ | Электрон заряди $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл | Кл | $E$ | Фотон энергияси | Дж |
| $U_я$ | Япқучи күчиниш | В | $p$ | Фотон импульси | кг · м/сек |
| $c$ | Йоруқ илдамлиғи $3 \cdot 10^8$ м/сек | м/сек | $\nu$ | Фотон чапсанлиғи | Гц |
| $m$, $n$ | Атомдики электронлар орбитилириниң рәтлик номери | | $r$ | Электрон орбитисиниң радиуси | м |
| $z$ | Атомдики протонлар сани | | $\varphi_i$ | Атомниң ионизациялишиниң потенциали | В |

| Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta M$ | Массилар дефектиси | кг | $A$ | Нуклонлар сани | |
| $Z$ | Протонлар сани | | $N_n$ | Нейтронлар сани | |
| $m_p$ | Протон массиси | кг | $E_{\text{бағ}}$ | Бағлиниш энергияси | Дж |
| $m_n$ | Нейтрон массиси | кг | $E_{\text{хас}}$ | Хас бағлиниш энергияси | Дж |
| $M_{\text{я}}, M_{\text{ат}}$ | Ядро массиси, атом массиси | кг | $A$ | Радиоактивлиқ препа-ратниң активлиғи | $\text{сек}^{-1}$ |
| $D$ | Шола чиқиришларниң жутилиш дозиси | Гр | $N$ | Парчиланмиған зәр-риләрниң сани | |
| $D_{\text{экв}}$ | Шолилинишниң эквива-лентлиқ дозиси | 1Зв | $N_0$ | Зәрриләр сани | |
| $E$ | Шола чиқириш энергияси | Дж | $\lambda$ | Парчилиниш турақлиғи | $\text{сек}^{-1}$ |
| $k$ | Биологиялиқ актив коэффи-циенти | | $E_{\text{чиқ}}$ | Чиқиш энергияси | Дж |
| $T$ | Парчилиниш периоди | сек | $m_1$ | Реакцияғичә болған ядроларниң массиси | кг |
| $t$ | Парчилиниш вақти | сек | $m_2$ | Реакциядин кейин ядроларниң массиси | кг |

***12-бап.*** *Космология*

| Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ | Бәлгү-линиши | Физикилиқ миқдар | СИ |
|---|---|---|---|---|---|
| $I_0$ | 10 пк арилиқтики шола чиқиришниң интенсивлиғи | $\text{Вт/м}^2$ | $R$ | Бәттин бирлигидин шола чиқиришниң қувити | $\text{Вт/м}^2$ |
| $I$ | Шола чиқириш интенсив-лиғи | $\text{Вт/м}^2$ | $M$ | Абсолют юлтузлуқ миқдар | |
| $S$ | Бәтниң мәйдани | $\text{м}^2$ | $m$ | Көрүнидиған юлтузлуқ миқдар | |
| $L$ | Юлтузларниң пақириши | Вт | $T$ | Фотосфера температу-риси | K |
| $D$ | Юлтузғичә арилиқ | m | $z$ | Қизил силҗиш | |
| $a$ | Йәр орбитисиниң чоң йерим оқи | м | $\nu_0, \nu$ | Теч һаләттики вә жирақлаватқан асман җисиминиң шола чиқириш чапсанлиғи | Гц |
| $p$ | Параллакс | $1''$ | $\upsilon$ | Шолилиқ илдамлиқ | м/сек |

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

| ПЕРИОДЫ | РЯДЫ | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Г Р У П П Ы | | | | Э Л Е М Е Н Т О В | | | | | | | |
| 1 | 1 | H 1 ВОДОРОД 1,008 (1) | | | | | | (H) | | | | He 2 ГЕЛИЙ 4,003 (2) | K |
| 2 | 2 | Li 3 ЛИТИЙ 6,941 (1, 2) | Be 4 БЕРИЛИЙ 9,012 (2, 2) | B 5 БОР 10,811 (3, 2) | C 6 УГЛЕРОД 12,011 (4, 2) | N 7 АЗОТ 14,00 (5, 2) | O 8 КИСЛОРОД 15,999 (6, 2) | F 9 ФТОР 18,998 (7, 2) | | | | Ne 10 НЕОН 20,179 (8, 2) | L K |
| 3 | 3 | Na 11 НАТРИЙ 22,990 (1, 8, 2) | Mg 12 МАГНИЙ 24,305 (2, 8, 2) | Al 13 АЛЮМИНИЙ 26,981 (3, 8, 2) | Si 14 КРЕМНИЙ 28,085 (4, 8, 2) | P 15 ФОСФОР 30,974 (5, 8, 2) | S 16 СЕРА 32,064 (6, 8, 2) | Cl 17 ХЛОР 35,453 (7, 8, 2) | | | | Ar 18 АРГОН 39,948 (8, 8, 2) | M L K |
| 4 | 4 | K 19 КАЛИЙ 39,098 (1, 8, 8, 2) | Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40,08 (2, 8, 8, 2) | Sc 21 СКАНДИЙ 44,956 (2, 9, 8, 2) | Ti 22 ТИТАН 47,90 (2, 10, 8, 2) | V 23 ВАНАДИЙ 50,941 (2, 11, 8, 2) | Cr 24 ХРОМ 51,996 (1, 13, 8, 2) | Mn 25 МАРГАНЕЦ 54,938 (2, 13, 8, 2) | Fe 26 ЖЕЛЕЗО 55,847 (2, 14, 8, 2) | Co 27 КОБАЛЬТ 58,933 (2, 15, 8, 2) | Ni 28 НИКЕЛЬ 58,70 (2, 16, 8, 2) | | N M L K |
| | 5 | 29 Cu МЕДЬ 63,546 (1, 18, 8, 2) | 30 Zn ЦИНК 65,38 (2, 18, 8, 2) | 31 Ga ГАЛЛИЙ 69,72 (3, 18, 8, 2) | 32 Ge ГЕРМАНИЙ 72,59 (4, 18, 8, 2) | 33 As МЫШЬЯК 74,922 (5, 18, 8, 2) | 34 Se СЕЛЕН 78,96 (6, 18, 8, 2) | 35 Br БРОМ 79,904 (7, 18, 8, 2) | | | | Kr 36 КРИПТОН 83,80 (8, 18, 8, 2) | N M L K |
| 5 | 6 | Rb 37 РУБИДИЙ 85,468 (1, 8, 18, 8, 2) | Sr 38 СТРОНЦИЙ 87,62 (2, 8, 18, 8, 2) | Y 39 ИТТРИЙ 88,906 (2, 9, 18, 8, 2) | Zr 40 ЦИРКОНИЙ 91,22 (2, 10, 18, 8, 2) | Nb 41 НИОБИЙ 92,906 (1, 12, 18, 8, 2) | Mo 42 МОЛИБДЕН 95,94 (1, 13, 18, 8, 2) | Tc 43 ТЕХНЕЦИЙ 98,906 (2, 13, 18, 8, 2) | Ru 44 РУТЕНИЙ 101,07 (1, 15, 18, 8, 2) | Rh 45 РОДИЙ 102,905 (1, 16, 18, 8, 2) | Pd 46 ПАЛЛАДИЙ 106,42 (0, 18, 18, 8, 2) | | O N M L K |
| | 7 | 47 Ag СЕРЕБРО 107,868 (1, 18, 18, 8, 2) | 48 Cd КАДМИЙ 112,41 (2, 18, 18, 8, 2) | 49 In ИНДИЙ 114,82 (3, 18, 18, 8, 2) | 50 Sn ОЛОВО 118,69 (4, 18, 18, 8, 2) | 51 Sb СУРЬМА 121,75 (5, 18, 18, 8, 2) | 52 Te ТЕЛЛУР 127,60 (6, 18, 18, 8, 2) | 53 I ИОД 126,904 (7, 18, 18, 8, 2) | | | | Xe 54 КСЕНОН 131,30 (8, 18, 18, 8, 2) | O N M L K |
| 6 | 8 | Cs 55 ЦЕЗИЙ 132,905 (1, 8, 18, 18, 8, 2) | Ba 56 БАРИЙ 137,33 (2, 8, 18, 18, 8, 2) | La* 57 ЛАНТАН 138,905 (2, 9, 18, 18, 8, 2) | Hf 72 ГАФНИЙ 178,49 (2, 10, 32, 18, 8, 2) | Ta 73 ТАНТАЛ 180,94 (2, 11, 32, 18, 8, 2) | W 74 ВОЛЬФРАМ 183,85 (2, 12, 32, 18, 8, 2) | Re 75 РЕНИЙ 186,207 (2, 13, 32, 18, 8, 2) | Os 76 ОСМИЙ 190,2 (2, 14, 32, 18, 8, 2) | Ir 77 ИРИДИЙ 192,22 (2, 15, 32, 18, 8, 2) | Pt 78 ПЛАТИНА 195,09 (1, 17, 32, 18, 8, 2) | | P O N M L K |
| | 9 | 79 Au ЗОЛОТО 196,966 (1, 18, 32, 18, 8, 2) | 80 Hg РТУТЬ 200,59 (2, 18, 32, 18, 8, 2) | 81 Tl ТАЛЛИЙ 204,37 (3, 18, 32, 18, 8, 2) | 82 Pb СВИНЕЦ 207,2 (4, 18, 32, 18, 8, 2) | 83 Bi ВИСМУТ 208,980 (5, 18, 32, 18, 8, 2) | 84 Po ПОЛОНИЙ [209] (6, 18, 32, 18, 8, 2) | 85 At АСТАТ [210] (7, 18, 32, 18, 8, 2) | | | | Rn 86 РАДОН [222] (8, 18, 32, 18, 8, 2) | P O N M L K |
| 7 | 10 | Fr 87 ФРАНЦИЙ [223] (1, 8, 18, 32, 18, 8, 2) | Ra 88 РАДИЙ 226,025 (2, 8, 18, 32, 18, 8, 2) | Ac** 89 АКТИНИЙ [227] (2, 9, 18, 32, 18, 8, 2) | Ku 104 КУРЧАТОВИЙ [261] (2, 10, 32, 32, 18, 8, 2) | Ns 105 НИЛЬСБОРИЙ [261] (2, 11, 32, 32, 18, 8, 2) | 106 (2, 12, 32, 32, 18, 8, 2) | 107 (2, 13, 32, 32, 18, 8, 2) | 108 (2, 14, 32, 32, 18, 8, 2) | | | | Q P O N M L K |
| ВЫСШИЕ ОКСИДЫ | | $R_2O$ | $RO$ | $R_2O_3$ | $RO_2$ | $R_2O_5$ | $RO_3$ | $R_2O_7$ | $RO_4$ | | | | |
| ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ | | | | | $RH_4$ | $RH_3$ | $H_2R$ | $HR$ | | | | | |

**Л А Н Т А Н О И Д Ы * 58 – 71**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ce 58 ЦЕРИЙ 140,12 (2, 8, 20, 18, 8, 2) | Pr 59 ПРАЗЕОДИМ 140,908 (2, 8, 21, 18, 8, 2) | Nd 60 НЕОДИМ 144,24 (2, 8, 22, 18, 8, 2) | Pm 61 ПРОМЕТИЙ [145] (2, 8, 23, 18, 8, 2) | Sm 62 САМАРИЙ 150,4 (2, 8, 24, 18, 8, 2) | Eu 63 ЕВРОПИЙ 151,96 (2, 8, 25, 18, 8, 2) | Gd 64 ГАДОЛИНИЙ 157,25 (2, 9, 25, 18, 8, 2) | Tb 65 ТЕРБИЙ 158,925 (2, 8, 27, 18, 8, 2) |
| Dy 66 ДИСПРОЗИЙ 162,50 (2, 8, 28, 18, 8, 2) | Ho 67 ГОЛЬМИЙ 164,930 (2, 8, 29, 18, 8, 2) | Er 68 ЭРБИЙ 167,26 (2, 8, 30, 18, 8, 2) | Tm 69 ТУЛИЙ 168,934 (2, 8, 31, 18, 8, 2) | Yb 70 ИТТЕРБИЙ 173,04 (2, 8, 32, 18, 8, 2) | Lu 71 ЛЮТЕЦИЙ 174,967 (2, 9, 32, 18, 8, 2) | P O N M L K | |

**А К Т И Н О И Д Ы ** 90 – 103**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Th 90 ТОРИЙ 232,038 (2, 10, 18, 32, 18, 8, 2) | Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ 231,036 (2, 9, 20, 32, 18, 8, 2) | U 92 УРАН 238,029 (2, 9, 21, 32, 18, 8, 2) | Np 93 НЕПТУНИЙ 237,048 (2, 9, 22, 32, 18, 8, 2) | Pu 94 ПЛУТОНИЙ [244] (2, 8, 24, 32, 18, 8, 2) | Am 95 АМЕРИЦИЙ [243] (2, 8, 25, 32, 18, 8, 2) | Cm 96 КЮРИЙ [247] (2, 9, 25, 32, 18, 8, 2) | Bk 97 БЕРКЛИЙ [247] (2, 9, 26, 32, 18, 8, 2) |
| Cf 98 КАЛИФОРНИЙ [251] (2, 8, 28, 32, 18, 8, 2) | Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ [254] (2, 8, 29, 32, 18, 8, 2) | Fm 100 ФЕРМИЙ [257] (2, 8, 30, 32, 18, 8, 2) | Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ [258] (2, 8, 31, 32, 18, 8, 2) | (No) 102 НОБЕЛИЙ [255] (2, 8, 32, 32, 18, 8, 2) | (Lr) 103 ЛОУРЕНСИЙ [256] (2, 9, 32, 32, 18, 8, 2) | Q P O N M L K | |

Sc 21 СКАНДИЙ 44,956 (2, 9, 8, 2)
- Химический знак
- Порядковый номер
- Относительная атомная масса
- Число электронов на данном энергетическом уровне
- Название элемента

- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

- I энергетический уровень K
- II энергетический уровень L
- III энергетический уровень M
- IV энергетический уровень N
- V энергетический уровень O
- VI энергетический уровень P
- VII энергетический уровень Q

F 9 ФТОР 18,998 (7, 2)

У элементов, которым соответствуют простые вещества – неметаллы, порядковые номера помещены в квадратике.

Mo 42 МОЛИБДЕН 95,94 (1, 13, 18, 8, 2)

У элементов, оксиды и гидроксиды которых проявляют амфотерные свойства, порядковые номера обведены кружочком.

Na 11 НАТРИЙ 22,990 (1, 8, 2)

У элементов, которым соответствуют простые вещества – металлы, порядковые номера особыми знаками не обозначены.

# Көнүкмиләрниң җаваплири

**Көн.1. 1.** 0,05 м. **2.** 1,6 м/сек². **3.** 0,1 м. **4.** 1 м.
**6.** $\upsilon = 2{,}5 \cos \pi(2t - 1/2)$; $\upsilon_1 = 0$.
**Көн.2. 1.** 25 · $10^{-6}$ Гн. **2.** 2. **3.** 4 һәссә ашуруш.
**4.** 1,9 · $10^{-4}$ сек.
**Көн.3. 1.** 0,018 Дж. **2.** 5 · $10^{-8}$ Дж. **3.** 2,25 Н/м.
**4.** 4 мА. **5.** $q = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5 \pi t$; $u = 20 \cos 10^5 \pi t$;
$i = -2{,}5 \sin 10^5 \pi t$; 20 *В*; 2,5 А; 25 мкГн.
**6.** $U_{max}$ = 100 В; $\omega$ = 500 рад/сек; T = $4\pi$ мс;
$\nu = 1 / 4\pi$ кГц; $q_{max} = 10^{-4}$ Кл; $L$ = 4 Гн;
$I_{max}$ = 0,05 А; $q = 10^{-4} \cos 500\, t$;
$i = 0{,}05 \cos(500\, t + \pi/2)$.
**Көн.4. 1.** $\Phi = 4 \cdot 10^{-3} \cos 16\pi t$; $e = 0{,}2 \sin 16\pi t$.
**2.** $\varepsilon_m$ = 50 В; $T$ = 0,4 с; $\nu$ = 2,5 Гц;
$e = 50 \cos 5\pi t$. **3.** 6,25 сек$^{-1}$.
**Көн.5. 1.** $I_0$ = 8,5 *А*; $\varphi$ = 0,661 рад; $\nu$ = 50 Гц.
**2.** $U_m$ = 5,18 *В*; $\omega$ = 314 рад/сек
$\nu$ = 50 Гц; $u = 5{,}18 \sin(314\, t + \pi/3)$.
**3.** $I$ = 2,8 *А*; $\varphi_0 = \pi/6$ рад; T = 0,02 сек;
$i_1$ = – 2 А; $i_2$ = 2 А.
**4.** $U = 308 \cos 100\pi t$; $U = 127 \cos 120\pi t$.
**Көн.6. 1.** $i$ = 4,5 А; $u = 25{,}6 \sin 314\, t$.
**2.** 2,89 · $10^{-5}$ Ф. **3.** ≈ 11 Ом. **4.** $i = 22{,}5 \sin 100\pi t$;
$\varphi_{\tilde{n}} = \dfrac{\pi}{2}$ **5.** 0,25 Гн.
**Көн.7. 1.** 5 Ом; **2.** 111,3 Ом; 89°.
**3.** $Z = \dfrac{RX_LX_C}{\sqrt{X_C^2X_L^2 + R^2(X_L - X_C)^2}}$. **4.** 50 В.
**Көн.8. 1.** 1,2 кВт; 2,18 МДж. **2.** б) 5 Ом; *в*) 0,6.
**3.** а) $\omega = \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$; б) 5 мГн; в) 1; г) 640 Вт.
**4.** 505 Вт.
**Көн.9. 1.** 0,04 Гн. **2.** 10 кГц; 44,7 В; 44,7 В.
**3.** 133 мкФ; 590 В; 590 В. **4.** 1,6 МГц; 100; 0,14 А;
0,1 Вт; 140 В; 140 В.
**Көн.10. 1.** $e = 1256 \sin 100\, \pi t$; $\varepsilon_g \approx 890{,}8$ В.
**2.** $U$ = 10 В. **3.** 110 В; 40 А; 98%.
**4.** 1,25 МВт. **5.** 189 км.
**Көн.11.** 19%; 0,6%; 0%; 0,02%.
**Көн.12. 1.** 0,60 м; 0,3 м/сек.
**Көн.13. 1.** 0,3 м. **2.** Толуқ күчсизлиниш. **3.** $\dfrac{\lambda}{4}$.
**4.** $\pi/3$, 60°.
**Көн.14. 1.** 15 м; 5 · $10^{-8}$ с; 7,5 м. **2.** 1 км. **3.** 200 м.
**4.** 1 км. **5.** 2,6 · $10^{-6}$ Тл; 767 В/м.
**Көн.15. 1.** 11,5 МГц ≤ $\nu$ ≤ 12,5 МГц.
**2.** 113 м **3.** 2,8 · $10^{-9}$ Ф **4.** 2350 м.
**5.** 16 МГц ≤ $\nu$ ≤ 22,2 МГц.
**Көн.16.** УЖЧ, дециметлик; 0,33 м; 0,35 м; 0,14 м.
**Көн.17.** 5455 тәңгә, лимитсиз.
**Көн.18. 1.** ≈ 3 · $10^8$ м/с. **2.** 528 сек$^{-1}$.
**Көн.19. 1.** $\upsilon_{қиз}$ = 2,257 · $10^8$ м/сек;
$\upsilon_ф$ = 2,232 · $10^8$ м/сек; $\Delta\upsilon$ = 2,5 · $10^6$ м/сек.
**2.** 2,4 мм. **3.** 147,5 нм; 295 нм.
**Көн.20. 1.** 20°. **2.** 100. **3.** 550 нм. **4.** 3. **5.** 19 мм.
**Көн.21. 2.** Йоруқ поляризатор арқилиқ өтүдү.
**3.** $\sqrt{2}$ . **4.** 45°.
**Көн.22. 2.** *а*) $\alpha = 30°$; *б*) $\alpha = 60°$. **3.** 3 м.
**Көн.23. 1.** 1,5 м/сек; 3 м/сек. **2.** 53,6 см.
**3.** 80 см. **4.** 24 см.
**Көн.24. 1.** 38° **2.** 60°. **3.** 0,87 м.
**4.** 7,3 м.
**Көн.25. 2.** 12,5 см. **3.** $F$ = 9 см.
**4.** 9 см. **5.** $F = \dfrac{d\,l}{D - d} = 10$ см.
**Көн.26. 1.** 2. **2.** $F_1$ = 0,24 м; $F_2$ = 0,02 м. **3.** 6,25.
**4.** 11 см. **5.** 3,3 дптр, жиққучи. **6.** 7,5 см.
**Көн.27. 1.** 142 жил. **2.** 0,8 м. **3.** 2,9·$10^8$ м/сек.
**Көн.28. 1.** 5 *m*, 65 *m*. **2.** 9,7 · $10^{12}$ жил.
**3.** 2,3·$10^{-14}$ Дж; 4,2·$10^{-14}$ Дж. **4.** 9,9 · $10^6$ м/сек;
2,2 · $10^8$ м/сек. **5.** 2·$10^{-22}$ кг·м/сек; 3,1·$10^{-22}$ кг·м/сек.
**Көн.29. 1.** *H* вә *He*.
**Көн.30. 1.** 0,6 нм; **2.** 80 кВ **3.** 41 кВ.
**Көн.31. 1.** 13,6 кДж. **2.** 300 К. **3.** ≈ 6 · $10^{-4}$ м².
**4.** 2·$10^{-17}$ Вт.
**Көн.32. 1.** 4,8 · $10^{14}$ Гц.
**2.** 4,4·$10^{-36}$ кг; 1,32·$10^{-27}$ кг·м/сек; 4·$10^{-19}$ Дж.
**3.** 7,27·$10^{15}$ Гц. **4.** 1,73 · $10^6$ м/сек. **5.** 9,76.
**Көн.33. 1.** 6,7 · $10^{-5}$ Па. **2.** 1,9 · $10^{-13}$ Па.
**3.** 1,1 · $10^{16}$. **4.** 7·$10^{-6}$ Па. **5.** 7,43 · $10^{-9}$ Н.
**Көн.34. 1.** 1538. **2.** 200 А, 42 кВт.
**Көн.35. 1.** 10 пм. **2.** 0,1 МэВ. **3.** 3,27 эВ;
5,8 · $10^{-36}$ кг; 1,74 · $10^{-27}$ кг · м/сек. **4.** 1,24 пм;
1,8 · $10^{-30}$кг; 5,3 · $10^{-22}$ кг · м/сек; 2. **5.** 2,42 пм;
1,32 фм.
**Көн.36. 1.** 3,1·$10^{-14}$ м. **2.** ≈ 5 · $10^{-7}$ м.
**3.** 2,54 · $10^{-7}$ м.
**4.** 6; 9,7·$10^{-8}$ м; $10^{-7}$ м; 1,2·$10^{-7}$ м; 4,86·$10^{-7}$ м;
6,7·$10^{-7}$ м; 1,88·$10^{-6}$ м.
**Көн.37. 1.** 5 мДж; 1 кВт. **2.** 1,3 · $10^{17}$. **3.** 10 кВт,
0,04 Дж. **4.** 3 · $10^{17}$. **5.** 2 · $10^{10}$ Вт/м².
**Көн.38. 1.** 0,396 пм. **2.** 172 пм. **3.** 0,1 нм. **4.** 20 мкм.
**Көн.39. 1.** $^{216}_{84}Po$. **2.** $6\alpha$ – зәрричә; $3\beta$ – зәрричә.
**3.** $^{216}_{84}Po$ , 0,38 Мм/сек. **4.** 0,875.
**5.** $2{,}9 \cdot 10^{-7}$ *кг*.

**Көн.40. 1.** $A = 7$, $Z = 3$, $N = 4$; $A = 17$, $Z = 8$, $N = 9$; $A = 235$, $Z = 92$, $N = 143$. **2**. $2,4 \cdot 10^{20}$; $3,6 \cdot 10^{20}$.
**3.** 0,042131 м.а.б; $6,99 \cdot 10^{-29}$ кг.
**4.** 0,0024 м.а.б; 2,24 МэВ.
**5.** 5,26 МэВ/нуклон; 5,046 м.а.б.
**Көн.41. 1.** $^{30}_{14}Si$ **. 2.** нейтрон $^{1}_{0}ï$ , $^{13}_{8}Î$ . **3.** $^{4}_{2}He$ , $^{1}_{1}p$ , $^{1}_{0}ï$ .
**Көн.42. 1.** $8,2 \cdot 10^{10}$ кДж; $2,7 \cdot 10^{6}$ кг.
**2.** 0,00091. **3.** 53 г суткиға **4.** 6,1 МэВ; 944 МэВ; 939,3 МэВ; 17,4 МэВ. **5.** $2,31 \cdot 10^{10}$ Дж.
**Көн.43. 1.** 8,4 мГр, йоқ. **2.** 0,017 Гр, иссиқлиқ нейтронлар. **3.** 125 ч.
**Көн.44. 1.** 6,83 МэВ. **2.** ≈ 17 МэВ. **3.** 24 МэВ.
**4.** 4,6 МэВ; 3,25 МэВ. **5.** $3 \cdot 10^{19}$ Гц.
**Көн.45.** $6 \cdot 10^{-31}$ кг; 2,32 мкН.

**Көн.46. 1**. 2,1; $1,25 \cdot 10^{10}$. **2.** ≈ 3. **3.** ≈ 29,3 йоруқ жил. **4.** $1,48 \cdot 10^{5}$ жил.
**Көн.47.** 5785 К, 5215 К, 4294 К; 500 нм, 554 нм; 673 нм; $4,1 \cdot 10^{16}$ м, $4 \cdot 10^{16}$ м, 1091 жил, 1057 жил.
**Көн.48. 1.** ≈ 3 мин 52 сек, ≈ 6 мин 3 сек, ≈ 8 мин 27 сек,
≈ 13 мин 50 сек, ≈ 45 мин 20 сек, ≈ 1 с 23 мин 43 сек,
≈ 2 с 46 мин 53 сек, ≈ 4 с 12 мин 3 сек. **2.** ≈ 28,8.
**3.** ≈ 1,88 йәр жили.
**Көн.50. 1.** $3,48 \cdot 10^{24}$ м. **2.** 0,027.

## Пайдиланған әдәбиятлар тизими


1. Ванеев А.А., Дубицкая З.Г., Ярунина Е.Ф. Преподавание физики в 10 классе средней школы. – М.: Просвещение, 1978.
2. Вертельник В.И., Позднеева Э.В. и др. Физика. Тренинговые задания: в 2 ч. − Томск. Том. политехн. ун-т, 2006. – ч. 1. – 170 с.
3. Волькенштейн В.С. Сбор. задач по общему курсу физики – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1976. – 464 с.
4. Гладкова Р.А., Добронравов В.Е., Жданов Л.С., Цодиков Ф.С. Сбор. задач и вопросов по физике для средних специальных учебных заведений. – 2-е изд. исправл. – М.: Наука, 1974.
5. Головин О.В., Чистяков Н.И., Шварц В., Хардон Агиляр И. Радиосвязь/Под ред. проф. О.В.Головина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 288 с.
6. Грабовский Р.И. Курс физики: Учеб. пособие. 11-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2009. − 608 с.
7. Закиров З.Г., Надеев А.Ф., Файзуллин Р.Р. Системы сотовой связи стандарта GSM: Современное состояние, переход к сетям третьего поколения – М.: Эко-Трендз, 2004. – 264 с.
8. Зубов В.Г., Шальнов В.П. Задачи по физике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 280 с.
9. Кабардин О.Ф. Физика: Справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся. − 3-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
10. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. Пед. ин-тов/Е.М. Гершензон, Н.Н. Малов, В.С. Эткин. – М.: Просвещение, 1981. – 240 с.
11. Малов Н.Н. Основы теории колебаний. Пособ. для учителей. – М.: Просвещение, 1971, 198 с.
12. Методика преподавания физики в средней школе. Молекуляр. физика. Электродинамика: Пособ. для учителя/С.Я. Шамаш, Э.Е. Эвенчик, В.А. Орлов и др.; Под ред. С.Я. Шамаша. − 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987. – 256 с.
13. Методика преподавания физики в средней школе. Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: Пособ. для учителя/А.Т. Глазунов, И.И. Нурминский, А.А. Пинский. Под ред. А.А. Пинского. – М.: Просвещение, 1989. – 270 с.
14. Методика факультативных занятий по физике: Пособие для учителей/ О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов и др. – М.: Просвещение, 1980. − 191 с.
15. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учеб. для 11 класса общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 1995.
16. Об особенностях преподавания основ наук в общеобразовательных организациях Республики Казахстан в 2013–2014 учебном году. Инструктивно-методическое письмо. – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2013. – 121 с.
17. Орехов В.П., Усова А.В., Турышев И.К. и др. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. – М.: Просвещение, 1980.
18. Парфентьева Н.А. Задачи по физике. Для поступающих в вузы. – М.: Классикс Стиль, 2005. – 480 с.

19. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал/В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др. – М.: Просвещение, 1987.
20. Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 1984.
21. Сборник задач по физике: Для 10–11 кл. общеобразовательных учреждений/Сост. Г.Н. Степанова. М.: Просвещение, 2001.
22. Сборник задач по физике. 10–11 классы: пособ. для учащихся общеобразоват. учреждений: базовый и профильн. уровни/Н.А. Парфентьева.− 3-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 206 с.
23. Сборник задач по физике: Учеб. пособие/Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М., Мазанько И.П.: Под ред. Козела С.М. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 288 с.
24. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Вопросы и задачи по физике (Анализ характерных ошибок поступающих во втузы): Учеб. пособие. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. ш. 1990. – 256 с.
25. Ударцева В.М., Федоров В.Н., Шуиншина Ш.М. Физика. Учеб. программа для 10–11 классов естественно-математического направления общеобразовательной школы. – Астана: НАО им. И. Алтынсарина, 2013. – 19 с.
26. Физика. Пер. с англ. А.С.Ахматова и др. – М.: Наука, 1965.
27. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: Дидакт. материал: 9–11 кл./ Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др. – М.: Просвещение, 1993.
28. Физика в задачах для поступающих в вузы/Турчина Н.В. – М.: ООО «Издательство Оникс»; ООО «Издательство «Мир и образование», 2008. – 768 с.
29. Элементарный учебник физики. Учеб. пособие. В 3 т./под ред. Г.С. Ландсберга, Т. 3. Колебания. Волны. оптика. Строение атома – 8-е изд. М.: Наука, 1973. − 640 с.
30. Эллиот Л., Уилкокс У. Физика. Пер. с англ. под редакцией проф. А.И. Китайгородского. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975.
31. Шахмаев Н.М. и др. Физика. Учеб. для 11 класса средних школ. – М.: Просвещение, 1991.

**Интернет-ресурслири**

32. ru.government.kz/docs/u100000922_20100201.htm О Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 года.
33. www.kazembassy.cz/site/site-files/telekomunikacii_ru.ppt.
34. Прорывные проекты телекоммуникации.
35. http://fiz.1september.ru/. Физика: еженедельник изд. дома «Первое сентября».
36. http://class-fizika.narod.ru/ «Классная физика».
37. /msg/ www.astronet.ru/db 1177040. А.Ю.Румянцев. Методика преподавания астрономии в средней школе.
38. afportal.kulichki.ru,  http://www.afportal.ru/ Физика в школе.

# Мундəрижə


Шəртлик бəлгүлəр....3
Киришмə....4
**1-бап. Механикилиқ тəвринишлəр**....5
§ 1. Гармоникилиқ тəвринишлəрниң графиги билəн тəңлимилири....6
**2-бап. Электромагнитлиқ тəвринишлəр**....13
§ 2. Əркин вə мəҗбурий электромагнитлиқ тəвринишлəр....14
§ 3. Механикилиқ вə электромагнитлиқ тəвринишлəр арисидики охшашлиқлар....19
**3-бап. Өзгəрмə ток**....27
§ 4. Өзгəрмə ток генератори....28
§ 5. Мəҗбурий электромагнитлиқ тəвринишлəр. Өзгəрмə ток....32
§ 6. Өзгəрмə ток тизмисидики актив вə реактив қаршилиқлар....36
§ 7. Пəйдин-пəй қошулған өзгəрмə токиниң актив
вə реактив қаршилиқлири бар тизмиси үчүн Ом қануни....41
§ 8. Өзгəрмə ток тизмисидики қувəт....46
§ 9. Электр тизмисидики күчиниш резонанси....51
§ 10. Электр энергиясини ишлəп чиқириш, йəткүзүш вə қоллинилиши. Трансформатор....55
§ 11. Қазақстанда вə дунияда электр энергиясини ишлəп чиқириш вə қоллиниш....60
**4-бап. Долқунлуқ һəрикəт**....69
§ 12. Əвришимлик механикилиқ долқунлар.
Жүгригүчи вə турғун долқунларниң тəңлимиси....70
§ 13. Механикилиқ долқунларниң тарилиши. Механикилиқ долқунларниң
интерференцияси билəн дифракцияси. Гюйгенс принципи....75
**5-бап. Электромагнитлиқ долқунлар**....83
§ 14. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиши вə қобул қилиниши....84
§ 15. Радиоалақə. Детекторлуқ радиоқобулқилғучи....89
§ 16. Аналоглиқ-санлиқ түрлəндүргүч. Бағлиниш каналлири....93
§ 17. Алақə васитилири....98
**6-бап. Долқунлуқ оптика**....105
§ 18. Йоруқниң электромагнитлиқ тəбиити. Йоруқ илдамлиғи....106
§ 19. Йоруқ дисперсияси. Йоруқниң интерференцияси....110
§ 20. Йоруқниң дифракцияси. Дифракциялик решетка....115
§ 21. Йоруқниң поляризацияси....120
**7-бап. Геометриялик оптика**....127
§ 22. Гюйгенс принципи. Йоруқниң қайтиш қануни....128
§ 23. Тəкши вə сферилиқ əйнəклəр....132
§ 24. Йоруқниң сунуш қануни. Толуқ ички қайтиши....137
§ 25. Линзилар системисида тəсвирлəрни қуруш. Непиз линза формулиси....142
§ 26. Оптикилиқ əсваплар....148
**8-бап. Нисбийəтлик нəзəрийəсиниң элементлири**....157
§ 27. Нисбийəтлик нəзəрийəсиниң постулатлири. Лоренц түрлəндүришлири....158
§ 28. Релятивистлиқ динамикидики энергия, импульс вə масса.
Материаллиқ жисимлар үчүн энергия билəн массиниң өзара бағлиниш қануни....163
**9-бап. Атомлиқ вə квантлиқ физика**....169
§ 29. Шола чиқиришниң түрлири. Спектрлар, спектрлиқ аппаратлар, спектрлиқ анализ....170
§ 30. Инфрақизил вə ультрагүлнəпшə шола чиқириш. Э
лектромагнитлиқ долқунлар шкалиси....175
§ 31.Иссиқлиқ шола чиқириш. Стефан – Больцман вə Вин қанунлири.
Ультрагүлнəпшə апити. Планк формулиси. Фотонлар....180
§ 32. Фотоэффект. Фотоэффектини қоллиниш....185
§ 33. Йоруқ қисими. Йоруқниң химиялик тəсири....191
§ 34. Рентгенлиқ шола чиқириш....195

§ 35. Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ тәбиитиниң бир туташлиғи ........ 200
§ 36. Альфа-зәррилириниң чачириши бойичә Резерфорд тәҗрибиси.
Бор постулатлири. Франк вә Герц тәҗрибиси ........ 204
§ 37. Сизиқлиқ әмәс оптика тоғрилиқ чүшәнчә. Лазерлар ........ 210
§ 38. Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири. Бор нәзәрийәсиниң қийинчилиқлири.
Де Бройль долқунлири ........ 216
**10-бап. Атом ядросиниң физикиси** ........ 223
§ 39. Тәбиий радиоактивлиқ. Радиоактивлиқ парчилинишниң қанунлири ........ 224
§ 40. Атомниң ядроси. Ядрониң нуклонлиқ модели. Изотоплар.
Ядродики нуклонларниң бағлиниш энергияси ........ 230
§ 41. Ядролуқ реакциялар. Сүнъий радиоактивлиқ ........ 235
§ 42. Еғир ядроларниң бөлүнүши. Тизмилиқ ядролуқ реакцияләр. Критикилиқ масса ........ 240
§ 43. Радиоактивлиқ шолиларниң биологиялиқ тәсири. Радиациядин сақлиниш ........ 245
§ 44. Ядролуқ реактор. Ядролуқ энергетика. Термоядролуқ реакции ........ 251
**11-бап. Нанотехнологияләр вә наноматериаллар** ........ 259
§ 45. Нанотехнологияниң асасий утуқлири, наноматериалларниң
тәрәққий етишидики мәсилилири вә перспективилири ........ 260
**12-бап. Космология** ........ 267
§ 46. Юлтузлар дунияси. Юлтузларғичә болған арилиқ. Өзгиридиған юлтузлар ........ 268
§ 47. Күн–Йәр бағлиниши ........ 274
§ 48. Юлтузларниң планетилиқ системиси. Йәр топидики планетилар вә гигант-планетилар.
Күн системисиниң ушшақ җисимлири ........ 279
§ 49. Бизниң Галактика. Башқа галактикиларниң ечилиши. Квазарлар ........ 287
§ 50. Чоң йерилиш нәзәрийәси. Қизил силҗиш вә галактикиғичә ариliқни ениқлаш,
Аләмниң кәңийиши ........ 293
§ 51. Аләм эволюциясиниң асасий этаплири. Аләмниң модельлири.
Аләмдики һаят вә тәрәққият. Космосни өзләштүрүш вә адәмзатниң космослуқ перспективилири ........ 298
**Қошумчилар**
**Лабораториялик ишлар вә җәдваллар** ........ 305
1-қошумчә. Лабораториялик ишлар ........ 306
№ 1 лабораториялик иш. Трансформатор обмоткилиридики орамларниң санини ениқлаш ........ 306
№ 2 лабораториялик иш. Һавадики тавушниң илдамлиғини ениқлаңлар ........ 307
№ 3 лабораториялик иш. Дифракциялиқ решетка ярдими билән йоруқ долқунининң
узунлуғини ениқлаш ........ 309
№ 4 лабораториялик иш. Йоруқниң интерференциясини,
дифракциясини вә поляризациясини байқаш ........ 311
№ 5 лабораториялик иш. Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаш ........ 314
№ 6 лабораториялик иш. Шола чиқиришниң сизиқлиқ вә туташ спектрлирини байқаш ........ 315
№ 7 лабораториялик иш. Тәйяр сүрәтләр бойичә зарядләнгән зәрриләрниң
треклирини тәкшүрәш ........ 317
2-қошумчә. Җәдваллар ........ 320
3-қошумчә. СИ системисида физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши 324
Көнүкмиләрниң җаваплири ........ 330
Пайдиланған әдәбиятлар тизими ........ 332

Электрондық нұсқа

**Назифа Анваровна Закирова**
**Руслан Рауфович Аширов**

# ФИЗИКА

*(Ұйғыр тілінде)*

Умумий билим беридиған мәктәпләрниң тәбиий-математикилиқ йөнилишидики 11-синиплириға беғишланған дәрислик

| | |
|---|---|
| **Рәссамлар** | Е. Ермилова, А. Айтжанов |
| **Баш редактор** | К. Караева |
| **Редактор** | Б. Шарипов |
| **Бәдиий редактор** | Е. Мельникова |
| **Бильд-редактор** | Ш. Есенкулова |
| **Муқавиниң дизайни** | В. Бондарев, О. Подопригора |
| **Дизайни** | О. Подопригора |
| **Компьютерда сәһипилигән** | Г. Илишева |

**Сатып алу үшін мына мекенжайларға хабарласыңыздар:**
Нұр-Сұлтан қ., 4 м/а, 2 үй, 55 пәтер.
Тел.: 8 (7172) 92-50-50, 92-50-54. E-mail: astana@arman-pv.kz
Алматы қ., Ақсай-1А м/а, 28Б үй.
Тел.: 8 (727) 316-06-30, 316-06-31. E-mail: info@arman-pv.kz

**«Арман-ПВ» кітап дүкені**
Алматы қ., Алтынсарин к/сі, 87 үй. Тел.: 8 (727) 303-94-43.

Теруге 07.05.20 берілді. Басуға 25.09.20 қол қойылды. Пішімі 70 x 100 $^{1}/_{16}$.
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Офсеттік басылыс.
Шартты баспа табағы 27,09. Таралымы 500 дана.
«Курсив» ЖШС, 050023 Алматы қаласы, Бағанашыл ықшамауданы, Восточная к., 2.

**Артикул 811-015-002уй-20**