Қазақстан Жумһурийити Билим вә пән министрлиги тәвсийә қилған

Н.А. Закирова
Р.Р. Аширов

ФИЗИКА

Умумий билим беридиған мәктәпләрниң
иҗтимаий-гуманитарлиқ йөнилишидики
11-синиплириға беғишланған дәрислик

11

басп сы
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 иҗтимаий-гуманитарлиқ йөнилишидики 11-синипиға беғишланған дәрислик./ Н.А. Закирова, Р.Р. Аширов – Нур-Султан: «Арман-ПВ» нәшрияти, 2020. – 240 б.

ISBN 978-601-318-329-9

«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 978-601-318-329-9

Пүткүл һоқуқлири қоғдалған. Нәшриятниң рухситисиз көчирип бесишқа болмайду.

Шәртлик бәлгүләр

Әстә сақлаш керәк ениқлимилар

Тәкшүрүш соаллири

Нәзәрийәвий материал бойичә өзини тәкшүрүшкә беғишланған соаллар

Көнүкмә

Синипта орунлинидиған көнүкмиләр

Експериментал тапшурма

Тәтқиқат ишлириға беғишланған тапшурмилар

Иҗадий тапшурма

Иҗадийәт сәвийәсидики тапшурмилар

Физика бизниң һаятимизда

Дунияви тәтқиқатлар форматидики тапшурмилар (TIMSS, PISA)

Җавави қандақ?
Физикилиқ һадисиләрниң мәнасини чүшәндүрүшни тәләп қилидиған соаллар

Тапшурма
Синипта орунлинидиған тапшурмилар

Өз тәҗрибәңлар
Синипта орунлинидиған експериментлиқ тапшурмилар

Әстә сақлаңлар!
Ядлап елиш 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.

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 физикиниң классикилиқ физикидин пәрқи – вақитниң өтүшигә бағлиқ өзгириши мүмкин болидиған гипотезалар билән постулатларниң көп болишидур. Силәр техи жавави тепилмиған көплигән соаллар билән учришисиләр. Әмәлий электродинамика бәзи бир өзгиришләргә учириди. Йеңи санлиқ технологиялар, радиотехникилиқ вә оптикилиқ әсвапларни түп нусхиси билән өзгәртти. Нурғунлиған әхбарат еқимини елишқа вә алмаштурушқа мүмкинчилик беридиған техникилиқ әсваплар жуқарқи вә адәттин ташқири чапсанлиқни пайдилиниду, буниң өзима әсваплар билән түзилмиләрниң қурулишиға тәсир қилди.

Физика жансиз тәбиәт тоғрилиқ илим ретидә тәрәққий әтмәктә, сәвәви, униң мәхсити – тәбиәттики өтүливатқан һадисиләрни чүшәндүрүш вә униң қанунийәтлирини ениқлаш. Бизни қоршиған муһит һәр қачан һәрикәттә, өзгириштә вә алдимизға йеңи мәсилиләр билән вәзипиләрни қойиду.

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

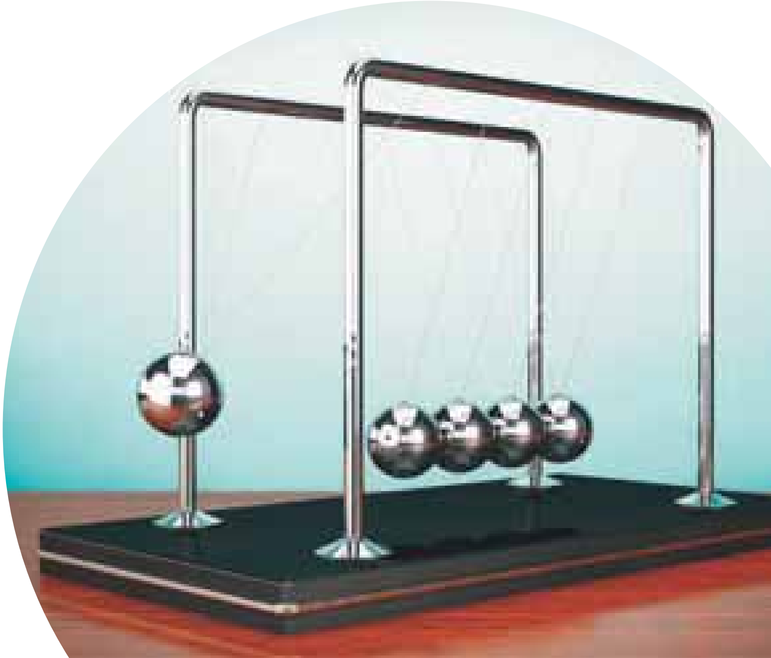
1-БАП

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:

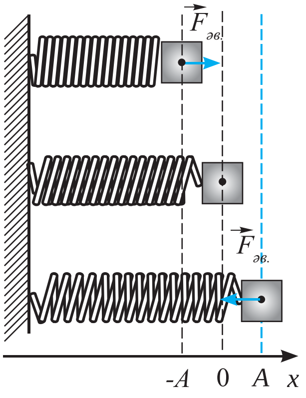
- экспериментлиқ, аналитикилиқ вә графикилиқ усул билән гармоникилиқ тәвринишләрни ($x(t)$, $\upsilon(t)$, $a(t)$) тәкшүрәшләрни үгинисиләр.



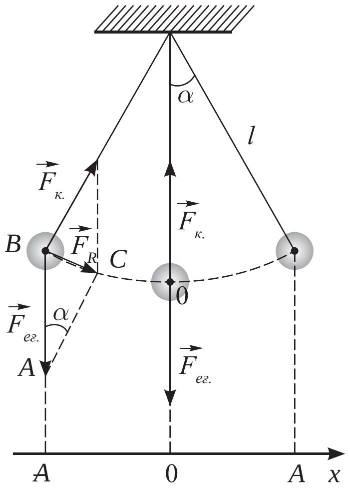
§ 1. Гармоникилиқ тәвринишләрниң графиги билән тәңлимилири

Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *экспериментлиқ, аналитикилиқ вә графикилиқ усул билән гармоникилиқ тәвринишләрни x(t), υ(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 тәвриниш 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)*: $F_x = -kx$. (1)

II. Гармоникилиқ тәвринишләрниң қанунлири

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

Сүркилиш күчлирини етиварға алмиғанда, гармоникилиқ тәвриниш қанунлири төвәндикидәк болиду:

1-тапшурма

1. Тәврәнмә һәрикәт ясайдиған җисимларға мисал кәлтүриңлар.
2. Берилгән җисимлар ичидин әркин тәвриниш 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 $k = \frac{mg}{l}$ (2) екәнлигини испатлаңлар.

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

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

буниңдики A – силҗиш амплитудисиниң мәнаси, ω_0 – хусусий цикллиқ чапсанлиғи.

Әскә чүшириңлар!

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

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

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

Инавәткә елиңлар!

Тәвринишләрниң хусусий чапсанлиғи, цикллиқ чапсанлиқ вә системиниң периоди уни характерләйдиған миқдариға: жүкниң m массисиға вә пружинилиқ маятник үчүн пружининиң k – каттиқлиғиға, математикилиқ маятник үчүн униң жипиниң l – узунлиғиға бағлиқ.

У тәврениш амплитудисиға бағлиқ әмәс.

Инавәткә елиңлар!

Умумий түрдә гармоникилиқ тәвриниш қанунлириниң түрлири:

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

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

буниңдики φ_0– дәсләпки фаза, ω_0 – хусусий цикллиқ чапсанлиқ

-тапшурма

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

-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

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

III. Тәвриниш фазиси. Гармоникилиқ тәвриниш фазисиниң периодқа бағлиниши

(3) вә (4) һәрикәт қанунлиридики косинус яки синус функциясиниң φ тәвриниш фазиси дәп атилиду:

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

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 φ_0 – тәвринишниң дәсләпки фазиси. $t = 0$ болғанда тәвринишләр фазиси дәсләпки тәвринишләр фазисиға тәң: $\varphi = \varphi_0$.

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

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

***Тәвринишләр фазиси* – берилгән вақит мәзгилидә тәвринишләрни характерләйдиған вә периодниң үлүши билән ипадиләнгән вақитниң булуңлуқ өлчими.**

IV. Гармоникилиқ тәвринишләрниң тәңлимиси

Жисимниң иштикләп һәрикәтлиниши вақтида *Ньютнниң иккинчи қануни* пайдилинимиз:

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

Маятникларни (1) вә (2) һәрикәткә кәлтүридиған күчләрни етиварға алсақ, пружинилиқ маятник үчүн Ньютонниң иккинчи қануни төвәндикидәк болиду: $ma = -kx,$ (9)

математикилиқ маятник үчүн: $ma = -\frac{mg}{l}x$. (10)

-тапшурма

(17) вә (20) формулиларни пайдилинип, максимал илдамлиқ вә максимал иштикләшниң тәвриниш периоди билән чапсанлиғиға бағлинишлиқ формулилирини йезиңлар.

Бир сизиқ бойи билән һәрикәтлинидиған жисимниң илдамлиғи – жисим координатисиниң чапсан өзгириши $\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, иштикләш болса – жисим илдамлиғиниң чапсан өзгириши $a = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$ екәнлиги мәлум, у чағда Δt аз мәнасида илдамлиқни жисим координатисиниң биринчи рәтлик һасилати: $\upsilon = x'$, иштикләшни болса жисим илдамлиғиниң биринчи рәтлик һасилати: $a = \upsilon'$ ретидә еniқлашқа болиду. Демәк, иштикләш жисим координатисиниң иккинчи рәтлик һасилати: $a = x''$. (11)

(11) формулини етиварға алсақ, (9) вә (10) формулилар төвәндики түргә келиду:

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

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

(12) вә (13) тәңлимиләрни төвәндикичә язайли:

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

Елинған (12), (13) вә (14) ипадиләрни эврилишимлик вә еғирлиқ күчиниң тәсиридин *тәвринидиған жисимниң тәңлимилири* дәп атайду.

Жавави қандақ?

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

V. Тәврәнмә һәрикәттики илдамлиқ билән иштикләш

Иштикләш билән илдамлиқни һесаплаш формулилирини һәрикәт қанунидин елишқа болиду:

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

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

бу йәрдә $\upsilon_{max} = A\omega_0$ (17) – илдамлиқниң 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) – иштикләшниң амплитудилиқ мәнаси.

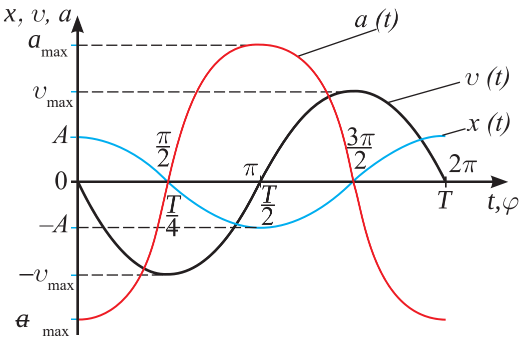
Өз тәжрибәңлар

Пружинилиқ маятникниң амплитудиси билән тәвриниш периодини, илдамлиқниң максимал мәнаси билән иштикләшни, жисимға тәсир қилғучи күчниң максимал мәнасини енiқлаңлар. Елинған мәналар бойичә координатиларниң, илдамлиқниң вә иштикләшниң маятник үчүн вақитқа бағлиқ графигини қуриңлар.

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 $x(t)$, $u(t)$, $a(t)$ тәвриниш графиклирини қураштурайлуқ.

3-сүрәттин миқдарларниң тәвриниши фазиниң силҗиши бойичә әмәлгә ашудиғанлиғини байқаймиз. $\frac{\pi}{2}$-дә илдамлиқниң тәвриниши координата тәвринишиниң алдиға өтүду. Иштикләшниң тәвриниши билән җисим координатилириниң тәвриниши қариму-қарши фазиларда өтиду.



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

Әстә сақлаңлар!

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

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

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

Иштикләш тәвриниши җисим координатисиниң тәвринишидин

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

Алгебралик вә графикилик усул билән алған нәтиҗилиримиз бир биригә мас келиду.

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

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Математикилиқ маятник: $x = 0,02\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$. тәңлимиси бойичә тәвриниш ясайду. Тәңпуңлуқ һалитидин $t = \frac{3T}{4}$ вақит өткәндин кейинки җүкниң силҗишини вә илдамлиқниң максимал мәнасини һесапләңлар.

Берилди:

$x = 0,02\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

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

$x - ?\ \upsilon_{max} - ?$

Йешилиши:

Тәңлимидин $\omega_0 = 3\pi$ цикиллиқ тәвриниш чапсанлиқни $\omega_0 = \frac{2\pi}{Ò}$ тәвриниш периоди билән алмаштурсақ:

$$x = 0,02\sin\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{3T}{4} + \frac{\pi}{2}\right) = 0,02\sin\left(\frac{3\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = 0 \text{ чиқиду.}$$

Максимал илдамлиқни $\upsilon_{max} = A\omega_0$ формулиси билән тапимиз.

$\upsilon_{max} = 0,02\cdot 3\pi = 0,06\pi \approx 0,18\frac{м}{с}$. **Җавави:** $x = 0;\ \upsilon_{max} \approx 0,18\frac{м}{с}$.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ тәвринишләрни гармоникилиқ тәвринишләр дәп атаймиз?
2. Тәвриниш косинус яки синус қанунлири бойичә орунлинидиған шәртләрни атаңлар.
3. Тәвриниш фазиси дәп немини атайду? Фазилар силҗиши дегинимиз нема?
4. Караштуриливатқан миқдарларниң тәвриниш фазилириниң силҗишини ениқлаш шәртлири?

Көнүкмә 1

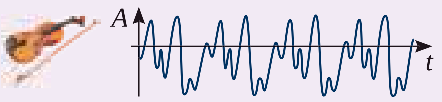
1. $t = \frac{T}{2}$ вақит мәзгилидә гармоникилиқ тәвринишләрниң фазиси немигә тәң? Тәвринишиләрниң дәсләпки фазиси 180° тәң. Җававини радианда йезиңлар.
2. Узунлуғи 0,1 м математикалиқ маятникниң тәвриниш ампилитудиси 0,5 см гармоникилиқ тәврениду. Маятниң максимал илдамлиғини ениқлаңлар.
3. Пружинилиқ маятникниң тәвриниш тәңлимиси: $0,05\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$. $t = \frac{T}{4}$ вақит мәзгилидә тәңпуңлуқ һалитигә нисбәтән жүкниң силҗишини вә амплитуда илдамлиғини ениқлаңлар.
4. Математикилиқ маятник $x = 0,02\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$ қануни бойичә тәврениду. $t = \frac{T}{4}$ вақит мәзгилидә тәңпуңлуқ һалитигә нисбәтән чекитниң силҗишини вә иштикләшниң ампилитудисини ениқлаңлар.
5. Пружиниға илингән 200 г салмақтики жүк узунлиғи 0,2 м математикилиқ маятникқа охшаш чапсанлиқта тәврениду. Пружининиң қаттиқлиқ коэффициентини ениқлаңлар.

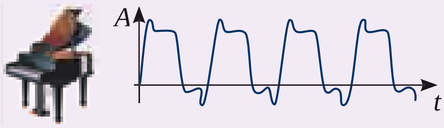
Экспериментал тапшурма

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

Иҗадий тапшурма

«Гармоникилиқ тәвринишләр вә музыка» мавзуси бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар.



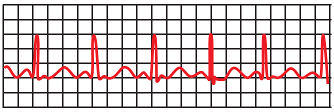


Энциклопедиялиқ луғәттә пульс сөзигә төвәндикичә ениқлима берилгән:

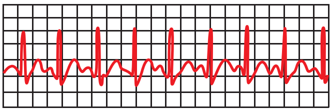
Пульс (лат. тилидин «pulsus» – соқуши) – периодлуқ түрдә артерия томурлириниң жүрәкниң қисилиши билән синхронлуқ соқуши. Теч һаләттә чоң адәмниң пульси 1 минут ичидә 60-80 рәт соқиду.

4-6 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.

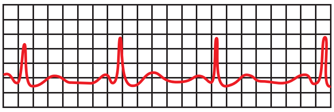
Жүрәкниң соқуши гармоникилиқ тәвринишкә ятамду?



4-сүрәт. *Жүрәкниң бирхил соқуши*



5-сүрәт. *Тахикардия, иштикләп соқуши*



6-сүрәт. *Брадикардия, аста соқуши*

Бу қизиқ!

Йәр қәвитиниң тәвриниши

1. 1887 жили 7,3 магнитудилиқ Йәр тәвринишиниң ақивитидин, тәхминән, 2000 км мәйданни елип ятқан қурулуш имарәтлири бузилди. Тәвриниш мәркизи Верный шәһиридин (һазирқи Алмута шәһири) жәнубқа қарап 10-12 км жирақлиқта болди *(7-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.

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

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

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ
a	Иштикләш	м/сек^2	υ	Илдамлиқ	м/сек
a_{max}	Максимал иштикләш	м/сек^2	υ_{max}	Максимал илдамлиқ	м/сек
x	Силҗиш	м	A	Амплитуда	м
k	Қаттиқлиқ коэффициенти	Н/м	φ_0	Дәсләпки фаза	рад
m	Жүк массиси	кг	$\varphi = \omega_0 t + \varphi_0$	Фаза	рад
l	Жип узунлиғи	м	ω_0	Хусусий цикллиқ чапсанлиғи	рад/сек
T	Период	сек	ν	Чапсанлиқ	Гц

Глоссарий

Тәңпуңлуқ һалити – җисимға тәсир қилғучи күчләрниң векторлуқ қошундиси нөлгә тәң вақиттики җисимниң һалити.

Фазиларниң силҗиши – бир тригонометриялик функция арқилиқ ипадиләнгән, бир чапсанлиқтики тәвриниш 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 бекиниду. Электромагнитлиқ тәвринишләр дәп – зарядниң, ток күчи билән күчинишниң периодлуқ түрдә өзгиришини атайду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- әркин вә мәҗбурий тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлирини ениқлашни;
- электромагнитлиқ вә механикилиқ тәвринишләрниң охшашлиғини ениқлашни үгинисиләр.

§ 2. Әркин вә мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр. Механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләрниң охшашлиғи

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

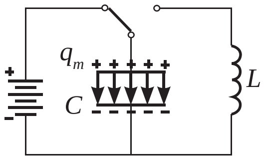
- *әркин вә мәҗбурий тәвринишләрниң пәйда болуш шәртлирини ениқлашни;*
- *электромагнитлиқ вә механикилиқ тәвриниш-ләрниң охшашлиғини ениқлашни үгинисиләр.*

Әскә чүшириңлар!

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

I. Әркин электромагнитлиқ тәвринишләр. Әркин тәвринишләрниң тәңлимиси

Контурда тәвриниш җәриянини пәйда қилиш үчүн икки усулни пайдилинишқа болиду: конденсаторни зарядләш *(8-сүрәт)* яки ташқи өзгәрмә магнит мәйдани арқилиқ катушкида индукция ЭҺК-сини пәйда қилиш.



8-сүрәт. *Тәврәнмә контурдики конденсаторининң зарядлиниши*

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

Тәврәнмә контури үчүн Ом қанунини язимиз:

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

бунииндики 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:

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

Идеал тәвриниш контури – бу актив қаршилиғи нөлгә тәң, конденсаторда энергия чиқимиға елип келидиған ток өткүзгүчлиги вә башқа һадисиләр йоқ контури.

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

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

(3) ипадини (2) ипадигә қоюп, идеал контурда өтүдиған җәриянларни характерләйдиған тәңлимини

яки тәврәнмә контур үчүн Ом қанунини алимиз:

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

«Тәвринишниң хусусий цикллиқ чапсанлиғи» чүшәнчисини киргүзәйлуқ:

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

у чағда (4) формула төвәндикичә йезилиду:

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

Елинған (6) тәңлимә контурдики электромагнитлиқ тәврениш җәриянлирини характерләйду.

II. Тәврәнмә контурдики әркин тәвринишләрни характерләйдиған миқдарлар

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

Тәврәнмә 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 $i = q' = q_m\omega_0 \cos \omega_0\, t = I_m \cos \omega_0\, t$ (10)

Елинған ипадидин контурдики ток күчиниң максимал мәнаси зарядниң 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 : $u = \dfrac{q}{C}$. Тәврәнмә контурда күчиниш билән заряд бир қанунлар бойичә өзгириду:

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

1-тапшурма

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

2-тапшурма

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

Җавави қандақ?

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

Инавәткә елиңлар!

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

Тәврәнмә контурда зарядни, ток күчи билән күчинишниң өзгириши синус вә косинус қанунлири бойичә жүриду.

Электромагнитлиқ тәвриниш – электрлиқ вә магнитлиқ мәйданларниң зарядиниң, ток күчи вә күчинишиниң периодлуқ түрдә өзгириши.

III. Механикилиқ вә элетромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларниң охшашлиқлири

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

1-җәдвәл. *Механикилиқ вә электромагнитлиқ тәврինишләрни характерләйдиған миқдарларниң охшашлиқлири*

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

IV. Тәврәнмә системисиниң энергияси

Миқдарларниң охшашлиғи механикилиқ тәврինишләрниң 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: $W_{м.ì} = \frac{Li^2}{2}$.

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

Әстә сақлаңлар!

Автотәврәнмә системилар – системиниң ичидики мәнбәдин энергияниң берилиши һесавидин өчмәйдиған тәвринишләр ясайдиған системилар.

3-тапшурма

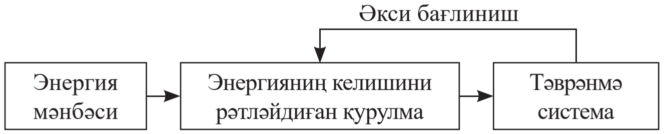
9-сүрәттә берилгән автотәврәнмә система түзүлмисиниң принципиаллиқ схемисини қараштуруңлар. Автотәврәнмә системиниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

енергияси зарядланған конденсаторниң электр мәйданиниң енергиясиға, пружинилиқ маятникниң кинетикилиқ енергияси идуктивлиқ катушкиниң магнит мәйданиниң енергиясиға охшаш болуп келиду.

V. Автотәврәнмә системилири. Мәҗбурий тәвринишләр

Автотәврәнмә системилири, чапсанлиқлири һәрхил өчмәйдиған тәвринишләрни елишқа мүмкинчилик бериду. Бу системиларда бөлгүлүк бир вақит мәзгилидә исрап болған енергияниң орнини толтурип туридиған енергия мәнбәлири бар.

Автотәврәнмә системисиниң асасий элементлири 9-сүрәттә тәсвирләнгән:

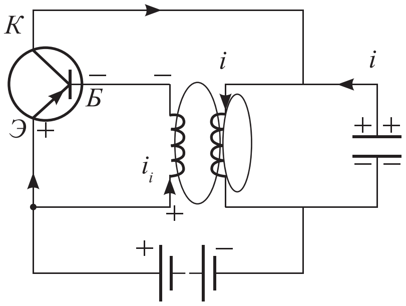


9-сүрәт. *Автотәврәнмә система түзүлмисиниң принципиал схемиси*

VI. Транзисторлуқ генератор

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

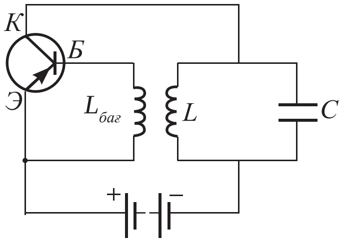
Әгәр транзисторниң *p-n-p* эмиттериға иҗабий потенциал берилсә, эмиттер – база өтүши (*p-n*) удул, база – коллектор өтүши (*n-p*) әксинчә. Әгәр базидики потенциал сәлбий болса, у чағда тизмида ток пәйда болиду (11-сүр) вә базидики потенциал иҗабий болған һаләттә ток тохтайду. Базидики сәлбий потенциал бағлиниш катушкисида индукциялиқ ток һасил қилиду (*12-сүр)*.



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

Әскә чүшириңлар!

Мәҗбурий тәвринишләр – бу периодлуқ түрдә ташқи күчләрниң тәсиридин болидиған тәвринишләр.



10-сүрәт. *Автотәврәнмә электр системисиниң схемиси*

Әскә чүшириңлар!

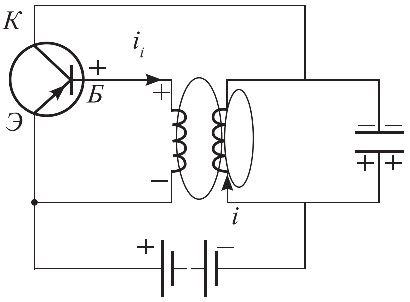
Транзистор – бу икки p-n өтүши бар йерим өткәзгүчлик әсвап. Транзистор инерциясиздур, чапсанлиғи кГц-тин ТГц-ғичә жуқурқи чапсанлиқтики сигналлар билән иш ишләш үчүн қоллиниду.

4-тапшурма

Ленц қаидисигә асаслинип, транзистор базисидики потенциалниң өзгиришини чүшәндүрүңлар (11 вә 12 сүр).

Әскә чүшириңлар!

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



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

5-тапшурма

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

Җавави қандақ?

1. *Автотәвринишни әркин тәвриниш дәп һесаплашқа боламду? Немишкә?*
2. *Автотәвринишни мәҗбурий тәвринишләр дәп һесаплашқа боламду? Немишкә?*
3. *Тәврәнмә контурда ток күчини көпәйткәндә, бағлиниш катушкисидики индукциялиқ ток йөнилишиниң сәлбий мәнаға егә болушиниң сәвәвини чүшәндүрүңлар.*
4. *Автотәврәнмә системилирида немишкә ток мәнбәсидин энергия берилиши қәтъий түрдә бәлгүләнгән вақит мәзгилидә жүрүш керәк?*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Конденсаторниң қәвәтлиридики максимал заряд 6 мкКл, ток күчиниң амплитудиси 2 мА болғандики тәвриниш периоди билән чапсанлиғини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$q_а$ = 6 мкКл $I_а$ = 2 мА	$6 \cdot 10^{-6}$ Кл $2 \cdot 10^{-3}$ А	Ток күчи билән заряднiң максимал мәналириниң бағлиниши төвәндики формула билән берилгән: $I_{max} = q_{max} \cdot \omega = q_{max} \cdot \frac{2\pi}{T}$. Мошу формулидин периодни тапимиз: $T = \frac{q_{max} \cdot 2\pi}{I_{max}}$.
T – ? ν – ?		

Тәвриниш чапсанлиғи периодқа әкси миқдар болуп тепилиду: $\nu = \frac{1}{T}$.

Һесаплашларни жүргүзүмиз:

$$T = \frac{6 \cdot 10^{-6}\,\text{Кл} \cdot 2 \cdot 3,14}{2 \cdot 10^{-3}\,\text{А}} = 18,82 \text{ мсек}$$

$$\nu = \frac{1}{18,84 \cdot 10^{-3}\,\text{сек}} \approx 53 \text{ Гц}.$$

Җавави: T = 18,82 мсек; $\nu \approx$ 53 Гц.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ тәвринишләр электромагнитлиқ тәвринишләр дәп атилиду?
2. Электромагнитлиқ тәвринишләрни характерләйдиған миқдарларни атаңлар.
3. Тәвриниш системисидики жәриянларни тәсвирләш үчүн қандақ қанунлар қоллиниду?
4. Тәвриниш системиси дәп немини атайду?
5. Тәвриниш системисиниң асасий элементлирини атаңлар.
6. Электрлиқ автотәвринишлик системидики транзисторниң роли?
7. Транзисторлуқ генераторда әксинчә бағлиниш қандақ орунлиниду?

Көнүкмә

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, индуктивлиқ катушкидин вә параллель қошулған икки охшаш конденсатордин туриду. Әгәр конденсаторларни пәйдин-пәй қошса, контурдики әркин тәвринишләрниң чапсанлиғи қанча һәссә өсүду?
3. Тәврәнмә контурдики электр заряди $q = 10\cos(20\pi t)$ мкКл қануни бойичә тәвриниду. Сиғдурушлиғи 2 ммФ конденсатор қәвәтлиридики тәвринишниң периодини вә күчинишниң максимал мәнасини ениқлаңлар.
4. Тәврәнмә контурдики конденсатор қәвәтлиридә электр заряди $q = 10^{-6} \cdot \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ Кл тәңлимиси бойичә тәвриниду. Контурдики ток күчи өзгиришиниң қанунини йезиңлар вә тәвриниш периодини ениқлаңлар.
5. Конденсатор қәвәтлириниң арисидики максимал заряд 1 мкКл, ток күчиниң амплитуси 1 мА. Тәвриниш периоднини ениқлаңлар.
6. Идеал тәврәнмә контурдики конденсатор заряди $q = 10^{-3} \cdot \sin(100\pi t)$ Кл қанунини бойичә тәвриниду. Әгәр конденсатор электр сиғдурушлиғи 10 мкФ болса, у чағда униңдики электр мәйдани энергиясиниң максимал мәнасини ениқлаңлар.

Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Тәврәнмә контуриниң вә транзисторлуқ генераторниң практикида қоллинилиши.
2. Жанлиқ тәбиәттики электромагнитлиқ тәвринишләр.

Өчмәйдиған электромагнитлиқ тәвринишләрни пәйда қилидиған аддий түзүлмә – транзисторлук генератор. У радиотараткучи түзүлмиси ретидә қоллинилиду. Жәдвәлдә ҚЖ территориясидики бәзи бир радиоканалларниң иш ишләш чапсанлиғи көрсүтилгән.

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

QAZAQ RADIOSY 1921	**Қазақ радиосы** Нур-Султан ш. 106,8 МГц	АСТАНА РАДИОСЫ	**Астана радиосы** Нур-Султан ш. 101,4 МГц
Ретро FM	**Ретро FM** Алмута ш. 107 МГц	RADIO Dala fm KAZAKHSTAN	**DALA FM** Алмута ш. 100,2 МГц

Бу қизиқ!

«Адәм – тәврәнмә контури»

1. Тирик клеткини электр сиғдурушлиғи вә қаршилиғи бар тәврәнмә контури түридә тәвсийә 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 бәғир, қан айлиниш системисиниму караштурушқа 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;
   журәктә – тәхминән 1,2 Гц;
   нерв системисида – 10…1000 Гц;
   баш мейиниң электрлик активлиғиниң ритми – 8... 100 Гц.

13-сүрәт. *Қан айлиниш системисиниң тәвриниши*

бап йәкүни

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

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ
q	Заряднин пәйтлик мәнаси	Кл	I а	Ток күчиниң максимал мәнаси	А
i	Ток күчиниң пәйтлик мәнаси	А	φ_0	Дәсләпки фаза	рад
$\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$	Ток күчиниң чапсан өзгириши	А/сек	φ $\omega_0 t + \varphi_0$	Фаза	рад
q а	Максимал заряд	Кл	ω	Цикллиқ чапсанлиқ	рад/сек
L	Катушкиниң индуктивлиғи	Гн	ω_0	Хусусий цикллиқ чапсанлиқ	Гц
C	Катушкиниң сиғдурушлиғи	Ф	$W_{э.м.}$	Электр мәйда-ниниң энергияси	Дж
T	Период	сек	$W_{м.м.}$	Магнит мәй-данниң энергияси	Дж
π	Турақлиқ $\pi = 3{,}14$	$\pi = 3{,}14$	ν_0	Хусусий чапсанлиқ	Гц

Глоссарий

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

Мәҗбурий тәвринишләр – сиртқи күчләрниң периодлуқ тәсиридин пәйда болидиған тәвринишләр.

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

Әркин электромагнитлиқ тәвринишләр – катушкидики ток күчиниң вә конденсатор қәвәтлириниң арисидики күчинишниң сирттин энергия алмай, периодлуқ түрдә пайдилинидиған өзгириш.

Электромагнитлиқ тәврениш – зарядниң, ток күчи вә күчинишниң периодлуқ түрдә өзгириши.

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 оқуп-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;
- резонансниң болуш шәртлирини чүшәндүрүшни вә униң қоллинишиға мисал кәлтүрүш;
- резонанслиқ чапсанлиқни һесаплашни;
- электр энергиясини йәткүзүш үчүн жуқарқи күчиништики өзгәрмә токниң экономикилиқ артуқчилиқлирини чүшәндүрүшни;
- трансформатор обмоткилиридики орам санлирини тәжирибидә ениқлашни;
- Қазақстандики электр энергия мәнбәлириниң артуқчилиқлири билән камчилиқлирини баһалашни үгинисиләр.

§ 3. Өзгәрмә ток генератори

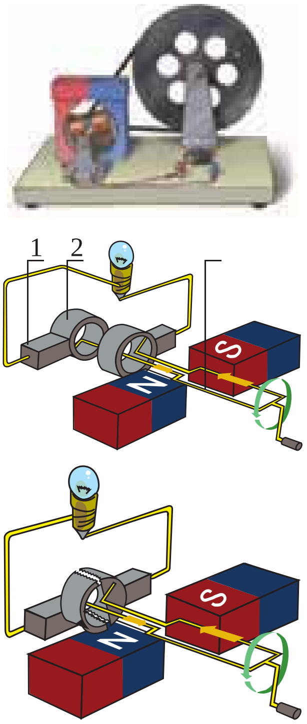
Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

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

Өз тәҗрибәңлар

Өзгәрмә вә турақлиқ токларниң индукциялиқ генераторлар моделиниң ишини байқаңлар *(14-сүр.)*.



14-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 токни санаәт тори пайдилиниду.

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

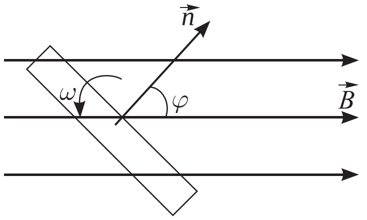
Бу торниң ток мәнбәси электростанциялардики өзгәрмә токниң индукциялиқ генераторлири болиду.

1-тапшурма

1. 14-сүрәттин турақлиқ вә өзгәрмә ток генераторлири моделлирини көрситип, асасий пәриқлирини атаңлар.
2. Индукциялиқ ток генераториниң асасий қисимлирини атаңлар.
3. Индукциялиқ ток генераториниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

Әскә чүшириңлар!

Туюқланған өткүзгүч контурни кийип өтидиған магнит еқиминиң өзгириши вақитида индукциялиқ ток пәйда болиду. Мәйдани S бәттин өтидиған Ф магнит еқими $\Phi = BS \quad \varphi$, (1) тәң, бунииндики φ – рама тәкшилигигә чүшүрилгән $\vec{n}$ нормаль билән $\vec{B}$ магнит индукция вектори арисидики булуң *(15-сүр)*.



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

Өзгәрмә ток электр тошуғучи симлар арқилиқ пайдиланғучиларға әвитилиду.

Жавави қандақ?

1. *Индукциялиқ генераторларда магнит еқимини өзгәртишниң қандақ усули қоллинилиду? Туюқлунған өткүзгүч контурини тешип өтидиған магнит еқимини өзгәртиш усулини атаңлар?*
2. *Немишкә техникида магнит еқимини өзгәртишниң аталған усуллириниң бирила қоллинилиду?*
3. *15-сүрәттә магнит еқимини өзгәртишниң қандақ усули көрситилгән?*

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.

Инавәткә елиңлар!

Раминиң ω 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)

Индукциялиқ генератор – бу механикилиқ энергияни электрлиқ энергияға айландуридиған түзүлмә.

II. Өзгәрмә ток генератори пәйда қилидиған индукцияниң ЭҺК-си

Өзгәрмә ток генераториниң иш ишләш принципи электромагнитлиқ қануниға асасланған: туюқланған өткүзгүч рама арқилиқ өтидиған өзгәрмә магнит еқими қуюнлуқ электр мәйданини пәйда қилиду, рамида индукциялиқ ток пәйда болиду.

Δt вақит арилиғиниң аз мәнасида туюқланған контур үчүн электромагнитлиқ индукция қануни төвәндикичә йезилиду:

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

буниңдики e_i – индукция ЭҺК-ниң пәйтлик мәнаси.

Магнит еқиминиң һасилатини ениқлаймиз:

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

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

буниңдики $$e_{im} = \mathrm{BS}\omega \qquad (6)$$

ЭҺК-ниң максимал мәнаси.

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

$$\varepsilon_m = N\varepsilon_1 \text{ яки } \varepsilon_m = NBS\omega. \qquad (7)$$

2-тапшурма

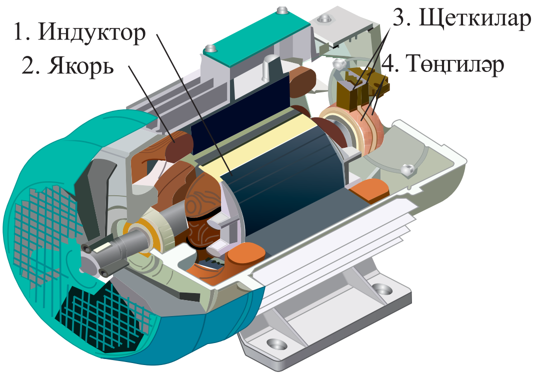
1. Индукциялиқ генератор ЭҺК-ниң пәйтлик мәнасиниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар. Рамини қийип өтидиған магнит еқиминиң бағлиқ тәңлимиси төвәндикичә йезилиду: $\Phi = 0,5 \cdot \cos 100\pi t \ (мВб)$.
2. Рамидиқ ЭҺК-ниң максимал мәнасини ениқлаңлар.
3. ЭҺК-ниң максимал мәнаси 30 В-ға тәң болуши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

Жавави қандақ?

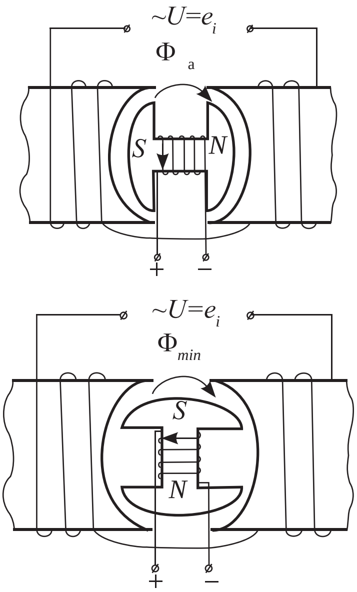
Немә сәвәптин N орамдин туридиған ротор ЭҺК-си бир орамниң ЭҺК-си билән орам саниниң көпәйтиндиси ретидә ениқлиниду?

III. Өзгәрмә токниң индукциялик генераториниң түзүлиши

Генератор: 1) индуктор – магнит мәйданини пәйда қилидиған түзүлмә; 2) якорь – ЭҺК индукциялинидиған обмоткилар; 3) вә 4) щеткилири бар төңгә – генераторниң айнилидиған бөлүгигә токни елишқа яки кәлтүришкә ярдәм қилидиған түзүлмә *(16-сүр.)*.



16-сүрәт. *Өзгәрмә токниң индукциялик генераториниң асасий қисимлири*



17-сүрәт. *Якорьни қийип өтидиған магнит еқиминиң өзгириш нәтиҗисидә индукциялик ЭҺК-ниң пәйда болуши*

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 жуқурқи токларни һәрикәтләнмәйдиған обмоткилар арқилиқ елиш қолайлиқ.

3-тапшурма

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

Индукция ЭҺК-ни ашуруш үчүн орам сани көп статор обмоткилири пайдилиниду. Магнит еқимини ашуруш үчүн индуктор билән якорь обмоткилирини полат сердечникларға орайду, айлиниш үчүн уларниң арисида көп әмәс арилиқ қалдирилиду. Роторниң айлиниши вақтида якорьни қийип өтидиған магнит еқими өзгириду, индукциялик ЭҺК пәйда болиду *(17-сүр.)*.

IV. Генераторниң чиқишидики күчиниш

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

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

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

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

бу ниңдики N – якорь орамлириниң сани.

Электростанциялардики генераторлар бир нәччә миңлиған вольттики күчинишни пәйда қилиду.

V. Генератор роторининң 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 тәхминән 2 айл/сек чапсанлиқ билән айлиниду: $\nu_p = \frac{50\,Гц}{n}$, буниңдики n – индукторлири жүп полюслар сани.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә генератор чиқишидики күчинишни униңдики индукциясиниң ЭһК мәнаси билән тәң дәп қобул қилишқа болиду?*
2. *Немишкә өзгәрмә ток генераториниң индукторлири бирнәччә жүп полюсларға егә?*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГҮСИ

Һесап 1. Мәйдани 200 см^2 рама 160 орам саниға егә вә $2 \cdot 10^{-2}$ Тл индукцияси бар магнит мәйданида айлиниду. Әгәр индукциясиниң ЭһК-ниң максимал мәнаси 16 В болса, у чағда раминиң айлиниш чапсанлиғини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$S = 200$ см^2 $N = 160$ $B = 2 \cdot 10^{-2}$ Тл $\varepsilon_a = 16$ В	$2 \cdot 10^{-2}$ м^2	Генератордики ЭһК-ниң максимал мәни: $\varepsilon_a = NBS\omega = NBS \cdot 2\pi\nu$. Елинған формулидин чапсанлиқни тапимиз: $\nu = \varepsilon_a \cdot \frac{1}{2\pi NBS}$ $\nu = \frac{16\text{ В}}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 160 \cdot 2 \cdot 10^{-2}\text{ Тл} \cdot 2 \cdot 10^{-2}\text{м}^2} = 39{,}8$ Гц. **Җавави:** $\nu \approx 39{,}8$ Гц.
ν – ?		

Һесап 2. Мәйдани S = 200 см^2 рама индукцияси B = 0,2 Тл магнит мәйданида ν = 8 с$^{-1}$ чапсанлиқ билән айлиниду: а) рамини тешип өтидиған магнит еқиминиң өзгириш қанунини; ә) рамида пәйда болидиған индукция ЭһК-ниң өзгириш қанунини йезиңлар. Дәсләпки вақит мәзгилидә рама магнит мәйданиға перпендикуляр орунлашқан.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$S = 200$ см^2 $\nu = 8$ с$^{-1}$ $B = 0{,}2$ Тл	0,02 м^2	$\vec{B} \parallel \vec{n}$ болғанда дәсләпки фаза $\varphi_0 = 0$. Магнит еқими $\Phi = BS \quad 2\pi\nu t$ қануни бойичә өзгириду. $\Phi = 0{,}2$ Тл $\cdot$ 0,02 м^2 $\cos 16\pi t$; $\Phi = 4 \cdot 10^{-} \cos 16\pi t$ Вб. Магнит еқимидин һасилат елип, ЭһК-ниң өзгириш қанунини ениқлаймиз: $e(t) = -\Phi' = -(4 \cdot 10^{-} \cos 16\pi t)'$;
$\Phi(t)$ – ? $e(t)$ – ?		

$e(t) = 64\pi \cdot 10^{-} \sin 16\pi t$

$e(t) = 0{,}2\sin 16\pi t = -0{,}2\cos\left(16\pi t + \frac{\pi}{2}\right).$

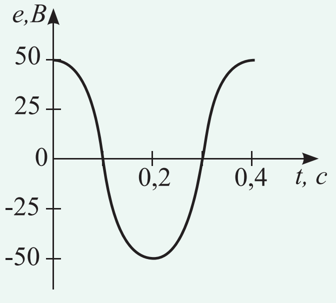
Җавави: $\Phi = 4 \cdot 10^{-} \cos 16\pi t$ Вб; $e(t) = 0{,}2\sin 16\pi t$.

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?

Көнүкмә 3

1. Өзгәрмә ток ЭһК-ниң пәйтлик мәнаси $e = 100\sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$ қануни бойичә өзгириду. Периодниң йерим $t = \frac{T}{2}$ вақит мәзгилидә ЭһК-ниң максимал мәнасини вә пәйтлик мәнасини ениқлаңлар.
2. Индукцияси $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ Тл магнит мәйданида 200 орамдин туридиған мәйдани 300 см^2 рама айлиниду. Әгәр индукцияниң ЭһК-ниң максимал мәнаси 14,4, В болса, раминиң айлиниш периодини тепиңлар.
3. График бойичә (*19-сүр*) өзгәрмә ЭһК-ниң амплитудилиқ мәнасини, периоди билән чапсанлиғини ениқлаңлар. ЭһК-ниң вақитқа бағлиқ өзгириш қанунини йезиңлар.



19-сүрәт. *ЭһК-ниң вақит өтиши билән өзгириш графиги*

4. N =100 сим орамлиридин ибарәт, қийилмиси S = 400 см^2 контурини, күч сизиқлири айлиниш оқиға перпендикуляр болған, индукцияси В = 0,01 Тл бирхил магнит мәйданида ω = 1 рад/сек булуңлуқ илдамлиқ билән бирхил айландуриду. ЭһК-ниң максимал мәнасини ениқлаңлар.
5. Өзгәрмә ток генератор роториниң сәккиз җүп полюси бар n = 8. Генератор ν = 50 Гц стандартлиқ чапсанлиқта ток чиқиридиған болса, роторниң айнилинш чапсанлиғи қандақ?

Экспериментал тапшурма

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

Ижадий тапшурма

«Электр энергиянинң альтернативлиқ мәнбәлири» мавзуси бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (20, 21-сүр.).

20-сүрәт. *Күн батареялири бар автобус бекәти Нур-Султан ш.*

21-сүрәт. *Күн батареялири бар коча шамлири*

§ 4. Мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр

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.*

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.

ҚЖ-ниң санаәт торидики ток чапсанлиғи 50 Гц, $\omega = 2\pi t$ тәң цикллик чапсанлиғи $\omega = 100\pi \dfrac{рад}{с}$ тәшкил қилиду, демәк, тизма участкилиридики күчинишниң тәвриниши төвәндики қанун бойичә ениқлиниду:

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

буниңдики u – күчинишниң пәйтлик мәнаси, U_m – күчинишниң максимал мәнаси.

Әгәр күчиниш тәвриниши дәсләпки фазиға φ_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

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

буниңдики i – ток күчиниң пәйтлик мәнаси, I_m – ток күчиниң максимал мәнаси, φ_c – ток күчи билән күчиниш тәвринишлириниң арисидики фазилар силҗиши.

Җавави қандақ?

1. *Турмуш әсваплириниң ишида қандақ ток қоллиниду (22-сүр)?*
2. *Турмуш әсваплири қандақ күчинишкә һесапланған?*

22-сүрәт. *Турмуштики электр әсваплири*

1-тапшурма

Санаәт торидики токтики зарядланған зәрричиләр тәвринишиниң периодини ениқлаңлар.

2-тапшурма

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

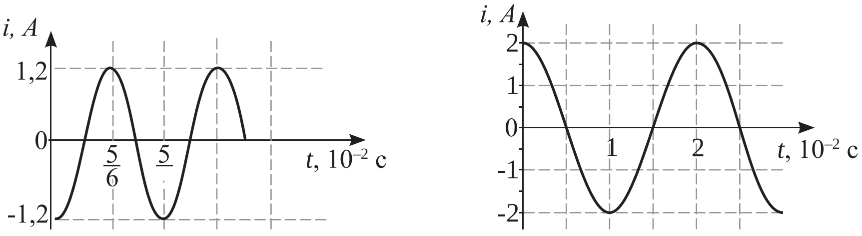
Бу қизиқ!

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 *(23-сүр)*.

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

3-тапшурма

Токниң вақитқа бағлиниш графиклири бойичә *(24 а, ә-сүр)* периодни, чапсанлиқни, цикллиқ чапсанлиқни, ток күчиниң максимал мәнасини ениқлаңлар. Ток күчиниң вақитқа бағлиниш тәңлимисини йезиңлар. 24 ә графиги үчүн 25 мсек вақит мәзгилидики ток күчини ениқлаңлар.



а) *ә)*

24-сүрәт. *Токниң вақитқа бағлиниш графиги*

II. 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 әксинчә чәтнишиши керәк. Өзгәрмә токқа арналған әсвапларниң тилчилири пәқәт бирла йөнилиштә чәтнәйду.

4-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

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 мәналариға бағлинишини төвәндики бағлиниш билән көрситишкә болиду (§ 8 қараштуриду):

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

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

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

Нәзәр селиңлар

ЭҺК , ток күчи вә күчиниш миқдарлирини бәлгүләш:
e, i, u – пәйтлик мәналири;
ε, I, U – тәсирлик мәналири;
ε_m, I_m, U_m – максимал мәналири.

Нәзәр селиңлар

Мультиметр панелида дисплей (аналоглиқ мутльтиметрда – өлчигүчи шкала), ишләш тәртивни қошқучи, қисқучлири бар шнурларни қошушқа беғишланған йочуқлар орунлашқан. *(26-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.

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 беғишланған амперметр билән вольтметрни өзгәрмә ток тизмисида қоллинишқа болмайду?*

Өз тәҗрибәңлар

«Мультиметр ярдими билән ток күчи вә күчинишни өлчәш» *(25-сүр)*. Өзгәрмә вә турақлиқ ток мәнбәлири бар тизма қуруңлар. Санлиқ мультиметрниң һаҗәтлик иш тәртивни рәтләп, тизминиң актив қаршилиғи бар участкисидики күчиниш билән ток күчини ениқлаңлар.

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

26-сүрәт. *Ишләш режими көрситилгән мультиметр панели*

Тәкшүрүш соаллири

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

Көнүкмә 4

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. Тизмидики ток күчи вақитниң өтишигә мувапиқ $i = 4\sin\left(314\,t + \frac{\pi}{6}\right)$ қануни бойичә өзгириду. Ток күчиниң тәсвирлик мәнасини, униң дәсләпки фазисини вә ток тәвринишиниң периодини ениқлаңлар.
3. Әгәр өлчәш вақтида вольтметр көрсәткүчиси 127 В, амперметр – 10 А мәналирини көрсәткән болса, тизмидики күчиниш билән ток күчиниң максимал мәналирини ениқлаңлар.
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?

Иҗадий тапшурма

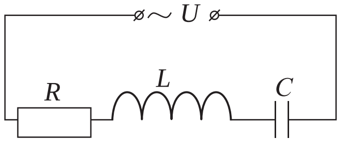
1. Интернет торидики материалларни пайдилинип, мультиметрни қоллиниш қаидилири билән тонушиңлар. Күчинишни, ток күчини вә қаршилиқни өлчәш үчүн әслətмә (памятка) қуруңлар.
2. «Өзгәрмә ток» мавзуси бойичә мәсилиләр қураштуруңлар.

§ 5. Электр тизмисидики күчиниш резонанси

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

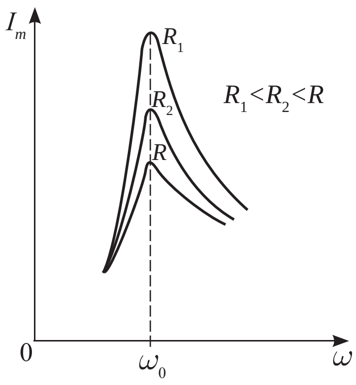
- *резонансниң болуш шәртлирини чүшәндүрүшни вә униң қоллинишиға мисал кәлтүрүш;*
- *резонанслиқ чапсанлиқни һесаплашни үгинисиләр.*



27-сүрәт. *Өзгәрмә токниң пәйдин-пәй тизмисиниң схеми*

Әскә чүшириңлар!

Өзгәрмә ток тизмисида резонанс ток күчиниң тәвриниш амплитудисиниң кәскин өсүши вақтида байқилиду



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

I. Резонанс шәртлири. Резонанслиқ чапсанлиқ

Өзгәрмә ток тизмисидики индуктивлиқ катушка вә конденсатор қаршилиқларға егә, у қаршилиқ токниң цикллиқ чапсанлиғиға бағлиқ болиду

$$X_L = \omega L,\ X_C = \frac{1}{\omega C}, \qquad (1)$$

буниңдики X_L – ииндуктивлиқ қаршилиқ, X_C – сиғдурушлуқ қаршилиқ.

Индуктивлиқ катушка вә конденсатор электромагнитлиқ мәйданниң энергиясини униң энергияниң башқа түрлиригә айландурмай жиғишқа қабилийәтлик, шуниң үчүн уларниң қаршилиғи реактивлиқ қаршилиқ дәп атилиду вә X бәлгүси билән бәлгүлиниду.

Актив қаршилиғи R бар резистордин, индуктивлиқ катушкидин вә конденсатордин туридиған тизминиң (27-сүр.) тизминиң толуқ қаршилиғи төвәндики тәңлимә билән ениқлиниду:

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

буниңдики Z – өзгәрмә ток тизмисидики толуқ қаршилиқ. Тизмидики сиғдурушлуқ қаршилиғи билән индуктивлиқ қаршилиғи өзара тәң болғанда, толуқ қаршилиқ төвән мәналарни қобул қилиду:

$$X_L = X_C, \qquad (3)$$

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

$$I_m = \frac{U_m}{R}. \qquad (4)$$

Ток күчи максимал мәнаға йетидиған мәжбурий тәвринишләрниң чапсанлиғини. (1) тәңлимидин тапайли:

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

келип чиқиду. Елинған нисбийәтликтин цикллиқ чапсанлиқни ипадиләймиз:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \qquad (5)$$

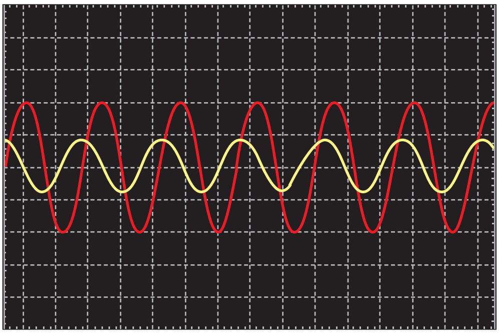
(5) формулидин, пәйдин-пә қошулған резистордин, катушкидин вә конденсатордин туридиған тизмида резонанс сиртқи күчиниш чапсанлиғи билән тизминиң хас чапсанлиғи өзара тәң болған вақитта орунлинидиғини келип чиқиду:

$$\omega = \omega_0. \qquad (6)$$

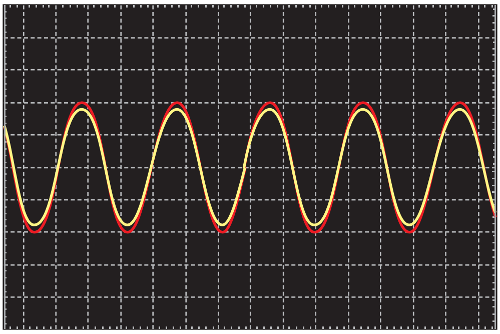
28-сүрәттә ток күчиниң амплитудилиқ мәналириниң резонанслиқ әгирликлири берилгән. Актив қаршилиғи қанчә аз болса, резонанс шунчә ениқ байқилиду.

Өз тәҗрибәңлар

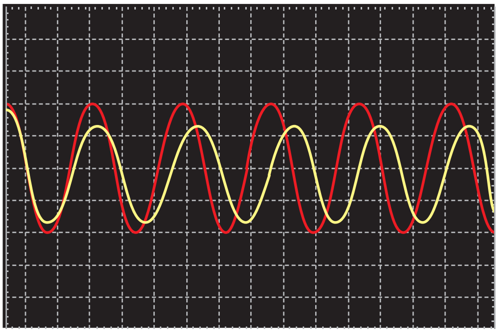
Пәйдин-пәй қошулған өзгәрмә чапсанлиқ генераторидин (4 В), резисторидин, индуктивлиқ катушкидин (1 м Гн) вә конденсатордин (1 мкФ) туридиған тизма қураштуруңлар. Тизма элементлириниң параметрлири ток мәнбәсиниң чапсанлиқ диапазони билән ениқлиниду. Өзгәрмә чапсанлиқ сигналлириниң генераторидин вә резистордин осциллограмма елиңлар. Резистордин елинған күчиниш тизмидики ток күчиниң өзгириши тоғрилиқ әхбаратни бериду, сәвәви резисторда күчиниш билән ток күчи синфазилиқ өзгириду. *29 а, ә, б* сүрәтлиридә өзгәрмә чапсанлиқ генераторидин елинған сигналлар қизил рәң билән, резистордин елинған сигналлар сериқ рәң билән чүшүрилгән осциллограммилар тәсвирләнгән. *29 в* сүрәттә конденсатордин резонанс режимида елинған күчинишниң осциллограммиси тәсвирләнгән.



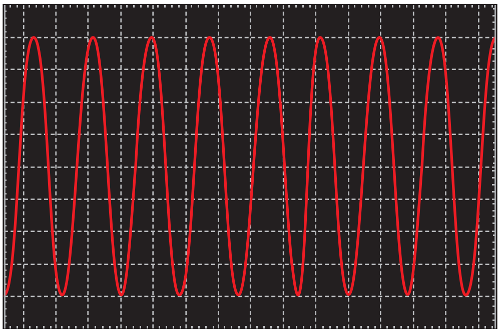
а) Сигнал чапсанлиғи 2 кГц. Ток күчиниң тәвриниши күчиниш тәвринишиниң алдиға өтүду. Төвәнки чапсанлиқларда тизмида сиғдурушлуқ қаршилиғи бесим болиду



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



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



в) Резонанс режимида конденсатор билән индуктивлиқ катушкидики күчиниш 10 В, бу кириштики күчиниш мәнасидин ошуқ

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

II. Ток күчиниң амплитудилиқ мәнасини күчәйтишниң күчиниш резонанси дәп атилишиниң сәвәви

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

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

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

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

Реактив қаршилиқтики күчинишниң өсүшини һәр қачан бирдин чоң $\frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$ миқдари бойичә һесаплашқа болиду.

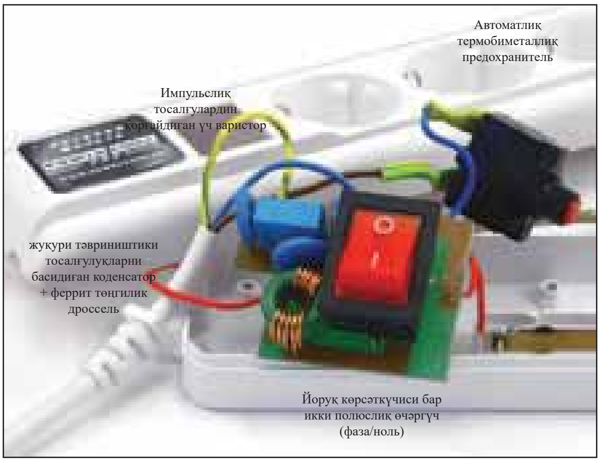
Актив қаршилиғи жуқури тизмиларда резонанс байқалмайду.

III. Өзгәрмә ток тизмисида резонансни қоллиниш

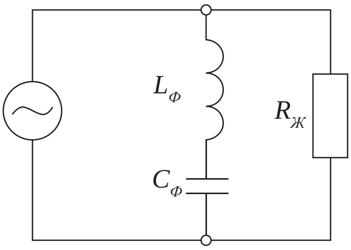
Радиоқобулқилғучи. Һәр қандақ радиоқобулқилғучиниң кириш тизмиси башқурилидиған тәврәнмә контур. Униң резонанслиқ чапсанлиғи конденсатор сиғдурушлиғини рәтләш арқилиқ өзгириду, у қобул қилиш керәк болған радиостанция сигналиниң чапсанлиғи билән мувапиқ келиду *(30-сүр.)*.

30-сүрәт. *Радиоқобулқилғучини резонанслиқ чапсанлиққа рәтләш*

Электрлик фильтрлар (*31-сүр.*).



31-сүрәт. *Компьютерга беғишланған торлуқ фильтр*



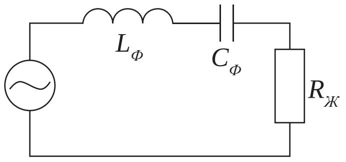
32-сүрәт. *Резонанслиқ чапсанлиқтики сигнални тохтатқучи фильтр*

Күчинишләрниң резонанс һадисисини электрлик фильтрларда қоллиниду. Әгәр берилгән сигналдин бәлгүлүк чапсанлиқтики ток тәшкил қилғучисини елип ташлашқа тоғра кәлсә, у чағда қобул қилғучиға параллель, өз ара пәйдин-пәй қошулған

конденсатор билән индуктивлиқ катушкисини қошиду *(32-сүр)*.

Резонанслиқ чапсанлиқ токи LC – тизмиси арқилиқ өтиду, башқа чапсанлиқтики токлар қобулқилғучи арқилиқ өтиду.

Әгәр қобулқилғучи арқилиқ пәқәт бәлгүлүк бир чапсанлиқтики ток өткүзүш керәк болса, у чағда LC-тизмини қобулқилғучиға пәйдин-пәй қошиду *(33-сүр)*. Бу шараиттә резонанслиқ чапсанлиқтики сигналниң тәшкил қилғучилири жүклимигә чиқимсиз өтиду, башқа чапсанлиқлардики сигналлар күчсизлиниду.



33-сүрәт. *Резонанслиқ чапсанлиқтики сигнални чиқиридиған фильтр*

IV. Резонансниң негатив 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.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Сиғдурушлиғи $C = 0{,}1$ мкФ, индуктивлиғи $L = 6$ мГн болидиған катушка вә актив қаршилиғи $R = 20$ Ом реостат өзара пәйдин-пәй қошулған. Резонанслиқ чапсанлиқни, конденсатордики вә катушкидики резонанслиқ чапсанлиқтики күчинишниң максимал мәналирини һесаплаңлар. Тизмиға берилидиған күчинишниң максимал мәнаси $U_а = 4$ В.

Берилди:

$C = 0{,}1$ мкФ
$L = 6$ мГн
$R = 20$ Ом
$U_а = 4$ В

$\nu_{рез}$ – ?
$U_{C\,max}$ – ?
$U_{L\,max}$ – ?

СИ

$0{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ф
$6 \cdot 10^{-3}$ Гн

Йешилиши:

Тәвринишләрниң резонанслиқ чапсанлиғи:

$$\nu_{рез} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Резонанслиқ чапсанлиқтики конденсатор билән катушкидики күчинишниң максимал мәнаси:

$$U_{L\,max} = U_{C\,max} = U_{max} \cdot \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}.$$

Бәлгүсиз миқдарларни һесаплайлуқ:

$$\nu_{рез} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{6 \cdot 10^{-3}\ Гн \cdot 0{,}1 \cdot 10^{-6}\ Ф}} \approx 6{,}5\ кГц$$

$$U_{L\,max} = U_{C\,max} = 4\ В \cdot \frac{\sqrt{6 \cdot 10^{-3}\ Гн}}{20\ Ом\sqrt{0{,}1 \cdot 10^{-6}\ Ф}} \approx 49\ В$$

Жавави: $\nu_{рез} \approx 6{,}5$ кГц; $U_{L\,max} = U_{C\,max} \approx 49$ В.

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 5

1. Конденсатор билән катушка пәдин-пәй қошулған. Сиғдурушлуқ қаршилиғи X_C = 5000 Ом. Әгәр чапсанлиқ ν = 20 кГц болғанда, күчиниш резонанси байқилиду, торға қошулған катушкиниң индуктивлиғини ениқлаңлар.
2. Тәврәнмә контурдики сиғдурушлиғи C_1 = 1 мкФ конденсаторда тәврәниш чапсанлиғи 400 Гц болғанда резонанс пәйда болиду. Сиғдурушлиғи C_1 конденсаторниң орниға сиғдурушлиғи C_2 конденсаторни қошқанда резонанслиқ чапсанлиқ 100 Гц болиду. Иккинчи конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар.
3. Актив қаршилиғи R = 100 Ом реостат, индуктивлиғи L = 5 мГн катушка вә сиғдурушлиғи C = 0,05 мкФ конденсатор пәйдин-пәй қошулған Резонанслиқ чапсанлиқни, резонанслиқ чапсанлиқтики вақтидики конденсатор билән күчинишниң максимал мәналирини ениқлаңлар. Тизмиға чүшүрилгән күчинишниң тәсирлик мәнаси U = 10 В.
4. Актив қаршилиғи R = 2 Ом вә индуктивлиғи L = 75 мГн катушка өзгәрмә сиғдурушлиғи бар конденсатор билән тәсирлик күчинишлиги U = 50 В вә чапсанлиғи ν = 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.

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.

§ 6. Электр энергиясини ишләп чиқириш, йәткүзүш вә қоллинилиши. Трансформатор

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

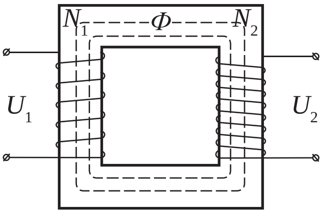
- *электр энергиясини йәткүзүш үчүн жуқарқи күчиништики өзгәрмә токниң экономикилиқ артуқчилиқлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

Җавави қандақ?

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

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.



35-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 (34-сүр).

34-сүрәт. *Кентау шәһиридә ясап чиқирилған күчлик трансформаторлар*

Трансформатор туюқланған полат сердечниктин – магнитлиқ өткәзгүчтин вә орам санлири һәр түрлүк болған икки яки бир нәччә обмоткилардин туриду. *(34-сүр)*. Трансформаторниң ишләш принципи электромагнитлиқ индукция һадисисигә асасланған. Трансформаторниң биринчи обмоткисини күчиниши u_1 өзгәрмә ток ториға қошқанда обмотка арқилиқ i_1 ток өтиду, ток магнитлиқ өткәзгүчтә Φ өзгәрмә магнитлиқ еқимини һасил қилиду. Бу еқим трансформатор обмоткилирида электр һәрикәтләндиргүчи күчи (ЭһК) бар қуюнлуқ мәйданларни индукцияләйду:

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

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

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

Елинған нисбәт ЭҺК-ниң тәсирлик мәналириға орунлиниду, сәвәви обмоткилар сердечниклирида еқим охшаш фазида өзгириду:

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

Ом қанунининң асасида актив қаршилиғи аз биринчи катушкиға чүширилгән 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:

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

Иккинчи катушка үчүн e_2 индукцияниң ЭҺК-си катушкиға:

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

жүклимә қошулмиғанда, чиқиштики U_2 күчинишкә тәң. Бу һаләттә трансформатор бош жүрүш тәртивидә болиду. (4) вә (5) ипадилирини етиварға алсақ, (3) тәңлимиси төвәндики түргә келиду:

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

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

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

Әстә сақлаңлар!

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

Җавави қандақ?

Жуқурлатқүчи трансформаторни төвәнләткүчи трансформатор ретидә вә эксинчә қоллинишқа боламду?

Инавәткә елиңлар!

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

$$U_1 = \varepsilon_1 + I_1 R_{L1}, \qquad (8)$$

иккинчи обмоткидики ЭҺК:

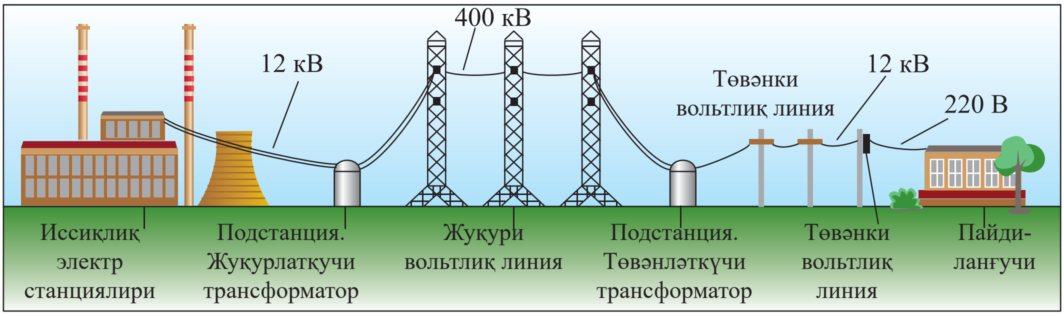
$$\varepsilon_2 = U_2 + I_2 R_{L2}, \qquad (9)$$

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

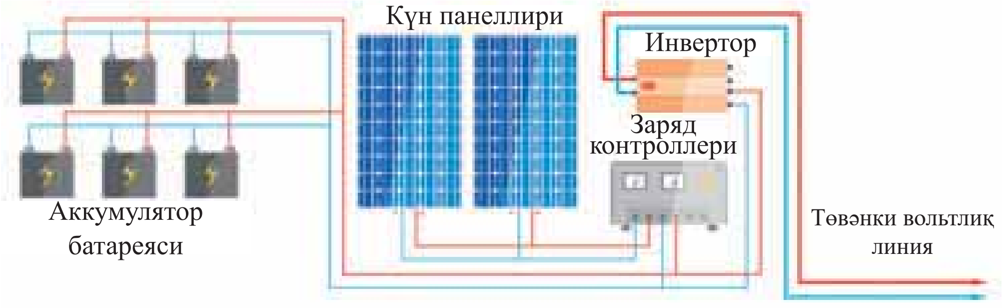
$$\frac{U_1 - I_1 R_{L1}}{U_2 + I_2 R_{L2}} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (10)$$

1-тапшурма

36 вә 37 сүрәтләрдә тәсвирләнгән электр энергиясини йәткүзүш схемилирини қараштуруңлар. Уларниң пәрқи вә охшашлиқлири?



36-сүрәт. *Индукциялиқ генератордин электр энергиясини ишләп чиқирилиш вә пайдиланғучиларға йәткүзиш*



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

II. Трансформатордики ток күчи вә ток қувити

Күчинишни трансформациялəш вақтида тəвриниш чапсанлиғи сақлиниду. Ток қувити өзгəрмəйду. Трансформаторниң ПИК - 99% йетиду. Орамларни қиздурғанда вə сердечникниң қайтидин магнитлинишида аз энергия исраплиниду. $P_1 \approx P_2$ дəп һесаплап:

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

екəнлигини испатлаш қийин əмəс. Күчинишни трансформациялигəндə ток күчиниң трансформациялиниши əмəлгə ашиду.

III. Электр йəткүзгүчи линиялар

Барлиқ электр станциялири Йəрдə бирхил таралмиған тəбиий энергоресурслириға йеқин орунлашқан, шуңлашқа бир регионлардин елинған электр энергияси башқа регионларға электр йəткүзгүчи линиялар арқилиқ берилиду. Электр йəткүзгүчи линиялириниң симлири хас электр қаршилиғи аз металлардин ясалғанлиғиға қаримастин, уларниң қаршилиқлири жуқарки мəнаға егə.

Электр энергиясини йүзлигəн вə миңлиған километрларға йəткүзүши җəриянида энергияниң

Җавави қандақ?

Немишкə электр йəткүзгүчи линияларда энергия исрапини симниң қелинлиғини ашуруш арқилиқ төвəнлəтмəйду?

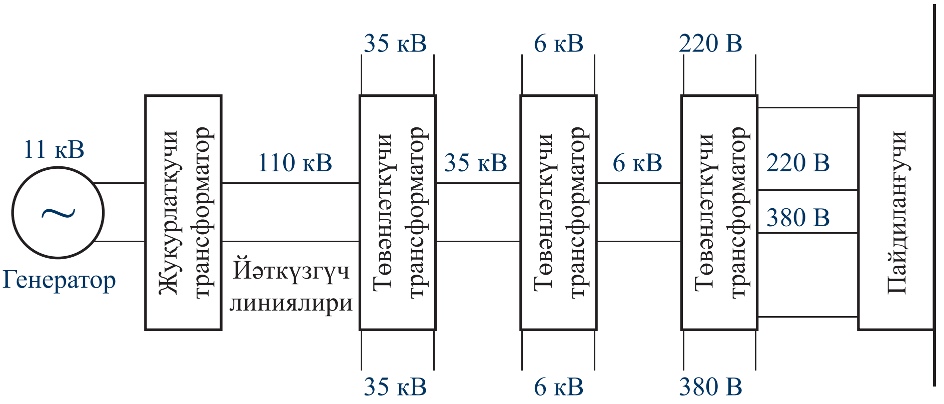
иссиқлиқ чиқими көп болуши мүмкин, шуниң үчүн электр энергияси пайдиланғучиға йәтмәйду. Электр энергиясини йәткүзүши җәриянида энергия исрапчилиғини азайтиш муһим мәсилә. Джоуль-Ленц қанунидин:

$$Q = I^2 R t$$

Электр йәткүзгүчи линиялиридики ток күчини азайтиш, мошу мәсилини йешишниң әң үнүмлүк усули екәнлиги келип чиқиду. Ток кучини он һәссә азайтиш энергия чиқимини йүз һәссә азайтишқа мүмкинчилик бериду.

2-тапшурма

1. Диаметири 1мм икки алюминий симдин ибарәт электр йәткүзгүчи линиялириниң һәрбир километириниң қаршилиғи 20 Ом екәнлигини испатлаңлар.
2. Кучиниш 12 кВ-дин 400 кВ-ға өскәндә энергияниң чиқими нәччә һәссә азийиду?
3. 38-сүрәттә тәсвирләнгән электр йәткүзгүчи линиялириниң принципиал схемисини чүшәндүрүңлар



38-сүрәт. Электр йәткүзгүчи линиялириниң принципиаллиқ 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 6

1. $N = 200$ орими бар трансформаторниң иккинчи обмоткисини вақит бойичә $\Phi = 0{,}02 \cos 100 \pi t$ қануни билән өзгиридиған магнит еқими кийип өтиду.

Иккинчи обмоткисидики ЭҺК-ниң вақитқа бағлиқлиғини ипадиләйдиған формулини йезиңлар, мошу ЭҺК-ниң тәсирлик мәнасини ениқлаңлар.

2. Трансформаторниң биринчи рәтлик орамида ток 0,5 А, униң учлиридики күчиниш 220 В. Трансфортаморниң иккинчи оримидики ток күчи 11 А, униң учлиридик күчиниш 9,5 В. Трансфорторниң пайдилиқ тәсир қилиш коэффициентини ениқлаңлар.
3. Трансформаторниң биринчи обмокисини өзгәрмә ток тизмисиға қошқанда иккинчи обмоткисиниң учлирида 30 В күчиниш пәйда болиду. Мошу өзгәрмә ток тизмисиға иккинчи обмоткини қощқанда биринчи обмоткиниң учлирида 120 В күчиниш пәйда болиду. Биринчи обмоткиниң орамлар сани иккинчи обмоткиниң орамлар санидин нәччә һәссә ошуқ?
4. Трансформаторниң қувити 132 Вт. Биринчи обмоткида 60 орам бар вә униңға тәсирлик мәнаси 12 В болидиған күчиниш берилди. Тизмида тәсирлик мәнаси 0,6 А болидиған ток болса, у чағда иккинчи обмоткиниң орамлар сани қанчә болиду? Энергияниң чиқимини етиварға алмашқа болиду.
5. Әгәр электр линиялиридики ток күчи 20 һәссә азайса, у чағда электр энергиясиниң чиқими қанчә һәссә азийиду? ЭЙЛ-да ток күчини азайтиш үчүн қандақ түзүлмә қоллинилиду?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Трансформаторларни кәшип қилиш тарихидин. Трансформаторларниң түрлири. ҚЖ-дә трансформаторларниң ишләп чиқирилиш.
2. ҚЖ-ки вә аләмдики электр йәткүзгүчи линиялириниң асасий характеристикилири *(39-сүр.)*.

39-сүрәт. *Электр йәткүзгүчи линиялириниң электрлиқ тирәклири*

§ 7. Қазақстанда вә дунияда электр энергиясини ишләп чиқириш вә коллиниш

Кутилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

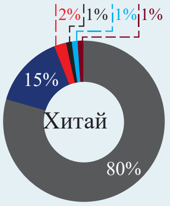
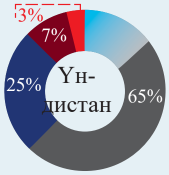
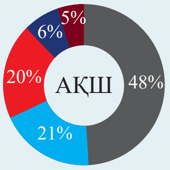
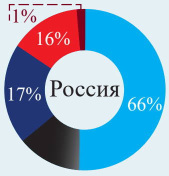
- *Қазақстандики электр энергия мәнбәлириниң артуқчилиқлири билән камчилиқлирини баһалашни үгинисиләр.*

Бу қизиқ!

Адәмниң электр энергиясини ишләп чиқириши 1870 жилларниң айиғида башланди. Мошу вақитта баварияликинженер З. Шуккерт Эттальшәһиридә дәсләп электр станциянитурғузди.У Линдерхоф сарай бахчисида жайлашқан. Униң ичидә йоруқландуруш үчүн керәк өңкүр орунлашқан. Өңкүр үчүн шам йоруғи йетәрлик болмисима, Шуккерт тәҗрибә ясашқа киришти. Униң электр станцияси ho двигателиниң сими билән қошулған 24 динамоэлектрлик генератордин ибарәт болди.

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 коллиниш арқилиқ әмәлгә ашурилди. Генераторларда чүшиватқан су энергияси, органикилик йеқилғу энергияси (отун, нефть, газ, көмүр, торф), атом энергияси электр энергиясиға түрләндүрилиду. XXI әсирдә көплигән мәмликәтләр энергияниң йеңилинидиған альтернативлик мәнбәлирини коллинишқа көчти. Аләмдики энергетикиниң статистикиси бойичә Хитай, АҚШ вә Үндистан электр энергиясини ишләп чиқириш бойичә лидер мәмликәтләр болди. 40-сүрәттә алдинқи қатардики мәмликәтләрниң ишләп чиқириш технологияси бойичә 2016 жилқи статистика йәкуни көрситилгән.

Мәмликәт, бир жилда ишләп чиқириши (2016)	Ишләп чиқиришниң бесим түри	Мәмликәт, бир жилда ишләп чиқириши (2016)	Ишләп чиқиришниң бесим түри
Хитай 6495 млрд кВт · с		**Үндистан 1400 млрд кВт · с**	
АҚШ 4350 млрд кВт · с		**Россия 1091 млрд кВт · с**	
Газ электр станциялири Көмүр электр станциялири Су электр станциялири Атом электр станциялири		Шамал электр станциялири Мазут электр станциялири Биомасса электр станциялири Генерацияниң башқа түрлири	

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

1-тапшурма

1. «Адәттики вә адәттики әмәс электр энергияси мәнбәлириниң» кәштисини 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 Казахстандики электр энергиясини ишләп чиқириштики бесим технологиялири» диаграмисини 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?

2-җәдвәл. *2016 жилда электр энергиясини ишләп чиқириш рейтинги.*

Янидиған отун			Су электр станциялири			Ядролуқ 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
	Япония	765570		Бразилия	333763		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
	Италия	23023		Канада	26875		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	221	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	-

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

> **Жавави қандақ?**
> *Электр энергиясини ишләп чиқиришта «йешил технологиялирини» паал қоллинидиған мәмликәтләр?*

«Қазақстанниң электр энергетика саһасини тәрәққий әткүзүшиниң стратегияси» форумида энергетика саһасиниң тәрәққий етишиға тәсир қилидиған тәклипләр: пайдиланғучилар тәрипидин электр тәминләшниң ишәшлиги билән сапасиға тәләплириниң, экологиялиқ вә ишләп чиқириш бехәтәрлик тәләплириниң өсүши, энергияниң йеңилинидиған мәнбәлирини тәрәққий әткүзүши энергетикилиқ системиларни жаһанландуруш. «Қазақстанниң электр торлирини башқуруш компаниясиниң» башчилиғи мошу тәклипләргә аләмлик электр энергиясини тәрәққий әткүзүшниң йеңи концепциялири – SmartGrid интеллектуаллиқ энергетикилиқ система концепциясигә мувапиқ келидиғанлиғини атап өтти. Интеллектуаллиқ 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, альтенативлиқ, 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% қурудиған альтернативлиқ вә йеңилинидиған мәнбәлирини энергобалансқа тартиш арқилиқ атап өтти. «Йешил» экономикиға өтиш мәсилилири билән ЭКСПО-2017 базисида қурулған Йешил технологияларниң хәлиқаралиқ мәркизи қолға алиду.

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 ошуқ болғанда СЖЭС-лардики насослар су қоймисиниң 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, узунлиғи 623 километр болған су асти энергия йәткүзгүчи линиялирини жүргүзүш тоғрилиқ келишимгә 2015 жилиниң февраль ейида қол қойилди. Бу энергия йәткүзгүч линиялири Германиядә пайдилинилидиған электр энергиясиниң 3% тәминләйду. Исландияда электр энергетикиниң көп қисими геотермиялиқ мәнбәлиридин алиду. 2014 жили умумий Евросоюзда жиллиқ энергетика статистикиси

бойичә (GlobalEnergyStatisticalYearbook 2015) СЭС-ни биллә караштурғанда, ЭЙМ-ниң үлүши 30% бәзибир мәмликәтләрдә, мәсилән Норвегияда 98% йәтти.

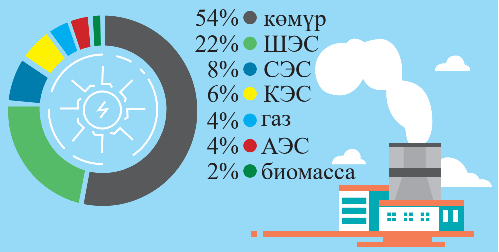
АҚШ билән Бразилияда ЭЙМ-ниң арисидики максимал қоллинишқа егә йеңилинидиған ресурс түри – биомассидур. Бу мәмликәтләр аләмдә қоллинидиған биойеқулғи – биоэтанолниң 2/3 бөлүгини ишләп чиқириду. АҚШ көмүқонақни, Бразилия болса қәнт қомушини йеқилғуға түрләндүрүш бойичә кәсипләнгән. Биоэтанол янғанда атмосфериға чиқирилидиған зиянлиқ қалдуқларниң мөлчәрини бензин билән селиштурғанда һаһайити аз. Қәнт қомучидин елинған этанол парниклиқ газларниң чиқирилишини башқа йеқилғу түрлири билән селиштурғанда тәхминән 80%, көмүқонақтин елинған 30%-ғичә азайтиду.

3-тапшурма

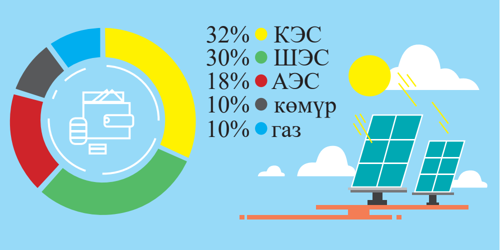
Мәмликәтләрдә ЭЙМ-дин мәнбәсидин электр энергиясини ишләп чиқиришниң утуқлуқ технологиялиригә мисаллар кәлтүрүңлар.

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 (41-сүр.). 2040 жилиғичә көмүр станциялиридә электр энергиясни ишләп чиқиришқа бөлүнидиған инвестиция үлүшини 10% азайтип, Күн вә шамал энергиялиригә охшаш энергияниң йеңилинидиған мәнбәлирини пайдилинип электр энергиясини елишқа кетидиған чиқимни өсүрүшни ойлаштурмақта (42-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. Бүгинки күндә пәқәт тәрәққий әткән мәмликәтләрла әмәс, шуниң билән қатар тәрәққий етиватқан мәмликәтләрму энергетикилиқ тәрәққий етиш планлириниң муһим бөлүми – энергияниң йеңилинидиған мәнбәлириниң үлүшини ашуруши болиду.



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



42-сүрәт. *Электр энергиясини ишләп чиқиришниң һәр түрлүк технологиялирини тәрәққий әткүзүтә селинидиған инвестицияларниң планланған үлүши*

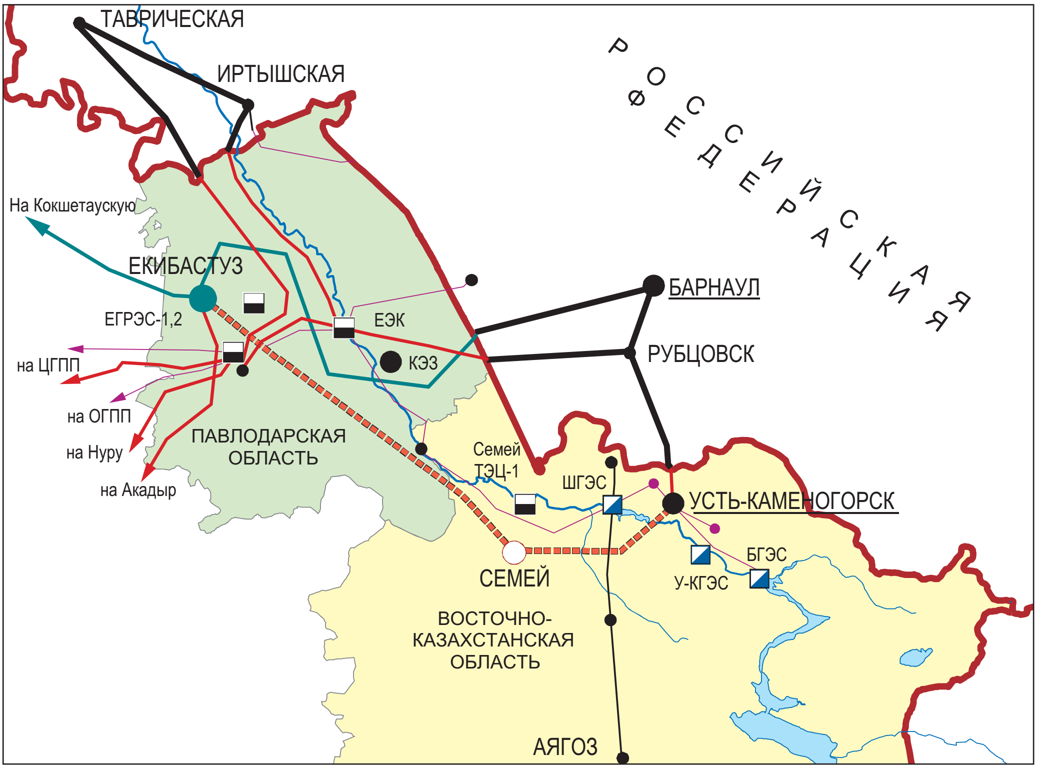
IV. Қазақстанда электр энергиясини ишләп чиқириш вә йәткүзүш мәсилилири

Қазақстан экономикисниң 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

тәрәкиятиниң ижабий динамикисини сақлап, 2030 жилларғичә электр энергиясини пайдилиниш 144,7 млрд кВт · с тәшкил қилиду, бу 2015 жил билән селиштурғанда 58% ошуқ. Электр энергиясини пайдилинишиниң өсүши 2030 жиллири жабдуқларниң қайтидин техникилиқ жабдуқлиниши 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 эффектякиғиға бағлиқ. Қазақстанда электр йәткүзгүчи линиялиринин бесим бөлүги кеңәш вақтида селинған вә каттиқ конириған, 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-Жәнубий вә Жәнубий-Шәрқий, Ғәрбий Қазақстанниң ҚЖ-ниң бир туташ электр энергетикилиқ системиси билән бағлинишлиғиниң йоқлуғи, техникилиқ жабдуқлинишиниң йетилмәслиги. 2017-2018 жиллири узунлиғн 883 км «Екибастуз – Семей – Өскәмән» (43-сүр.) вә узунлиғи 378 км «Семей – Актогай – Талдықорган – Алмута» (44-сүр.) электр йәткүзгүчи линиялириниң қурулуши аяқланди.



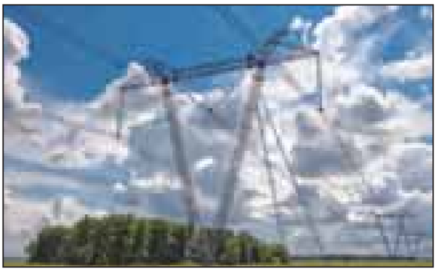
43-сүрәт. *«Екибастуз – Семей – Өскәмән» электр йәткүзгүчи линиялар*
Мојут ЭЙЛ, 2018 ж. селинған ЭЙЛ

44-сүрәт. *«Семей – Ақтоғай – Талдықорған – Алмута» электр йәткүзгүчи линиялар*

Можут ЭЙЛ,

2018 ж. селинған ЭЙЛ.

Бу қизиқ!



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

1. 2010 жилдин бери Қазақстанниң пайдилинидиған энергия мөлчәри чиқирилидиған энергия мөлчәридин көп. Шималий Қазақстан Екибастуз ГРЭС-1-та чиқирилидиған электр энергиясини Россияға экспортлайду, Җәнубий электр станцияси Қирғистан билән Өзбәкстан сетип алиду. 2010 жили Қазақстанда 6,2 млрд кВт · с электр энергияси импортлинип, 4,7 млрд кВт · с электр энергияси экспортланған.
2. Лайиһәләнгән күчиниши 1150 кВ «Сибирь-Центр» жуқарқи вольтлиқ электр йәткүзгүчи линиясиға «Экибастуз – Кокшетау» (45-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 узунлиғи – 432 км, линия оттура егизлиги 45 м электр столблири орунлашқан. Симларниң салмиғи тәхминән 50 миң тонна. Линия 2019 жили Саян-Шушен су электр станциясидики апәттин кейин, Сибирда электр қувәтлириниң азийишиниң орнини толтуриш үчүн ишқа қошулған.

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. Аләмдә электр энергиясини ишләп чиқириш җаһанлиқ өзгиришләр?
4. Қазақстанда электр энергиясини ишләп чиқириш вә йәткүзүлүштики мәсилиләрниң йешилиши?

Көнүкмә 7

Параграфта берилгән җәдвәл бойичә Германия, Корея, Мексика вә Қазақстан мәмликәтлиридә ишләп чиқирилған электр энергиясиниң йеңилинидиған мәнбәлиридин елинған үлүшни ениқлаңлар. Диаграмма түзүңлар.

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Қазақстандики электр энергиясини чиқириш вә пайдилиниш.
2. Электр энергияниң альтернативлиқ мәнбәлири вә уларниң ҚЖ-дә тәрәққий етиш перспективлири.
3. Дуния йүзи мәмликәтлиридики атом энергетикиси. ҚЖ-дә атом энергетикисиниң тәрәққий етиш перспективлири.

Биоотун – этанолниң – мәмликәтләр вә мәһсулат түри бойичә чиқирилиши

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

Био йеқилғу ишләп чиқиридиған мәмликәтләрдики хәлиқ сани вә йеник авто машинилириниң автопарк сани

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

4-тапшурма

АҚШ, Бразилия вә Хитай үчүн машинилар толуқ этанол қоллинидиған шараитлардики йеқилғуниң жилиға пайдилинидиған мөлчәрини ениқлаңлар. Мәдәнийәтни 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. *Этанолни қандақ мәһсулатидин ишләп чиқирилиду?*
2. *Қайсу мәмликәттә мәһсулатни этанолға түрләндүрүш эффективлиғи жуқури? У немигә бағлинишлиқ?*

Бу қизиқ!

46-сүрәт.

1998 жили Алмутида LG Electronics заводи ечилди. У – Оттура Азиядики аләмлик дәрижидики электроника чиқиридиған дәсләпки вә ялғуз завод. Сүрәтләрдә телевизор вә платиларни жиғиш жәрияни көрситилгән. *(46-сүр.).*

3-бап йәкуни

Өзгәрмә токни ишләп чиқириш вә трансформацияләш

Генераторниң ЭһК-си	$e_i = \varepsilon_{max} \sin \omega t$ $\varepsilon_{max} = BS\omega N$	**Күчинишниң вә ток күчиниң тәсирлик мәналири**	$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$, $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$,
Генератор роториниң айлиниш чапсанлиғи	$\nu_p = \frac{50\ Гц}{n}$	**Индуктивлиқ қаршилиқ**	$X_L = \omega L$
Өзгәрмә ток тизми сидики күчинишниң пәйтлик мәнаси	$u = U_m \sin(100\pi t + \varphi_0)$ $u = U_m \cos(100\pi t + \varphi_0)$	**Сиғдурушлуқ қаршилиқ**	$X_C = \frac{1}{\omega C}$
Өзгәрмә ток тизми сидики ток күчиниң пәйтлик мәнаси	$i = I_m \sin(100\pi t + \varphi_c)$ $i = I_m \cos(100\pi t + \varphi_c)$	**Резонанс шәртлири**	$X_L = X_C$ $\omega = \omega_0$
Резонанс режими дики ток күчиниң максимал мәнаси	$I_m = \frac{U_m}{R}$	**Трансформацияләш коэффициенти**	$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ
e_i	Индукцияниң ЭһК-ниң пәйтлик мәнаси	В	U, I	Күчинишниң вә ток күчиниң тәсирлик мәналири	В, А
ε_a	ЭһК-ниң максимал мәнаси	В	u, i	Күчинишниң вә ток күчиниң пәйтлик мәналири	В, А
B	Магнитлиқ индукция	Тл	U_m, I_m	Күчинишниң вә ток күчиниң максимал мәналири	В, А
S	Рама мәйдани	$м^2$	R_L	Катушкиниң актив қарши-лиғи	Ом
N	Трансформатор обмотки-сида, рамида орамлар сани		R	Актив қаршилиқ	Ом
ω	Цикллиқ чапсанлиқ	рад/с	X_L	Индуктивлиқ қаршилиқ	Ом
ν_p	Резонанслиқ чапсанлиқ	Гц	X_C	Сиғдурушлуқ қаршилиқ	Ом
n	Полюслар жүпиниң сани		k	Трансформацияләш коэффи-циенти	

Глоссарий

Индукциялик генератор – бу механикилиқ энергияни электрлиқ энергияға түрләндүридиған түзүлмә.

Трансформацияләш коэффициенти – трансформаторниң биринчи обмоткисидики орамлар саниниң иккинчи обмоткидики орамлар саниниң нисбитигә тәң миқдар

Өзгәрмә ток – өткәзгүчтики зарядләнгән зәрричиләрниң, периодлуқ түрдә өзгирип туридиған ташқи электр һәрикәтләндүргүчи күчиниң тәсиридин болидиған мәжбурий тәвринишләр.

4-БАП

ЭЛЕКТРОМАГНИТЛИҚ ДОЛҚУНЛАР

«Электромагнитлиқ тәвринишләр» вә «Өзгәрмә ток» баплирида индукциялиқ генератор пәйда қилидиған төвәнки чапсанлиқтики электромагнитлиқ тәвринишләр билән тонуштиңлар. Улар электр техникида кәң қоллинишқа егә болди: төвәнки чапсанлиқтики электромагнитлиқ тәвринишләрниң энергиясини елиш, йәткүзүш вә қоллиниш үчүн түзүлмиләр қурулди.

Бу бапта радиотехникиниң асаслири қараштурилиду. Радиотехникида электромагнитлиқ долқунлар арқилиқ жуқурқи чапсанлиқтики тәвриниш мәнбәлири билән қобул қилғучи арисида симсиз бағлиниш орнитилиду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

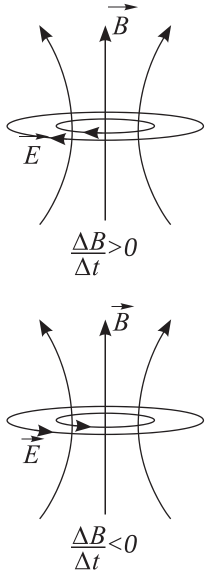
- электромагнитлиқ долқунларниң пәйда болуш шәртлирини чүшәндүрүшни вә уларниң хусусийәтлирини тәсвирләшни;
- жуқурқи чапсанлиқтики электромагнитлиқ тәвринишләрниң модуляцияси билән детекторлинишини тәсвирләш;
- радиоалақиниң ишләш принципини чүшәндүрүшни;
- аналоглиқ сигналлар билән селиштурғанда санлиқ форматтики сигналларниң берилишиниң артуқчилиғини чүшәндүрүшни;
- бағлиниш түзүлмилирини систематизацияләш вә уларни йетилдүришиниң йоллирини тәклип қилишни үгинисиләр.

§ 8. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиши вә қобул қилиниши

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

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



47-сүрәт. *Қуюнлуқ электр мәйданиниң күч сизиқлири*

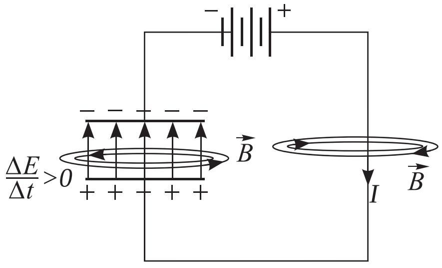
1-тапшурма

Магнитлиқ индукциясини азайтқанда қуюнлуқ электр мәйданиниң векторлуқ күчиниши магнит индукцияси билән оң бурма һасил қилидиғанлиғини Ленц қаидиси бойичә испатлаңлар *(47-сүр.).*

I. Қуюнлуқ мәйдан. Максвелл гипотезиси

Электромагнитлик 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 (47-сүр).*

Электр вә магнит мәйданлириниң хусусийәтлирини тәкшүрәп, Максвелл барлиқ шараитләрдә электр мәйданиниң өзгириши өзгәрмә магнит мәйданини пәйда қилиду дәп нәтиҗилиди. Максвелл гипотизисиға мувапиқ, конденсатор зарядләнгәндә магнит мәйдани пәқәт токи бар өткәзгүч әтрапидала әмәс, конденсатор қәвәтлири арисидиму пәйда болиду (48-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.*



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

Җавави қандақ?

1. *Қандақ шараитларда электромагнитлиқ мәйдан пәйда болиду?*
2. *Немишкә бошлуқниң берилгән чекитидә пәқәт электр мәйдани яки пәқәт магнит мәйдани болиду дегән хуласә ениқ әмәс?*

II. Электромагнитлиқ долқунлар. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиш шәртлири

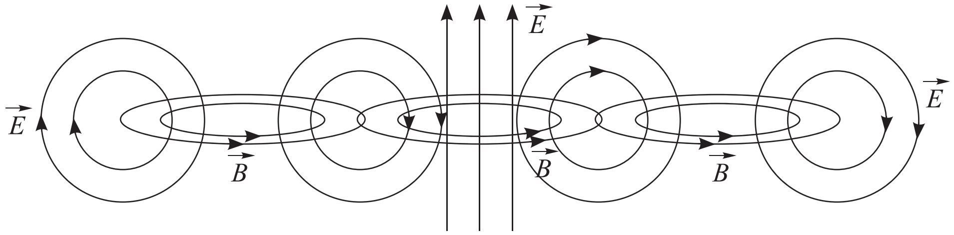
1865 жили Максвелл нәзәрийә йүзидә өзгәрмә электромагнитлиқ мәйдан бошлуқта электромагнитлиқ долқунлар түридә тарилиши керәк дәп молҗамлиди. Бошлуқниң қандақту бир чекитидә электр мәйданиниң күчинишлигиниң һәр қандақ өзгириши өзгәрмә магнит мәйданни пәйда қилиду, у өз новитидә қуюнлуқ электр мәйданни пәйда қилиду. Электр мәйданиниң күчинишлиги билән магнит мәйдани индукциясиниң тәвринишлири бошлуқниң бир чекитидин иккинчи чекитигә берилгәндә электромагнитлиқ долқун пәйда болиду *(49-сүр.)*.

2-тапшурма

Конденсаторниң зарядлиниш вә разрядлиниш вақтида электр вә магнит мәйданлириниң күч сизиқлирини тәсвирләңлар. Уларниң йөлинишлирини көрситиңлар.

Әскә чүшириңлар!

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



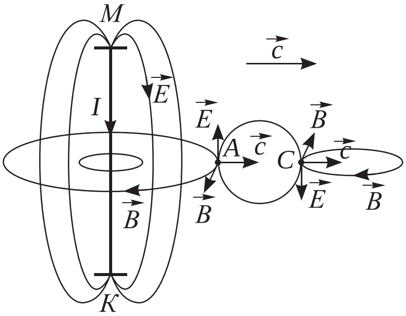
49-сүрәт. *Электромагнитлиқ долқунниң тарилиши*

Электр мәйданиниң күчинишлиги зарядләнгән зәрричиләрниң иштикләп һәрикәтлинини вақтида өзгириду, демәк, өзгәрмә ток электромагнитлиқ долқунниң мәнбәси болуши мүмкин. Бирақ өзгәрмә токниң стандартлиқ 50 Гц чапсанлиғи жуқурқи энергиялик долқунларни пәйда қилишқа йәткүлүксиз, зарядләнгән зәрричиләрниң тәврини интенсивлиғи наһайити аз. Электромагнитлиқ долқунларни пәйда қилиш үчүн һаҗәтлик шәртләрниң бири – электромагнитлиқ тәвринишләр чапсанлиқлириниң онлиған мегагерц мөлчәридики жуқурқи мәнаға егә болуши. Мундақ чапсанлиқтики тәвринишләр тәврәнмә контурда әмәлгә ашиду, бирақ йепиқ тәврәнмә контур энергия чиқармайду вә долқун пәйда қилмайду.

Җавави қандақ?

Немишкә әркин электр магнитлиқ тәвринишләр очуқ контурда йепиқ контурға қариғанда чапсан өчиду?

Долқунни пәйда қилиш үчүн катушкидики қарши фазилиқ токниң тәвринишлири бар тизминиң участкисини аҗиритип, конденсатор қәвәтлириниң арилиғини ашуруш керәк. Буниң үчүн катушка орамлирини түзләп вә конденсатор қәвәтлирини жирақлитиш керәк, йәни очуқ тәврәнмә контурни қуруш керәк (50-сүр). Мошу

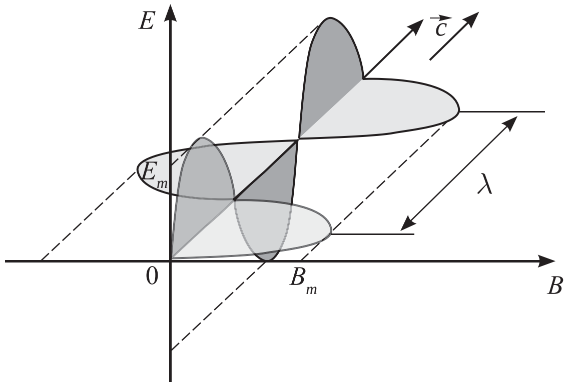


50-сүрәт. *МК очуқ тәврәнмә контур әтрапида электр вә магнит мәйданлириниң күч сизиқлириниң тәхсимлиниши*

шәртләрдә жуқурқи чапсанлиқтики тәвринишләр пәйда қилған электромагнитлиқ мәйданниң энергияси бошлуқтики очуқ контурниң әтрапида тарилиду.

III. Электромагнитлиқ долқун – тоғра долқун. Долқун илдамлиғи

50-сүрәттә электр мәйданиниң $\vec{E}$ күчиниишлиги билән магнит мәйданиниң $\vec{B}$ индукцияси, долқунниң А вә С чекитлиридики илдамлиғи $\vec{n}$ көрситилгән. Долқунниң тарилиш йөнилиши бурға қаидиси бойичә ениқлиниду. Әгәр бурғиниң оң бурулушини $\vec{E}$ *векторидин* $\vec{B}$ *векториға қарап айландурса, у чағда бурғиниң илгирлимә һәрикитиниң йөнилиши долқунниң тарилиш илдамлиғи* $\vec{n}$ *векториға мувапиқ келиду.* Күчинишлик вә магнит индукциясиниң векторлириниң тәвринишлириниң йөнилиши долқунниң тарилиш йөнилишигә перпендикуляр. Электромагнитлиқ долқун – пәқәт тоғрисиға тарилидиған долқунлар болуп һесаплиниду *(51-сүр.).*



51-сүрәт. *Электромагнитлиқ долқун*

Җавави қандақ?

Немишкә электромагнитлиқ долқун очуқ контурға перпендикуляр барлиқ йөнилишләр бойичә тарилиду?

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 индукциясиға болған нисбитигә тәң.

Өзиниң һесаплашлирида у электромагнитлиқ долқунниң вакуумда тарилиш илдамлиғини ениқлиди

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

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

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

3-тапшурма

Янфон антенисиниң узунлиғини ениқлаңлар (52-сүр). Қазақстандики Билайн вә Kcell/Activ янфонларниң 3G чапсанлиқ диапазонлири 2100 МГц.

52-сүрәт. *Янфонларниң ички антенилири*

Буниңдики ε – муһитниң диэлектрликлик өткүрлиги; μ – муһитниң магнитлик өткүрлиги; n – муһитниң сундуруш көрсәткүчиси.

IV. Долқун узунлуғиниң антенна узунлиғи билән бағлиқлиғи. Тәвринишләр чапсанлиғи

Вибратор яки антенна дәп аталған очуқ тәвринмә 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 узунлиғи антенна узунлиғидин икки һәссә ошуқ: $\lambda = 2l$, (4)

Буниңдики λ–чиқирилидиған долқунниң узунлиғи; l–антенна узунлиғи.

Долқун узунлиғиниң мәнаси бәлгүлүк болса, долқун чиқирдиған антениниң хусусий тәврiниш чапсанлиғини ениқлаш қийин әмәс:

$$\nu = \frac{c}{2l}. \quad (5)$$

V. Электромагнитлиқ долқунниң 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 тәврiнишлирини жүгригүчи долқун тәңлимиси билән ениқлашқа болиду:

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

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

буниңдики $\Delta t = \frac{l}{c}$ – таллап елинған оқ йөнилиши бойичә электроманитлиқ тәврiнишләрниң мәнбәсидин l арилиқта орунлашқан A бошлуғиниң чекитигә долқунниң йетиш вақити *(53-сүр)*.

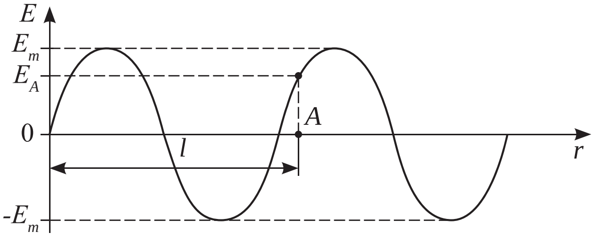


Рис. 53. *Жүгригүчи электромагнитлиқ долқунларниң графиги*

4-тапшурма

Елинған оққа қарши йөнилиштә таралған жүгригүчи долқунниң тәңлимисини йезиңлар.

Нәзәр селиңлар!

Электромагнитлиқ долқунда магнит мәйданиниң энергия зичлиғи электр мәйданиниң энергия зичлиғиға тәң $\frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}$ яки $w_{э.м.} = w_{м.м.}$, демәк төвәндики тәңлимиләр орунлиниду: $w = 2\,w_{э.м.}$, $w = 2\,w_{м.м.}$.

VI. Электромагнитлиқ долқуниниң 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.

$$I = \frac{W}{S\,t}. \qquad (8)$$

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

Долқун энергиясини энергияниң w һәҗимлик зичлиғи арқилиқ ипадиләйлуқ.

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

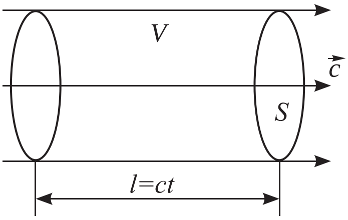
Буниңдики V – t *вақит ичидә мәйдани* S *бети арқилиқ тошулидиған энергия жиғилған бошлуқниң һәҗими (105-сүр)*. Бошлуқ һәҗимини долқунниң тарилиш илдамлиғи арқилиқ ипадиләйлуқ:

$$V = S\,l = S\,c\,t.. \qquad (10)$$

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

$$I = w\,c. \qquad (11)$$

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



54-сүрәт. *S бетини тешип өтүдиған электромагнитлиқ долқунларниң еқими*

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин сигнал турақлиқ түрдә қобул қилиниши үчүн қобул қилидиған антенини тараткуч антениға параллель орунлаштуруш керәк?*

VII. Электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлири

Силәргә 9-синип курсидин электромагнитлиқ долқунларниң қайтидиғини, сунидиғини, тосалғуларни айлинип өтүдиғанлиғи мәлум. Жуқурки чапсанлиқтики электромагнитлиқ долқунлар генератори вә рупорлиқ антениларниң қобул қилғучиси электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлирини тәкшүрәшкә мүмкинчилик бериду. Өткәзгүчләр электромагнитлиқ долқунларни қайтурдиғанлиғини *(55, а-сүр)*, диэлектриклар уларни жутудиғанлиғини вә сундурдиғанлиғини *(55, ә-сүр)*, когерентлиқ электромагнитлиқ долқунлар турақлиқ интернференицялиқ көрүнишини *(55 б-сүр)* һасил қилидиғанлиғини испатлаш қийин әмәс.

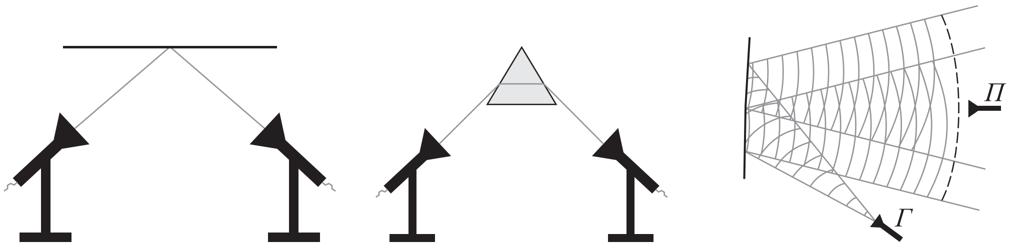
5-тапшурма

Параграф мәтинини пайдилинип, җәдвални толтуриңлар:

Электромагнитлиқ долқунларниң хусусийәтлири	Электромагнитлиқ долқунларни характерләйдиған миқдарлар

Өз тәҗрибәңлар

1. *55 а, ә, б сүрәтлиридә тәсвирләнгән тәҗрибиләрни тәкрарлаңлар. Электромагнитлиқ долқунлар үчүн қайтиш вә сунуш* қанунлирини тәрипләңлар. П рупорлиқ антенна ярдими билән (55 б-сүр) Г генератордин чиқип, икки метал пластинисидин қайтқан долқунлар интерференциялиқ көрүнишини беридиғанлиғини қандақ испатлашқа болиду?
2. Долқунлар дифракциясини байқашқа вә уларниң тоғрисиға тәвринидиғанлиғини испатлашқа беғишланған тәҗрибиниң қоюлишини ойлаштуруңлар.



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

55-сүрәт. *Электромагнитлиқ долқунлар*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Һесап 1. Радиоқобулқилғучи ν = 2 Гц чапсанлиққа рәтләнгән. Тарилидиған долқунниң узунлиғини вә радиодолқунларға арналған антенна узунлиғини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$\nu = 2$ ГГц	$2 \cdot 10^9$ Гц	Һавада электромагнитлиқ долқунниң илдамлиғи йоруқ илдамлиғиға тәң, долқун узунлиғи $\lambda = \frac{ñ}{\nu}$ тәң.
$\lambda - ?$ l – ?		Антенниниң узунлиғи тарилидиған долқун узунлиғиниң йеримиға тәң: $l = \frac{\lambda}{2}$.
		$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/сек}}{2 \cdot 10^9 \text{ Гц}} = 1,5$ м; l = 0,75 м.
		Җавави: λ = 1,5 м; l = 0,75 м.

Һесап 2. Берилгән вақит мәзгилидә бошлуқниң бәлгүлүк бир чекитидә электромагнитлиқ долқун энергиясиниң зичлиғи w = 5,2 мкДж/м³. Мошу вақит мәзгилидә вә чекиттә күчинишни вә электр магнитлиқ индукция векторлириниң модулини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
w = 5,2 мкДж/м³ $\varepsilon = 2$ $\mu = 1$	$5,2 \cdot 10^{-6}$ Дж/м³	Электромагнитлиқ долқун энергиясиниң зичлиғи электр вә магнит мәйданлири энергиялириниң зичлиқлириниң қошундисиға тәң: $w = w_{э.м} + w_{м.м}$;
$B - ?$ $E - ?$		

Магнит вә электр мәйданлириниң энергиялириниң зичлиқлири өзара тәң: $w_{э.м} = w_{м.м}$. $w = 2w_{э.м}$; $w = 2w_{м.м}$ нисбити орунлиниду.

Электромагнитлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғини электр мәйдан энергиясиниң зичлиғи арқилиқ ипадиләймиз: $w = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \varepsilon\varepsilon_0 E^2$ буниңдин $E = \sqrt{\frac{w}{\varepsilon\varepsilon_0}}$.

$$E = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 10^{-6} \text{ Дж / м}^3}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф / м}}} \approx 767 \text{В/м}$$

Электромагнитлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғини магнит мәйдан энергиясиниң зичлиғи арқилиқ ипадиләймиз: $w = \frac{2B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{B^2}{\mu\mu_0}$ буниңдин $B = \sqrt{\mu_0 w}$

$$B = \sqrt{1,26 \cdot 10^{-6}\ \text{Гн/м} \cdot 5,2 \cdot 10^{-6}\ \text{Дж/м}^3} = 2,56 \cdot 10^{-6}\,\text{Тл}\ .$$

Җавави: 767 В/м; 2,56 мкТл.

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?
6. Электромагнитлиқ долқун қандақ хусусийәтләргә егә?
7. Долқунни характерләйдиған миқдарни атаңлар.

Көнүкмә 8

1. «Восток» космос кемисиниң бортида орунлашқан таратқучи ν = 20 МГц чапсанлиқта иш ишләйду. Таратқучи чиқиридиған радиодолқунларниң периодини вә узунлиғини, таратқучи антенениниң узунлиғини ениқлаңлар.
2. Очуқ тәврәнмә контурдики ток күчи $I = 0{,}1\cos 6 \cdot 10\ \pi t$ қануни бойичә вақитқа бағлинишлиқ. Тарилидиған долқун узунлиғини 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 долқуниниң узунлиғини ениқлаңлар.
4. Долқун чиқирилидиған мәнбәдин қанчилик арилиқта еқим зичлиғи 100 м арилиқтики чиқирилған зичлиқ билән селиштурғанда 100 һәссә азийиду.
5. Күчинишлик векториниң максимал мәнаси 0,6 кВ/м болғанда электромагнитлиқ долқунниң магнит индукцияси векториниң максимал мәнасиниң модулини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Һәр әвлатниң янфонлири үчүн ичигә киргүзүлгән вә сиртқи антенилири.
2. Электромагнитлиқ долқунларниң адәм организмиси билән башқа тирик организмларға тәсири.

§ 9. Радиоалақә. Детекторлуқ радиоқобулқилғучи

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *жуқарқи чапсанлиқтики электромагнитлиқ тәвринишләрниң модуляцияси билән детектрлинишини тәсвирләшни;*
- *радиоалақиниң ишләш принципини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

Жавави қандақ?

1. *Немишкә бир тавуш мәнбәсидин чиқирилған тавушниң қаттиқлиғи бошлуқта бөлминиң ичигә қариғанда аз болиду?*
2. *Немишкә тавуш долқунлири чоң ариликларға таралмайду?*

1-тапшурма

Чапсанлиқлири 100 Гц вә 100 МГц сигналлар тарилидиған тәврениш мәнбәлиридин қобул қилғучиғичә болған максимал арилиқ бир-биридин нәччә һәссә пәриқлиниду.

I. Долқун интенсивлиғи билән чапсанлиғи

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

$$I = \frac{W}{tS} = \frac{W}{t\,4\pi} \cdot \frac{1}{R^2}, \qquad (1)$$

$S = 4\pi R^2$ – 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 идукцияси $\vec{\hat{A}}$ 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 тәвриниш чапсанлиғиға бағлинишлиқ. Энергия зичлиғи тәвриниш чапсанлиғининң 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 антенининң тәсир қилиш радиуси өсиду. Тәвриниш чапсанлиғи 2 һәссә өсүриш электромагнитлиқ долқунларниң интенсивлиғининң 16 һәссә өсүшигә, тәвриниш чапсанлиғини төрт һәссә өсүриш, электромагнитлиқ долқунларниң интенсивлиғини 256 һәссә өсүшигә елип келиду.

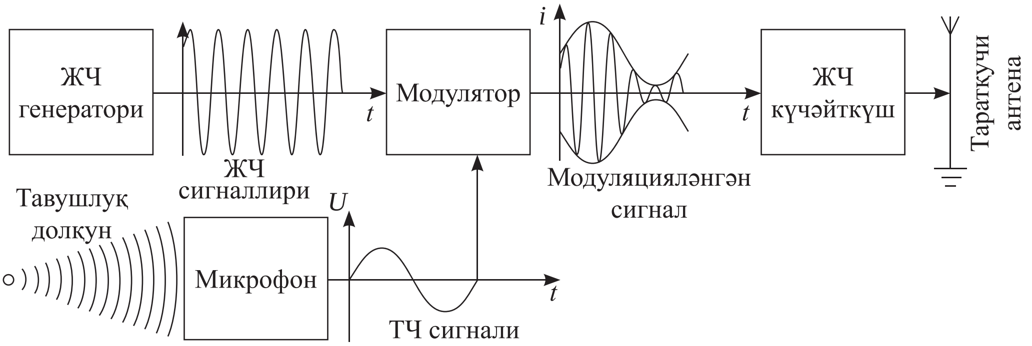
II. Тошуғучи чапсанлиқтики сигнални модуляцияләш. Радиотаратқучиниң иш ишләш принципи

Радиотелефонлиқ бағлиништа әхбарат жирақ арилиқларға тавуш чапсанлиғи тәвринишлирини транзисторлуқ генераторниң жуқурқи чапсанлиқтики сигналиға қәвәтләштүрүш арқилиқ тошулиду.

Жуқурқи чапсанлиқтики (ЖЧ) генератор пәйда қилидиған тәвриниш чапсанлиғини тошуғичә чапсанлиқ дәп атайду.

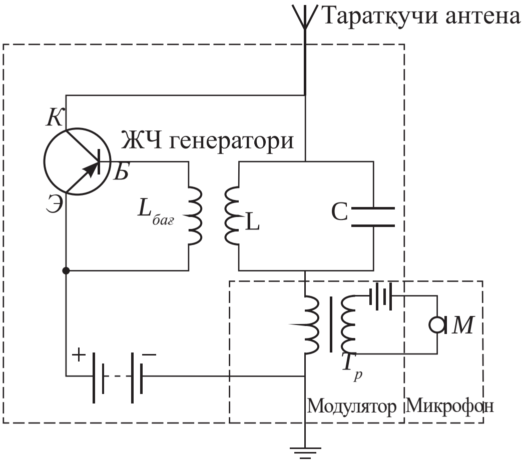
Тавуш чапсанлиғидики тәвринишләрни жуқурқи чапсанлиқтики сигналлар билән қәвәтләштүрүшни модуляция дәп атайду.

Модуляцияни амплитудини (AM) яки тошуғучи чапсанлиқ тәвринишиниң чапсалиғини (FM) өзгәртиш арқилиқ әмәлгә ашурушқа болиду. Амплитудилиқ-модуляцияләнгән сигнал чиқиридиған радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемиси 56-сүрәттә көрситилгән.



56-сүрәт. *Радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемиси*

Күчәйткүчлири йоқ транзистордики аддий радиотаратқуч схемиси 57-сүрәттә тәсвирләнгән. Тәсвирләнгән радиотаратқучта трансформатор модулятор ролини атқуриду. Униң орамлириниң бири генераторниң тәврәнмә контури билән пәйдин-пәй қошулған. Иккинчи орамға микрофонниң чиқишидин тавуш чапсанлиғиниң күчинишини берилиду. Трансформаторниң иккинчи катушкисидики өзгәрмә ток биринчи катушкиниң учлириға өзгәрмә күчиниш индукцияләйду. Эмиттер билән коллектор арисидики күчинишниң өзгириши тавушлуқ долқунниң чапсанлиғидики тизмидики ток күчи амплитудисиниң өзгиришигә елип келиду. Таратқучиниң антенидики токниң жуқурқи чапсанлиқтики модуляцияләнгән тәвринишлири электромагнитлиқ долқунларни һасил қилиду.



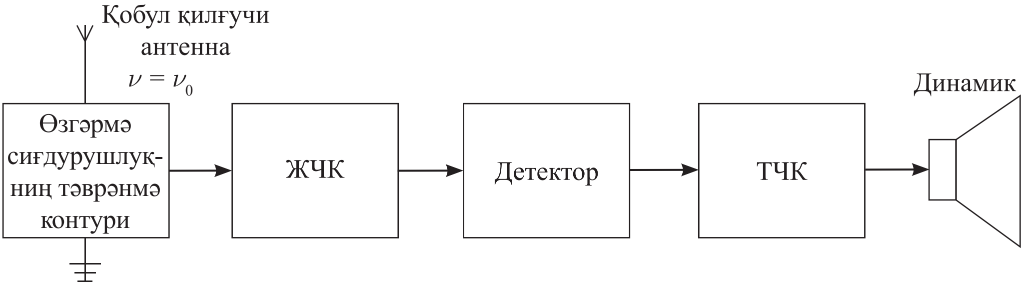
57-сүрәт. *Транзисторлуқ радиотаратқучи түзүлмисиниң схемиси*

2-тапшурма

1. Аналоглиқ радиотаратқучиниң принципиаллиқ схемисини караштуруңлар. Униң иш ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
2. 57-сүрәтни караштуруңлар. Модуляцияләнгән сигналларниң охшашлиғи вә пәрқи? Модуляцияниң қандақ түри барлиқ жағдайларда жуқурқи чапсанлиқтики тошуғучи сигнал билән қәвәтлишиш арқилиқ жүргүзүлдиғанлиғини көрситиңлар.

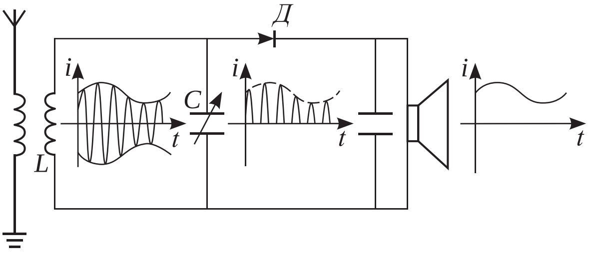
III. Детекторлуқ радиоқобулқилғучи. Униң ишләш принципи

Бир вақитта ишләватқан станцияларниң көплигән сигналлириниң ичидин радиоқобулқилғуч антенна резонанслиқ чапсанлиқтики бирла сигнални бөлүп алиду (58-сүр). Резонанс һалитидә сигнални қобул қилишқа, радиоқобулқилғучтики тәврәнмә контурниң өзгәрмә сиғдурушлуқ конденсатори мүмкинчилик бериду. Қобул қилинған сигнал жуқурқи чапсанлиқни күчәйткүч (ЖЧК) арқилиқ өтүп, жуқурқи чапсанлиқтики модуляцияләнгән тәвринишләрдин төвәнки чапсанлиқтики тәвринишләрни бөлүп алидиған детекторға чүшиду. Төвәнкә чапсанлиқни күчәйткүчтин (ТЧК) кейин тәвриниш телефонда яки динамикида тавуш тәвринишлиригә түрлиниду.



58-сүрәт. *Радиоқобулқилғучниң принципиаллиқ схемиси*

Күчәйткүчлири йоқ аддий радиоқобулқилғучиниң схемиси 59-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 микрофонниң чапсанлиғидәк ток өтиду. Шундақ қилип, телефон электр тәвринишлирини механикилиқ тәвринишләргә түрләндүрүп, берилгән тавуш долқунлирини тиңшайдиғанға мүмкинчилик бериду.



59-сүрәт. *Аддий радиоқобулқилғучниң схемиси*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә радиоқобулқилғучиниң тәврәнмә контурда өзгәрмә сиғдурушлуқ конденсатор болиду?*
2. *Аддий радиоқобулқилғуч тизмисида қандақ әсвап детекторниң ролини атқуриду?*
3. *Немишкә диод арқилиқ өткәндин кейин сигнал пульсациялиниду?*
4. *Динамикқа қошулған конденсаторниң роли қандақ?*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Индуктивлиғи $L = 2$ мкГн катушкидин туридиған қобулқилғучи антенини тәврәнмә контури узунлиғи 30 см долқунниң сигналиға мувапиқләндүрилгән. Катушкиға пәйдин-пәй қошулған конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$\lambda = 30$ см	0,3 м	Долқун узунлиғини тәврениш периоди арқилиқ
$L = 2$ мкГн	$2 \cdot 10^{-6}$ Гн	ипадиләймиз: $\lambda = c \cdot T = c \cdot 2\pi\sqrt{LC}$.
C – ?		

Иррационалликтин қутулуп, конденсатор сиғдурушлиғини ипадиләймиз:

$$C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 \cdot c^2 \cdot L};\ C \approx \frac{0,09\ \text{м}^2}{40 \cdot 9 \cdot 10^{16}\ \text{м}^2/\text{с}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}\ \text{Гн}} \approx 1,25 \cdot 10^{-14}\ \Phi .$$

Җавави: $C \approx 1,25 \cdot 10^{-14}$ Ф.

Тәкшүрүш соаллири

1. Радиодолқунларниң тарилиш жирақлиғини ашуруш усули.
2. Радиотаратқучиниң ишләш принципи?
3. Транзисторлуқ радиотаратқучида тошуғучи чапсанлиқтики тәвренишләрниң амплитудилиқ модуляцияси қандақ әмәлгә ашиду?
4. Радиоқобулқилғучиниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

Көнүкмә 9

1. Сигнал чапсанлиғини 10 һәссә ашурса, электромагнитлиқ долқунниң интенсивлиғи қанчә һәссә ашиду?
2. Сигнал чапсанлиғини 3 һәссә ашурса, таратқучи антениниң долқун интенсивлиғи вә тәсир қилиш радуси нәччә һәссә ашиду?
3. Электромагнитлиқ долқунларниң чекитлик мәнбәсигичә арилиқни 4 һәссә ашурғанда, сигнал интенсивлиғи нәччә һәссә азийиду? Сигнал интенсивлиғини дәсләпки мәнағичә ашуруш үчүн сигнал мәнбәсидин келидиған тәврениш чапсанлиғини нәччә һәссә ашуруш керәк?
4. Узунлуқлири 24 м-дин 26 м-ғичә долқунларни қобулқилидиған радиоқобулқилғучниң чапсанлиқ диапазонини ениқлаңлар.
5. Қобул қилғучиниң контуриниң индуктивлиғи $L = 2$ мкГ катушкидин вә сиғдурушлиғи $C = 2$ пФ конденсатордин туриду. Контур қандақ узунлуқтики долқунларға беғишланған?
6. Радиоқобулқилғучиниң қобул қилғучи контуриниң катушкисиниң индуктивлиғи $L = 1$ мкГн. Сигнал $\lambda = 1000$ м долқун узунлиғида иш ишләйдиған станциядин қобул қилинду дәп елип, конденсаторниң сиғдурушлиғини ениқлаңлар?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Симсиз бағлинишниң дәсләпки түзүлмилири.
2. Апәтлик шараитлар үчүн алақә торлири.
3. Радиорелелиқ алақиниң ишләш принципи.

§ 10. Аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч. Бағлиниш каналлири

Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *аналоглиқ сигналлар билән селиштурғанда санлиқ форматтики сигналларниң берилишиниң артуқчилиғини чүшәндүрүш үгинисиләр.*

I. Бағлиниш каналлири

Радиостанцияләрдики сигнал чапсанлиқлириниң диапазони бир-биригә йеқин болмиши керәк, әгәр ундақ болмиса бир станцияның сигналини қобул қилғанға башқа станцияләрниң сигналлири тосалғулик қилиду. Шуниң үчүн аналоглиқ радиоалақә каналлириниң сани чәклик.

Радиоалақиниң чапсанлиқ каналлири дәп радиодолқунларниң әмәлий пайдиланғучилири 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 сагналини әвитиш үчүн қоллиниду. Таритилиши билән қобул қилиши пәқәт удул көрүнидиған йөнилишләрдә мүмкин болидиған ультра қисқа 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 бортлиқ 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 территориялиридала әмәс, шундақла бир әлниң ичидә қоллинилиду.

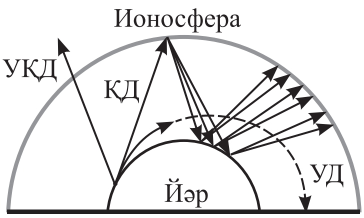
II. Электромагнитлиқ долқунларниң чапсанлиқлири бойичә хәлиқаралиқ классификацияси

Долқунниң чапсанлиғиға (узунлиғиға) бағлинишлиқ униң тарилиш, қайтиш, сунуш хусусийәтлири вә дифракциялири һәр түрлүк байқилиниду, шуниң үчүн хәлиқаралиқ дәриҗидә радиодолқунларниң классификацияси қобул қилинған (3-җәдвәл).

3-җәдвәл. *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
Төвәнки чапсанлиқ, ТЧ	30–300 кГц	Узун километрлик	10–1 км
Оттура, ОЧ	0,3–3 МГц	Оттура гектометрлик	1–0,1 км
Жуқурки чапсанлиқ, 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

Адәттин ташқири узун, узун вә оттура долқунлар Йәрни вә тосалғуни айлинип өтүп, ионосферидин яхши қайтиду, чоң арилиқларға тарилиду (60-сүр.). Сигнални қобул қилиш ионосфера һалитигә бағлиқ вә сутка ичидә бираз өзгириши мүмкин. Атмосферининң жуқарқи қәвәтлириниң ионлиниши Күнниң шола чиқириши тәсиридин болиду, атмосферидики ионларниң топлиниши Йәрниң йоруқ тәрипидә униң көләңкисидики ионларниң топлинишидин 20 һәссә ошуқ.



60-сүрәт. *Радиодолқунларниң тарилиши*

Ультра қисқа долқунлар тосалғуларни айлинип өтмәйду, ионосферидин қайтмайду, униңдин тосалғусиз өтиду. УКД диапазонида радиоалақә орнитиш тоғра көрүнидиған йөнилишләрдила мүмкин болиду. Ультра қисқа долқунларниң асасий артуқчилиғи улар әхбаратниң көп мөлчәрини тошуш мүмкинчилиги бар.

Сантиметрлик, миллиметрлик вә дециметрлик долқунлар қисқа долқунлар дәп атилиду, уларни қоллиниш үчүн параболилиқ қайтарғучлири бар антенилар ясалди.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә қисқа долқунлар радиосигналларни ишәшлик қобул қилиш билән тәминлимәйду?*
2. *Аналоглиқ алақә немишкә алақә каналлириниң сани билән чәкләйду?*

III. Санлиқ технологиялар. Аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч

Радио вә телевизиялик станцияләр арисида чапсанлиқ каналлирини бөлүш радио вә телепрограммилириниң санини чәклиди. Санлиқ технология пәйда болуши билән бу шараит өзгәрди. Сигналлар аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүчләрдә санлиқ кодлаш (61-сүр) бир чапсанлиқта бир нәччә станцияларниң ишләш мүмкинчилигини яратти, программиларниң сани онлиған һәссә өсти. Тавушлуқ вә телевизиялик сигналлар санлиқ технологияларниң ярдими билән иккилик системида кодлиниду (62-сүр), һәр түрлүк тосалғулиқларға аз учришидиған пакетлар арқилиқ тарилиду. Сигналниң қобул қилғучи түзүлмидә кодни бузуш вақтида сапаси аналоглиқ радиоалақә орнитиш вақтидики сапасидин бир аз ошуқ болиду.

61-сүрәт. *АСТ – аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч*

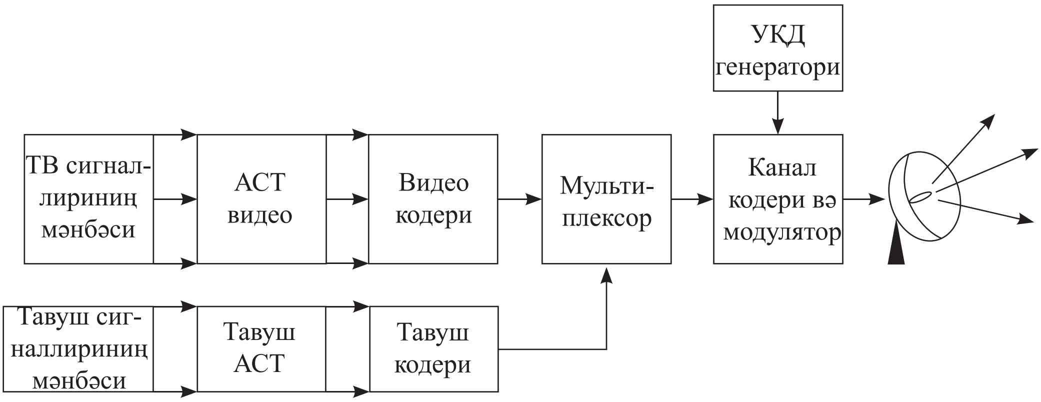
1-тапшурма

62-сүрәткә қараңлар. Аналоглиқ сигнални иккилик системида кодлаш принципини чүшәндүрүңлар. 0001, 0010, 0011 кодларға күчинишниң қандақ мәнаси мувапиқ келиду?

62-сүрәт. *Компьютерда ишләш үчүн аналоглиқ сигнални кодлаш*

IV. Санлиқ телевиденияниң принципи

Заманивий телевидения санлиқ технологияға асасланған. Санлиқ телевизиялик системиниң структурилик схемиси 63-сүрәттә тәсвирләнгән. Системиниң асасий бөләклирини караштурайлуқ.



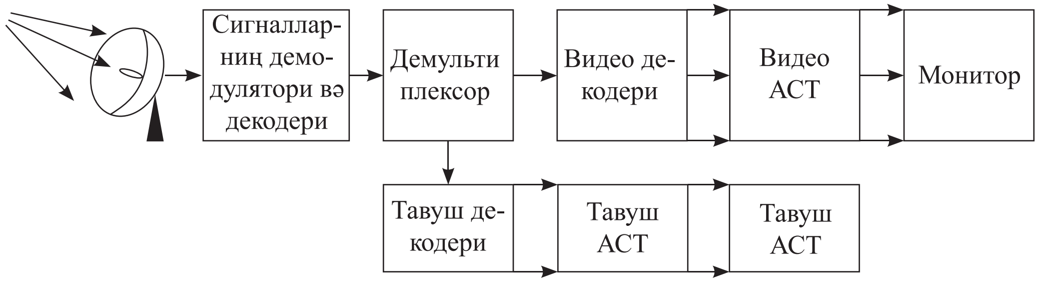
63-сүрәт. *Санлиқ таратқучи телевизиялик системиниң структурилик схемиси*

Аналоглиқ телевизиялик сигналларниң мәнбәси аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүчкә чүшидиған рәңлик сүрәтләрни түзәйду. Системиниң сүрити яки видео кодери дәп атилидиған келгүси бөлүгидә стандартлиқ бағлиниш каналлириға сигналларни әвитиш үчүн видео әхбаратларни кодлаш әмәлгә ашиду. Тавушлуқ сигналлириму санлиқ формиға түрлиниду. Тавушлуқ әхбарат тавуш кодерида қисилиду. Сүрәтниң вә тавушниң кодланған мәлуматлири, вә шундақла қошумчә әхбарат мультиплексорда бирдәк еқимға бириктирилиду. Канал кодерида берилидиған мәлуматлар тосалғулиқниң мустәһкәмлигини ашуруш үчүн йәнә кодлиниду. Бир нәччә кодлаштин кейин елинған санлиқ сигнали билән коллиништики алақә каналиниң тошуғучи чапсанлиғини рәтләйду.

2-тапшурма

Интернет торидики материалларни караштуруп, 8-битлиқ АСТ-ни қоллиниш 4-битлиқ АСТ-ға қариғанда әхбарат таритишниң дәллиги нәччә һәссә ашуду?

Системиниң қобул қилғучи бөлүгидә (64-сүр) барлиқ жәриянлар әксинчи рәт билән жүриду: қобул қилинған жуқурқи чапсанлиқтики сигналниң демодуляцияси вә каналлиқ кодлашни декодлаш әмәлгә ашиду.



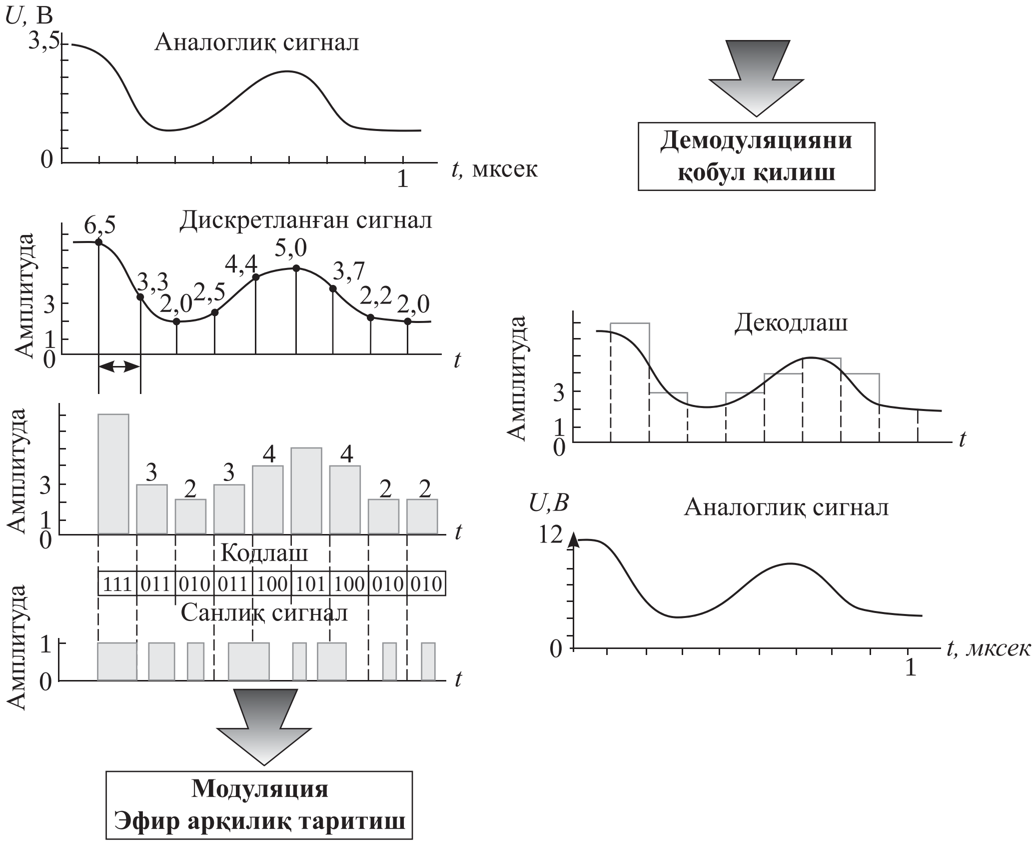
64-сүрәт. *Санлиқ қобул қилғучи телевизиялик системисиниң структурилик схемиси*

Бу қизиқ!

Экрандики сүрәт чекитләрниң, пиксельларниң, һәртүрлүк рәңләрниң жиғиндисини тәшкил қилиду. Ақ-қара рәңдики сүрәт үчүн бир чекитниң әһбаратлиқ һәжими бир битқа тәң яки қара – 1 яки ақ – 0. Монитор экранида рәңлик сүрәт асасий: қизил, йешил вә көк рәңләрни арилаштуруш нәтижисидә елиниду. Рәңләргә бай палитрани елиш үчүн асасий рәңләргә һәр түрлүк интенсивлиқ берилиши мүмкин. 256 рәңләр үчүн әһбарат һәжими 8 бит яки 1 байт, 4 294 967 296 рәң үчүн 32 бит яки 4 байт.

Шуниңдин кейин демультиплексорда мәлуматлар еқими сүрәт вә тавуш мәлуматлириға, қошумчә әхбаратларға бөлүниду. Андин кейин мәлуматларниң декодлиниши әмәлгә ашиду. Нәтижисидә 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



65-сүрәт. *Санлиқ радиохәвәрләрни таритиш үчүн тавуш сигналлирини түрләндүриш*

3-тапшурма

65-сүрәтни қараңлар. Санлиқ радиохәвәпләрни таритиш үчүн тавуш сигналини түрләндүрүш принципини чүшәндүрүңлар. Сигнални кодлаш үчүн нәччә бит пайдилинилди?

Нәзәр селиңлар!

АСТ аудио картиси тавушни интайин аз вақит участкилириға бөлүду вә уларниң һәрбириниң интенсивлик дәриҗисини иккилик кодта кодлайду. Мундақ бөлүшни дискретлиқ дәп атайду. Дискретлиқ қанчилик жуқури болса, йезилмисиниңму сапаси жуқури болиду. Әгәр санланған сигнални кодтин чиқириш түзүлмиси – АСТ тавушлиқ картиси жуқурқи дәриҗидә дискретлаш мүмкинчилига болмиса, сигнал оқулмайду.

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 җәриянлар орун алиду?
4. Радио вә телехәвәрләрни таритишниң санлиқ технологиялириниң артуқчилиғи?

Көнүкмә 10

1. ҚЖ-ниң алақә операторлириниң чапсанлиқ диапазони кәштидә берилгән. Алақә әмәлгә ашидиған долқун узунлуқлирини ениқлаңлар. Электромагнитлиқ долқунларниң хәлиқаралиқ классификациясигә мувапиқ алақә операторлири ишләйдиған долқун диапазонини көрситиңлар.

Алақә операторлири			
ALTEL	A	900 МГц	850 МГц, 900 МГц*
Beeline	Beeline	900 МГц	2100 МГц
Kcell	Kcell/Activ	900 МГц	2100 МГц

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Янфонлиқ алақиниң аналоглиқ вә санлиқ стандарти.
2. Спутникилиқ алақә системилири.
3. Қазақстан Җумһурийитиниң коммуникациялиқ тәрәққий етиши.

§ 11. Алақә васитилири

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *бағлиниш түзүлмилирини систематизацияләш вә уларни йетилдүришиниң йоллирини тәклип қилишни үгинисләр.*

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 ашуруш заманивий алақә қураллириниң тәрәққий етишини, хәлиқниң компьютерлик саватлиғини ашурушни вә торлиқ технологияларни өзләштүрүшни тәләп қилиду.

Җавави қандақ?

Интернет торига кәң йоллуқ қошулушни әмәлгә ашуруш үчүн өйлириңларда қандақ технология қоллинилидиғини ениқлаңлар?

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 Җүмһурийитидә ADSL, CDMA/EVDO, FTTH; 3G, 4G заманивий технологиялирини қоллинип, интернет ториға кәң йоллуқ қошулишниң тори тәрәққий етип кәлмәктә.

Интернетқа жуқурқи илдамлиқтики кәң йоллуқ қошулишниң хизмитигә һаҗәтлигини қанаәтләндүрүш үчүн вә тәклип қилинған хизмәтләр спектрини өсүрүш мәхситидә 2011 жили FTTH талчиқлиқ-оптикилиқториниң 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 арилиқларда өткүзүш қабилийәтлигиниң жуқурилиғи;
- торға рухсәтсиз қошулиштин сақлаш: талчиқлиқ-оптикилиқ кабельни бузмай, әхбаратни «тиңшаш» мүмкин әмәс;
- Жирақ жайларда орунлашқан корпорацияләрниң офислирини бириктүриш мүмкинчилиги.

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;

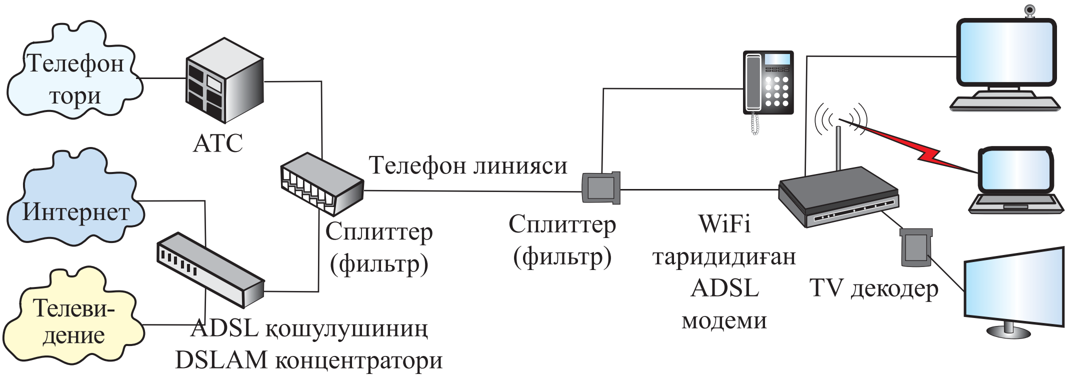
EVDO (Evolution Data Optimized) – яхшитилған, оптимизацияләнгән;

FTTH (FibertotheHome) – өйгә қошулған оптоталчиқлиқ кабель

ҚЖ-ниң йеза хәлқиниң интернет ториға кәң йоллуқ қошулиш хизмитини тәклип қилиш үчүн 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 нәтижисидә тәрәққий етип кәлмәктә. CDMA 450/EVDO технологияси бойичә мәлуматларни тошушниң жуқурқи илдамлиғиға санлиқ әхбаратларни қисишниң йеңи алгоритмлирини қоллиниш арқилиқ йетиду.

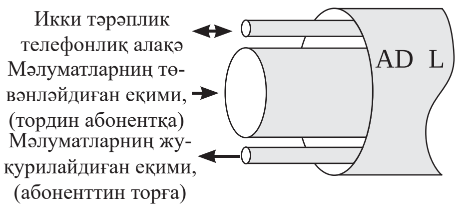
II. Санлиқ телерадиохәвәрләни таритиш

ADSL технологияси әхбаратни илдам таритиш үчүн ясалған, у телефон симлирини мәлуматларни жуқурқи илдамлиқта таритидиған линияси ретидә қоллинишқа асасланған. Икки модемни телефон кабелиниң учлириға қошуди (66-сүр). Бир линияда бир мәзгилдә бир нәччә сигнални таритиш үчүн сплиттер – каналларниң чапсанлик бойичә бөлүниши үчүн электрлиқ фильтри қоллинилиду. Һәрбир пайдиланғучиниң мәхсус түрләндүргүчилири бар, у сигнални декодлашқа вә телевизор экранида һәр түрлүк программиларни көрүшкә мүмкинчилик бериду.



66-сүрәт. *ADSL технологиясиниң ярдими билән интернет, телевидения вә телефон хизмәтлирини тәклип қилиш*

Мәлуматларни таритиш илдамлиғи симларниң диаметри билән уларниң узунлиғиға бағлиқ. Линияниң узунлиғи ешип, симниң диаметри азайғанда линиядики сигналиниң өчиши ашиду. ADSL үчүн функционаллиқ чеки симларниң келинлиғи 0,5 мм, узунлиғи 3,5–5,5 км абонентлиқ линия болуп тепилиду. Һазирқи вақитта ADSL тордин абонентқа беридиған «төвәнләйдиған» мәлуматлар



67-сүрәт. *Телефон линиясида әхбарат еқиминиң бөлүниши*

1-тапшурма

67-сүрәтни қараштуруңлар. ADSL технологияси бойичә әһбаратниң тарилиши қандақ әмәлгә ашиду? Пайдиланғучиға қандақ хизмәтләр тәклип қилинған? Силәрниң мәктивиңларда алақә хизмитиниң қандақ түри қоллинилиду?

еқиминиң илдамлиғини 1,5 Мбит/сек-тин 8 Мбит/сек-қичә ариликта 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 жуқурқи илдамлиқта видео сигнал таритишни тәминләйду (мошу телефон линияси қоллинилидиған) *(67-сүр.)*.

III. Янфонлуқ алақә

Қазақстанниң барлиқ янфонлуқ алақә операторлири 2012 жилғичә 3G үчинчи әвлатиниң торини пайдиланған. 3G технологиясиниң бир қатар артуқчилиқлири бар: жуқурқи 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 видеоқоңғурақ арқилиқ карим-қатинаш 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 әллиридики дәсләпки әң йоған дата-мәркәз ишкә қошулди. У торлуқ вә һесаплаш җабдуқлириниң һәм мәхсус программилиқ җабдуқларниң комплекси болуп тепилиду. Қурулған мәркәз базисида оттура вә аз бизнесқа усунилған IT-хизмәтлири: мәлуматларни сақлашниң булутлиқ системиси, мәлуматларни қайта ишләшниң виртуаллиқ резервлиқ мәркизи, бизнесқа беғишланған программилиқ тәминләш җабдуқлири, интерактивлиқ карим-қатинаш вә әхбарат алмаштуруш системиси, булутлиқ серверлиқ платфома.

68-сүрәт. *Алмута шәһиридики дата-мәркәз*

Лайиһә «Қазақтелеком» АҖ вә дата-мәркәзләрни қурушта аләмлик лидери болуп келидиған Калифорнияниң Hewlett-Packard компанияси билән әмәлгә ашурилди. «Қазақтелеком» АҖ-ниң 16 дата-мәркизидин туридиған тор республикиниң барлиқ облуслирини өз ичигә алиду. 68-сүрәттә Алмута шәһиридики дата-мәркәз тәсвирләнгән.

? 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?*

V. Булутлиқ технологиялар

Қазақстанға булутлиқ технологияларни киргүзүш билән алақә операторлириниң лидери «Казақтелеком» АҖ 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 ашуруш, тавушлиқ хәвәрләр системиси билән интеграциялиниш, шундақла чапсан хәвәрләр билән алмишиш системисини әмәлгә ашуруш.

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 байқаш мүмкинчилиги бар Office һөҗҗәтләр түзүшкә болиду.

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 граждандар мәмликәтлик органлар тоғрилиқ әхбаратларға һәқсиз қол йәткүзәләйду, униң тәркивигә Қазақстанниң қанунлиқ базисиму кириду. Портал арқилиқ граждандарға, бизнес билән мәмликәтлик органларға хизмәт көрсүтиш вә әхбарат бериш вәзипилири йешилди.

Җавави қандақ?

1. *Регионлириңларда заманивий алақә васитилирини пайдилинишқа қандақ өзгиришләр киргүзүлгән?*
2. *Силәр қандақ өзгириш киргүзәр едиңлар? Қандақ мәхсәттә? Униң үчүн немә қилиш керәк? Тәклиплириңларни әмәлгә ашуруш мүмкинчилиги барму?*

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?*

2-тапшурма

1. Параграфта берилгән әхбаратларни «Әхбаратлиқ Қазақстан – 2020» программисиниң мәхсәтлири вә вәзипилири селиштуруңлар. Барлиқ қоюлған мәхсәтләр билән вәзипиләргә қол йәткүздиқму?

Тәкшүрүш соаллири

1. «Әхбаратлиқ Қазақстан – 2020» программисиниң асасий мәхсити?
2. ҚҖ-дә Интернетқа кәң йоллуқ қошулиш қандақ тәминлиниду?
3. Опто-талчиқлиқ алақә линиялириниң артуқчилиға?
4. 3G алақә линиялириниң мүмкинчиликлири? 4G алақисиниң артуқчилиқлири?
5. Дата-мәркәзләр қандақ мәхсәттә қурилиду?
6. ҚҖ-дә қандақ булутлиқ технологияләр билән торлиқ иҗтимаий лайиһә қоллиништа бар?

Көнүкмә 11

1. Янфон пайдиланғучиси ейиға 320 мин сөзлишиш вақтини қолланди вә 450 SMS әвәтти. Янфон алақә оператори шәртлири җәдвалда көрситилгән үч түрлүк тарифлиқ план тәклип қилиду

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 тәңгә	9	Дәсләпки 150 минут һәқсиз
Чәксиз	3500	300 минуттин ашқандин кейин һәрбир минут үчүн 4 тәңгә	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. Мусабиқиғә аләмниң 25 елидин 300 қатнашқучи кәлди. Уларниң ичидик әң чоң командилар: Хитая – 64 қатнашқучи, России – 40, Чехия – 37, Қазахқстан – 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. Мусабиқигә қатнишиш пәқәт җисманий тәйярлиқнила әмәс, шундақла турғунлиқ йәрдә йөнилишни ениқлашни билиш, карта билән ишләшни билиш, радиоқобулқилғучни пайдилинишни билиш қабилийәтлирини тәләп қилиду.

Сигнални таритиш үчүн коллинилидиған долқун диапазони 3,5 МГц, 28 МГци 144 МГц *(69, 70-сүр.)*.

69-сүрәт. *Спортчиниң диапазони 144 МГц радиопеленгатори билән жүгириши*

70-сүрәт. *Диапазони 3,5 МГц радиопеленгатори*

1-тапшурма

«Түлкә» радиотаратқучилири әвитидиған сигналларниң долқун узунлиғини ениқлаңлар. Немишкә 144 МГц чапсанлиқта сигнал әвитидиған «лис» радиотаратқучини 3,5 МГц чапсанлиқта сигнал әвитидиған радиотаратқучисиға қариғанда тепиш қийинарақ. Спортчилар таратқучниң орнини қандақ ениқлайду? Картида униң орнини көрситиш үчүн қанчә пеленг чүшириш керәк?

2-тапшурма

Янфон бағлиниш операторлири

1. Янфон алақә операторлири тәклип қилған тариф хизмәтлирини селиштуруңлар. Һәр бир тәклипләрниң артуқчилиқлири?

Қазақстандики янфон алақә операторлириниң тарифи

Хизмәтләр	TELE2 «Супер +»	ALTEL «Супер SMART +»	BEELINE «Бәри бар M»	ACTIV «Алло, Қазақстан 2»
Абонентлик 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	лимитсиз	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	лимитсиз	лимитсиз	3000 ейиға	1490 мин/ ейиға (тор ичидики вә сиртидики қоңғурақларға умумий лимит)
Башқа операторларға қоңғурақ челиш лимити	90 мин/ ейиға	100 мин/ ейиға	–	

2. Янфон бағлиниш операторлар хизмәтлиригә қандақ өзгиришләр киргүзүлди?
3. Қазақстан территориясида хизмәт көрситидиған қандақ янфон бағлиниш операторлар тизимда көрситилмигән. Улар қандақ хизмәтләр түрини тәклип қилиду?

3-тапшурма

1990 жилдин һазирқи вақитқичә Қазақстандики алақиниң тәрәққий етиш тарихини оқуңлар. Алақиниң қандақ түри һазирқи вақитта қоллиништин чиқти? Қандақ түри көп тарқалған?

4-бап йәкүни

Электромагнитлиқ долқунларниң тәңлимиси	
$E = E_m \sin\omega(t - \Delta t)$; $B = B_m \sin\omega(t - \Delta t)$; $E = E_m \sin\omega(t + \Delta t)$; $B = B_m \sin\omega(t + \Delta t)$	
Электромагнитлиқ долқунни характерләйдиған миқдарлар	
Илдамлиқ	$c = \frac{E}{B}$; $\tilde{n} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8$ м/сек; $\upsilon = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$
Долқун узунлиғи	$\lambda = cT$; $\lambda = \frac{\tilde{n}}{\nu}$
Интенсивлиқ	$I = \frac{W}{S t}$; $I = w c$
Энергия зичлиғи	$w = w_{э.м.} + w_{м.м.}$; $w = 2w_{э.м.}$; $w = 2w_{м.м.}$
Долқун узунлуғиниң антенна узунлиғиға нисбити	
$\lambda = 2l$	

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ
E	Электромагнитлиқ долқунниң күчинишлиги	В/м	n	Сунуш көрсәткүчиси	
B	Магнитлиқ индукция	Тл	λ	Долқун узунлиғи	м
c	Йоруқ илдамлиғи	$3 \cdot 10^8$ м/сек	I	Долқун интенсивлиғи	Вт/м^2
ε	Муһитниң диэлектрлик өткүрлиги		W	Долқун энергияси	Дж
ε_0	Электрлик турақлиқ	$8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Кл^2/Н $\cdot$ м^2	w	Энергия зичлиғи	Дж/м^3
μ	Муһитниң магнитлиқ өткүрлиги		$w_{э.м.}$	Электрлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғи	Дж/м^3
μ_0	Магнитлиқ турақлиқ	$4\pi \cdot 10^{-7}$Н/А^2	$w_{м.м.}$	Магнитлиқ мәйдан энергиясиниң зичлиғи	Дж/м^3
T	Период	с	ν	Чапсанлиқ	Гц

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.

Модуляция – тавуш чапсанлиғидики тәвринишләрни жуқурқи чапсанлиқтики сигналлар билән қәвәтләштүрүш.

Тошуғучи чапсанлиқ – жуқурқи чапсанлиқтики генератор һасил қилған тәвриниш чапсанлиғи.

Радиоалақиниң чапсанлиқ каналлири – радиодолқунларниң әмәлий пайдиланғучилири арисидики радиоалақә үчүн қоллинилидиған вә бөлүнгән чапсанлиғи.

5-БАП

ДОЛҚУНЛУҚ ОПТИКА

Долқунлуқ оптика – оптикилиқ һадисиләрни йоруқниң долқунлуқ тәбиити асасида чүшәндүридиған оптикиниң бөлүми. Йоруқ долқунлири тәбиити бойичә чапсанлиқниң көрүнидиған диапазониниң электромагнитлиқ долқунлири болуп тепилиду. Улар электромагнитлиқ долқунниң барлиқ хусусийәтлиригә егә. Долқунлуқ оптикида интерференция, дифракция вә поляризация охшаш һадисиләр қараштурилиду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- йоруқ долқунининң интерференцияси билән дифракциясини байқаш үчүн һаҗәт шәртләрни тәсвирләшни;
- йоруқниң долқун узунлиғини дифракциялиқ решеткиниң ярдими билән ениқлаш;
- йоруқниң поляризациясини экспримент арқилиқ тәкшүрәшни үгинисиләр.

§ 12. Йоруқниң интерференцияси. Йоруқниң дифракцияси

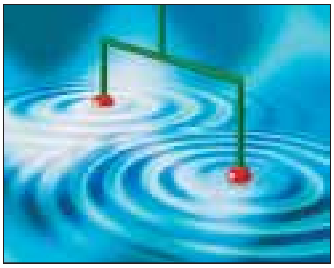
Кутилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

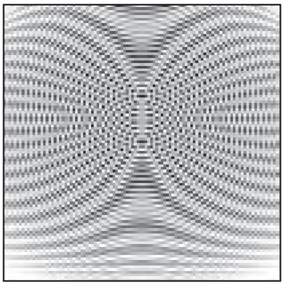
- *йоруқ долқунининң интерференцияси билән дифракциясини байқаш үчүн һаҗәт шәртләрни тәсвирләшни үгинисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә совун көвүкчилиридә алаһидә рәңләр байқилиду?*
2. *Немишкә CD-дискилар күн шолисида һәрхил рәңләрни тәшкил қилиду?*



71-сүрәт. *Икки мәнбә пәйда қилидиған долқунларниң қәвәтлинишини байқаш*



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

I. Механикилиқ долқунларниң интерференцияси

Қандақту бир муһитта бир нәччә долқун мәнбәлири механикилиқ долқунлирини пәйда қилидиған болса, улар бир-биригә бағлинишсиз тарқилиду. Муһитниң барлиқ чекитлири һәрбир айрим долқун пәйда қилған тәвринишләргә қатнишиду. Долқунларниң қәвәтлиниши нәтиҗисидә муһит зәррилириниң максимум вә минимум тәвринишлириниң новәтлишининң мустәһкәм көрүнүшининң пәйда болишини *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.**

II. Икки долқунниң интерференцияси вақтидики максимум вә минимум шәртлири

Долқунларниң қәвәтлиниши вақтида тәвриниш амплитудиси суперпозиция принципиға мувапиқ ениқлиниду (73-сүр). Әгәр муһитниң қандақла бир

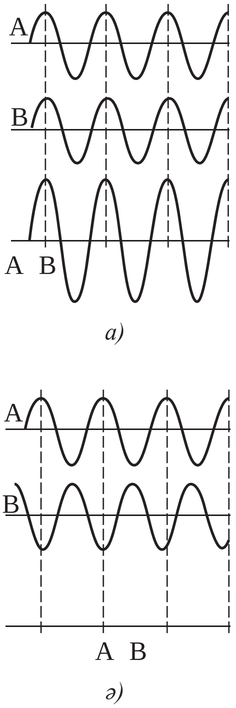
Әстә сақлаңлар

Әгәр долқун мәнбәлири фазилиқ силҗишлири турақлиқ охшаш чапсанлиқта тәвринишләр ясайдиған болса, мундақ долқунларни когерентлиқ дәп атайду.

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 (71-сүр). Немишкә су бетидики долқунларниң қәвәтлишиш облусида турақлиқ мәнзирә байқилиду: бәзи чекитләр қачидики су бетиниң егизлигидин төвән, бәзилири – жуқури (72-сүр.).

чекитидə когерентлиқ долқунларниң чоққилири қəвəтлəнсə, у чағда тəвриниш күчийиду, амплитуда барлиқ амплитудиларниң қошундисиға тəң болиду. Əгəр бир долқунниң чоққиси иккинчи долқунниң оймини билəн қəвəтлəнсə, у чағда айрим елинған долқунларниң амплитудилири тəң болғанда бошлуқниң чекити тəвриниш ясимайду. Əгəр амплитудилар һəр түрлүк болса, у чағда мошу чекиттə амплитудиси тарқилидиған долқунларниң амплитудилириниң айримисиға тəң тəвриниш ясайду.



73-сүрəт. а) *Фазилири охшаш долқунлар қəвəтлəшкəндə амплитудиниң күчийиши;*
ə) зəрричилəрниң тəвриниши қариму-қарши фазида орунлинидиған долқунларниң өчиши

C чекитидин l_1вə l_2 жирақлиқларда жайлашқан *A* вə *B* мənбəлиридин тарқилидиған долқунларниң интерференциясиниң нəтижисини ениқлаш үчүн долқунларниң тарқилиш йоллириниң айримини ениқлаш вə долқун узунлиғи билəн селиштуруш йетəрлик. Əгəр тарқилиш йоллириниң айримиси пүтүн санға тəң болса, у чағда C чекитидə чоққиларниң яки ойманларниң қəвəтлишиши орун алиду, тəвриниш амплитудиси өсиду (74-сүр). Максимум шəрти орунлиниду:

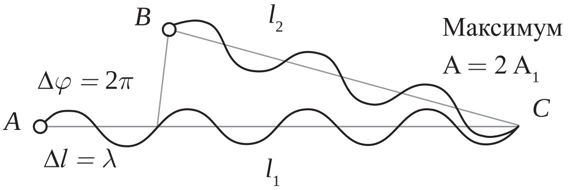
$$\Delta l = l_1 - l_2 = k\lambda, \qquad (1)$$

Буниңдики Δl – долқунларниң тарқилиш йоллириниң айримиси, k – 0, 1, 2, 3 … тəң натурал сан.

Долқунларниң тарқилиш йоллириниң айримиси тəвринишлəрниң фазилар айримисиға тəң:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = k \cdot 2\pi, \qquad (2)$$

Сəвəви, долқун бир период давамида λ долқун узунлиғиға тəң арилиқни бесип өтиду, T периодқа $\varphi = \dfrac{2\pi}{T}\cdot t = \dfrac{2\pi}{T}\cdot T = 2\pi$ *фаза мувапиқ келиду.*

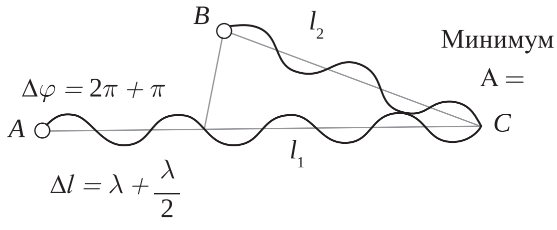


74-сүрəт. *Тəвринишлəрниң C чекитидики максимум шəрти*

Муһитниң караштуриливатқан чекитидики тəвринишлəрниң минимуми икки когерентлиқ мənбəлəрдин фазилиқ силҗиши π тақ саниға тəң, тарқилиш йоллириниң айримиси йерим долқунларниң тақ саниға тəң болидиған шараиттə байқилиду. Бу шараиттə тəвринишлəр қарши фазиларда орунлиниду (75-сүр.).

Инавəткə елиңлар!

Долқунларниң интерференцияси муһит зəрричилириниң арисида тəвриниш энергиясиниң тəхсимлинишигə елип келиду. Бу энергияниң сақлиниш қануниға қарши əмəс, сəвəви оттура һесап билəн алғанда бошлуқниң чоң облуси үчүн нəтижилигүчи долқунниң энергияси интерференциялинидиған долқунларниң энергиялириниң қошундисиға тəң.



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

> **Тапшурма**
>
> Гюйгенс вә Френель принциплири асасида 76-сүрәт бойичә сферилиқ вә тәкши долқунларниң тарқилишини чүшәндүрүңлар. Мошу принципларға асаслинип, цилиндрлиқ долқунларниң тарқилиш моделини тәсвирләңлар.

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

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

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 тарқилиш йөнилиши бойичә фронт куридиғанлиғини чүшәндүрүш мүмкин әмәс. Долқунларниң тарқилиш 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 тәвриниш амплитудиси бошлуқниң һәрхил чекитлиридә һәр түрлүк болиду: долқунларниң тарқилиш йөнилиши бойичә долқунлар күчийиду, әкси йөнилиштә – азийиду.* Иккиләмчи долқунларниң айлинип өтүдиған фронти нәтиҗилигүчи долқунниң фронти болуп санилиду *(76-сүр.)*.

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

IV. Йоруқ долқунлириниң интерференциясини байқашқа беғишланған Т. Юнг тәҗрибиси

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 йолларниң 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.

V. Йоруқлинишниң максимум вә минимум шәртлири

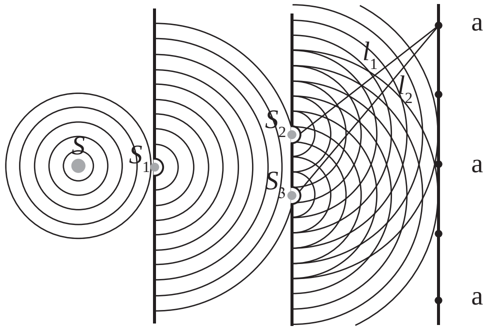
Йоруқ долқунлириниң интерференциясиниң максимум вә минимум шәртлири механикилиқ долқунларникигә охшайду.

Йоруқлинишниң максимум шәрти, бирхил муһитта когерентлиқ шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими долқун узунлиғиниң пүтүн саниға тәң болған жағдийда байқилиду. $\Delta l = k\lambda$, (5)

буниңдики $\Delta l = l_2 - l_1$ – шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими, λ – долқун узунлиғи, $k = 0, 1, 2, 3\ldots$ Мундақ тәвринишләрниң фазилар айрмиси 2π тәң.

Йоруқлинишниң минимум шәрти бирхил муһитта когерентлиқ шолиларниң тарилиш йоллириниң айрими йерим долқун узунлиғиниң тақ саниға тәң болған жағдайда байқилиду. $\Delta l = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$. (6)

Бундақ тәвринишләрниң фазилар айримиси минимали π тәң.



77-сүрәт. *Йоруқ долқунлириниң интерференциясини байқашқа беғишланған Т. Юнг тәжрибиси*

Жавави қандақ?

Немишкә имарәттә иккинчи йоруқ мәнбәсини қошқанда йоруқландурушниң максимуми билән минимуми байқалмайду, йоруқландуруш барлиқ бошлуқта күчийиду?

Жавави қандақ?

Т. Юнгниң йоруқниң интерференциясини байқаш тәжрибисини (77-сүр.) йоруқниң дифракциясиға мисал боламду?

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 $4 \cdot 1^{14}$ Гц билән $7{,}5 \cdot 1^{14}$ 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 узунлиғи $l = ct \approx 3 \cdot 1^{8}$ м/сек $\cdot$ 10 $\cdot$ 1^{-9} сек = 3 м йетиду, цуглар арисидики фазилар әркин мәнаға егә болиду.

Томас Юнг (1773–1829) – инглиз физиги, механик, дохтур, астроном вә шәриқ тонуғучи, йоруқ нәзәрийәсини салғучилириниң бири. Бала чеғидин алаһидә қабилийәтлири билән көзгә чүшкән, феноменаллиқ әстә сақлаш қабилийитигә егә, икки йешида һәрип тонуп, 14 йешида дифференциаллиқ һесаплашлар билән тонушқан. Униң әмгәклириниң әң муһим йөнилиши – оптика, механика, көрүш физиологияси. Юнг дәсләп болуп долқунларниң суперпозицияси мәсилилирини қараштурған, кейин мошу мәсилиләрни тәкшүрәш вақтида у интерференция принципини ачқан. У йоруқ долқунининң узунлиғини ениқлашқа беғишланған тәжрибиләрни биринчи болуп тәсвирлиди. Йоруқ долқунлириниң тоғрисиға тарилидиғини тоғрилиқ гипотеза ясиди, һәр түрлүк рәңләрни көрүш нәзәрийәсини тәклип қилди.

Өз тәҗрибәңлар

1. Җисимларни вә өлчәмлири аз төшүкләрни экрандин бир нәччә арилиқта орунлаштуруп (78-сүр), уларда:
   – шардин вә төшүкләрдин йоруқ вә қараңғу төңгиләрни *(78 а, ә-сүр)*;
   – инчик стержень вә йочуқлардин йоруқ вә қараңғу йолларни *(78 б, в-сүр)* елиңлар.

   монохроматлиқ йоруқ мәнбәсини қоллиниңлар.
2. Тосалғу билән экранниң арилиғини өзгәртип, шар (стержень) көләңкисиниң мәркизидә ақ дағниң, кичик төшүктин елинған йоруқ дағниң мәркизидә қараңғу дағниң пәйда болишиға қол йәткүзиңлар.

Җавави қандақ?

1. Тосалғуларниң өлчәмлири аз болғанда, немишкә көләңкиниң оттурисида йоруқ рәңлик дағ (йол) пәйда болиду? 2. Немишкә төшүк кичик болғанда, экрандики дағниң оттура бөлүгидә қара рәңлик дағ пәйда болиду? 3. Немишкә тосалғуларниң өлчәмлирини ашурғанда йоллар йоқайду?

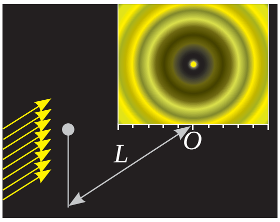
VI. Йоруқниң дифракцияси

Геометриялик оптикиға асаслинип йоруқ шолилириниң диаметри *d төшүкләрдин өтүши нәтиҗисидә экранда диаметри D (79-сүр.) йоруқ, йоған дағ пәйда болиду.*

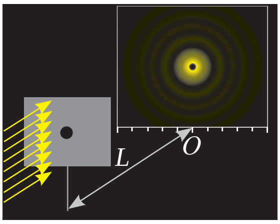
Төшүкниң *d* диаметрини азайтип, экранғичә *l* арилиқни ашурсақ, сүрәт өзгириду. У нөвәтлишип орунлашқан йоруқ вә қараңғу төңгиләрдин ибарәт, төңгиләр мәркизидә йоруқ яки қараңғу дағлириниң болуши мүмкин (*78 а, ә сүр.*).

> ***Йоруқниң дифракцияси* – бу йоруқниң өлчәмлири кичик тосалғуларни айлинип өтүши вә униң геометриялик көләңкә облусиға чүшишидур.**

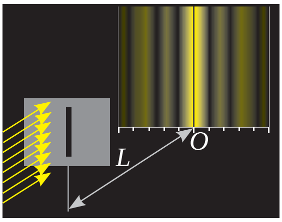
Йоруқ дифракциясиниң икки түри бар: қошулидиған шолилардики Френель дифракцияси, параллель шолилардики Фраунгофер дифракцияси.



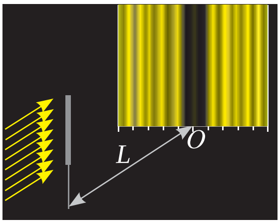
а) Шарик



ә) дүгләк төшүк



б) йочуқ

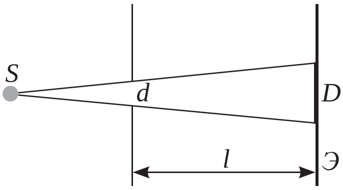


в) инчик стержень

***78-сүрәт.** Йоруқниң максимуми билән минимуминиң экранда тарилиши*

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 оқиту» 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.



***79-сүрәт.** Дүгләк төшүкни йоруқландурғанда экранда йоруқ дағниң пәйда болуши*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Икки когерентлиқ мәнбәдин чапсанлиқлири $5 \cdot 10^{14}$ Гц болидиған йоруқ долқунлири чиқирилиду. Тарилиш йоллириниң айрими 1,5 мкм болидиған чекиттә йоруқниң күчийиши яки күчсизлиниши боламду?

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц $\Delta l = 1{,}5$ мкм	$1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м	Когерентлиқ долқунларниң тарилиш йоллириниң айримиға қанчилик долқун узунлиғи патидиғанлиғини ениқлайлуқ: $\Delta l = k\lambda$ (1), бунiңдики $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$ (2).
k – ?		

Мошу (1) вә (2) ипадиләрдин келип чиқиду: $k = \dfrac{\Delta l \nu}{c}$; $k = \dfrac{1{,}5 \cdot 10^{-6}\,\text{м} \cdot 5 \cdot 10^{14}\,\text{Гц}}{3 \cdot 10^{8}\,\text{м/сек}} = 2{,}5$.

Долқунларниң тарилиш нәтиҗисидә тақ сан – 5 йерим узунлуқтики долқун узунлиғи патидиғанлиғи ениқлиниду.
Җавави: толуқ өчүш байқилиду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ һадисини интерференция дәп атайду?
2. Қандақ шәртләрдә мустәһкәм интерференциялиқ көрүнүш байқилиду?
3. Қандақ шәртләр орунланғанда йоруқлинишниң максимум вә минимум шәртлири байқилиду?
4. Қандақ һадисини дифракция дәп атайду?
5. Қандақ шәртләр орунланғанда дифракция байқилиду?

Көнүкмә 12

1. Икки интерференциялинидиған оптикилиқ долқунларниң тарилиш йолиниң айрими $0{,}2\lambda$ тәң. Фазилар айримини ениқлап, уни градус билән йезиңлар.
2. Когерентлиқ мәнбәләрдин чиқидиған икки долқунниң тарилиш йоллириниң айрими $0{,}5\lambda$ болиду. Долқунларниң тарилиш йоллириниң айримиға мувапиқ келидиған тәврiниш фазиларниң айримини ениқлаңлар.
3. Тәврiнишләрниң күчийиши орун алидиған бошлуқниң қандақту бир чекитидә когерентлиқ мәнбәләрдин тарилидиған долқунларниң фазилири айриминиң минимум мәнасини ениқлаңлар.
4. Долқунларниң қәвәтлишиши нәтиҗисидә уларниң максимал күчсизлиниши байқилидиған әвришим муһитниң чекитлиригичә болған икки когерентлиқ долқунларниң минимал тарилиш йоллириниң айримини ениқлаңлар. Долқун мәнбәлири 0,4 кГц чапсанлиқ билән бирдәк фазида тәвриниду. Долқунниң берилгән муһитта тарилиш илдамлиғи 240 м/сек.
5. Икки когерентлиқ долқунниң берилгән муһитниң биринчи долқун мәнбәсидин 16 м вә иккинчисидин 31 м арилиқта орунлашқан чекитидики интерференция нәтиҗисини ениқлаңлар. Долқун мәнбәлири 20 м/сек период билән бирдәк фазида тәвриниду. Долқунниң тәврiниш илдамлиғи 1,5 км/сек.

§ 13. Дифракциялиқ решетка

Кутилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

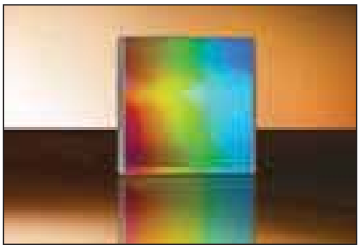
- *йоруқниң долқун узунлиғини дифракциялиқ решеткиниң ярдими билән ениқлашни үгинисиләр.*

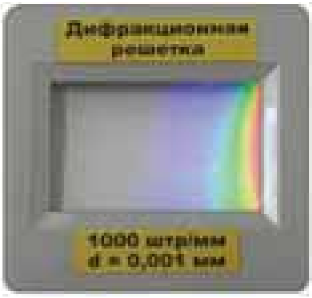
I. Дифракциялиқ решетка

Сүзүк вә қайтарғучи дифракциялиқ решеткилар бар (80-сүр.). Бир өлчәмлик дифракциялиқ решеткиниң кәңликлири бирдәк вә бир-биригә параллель орунлашқан, кәңликлири бирдәк рәңсиз арилиқлар билән бөлүнгән экрандики йочуқларниң N санидин туридиған системини бериду.

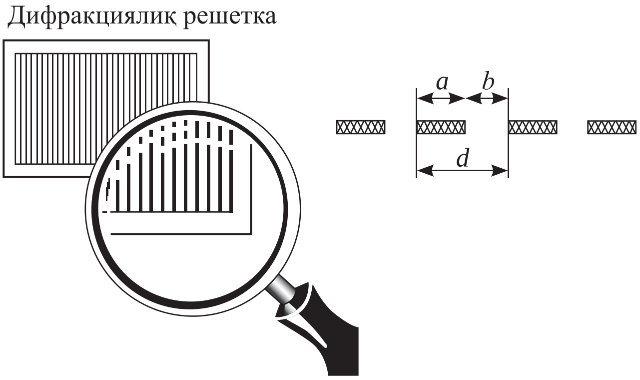
Мәхсус бөлгүч машина әйнәк пластинида бир-биридин бирдәк арилиқларда орунлашқан сүзүк әмәс параллель штрихлар бәлгүлиниду, уларниң 1мм сани 100 000 йетиду. Әсвапниң сапасини a сүзүк әмәс йочуқлар кәңлиги билән бәлгүләнгән штрихларниң b кәңлигиниң қошундисиға тәң решеткиниң турақлиғи d, ениқлайду *(81-сүр.)*:

$$d = a + b. \qquad (1)$$





80-сүрәт. *Сүзүк вә қайтарғучи дифракциялиқ решеткилар*



81-сүрәт. *Сүзүк дифракциялиқ решеткидики штрихлар*

Әйнәк пластинисиниң кәңлиги L вә бәлгүләнгән йоллар саниниң N мәнаси бәлгүлүк болғанда дифракциялиқ решеткиниң d турақлиғини яки периодини төвәндики формула бойичә ениқлайду:

$$d = \frac{L}{N}. \qquad (2)$$

Қайтарғучи дифракциялиқ решеткиларда йоллар пақиртилған металл пластиниға кәскүчи билән бәлгүлиниду.

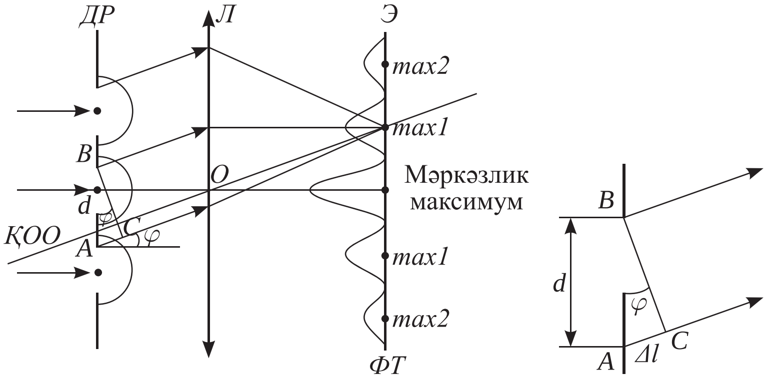
Дифракциялиқ решетка сүзүк әмәс арилиқлар билән бөлүнгән инчикә йочуқларниң жиғиндисидур.

II. 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 (82 *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 *ΔАВС*-дин хошна икки йочуқлардин өтүдиған шолиларниң тарилиш йоллирини ениқлаймиз *(82 ә-сүр)*:

$$\Delta l = d \quad \varphi, \qquad (3)$$



а) *ә)*

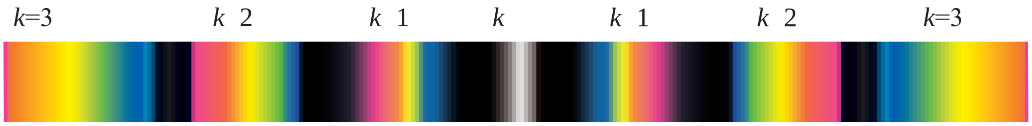
82-сүрәт. *Дифракциялиқ решетка (ДР): а) ДР арқилиқ өткән шолиларниң тарилиш йоллири; б) тарилиш йоллириниң айрими*

буниңдики φ − йоруқ шолилириниң решетка тәкшилигигә чүшүрилгән перпендикуляридин чәтнәш булуңи. Әгәр шолиларниң тарилиш йоллириниң айримиси долқун узунлиғиниң пүтүн саниға тәң болса, у чағда экранда йоруқландурушниң максимуми байқилиду, төвәндики нисбәтлик орунлиниду:

$$d \quad \varphi = k\lambda, \qquad (4)$$

буниңдики k − дифракциялиқ максимум рети.

Елинған тәңлимидин һәр түрлүк долқун узунлуқлири үчүн максимум шәрти дифракциялиқ булуңниң бәлгүлүк бир мәнасида орунлинидиғанлиғи келип чиқиду. Долқун узунлиғи қанчә узун болса, чәтнәш булуңи шунчә чоң (137-сүр). Дифракциялиқ решеткини ақ йоруқ билән йоруқландурғанда йоруқландуруш максимумлири экранда гүлнәпшә рәңдин қизил рәңгичә һәрхил рәңләргә бойилиду, мәркәзлик максимум ақ болуп қалиду. Йоруқниң интенсивлиғи спектр рети өскәндә төвәнләйду (83-сүр.).



83-сүрәт. *Дифракциялиқ решеткини ақ йоруқ билән йоруқландурғандики дифракциялиқ спектири*

Җавави қандақ?

1. *Әгәр решеткиниң турақлиғини өзгәртмәй, решеткиниң штрихлириниң умумий санини ашурса, дифракциялик мәнзирә қандақ өзгириду?*
2. *Дифракциялик решетка спектрниң әң көп ретини қандақ ениқлайду?*
3. *Решеткидин экранни жирақлатқанда дифракциялик мәнзирә қандақ өзгириду?*
4. *Немишкә дифракциялик решеткидики штрихлар бир-биригә йеқин орунлишиши керәк?*

Бу қизиқ!

1. Аддий қайтарғучи дифракциялик решетка болуп компакт-диск тепилиду (84-сүр.). Дискиниң бетигә спираль бойичә чүшидиған йоруқни чачиритидиған 0,5 мкм қелинлиқ билән чоңқурлуқ селиниду. Кәңлиги 1,1 мкм бош қәвәт шолиларни қайтуриду. Компакт-диск периоди 1,6 мкм қайтарғучи дифракциялик решетка болуп тепилиду. Дифракциялик решеткиниң башқа мисалиға һәртүрлүк голограммилар ятиду.

84-сүрәт.

2. Сапалиқ дифракциялик решеткини елиш үчүн тәйярлиқ вақтида интайин жуқури дәлликни сақлаш керәк. Кам дегәндә бир штрихни яки йочуқни әгир сизиш буюмларни бирдин ярамсизлиққа чиқириду. Тәйярлаш җәрияни үчүн алмаз кәскүчилири бар вә мәхсус массив фундаментқа бәкүтилгән алаһидә бөлгүч машина қоллинилиду. Решеткиларни кесиш җәрияни башланғичә бу әсвап барлиқ түгинләрни турақландуруш үчүн бош режимда 5-тин 20 саатқичә иш ишләйду. Һәрбир штрихниң йезилишиға 3 сек вақит кетишигә қаримасти, бир дифракциялик решеткини ясашқа 7 сутка вақит кетиду.
3. Дифракциялик решетка спектроскопиядики муһим вә тепилмайдиған әсвап болуп тепилиду, шуниң үчүн униң ярдими билән, мәсилән жирақ юлтузниң химиялик тәркивини билишкә болиду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Дифракциялик решетка дегинимиз немә?
2. Дифракциялик решеткиниң қандақ түрлири бар?
3. «Турақлиқ решетка» дегинимиз немә?
4. Дифракциялик решетка үчүн максимум шәртини көрситиңлар.

Көнүкмә 13

1. Турақлиғи 0,004 мм дифракциялик решетка, долқун узунлиғи 687 нм йоруқ билән йоруқландурилди. Иккинчи рәтлик спектрниң тәсвирини көрүш үчүн решеткиға қандақ булуң ясап байқашни жүргүзүш керәк?

2. Дифракциялиқ решетка экранға 0,7 м ариликта параллель орунлашқан. Мошу дифракциялиқ решеткиниң 1 мм үчүн штрихлар санини ениқлаңлар. Долқун узунлиғи 430 нм йоруқ дәстисиниң адәттикидәк чүшиши вақтида экрандики биринчи дифракциялиқ максимум мәркәзлик ақ йолдин 3 см ариликта орунлишиду. $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi$ дәп елиңлар.
3. Йоруқ решеткисиға адәттикидәк чүшидиған долқун узунлиғини ениқлаңлар. Униң үчүн дифракциялиқ спектрдики төртинчи рәтлик максимумиға мувапиқ келидиған линия, долқун узунлиғи $\lambda = 440$ нм йоруқ үчүн бәшинчи рәтлик максимумиға мувапиқ келидиған линияға мувапиқ келиду.
4. Әгәр дифракциялиқ решеткиниң турақлиғи $d = 2$ мкм болса, долқун узунлиғи $\lambda = 589$ нм сериқ 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 ариликтарда. Дифракциялиқ решеткидин экранғичә болған арилиқ $L = 0{,}5$ м.

Експериментал тапшурма

Капрон материалида, компакт-дискида елинған дифракциялиқ мәнзириләрни байқаңлар. Компакт-диск дифракциялиқ торниң қандақ түригә ятиду?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтиярицларчә):

1. Дифракциялиқ спектрограф, спектроскоп, спектрометр қурулғилири вә уларниң иш ишләш принципи.
2. Икки өлчәмлик вә бошлуқлиқ дифракциялиқ решеткилар.

§ 14. Йоруқниң поляризацияси

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *йоруқниң поляризациясини эксперимент арқилиқ тәкшүрәшни үгинисиләр.*

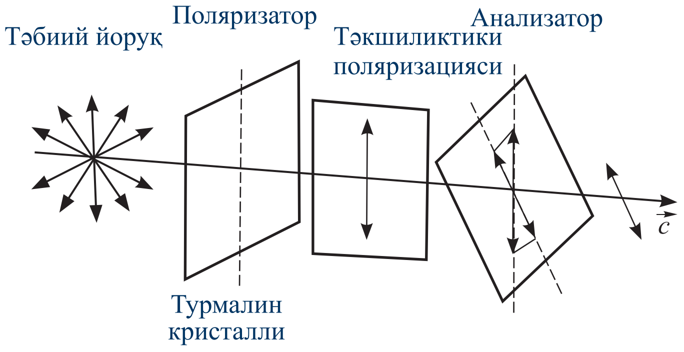
Инавәткә елиңлар

Т. Юнг вә О. Френель узақ вақит бойи йоруқ долқунлирини бизни қоршиған бошлуқта вә җисимлардин өтүдиған әвришимлик эфирда тарилидиған тавуш долқунлири охшаш бойлуқ тәвринидиған долқунлар дәп һесаплиди.

I. Йоруқниң поляризацияси

Поляризация һадисиси дәсләп йоруқ шолилири дәстисиниң турмалин пластинисидин өтүши вақтида байқалди. *Турмалин – бир оқлуқ оптикилиқ анизотропияси алаһидә билиндиған қизил, көк яки йешил рәңдики сүзүк кристалл (85-сүр.).* Жүргүзүлгән тәҗрибиләрдә пластиниң қирлири мошу оққа параллель. Йоруқниң тарилиш йөнилишигә перпендикуляр тәкшиликтә бир пластиниң айлиниши униң интенсивлиғиға тәсир қилмайду *(86-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 толиғи билән жутиду.

85-сүрәт. *Турмалин кристалли*



86-сүрәт. *Йоруқниң поляризацияси*

Йоруқни тоғрисиға тәвринидиған долқун дәп қараштуруп, поляризация һадисини чүшәндүрүшкә болиду.

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 тәвриниш кристалл оқи бойи билән орунлинидиған болса, у чағда поляризацияләнгән йоруқ тәвринишиниң амплитудиси билән интенсивлиғи өзгәрмәйду. Иккинчи пластинини биринчи пластиниға нисбәттән α булуңға айландурғанда күчинишликниң тәвриниш 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 пластинисининң айлинишиға бағлиқ болмиғанлиқтин, тарилиш йөнилишигә нисбәттән симметриялиқ екәнлигини көрсәтти.

87-сүрәт. *Поляризацияләнгән йоруқ мәнбәси, анализатори, экрани вә йоруқ интенсивлиғини өлчәшкә бегишланған түзилмиси бар оптикилиқ үстәл*

Өз тәжрибәңлар

Оптикилиқ үстәлни пайдилинип, поляризатор вә анализатор билән тәжрибә жүргүзүңлар *(87-сүр.)*. Анализатор вә поляризатор оқлирининң бир-биригә нисбәтән айлиниш булуңидин қариғанда экраннинң йоруқлиниши қандақ өзгириду?

Җавави қандақ?

Немишкә тоғра долқунлар поляризацияләнмәйду?

II. Поляризаторлар билән поляроидлар

Поляризатор – бу толуқ яки йерим поляризацияләнгән йоруқ елишқа бегишланған түзүлмә. Поляризация хусусийәтлири бир йөнилишкә бәт алған узун молекулилири бар полимерлиқ пленкиларда, оптикилиқ анизотропиялиқ хусусийәтлиригә егә турмалин кристаллиридин, исландлиқ шапттин, кварцтин туридиған призмиларда вә пластинкиларда байқилиду. *Нәм билән механикилиқ бузулушлардин қорғаш үчүн икки сүзүк пластинилар арисиға чапланған неппиз поляризацияләнгән пленкини поляроид дәп атайду.*

Йоруқнинң 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 фарилирининң йоруқлиғинининң тәсирини йоқитиш үчүн қоллинилиду. Поляризация һадисисини қоллинип, йоруқ шолилирининң интенсивлиғини аста рәтләшкә болиду. Икки поляризатор йоруқландуруш интенсивлиғини 100 000 һәссигә аста өзгәртиш мүмкинчилигини бериду.

III. Поляризаторларнинң қоллинилиши

Поляризацияләнгән йоруқни силиқ бәтләрдин қайтқан йоруқни өчүрүш үчүн қоллинилиду. *Поляроидлиқ күн көз әйнәклирининң* ясилиши мошу принципқа асасланған. Поляризацияләнмигән тәбиий йоруқ су амбирининң бетигә чүшкәндә, унинң бир қисими әйнәклик қайтиду вә поляризациялиниду.

88-сүрәт. *Фото вә видеоға чүширишкә бегишланған поляризацияләнгән сүзгиләр*

Қайтқан йоруқ су астида орунлашқан жисимларни көрүшкә тосалғулиқ қилиду. Әгәр суға поляризатор арқилиқ қарисақ, у чағда әйнәклик қайтқан йоруқнинң

көп қисими жутулиду, су астидики җисимларниң көрүнүши бираз яхшилиниду *(88-сүр)*. Бу принципни сүрәткә чүшүрүш вақтида қоллинилиду. *Фото вә видеоға чүшүришкә беғишланған поляризацияләнгән сүзгиләр* металлардин башқа қайтарғучи бәтләрдин пақирашлар билән қайтқан шолиларни йоқитиду. Күн очуқ вақтидиму у асманни «қараңғулаштуриду» *(89-сүр)*.

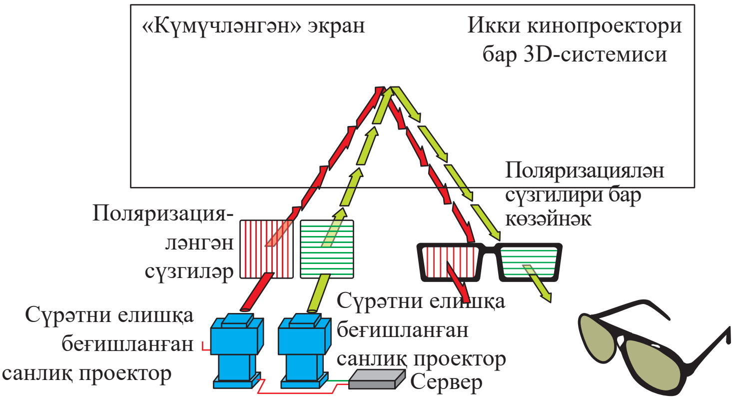
89-сүрәт. *Поляризаторсиз вә поляризатор билән чүширилгән фотосүрәт*

Поляризацияләнгән көзәйнәкләрни һәҗимлик иллюзияләрни беридиған 3D стереокинода қоллинилиду (90-сүр.). Иллюзия асасида оң вә сол көзләрниң көрүш булуңлириға мувапиқ келидиған һәр түрлүк булуңлар билән чүшүрилгән икки сүрәт – стереоҗүпләп ятиду. Уларни Һәрбир көз өзигә беғишланған сүрәтни көрүш үчүнла караштуриду. Сол көзгә беғишланған сүрәтни өткүзгичниң вертикаль оқи бар поляроид арқилиқ экранға проекцияләйду, оң көз көрүш үчүн өткүзгичниң горизонталь оқи бар поляроид арқилиқ экранға проекцияләйду, уларни экранда бириктүриду (91-сүр). Стереоскопиялиқ телевидения үчүн көзәйнәк әйнәклирини қараңғулутушниң чапсан новәтлишиши, экрандики сүрәтниң синхронлуқ түрдә алмишиш усули қоллинилиду. Көрүш инерция нәтиҗисидә һәҗимлиқ 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.

90-сүрәт. *Поляроидлиқ көзәйнәкләрдә һәҗимлик көрүниш иллюзияси*

Җавави қандақ?

1. *Һәҗимлик 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. *Һәҗимлик көрүнишни елишниң берилгән усулиниң қандақ камчилиқлири бар?*
5. *Немишкә экрандики кадрларниң авушуш илдамлиғи икки һәссә өсүп, секундиға 48 кадрға йетиду?*



91-сүрәт. *Поляризацияләнгән сүзгиләрни қоллинип, 3D-сүритини қуруш принципи*

Тапшурма

91-сүрәтни қараңлар. Икки кинопроектори бар 3D-системисиниң 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 14

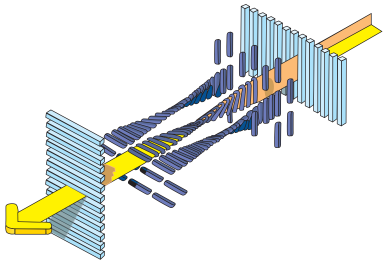
1. Су бетидин қайтқан йоруқ йерим поляризацияләнгән. Поляроид арқилиқ униңға көз йәткүзүшкә болиду?
2. Йоруқни толуқ өчүридиғанға йөнәлгән икки поляроидқа тәбиий йоруқ чүшиду. Уларниң арисиға үчинчи поляроидни орунлаштурса немә байқилиду?
3. Әгәр анализатор оқи поляризатор оқи билән $\alpha = 45°$ түзисә, 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

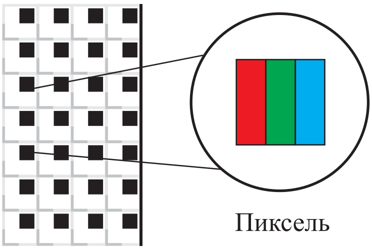
Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Көзниң поляризацияләнгән микроскопияси.
2. Йоруқ поляризациясиниң машина ясаш вә қурулуш саһасида қоллинилиши.

Суюқ кристаллиқ экран

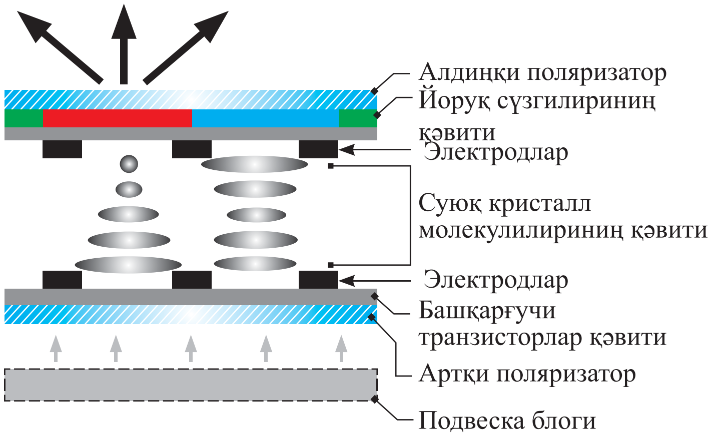
Суюқ кристаллиқ экранда икки поляризаторни уларниң арисидин йоруқ өтүдиғандәк өзара перпендикуляр жайлаштурди. Поляризаторлар арисиға суюқ кристалл жайлаштурди (92-сүр). Суюқ кристаллдики молекулилар кристаллиқ решетка билән бәкитилмигән вә электр мәйданиниң тәсиридин айлиниши мумкин. шуниң билән биллә кристалл молекулилири еник түзүлимгә бириккән, улар қәвәтләр түридә орунлишиду, һәр қәвәт алдинқи қәвәткә нисбәттән бурилиду. Молекулиларниң бурилған қәвәтлири өтүдиған йоруқ поляризациясиниң йөнилишини өзгәртиду. Суюқ кристаллиқ дисплейларда 90° бурулған курулимлар қоллинилиду. Молекулилар йоруқ поляризациясиниң йөнилишини 90°-қа өзгәртиду, у толуқ иккинчи поляризацияләнгән фильтр арқилиқ өтүду. Поларизаторларниң икки тәрипидә орунлашқан электродларға берилидиған күчиниш тәсиридин суюқ кристаллиридик молекулиларниң орни өзгириду. Поляризацияләнгән йоруқ үч рәңлик ячейка – пиксельдин туридиған сүзгигә чүшиду (93-сүр). Күчинишкә бағлиқ қарап һәрбир рәң өз алдиға өзиниң сүзүклигини өзгәртәләйду, көк, қизил вә йешил рәңлириниң бирлишишидин экранда һәр түрлүк рәңлик сүрәтләр елиниду.



92-сүрәт. *Икки поляризатор арисидики суюқ кристалл молекулилири*



93-сүрәт. *Йоруқ сүзгүсиниң қурулими*



94-сүрәт. *Суюқ кристаллиқ дисплей түзүлмиси*

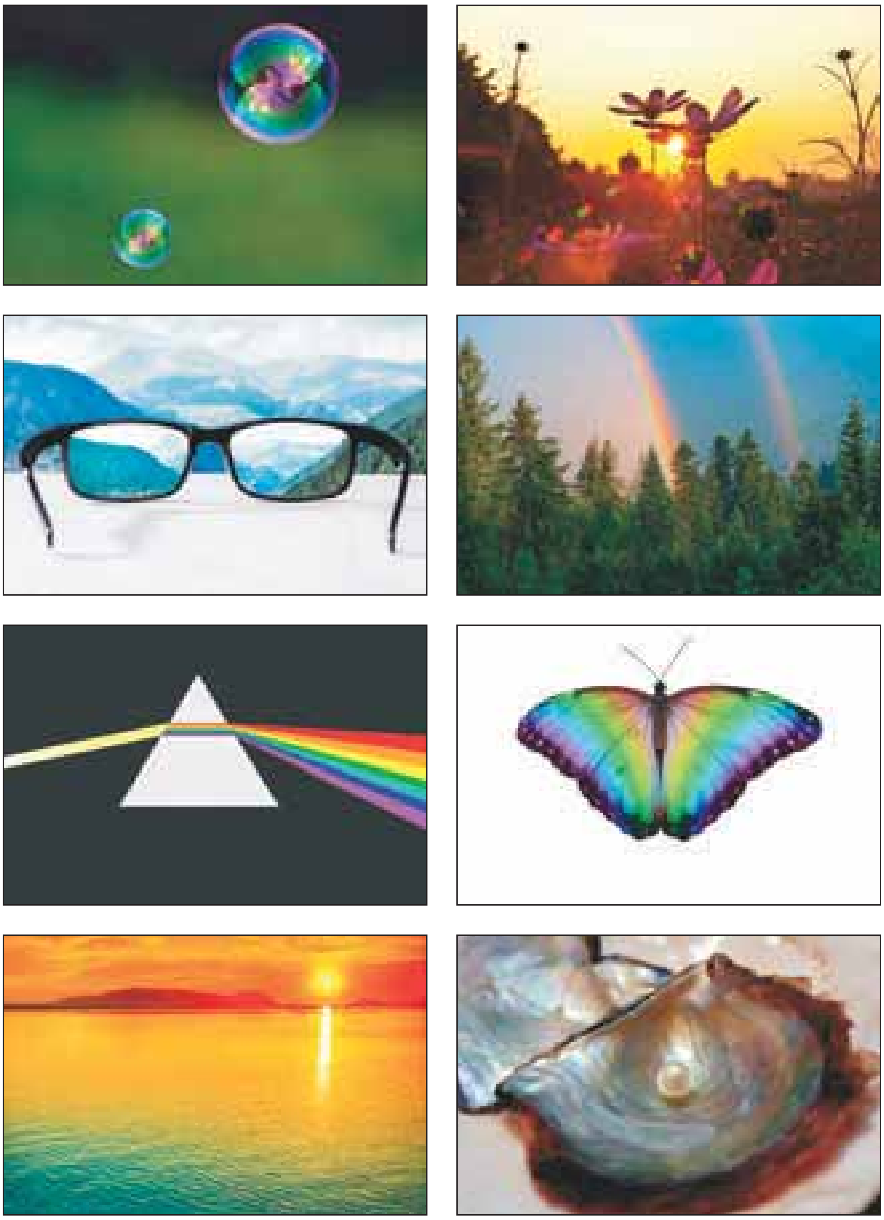
1-тапшурма

94-сүрәттә тәсвирләнгән суюқлук кристали бар дисплей түзүлмисини караштуруңлар. Униң ишләш принципини чүшәдүрүңлар.

Долқунлуқ һадисә

2-тапшурма

1. 95-сүрәттә тәсвирләнгән һадисиләрни атаңлар.
2. Йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлириниң: интерференция, дифракция, поляризация, дисперсияниң тәбиәттә, турмушта, техникида пәйда болуш мәнзирисигә мисаллар кәлтүриңлар.



95-сүрәт.

5-бап йәкүни

Йоруқниң билхил муһиттики интерференцияси	Максимум шәрти $\Delta l = k\lambda$ Минимум шәрти $\Delta l = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$
Решеткидики дифракция	Максимум шәрти $d sin\varphi = k\lambda$ Решетка турақлиғи $d = \dfrac{L}{N}$.
Поляризация	$E = E_{max} \cos\alpha$.

***СИ системисида** физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши*

Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ
Δl	Шолиларниң тарилиш йолиниң айрими	м	L	Решеткиниң кәңлиги	м
k	Пүтүн сан 0, 1, 2 …		N	Штрихлар сани	
λ	Долқун узунлиғи	м	E	Поляризацияләнгән йоруқниң күчинишлиги	В/м
d	Решеткиниң турақлиғи	м	E_a	Поляризацияләнмигән йоруқниң күчинишлиги	В/м
φ	Шолиларниң чәтнәш булуңи	рад, °	α	Поляризаторниң бурулуш булуңи	рад, °

Глоссарий

Дифракция – бу йоруқниң өлчәмлири кичик тосалғуларни айлинип өтүши вә униң геометриялиқ көләңкә облусиға чүшишидур.

Йоруқниң интерференцияси – йоруқ долқунлирини қәвәтләштүргәндә йоруқниң күчийиши вә өчиши.

Когерентлик долқунлар – фазилиқ силҗишлири турақлиқ чапсанлиқлири бирдәк долқунлар

6-БАП

ГЕОМЕТРИЯЛИҚ ОПТИКА

Йоруқ долқунлири яки йоруқ дәп көзгә көрүнидиған йоруқнила әмәс, шуниң билән биллә уларни тәкшүрәш үчүн қоллинилидиған усуллар билән әсвапларниң охшашлиғи нәтиҗисидә инфрақизил вә ультрагүлнәпшә шола чиқиришниң кәң облуслириму чүшинилиду. 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. Илимий тәкшүрәш аппаратурисиниң әң керәклик элементлириниң бири – линза, униңсиз микроскоп, телескоп. спектроскоп, фотоаппарат. проектор болмас еди. 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.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини экспериментлиқ йол билән ениқлашни;
- йоруқ сигналлирини таритишта опто-талчиқлиқ технологияларниң артуқчиликлирини чүшәндүрүшни;
- телескоп, микроскоп вә лупидики шолиниң тарилиш йолини қурушни вә чүшәндүрүшни үгинисиләр.

§ 15. Геометриялиқ оптикиниң қанунлири. Тәкши параллель пластинида сунуши, толуқ ички қайтиш, йоруқ өткәзгүч

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини экспериментлиқ йол билән ениқлашни;*
- *йоруқ сигналлирини таритишта опто-талчиқлиқ технологияләрниң артуқчиликлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

Бу қизиқ!

Йоруқниң сунуш қанунини XVII ә, 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»:

$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\gamma$,

буниңдики n_1, n_2 – муһитларниң абсолют көрсәткүчлири, α – чүшүш булуңи, γ – сунуш булуңи

I. Абсолют вә нисбий сунуш көрсәткүчилири

Сунуш қануни сунушниң абсолютлиқ вә нисбийлик көрсәткүчлири билән бағлиқ. Сунушниң абсолютлиқ көрсәткүчиси муһитниң магнитлиқ вә диэлектрлик өткүрлигигә бағлиқ $n = \sqrt{\varepsilon \cdot \mu}$ (1), у муһитниң йоруқ долқуниниң тарилишиға қаршилиқ көрситиш қабилийитини характерләйду.

Абсолют сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң вакуумда тарилиш илдамлиғи берилгән муһитта тарилиш илдамлиғидин нәччә һәссә ошуқ екәнлигини көрситидиған физикилиқ миқдар.

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

буниңдики n – муһитниң абсолют сунуш көрсәткүчиси, c – вакуумдики йоруқ илдамлиғи, υ – муһиттики йоруқ илдамлиғи. Оптикилиқ зичлиғи төвән муһитта сунуш көрсәткүчиму төвән болиду.

Нисбий сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң биринчи муһиттики тарилиш илдамлиғи иккинчи муһиттики тарилиш илдамлиғиға қариғанда нәччә һәссә ошуқ екәнлигини көрситидиған физикилиқ миқдар.

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}. \qquad (4)$$

Әскә чүшириңлар!

Геометриялиқ оптикиниң қанунлири

Қайтиш қануни:

Чүшүш булуңи қайтиш булуңиға тәң $\angle\alpha = \angle\beta$. Чүшкән шола, қайтқан шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисиға чүшүш чекитидә турғузилған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

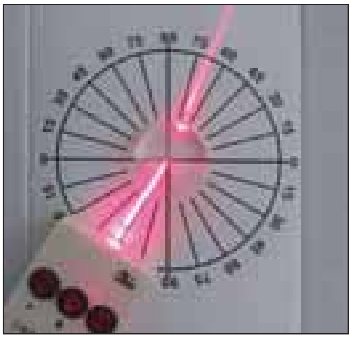
Сунуш қануни:

Икки муһит үчүн чүшүш булуңиниң синусиниң сунуш булуңиниң синусиға болған нисбити турақлиқ миқдар: $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ яки $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1}$. яки $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n_{21}$. (5)

Чүшкән шола, қайтқан шола вә шолиниң икки муһитниң чегарисиға чүшүш чекитидә турғузилған перпендикуляр бир тәкшиликтә ятиду.

Өз тәҗрибәңлар

1. 96-сүрәттә тәсвирләнгән түзилмини жиғиңлар. Әскәртиш: тәҗрибини икки транспортир вә лазерлиқ көрсәткүч арқилиқ жүргүзүшкә болиду.
2. Сунуш қануни пайдилинип, әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаңлар. Һаваниң сунуш көрсәткүчисини $n = 1$ дәп елиңлар.
3. Һәрбир топта елинған нәтиҗиләр бойичә әйнәкниң сунуш көрсәткүчиниң оттура мәнасини ениқлаңлар.
4. Призма әйнәкниң (ишта пайдилинидиған мәһсулат) қандақ сортидин ясалғанлиғини ениқлаңлар.



96-сүрәт. Оптикилиқ диск арқилиқ әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаш

II. Тәкши параллель пластинида сунуши

Қелинлиғи d вә сунуш көрсәткичиси n_2 тәкши параллельлиқ пластиниға сунуш көрсәткүчиси n_1 муһиттин AB шолиси чүшиду (97-сүр.). Шола икки муһитниң чегарисидики B вә C чекитлиридә икки рәт суниду. Биринчи чегара үчүн сунуш қанунини язайлуқ:

$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\gamma_1} = \frac{n_2}{n_1}. \qquad (6)$$

Иккинчи муһитниң чегарисида сунуш қануни төвәндикичә йезилиду:

$$\frac{\sin\alpha_2}{\sin\gamma_2} = \frac{n_1}{n_2}. \qquad (7)$$

(6) вә (7) формулилиридин төвәндики ипадини тапимиз:

$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\gamma_1} = \frac{\sin\gamma_2}{\sin\alpha_2}. \qquad (8)$$

γ_1 вә α_2 булуңлири түзүлиши бойичә ички айқаш булуңлар охшаш өзара тәң. Булуңларниң тәңлигини етиварға елип, (8) ипадидин алимиз:

$$\alpha_1 = \gamma_2, \qquad (9)$$

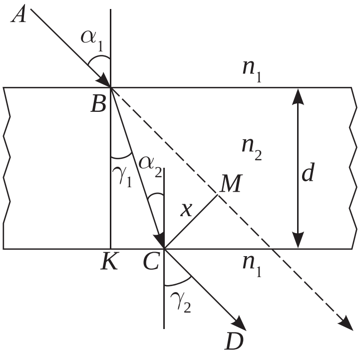
демәк, AB вә CD шолилири параллель.

Тәкши параллельлиқ пластина йоруқ шолисиниң тарилиш йөнилишини өзгәртмәй уни силҗитиду.

x шолисиниң силҗишини пластина қелинлиғи арқилиқ ипадиләйлуқ. У үчүн тикбулуңлуқ ΔBKC вә ΔBCM үчбулуңлуқлирини қараштуримиз, улардики BC кесиндиси гипотенуза болуп тепилиду. Үчбулуңлуқниң тәрәплири билән булуңлириниң нисбитиниң асасида ΔBKC үчбулуңлиғидин язимиз:

Өз тәҗрибәңлар

Шола йөнилишини қариму-қарши йөнилишкә өзгәртиңлар (96-сүр.). Булуңниң қандақ мәнасида сунған шола йоқап кетидиғанлиғини ениқлаңлар. Тәҗрибә нәтиҗиси бойичә әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини ениқлаңлар.



97-сүрәт. Тәкши параллель пластинидики шолиларниң тарилиш йоли

1-тапшурма

Тәкши параллель пластинида шолиниң силҗишини қоллинишқа мисал кәлтүрүңлар. Шолиниң силҗишини тәҗрибидә қоллинишқа бағлинишлиқ тәклипләрни ейтиңлар.

$$BC = \frac{d}{\cos\gamma_1}, \quad (10)$$

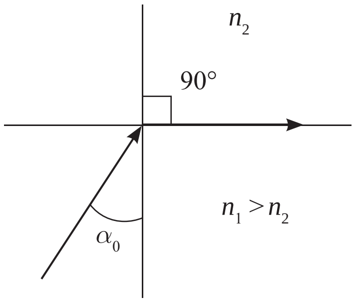
ΔBCM *үчбулуңидин*:

$$BC = \frac{x}{\sin(\alpha_1 - \gamma_1)}. \quad (11)$$

(10) вә (11) тәңликләрни етиварға елип, шолиниң силҗишини ипадиләймиз:

$$x = \frac{d\sin(\alpha_1 - \gamma_1)}{\cos\gamma_1}. \quad (12)$$

Мошу тәңликтин пластина қелинлиғи қанчә көп болса, шолиниң силҗишиму көп болидиғанлиғини байқаймиз.



***98-сүрәт.** Йоруқниң толуқ қайтиши*

III. Йоруқниң толуқ ички қайтиши

Әгәр йоруқ шолиси оптикилиқ зичлиғи жуқурқи муһиттин зичлиғи төвән муһитқа йөнәлсә, у чағад сунуш булуңи чүшүш булуңидин чоң. 90° тәң сунуш булуңиниң әң көп мәнасиға α_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 *(98-сүр)*.

Чәклик булуңи үчүн сунуш қанунини төвәндики түргә келиду:

$$\frac{\sin\alpha_0}{\sin 90°} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (13)$$

2-тапшурма

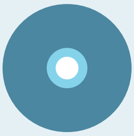
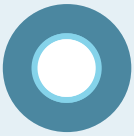
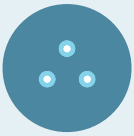
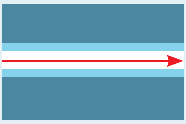
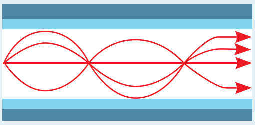
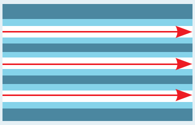
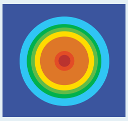
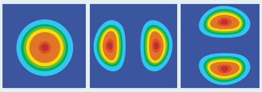
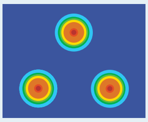
1. Чөлләрдә миражниң пәйда болушиниң сәвәвини чүшәндүрүңлар (99-сүр.).
2. Чөлдики мираж үчүн йоруқ шолилириниң тарилиш йоллирини тәсвирләңлар.

***99-сүрәт.** Чөлдики мираж*

3-тапшурма

«Оптикилиқ кабельларниң түрлири» жәдвалини қараштуруңлар. Уларниң түзүлишидики, йоруқ сигналиниң өтүшидики, елинған сигналниң түри билән сапасидики асасий пәриқлирини атаңлар. Қайсу кабель әхбаратни көпирәк өзгәртиду?

4-жәдвал. *Оптикилиқ кабельларниң түрлири*

Бир талчиқдиқ, диаметри 125 мкм	Көп модалиқ, диаметри125 мкм	Көп талчиқлиқ, диаметри 125 мкм
		
Оптоталчиқлиқ кабельларда сигналларниң тарилиши		
		
Елинған сигналниң сапаси		
		

Елинған тәңликтин, толуқ ички қайтишниң чәклик булуңи иккинчи муһит вакуум яки һава болған шараитта муһитниң сунуш көрсәткүчиси билән ениқлинидиғини келип чиқиду:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}. \qquad (14)$$

IV. Йоруқ өткәзгүч. 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 долқуниниң

Жавави қандақ?

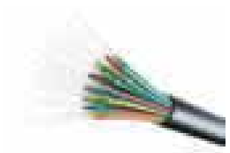
1. *Немишкә күнниң иссиқ вақтида машина жүргүзгүчилири қизған асфальтта йеқинлиғанда жүтип кетидиған «көлчәкләрни» көриду?*
2. *Немишкә үзгүчи өзиниң йенидики су астини көрәләйду, қандақту бир жирақлиқтики су астини көрәлмәйду?*

узунлиғи талчиқ материалиниң максимал сүзүклигини вә фотодиодларниң жуқурқи сәзгүчлүгини етиварға елип талланған. Оптикилиқ тараткучилар долқун узунлиғи 850, 1300 вә 1550 нм болған инфрақизил шолилириниң диапазонида иш ишләйду.

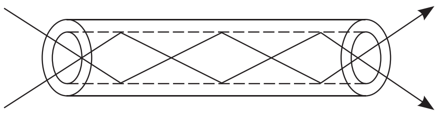
Оптикилиқ қобул қилғучи йоруқ сигналини дәсләпки электр сигналиниң көчәрмисигә түрләндүриду. Оптикилиқ қобул қилғучиниң сәзгүч элементи ретидә фотодиод қоллиниду.

Йоруқ өткәзгүч (оптоталчиқлиқ кабель) – йоруқниң бәлгүлүк бир йөнилиши бойичә тарилишини тәминләйдиған йепиқ түзүлмә.

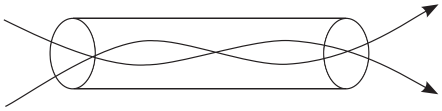
Оптоталчиқлиқ кабель сунуш көрсәткүчлири радиус бойи билән пәйдин-пәй яки аста өзгиридиған бир яки бир нәччә әйнәк талчиқлиридин туриду *(100 а-сүр)*. Сунуш көрчәткүчисиниң пәйдин-пәй профильлиқ талчиғи сердцевинидин туриду, сердцевина сунуш көрсәткүчиси интайин төвән әйнәк қәвәт билән оралған, оптикилиқ чиқими төвән әйнәктин ясалған *(100 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 *(100 б-сүр.)*.



а)



ә)



б)

100-сүрәт. *Оптоталчиқ арқилиқ йоруқниң тарилиши: а) Оптоталчиқлиқ кабель ә) Сунуш көрсәткүчисиниң пәйдин-пәй профили б) сунуш көрсәткүчисиниң асту 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 арилиқларда жуқурқи өткәзгүчлик қабилийәткә егә. Бир талчиқлиқ кабельлар көпинчә узақ жирақлиқларда орунлашқан чоң телекоммуникациялиқ системилирида қоллиниду.

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)?*

Оптикилиқ кабельларниң аддий симлар билән кабельларға қариғанда бир қатар артуқчилиқлири бар:

– көп мөлчәрдики әхбаратни жуқурқи илдамлиқ билән таритиду;
– өткәзгүчлүк қабилийити бирдәк мис симлириға қариғанда инчик вә йеник;
– сиртқи тәсирләрдин зәхимләнмәйду (чақмақ разрядлириниму караштурғанда);
– коррозияни пәйда қилидиған агрессивлиқ химиялиқ маддилар билән тәсирләшмәйду;
– электр токини өткәзмәйду, жуқурқи вольтлиқ электр әсваплири билән бағлиништа болалайду, җөндәш ишлири вақтида электр токи урушиниң хәтәрлиги йоқ;
– өзиниң әтрапида электромагнитлиқ шолиларни чиқармайду;
– тарилиштики әхбаратниң бехәтәрлигини тәминләйду, кабельға рухсәтсиз қошулишни ениқлаш оңай.

Бу қизиқ!

Һазирқи вақитта узақ ариликларға 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.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Сунуш көрсәткүчиси 1,25 болидиған суюқлуққа чөкүрилгән әйнәк үчүн толуқ қайтишниң чәтлик булуңи 30°. Әйнәктики йоруқ илдамлиғини ениқлаңлар.

Берилди:
$n_2 = 1{,}25$
$\alpha = 30°$
$\gamma = 90°$

$\upsilon - ?$

Йешилиши:

Сунуш қануни бойичә: $\dfrac{\sin\alpha_0}{\sin\gamma} = \dfrac{n_2}{n_1}$ әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини тапимиз $n_1 = \dfrac{n_2 \sin\gamma}{\sin\alpha_0}$;

$$n_1 = \frac{1,25\sin 90°}{\sin 30°} = \frac{1,25\cdot 1}{0,5} = 2,5.$$

Әйнәктики йоруқ илдамлиғи $\upsilon = \dfrac{c}{n_1}$; $\upsilon = \dfrac{3\cdot 10^8 \text{м/с}}{2,5} = 1,2\cdot 10^8 \text{м/с}$.

Җавави: $\upsilon = 1{,}2 \cdot 10$ м/сек.

Тәкшүрүш соаллири

1. Тәкши параллель пластинидин өткәндә шолиға немә болиду?
2. Йоруқниң сунуш қанунининиң мәнаси немидә?
3. Абсолют сунуш көрсәткүчиси дегинимиз немә? Нисбий сунуш көрсәткүчиси дегинимиз немә?

4. Қандақ шараитләрдә йоруқниң толуқ ички қайтиши орунлиниду? Бу һадисә қандақ қоллинишқа егә болди?
5. Йоруқ сигналлирини таритишта оптоталчиқлиқ технологиялириниң артуқчилиқлири?

Көнүкмә 15

1. Йоруқ сунуш көрсәткүчиси 1,5 болидиған суюқлуктин әйнәккә өтиду. Өтүш вақтида долқунниң илдамлиғи 1,2 һәссә азийиду. Әйнәкниң абсолют сунуш көрсәткүчини ениқлаңлар.
2. Сунуш көрсәткүчиси 1,4 болидиған суюқлуқтики йоруқ долқуниниң узунлиғини ениқлаңлар. Вакуумдики йоруқ долқуниниң узунлиғи 602 нм тәң.
3. Сунушниң абсолютлик көрсәткүчиси 1,2 болидиған суюқлукта тарилидиған йоруқ шолиси әйнәкниң тәкши бетигә чүшиду. Чүшүш булуңиниң синуси 0,8-гә тәң. Әйнәктин қайтқан вә әйнәктә сунған шолилар арисидики булуң тик болиду. Әйнәкниң абсолют сунуш көрсәткүчисини ениқлаңлар.

Експериментал тапшурма

Аквариумда көтириливатқан һава көвүкчилирини байқаңлар (101-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).

101-сүрәт. *Аквариумда ләйләп чиққан һава көвүкчилири*

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Әхбаратни таритишниң оптикилиқ системилиридики йоруқ сигналиниң модуляциясиниң түри.
2. Оптикилиқ талчиқ үчүн MIMO технологияси.
3. Оптикилиқ алақә системилири арқилиқ 5G лайиһәсини әмәлгә ашуриш.

§16. Оптикилиқ әсваплар

Кутилидиған 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, ағдурулған. Жиққучи линзиниң ролини хрусталиклар атқуриду. Тәсвирниң ениқлиғи көзниң *аккомодацияға - хрусталик бәт әгирликириниң өзгиришигә* қабилийити билән тәминлиниду.

I. Оптикилиқ әсвапниң булуңлуқ йоғанлитиши

Лупиниң, микроскопниң вә телескопниң *асасий* вәзиписи – *қараштуриливатқан 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.

$$\gamma = \frac{tg\,\varphi}{tg\,\varphi_0}. \qquad (1)$$

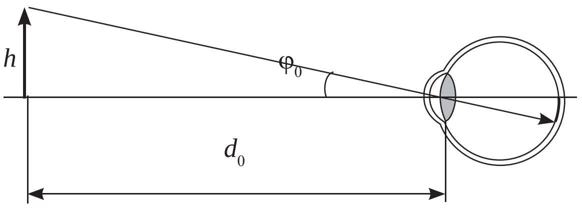
Оптикилиқ системиниң ажиратқучи қабилийәтлиги дәп байқилинидиған объект элементлири арисидики әң аз арилиқни атайду, бу элементлар бир-биридин пәриқлиниши мумкин.

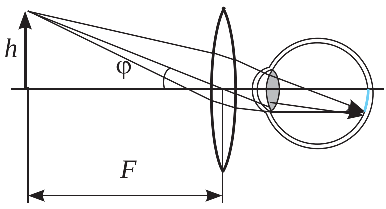
Оптикилиқ әсвап вә байқиғучиниң көзи бир оптикилиқ системисини тәшкил қилиду. *Системиниң оптикилиқ күчи мошу системиға ятидиған әсвапларниң оптикилиқ күчлириниң қошундиси билән ениқлиниду.*

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 φ – көрүш булуңи өсиду, сағлам көз үчүн яхши көрүш арилиғи d_0 = 25 см. Қуралланмиған көзниң көрүш булуңи яхши көрүнүш арилиғи билән ениқлиниду *(102 а-сүр.)*:

$$\varphi_0 = \text{tg}\,\varphi_0 = \frac{h}{d_0}. \qquad (2)$$





102-сүрәт. *Лупида көрүш булуңиниң өзгириши*

Көзниң аккомодациягә маслишиш қабилийити чәклик, шуниң үчүн җисимни удул көзгә йеқинлитиш мүмкин әмәс, бу жағдайда оптикилиқ әсваплар пайдилинилиду.

III. Лупа

Әгәр җисимни линзиниң фокусиға орунлаштурса $d = F$, у чағда фокус арқилиқ өткәндин кейин шолилар адәм көзигә параллель дәстә түридә чүшиду. Бундақ шәртләрдә сағлам көз дәстини көзниң тор қәвитидики чекиткә аккомодациясиз жиғиду, көз һармайду. Бу чағда көзниң тор қәвитидики тәсвир вә φ көрүш булуңи өсиду, көрүш булуңи төвәндикигә тәң болиду *(102 ә-сүр.)*:

$$\varphi = \operatorname{tg}\varphi = \frac{h}{F}. \qquad (3)$$

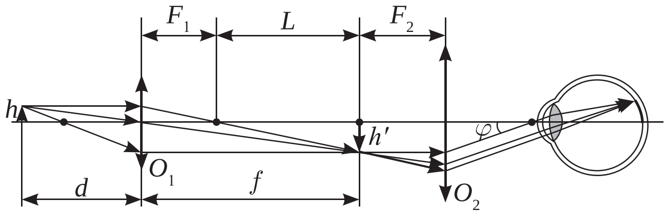
(2) вә (3) формулилирини (1) формулиға қойимиз. Лупиниң булуңлуқ йоғанлитиш формулиси төвәндики түргә келиду:

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\varphi_0} = \frac{\varphi}{\varphi_0} \text{ яки } \gamma = \frac{d_0}{F}. \qquad (4)$$

Лупиниң булуңлуқ йоғанлитиши яхши көрүш арилиғиниң линза фокусиға болған нисбити билән ениқлиниду.

IV. Микроскоп

Микроскопниң оптикилиқ системиси O_1 объективтин вә O_2 окулярдин *(103-сүр)* ибарәт. Сағлам көз үчүн әң яхши шараит h′ арилиқ тәсвир O_2 окулярниң алдиңқи фокаллиқ тәкшилигидә орунлашқанда орунлиниду. Бу жағдайда җисим чәксизликкә жирақлайду, көз шолиларни тор қәвитигә аккомодациясиз жиғиду.



103-сүрәт. *Микроскопта шолиларниң тарилиш йоли*

Бәлгүлүк формула бойичә булуңлуқ йоғанлитишни ениқлаймиз:

$$\gamma = \frac{\varphi}{\varphi_0}, \qquad (5)$$

буниңдики $\varphi_0 = \frac{h}{d_0}$ (6) – қуралланмиған көз үчүн көрүш булуңи, $\varphi = \frac{h'}{F_2}$ (7) – объектив тәсвири окулярниң фокаллиқ тәкшилигидә орунлашқан шәртидә микроскоп арқилиқ қариғандики көрүш булуңи. (6) вә (7) формуллириға (5) формулини қоюп, алимиз:

$$\gamma = \frac{h' d_0}{F_2 h}. \qquad (8)$$

Җавави 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, бундақ микроскопниң аҗиратқучи қабилийити тәхминән 0,20 мкм яки 200 нм тәшкил қилиду. Микроскопниң чәклик аҗиратқучи қабилийити йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлиригә асасланған чәкликкә егә, у миң һәссиләнгән сизиқлиқ йоғанлитишта йетиду.

(8) формулида $\frac{h'}{h}$ нисбити объективниң сизиқлиқ йоғанлитиши, уни линзидин тәсвир вә җисимғичә ариликларниң 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:

$$\gamma = \frac{Ld_0}{F_1F_2}, \qquad (11)$$

буниңдики d_0 – яхши көрүшниң арилиғи; F_1, F_2 – объектив билән окулярниң фокуслиқ арилиқлири; L – *объектив билән окуляр фокуслириниң арисидики арилиқ* – микроскоп тубусиниң оптикилиқ узунлиғи.

(10) вә (4) етиварға елип, (11) форулидин алимиз:

$$\gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}. \qquad (12)$$

Оптикилиқ микроскопниң булуңлуқ йоғанлитиши объектив билән окулярниң сизиқлиқ йоғанлитишлириниң көпәйтиндиси билән ениқлиниду.

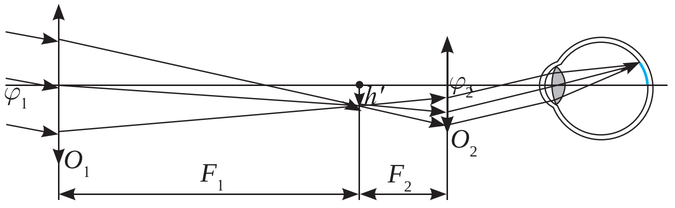
Оптикилиқ микроскопниң сизиқлиқ йоғанлитиши объектив билән окулярниң сизиқлиқ йоғанлитишлириниң көпәйтиндисигә тәң екәнлигини испатлаш қийин әмәс: $\Gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}$.

V. Телескоп

Телескоп – асман җисимлирини байқаш үчүн бегишланған көрүш трубиси. Линзилардин ясалған телескопни рефрактор дәп атайду. Объективи ойман әйнәккә авуштурилған телескопни рефлектор дәп атайду.

Көрүш трубиси – жирақтики җисимларни көрүш үчүн бегишланған оптикилиқ әсвап.

Әсвапниң объективи вә окуляри тубуста объективниң O_1 кәйнидики фокуси окулярниң O_2 алдиңқи фокуси билән мувапиқ келип орунлаштурилған. Фокуслар мувапиқ кәлгәндә шолилар окулярдин параллель дәстә түридә чиқиду, бу объектини аккомодациясиз, йәни көз булжуңлириға күч чүшәрмәй байқашқа мүмкинчилик бериду (104-сүр). Объектив h' җисимниң кичиклитилгән тәсвирини бериду, уни лупиға охшаш окуляр арқилиқ қарайду.



104-сүрәт. *Көрүш трубисида шолиларниң тарилиш йоли*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә оптикилиқ әсвапларда чәксиз йоғанлитиш мүмкин әмәс?*
2. *Немишкә микроскоп объективи қисқа фокуслиқ, көрүш трубисидики объектив узун фокуслиқ?*

Җисим кәдимкидәк жирақлита орунлашқан үчүн φ_1 булуңини қуралланмиған көз билән қариғандики

көрүш булуңиға тәң дәп һесаплашқа болиду. φ_1 вә φ_2 көрүш булуңлирини объектив тәсвириниң h' егизлиги арқилиқ ипадиләймиз:

$$\varphi_1 = \mathrm{tg}\,\varphi_1 = \frac{h'}{F_1} \quad \text{вә} \quad \varphi_2 = \mathrm{tg}\,\varphi_2 = \frac{h'}{F_2}.$$

Оптикилиқ әсвапниң булуңлуқ йоғанлитиши оптикилиқ әсвап арқилиқ көрүш булуңиниң тангенси билән қуралланмиған көз билән қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиниң нисбити арқилиқ ениқлиниду:

$$\gamma = \frac{\mathrm{tg}\,\varphi_2}{\mathrm{tg}\,\varphi_1} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{h'}{F_2}\cdot\frac{F_1}{h'}$$

яки

$$\gamma = \frac{F_1}{F_2}. \qquad (13)$$

Көрүш трубисиниң булуңлуқ йоғанлитиши объектив билән окулярниң фокуслиқ арилиқлириниң нисбитигә тәң.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШНИҢ ҮЛГИСИ

Һесап 1. Бала көзәйнигини йешип, китапни көзидин d = 16 см арилиқта тутуп оқиди. 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)
$D_{к.ә.} - ?$		буниңдики f – көз хрусталигидин тор қәвитигичә болған арилиқ.

Әгәр көзәйнәкни тақиса, у чағда $D_{к.ә.} + D_{көз} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f}$, (2)

буниңдики $d_0 = 25$ см – яхши көрүшниң арилиғи.

Көзәйнәкниң оптикилиқ күчи үчүн (1) вә (2) тәңлимилирини қатар йешип,

алимиз: $D_{к.ә.} = \frac{d - d_0}{dd_0}$; $D_{к.ә.} = \frac{0,16\,\text{м} - 0,25\,\text{м}}{0,16\,\text{м}\cdot 0,25\,\text{м}} = -2,25$ дптр

Җавави: $D_{к.ә.}$ −2,25 дптр.

Һесап 2. Йоғанлитиши 12 һәссиләнгән вә узунлиғи 26 см көрүш трубисини түзүш үчүн қандақ линзилар керәк?

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$\gamma = 12$ $l = 26$ см		Көрүш трубиси үчүн линза фокуслириниң төвәндикидәк нисбийлиги орунлиниду:
$F_1 - ?$ $F_2 - ?$		$\frac{F_1}{F_2} = \gamma$ (1);

Һесап шәрти бойичә:

$F_1 + F_2 = l$ (2);

(1) тәңлимисидин биринчи линзиниң фокусини ипадиләймиз: $F_1 = \gamma \cdot F_2$ (3)

(3) ипадини (2) ипадигә қойимиз: $\gamma \cdot F_1 + F_2 = l$.

Елинған тәңлимини F_2 нисбәтән йешимиз:

$$F_2(\gamma + 1) = l;\ F_2 = \frac{1}{\gamma + 1};\ F_2 = \frac{26\ \text{см}}{12+1} = 2\ \text{см}.$$

(2) ипадидин биринчи линзиниң фокусини ипадиләймиз:

$F_1 = l - F_2$; $F_1 = 26$ см – 2 см = 24 см.

Җавави: $F_1 =$ 24 см; $F_1 = 2$ см.

Тәкшүрүш соаллири

1. Оптикилиқ система дегинимиз немә?
2. Булуңлуқ вә сизиқлиқ йоғанлитишларниң пәрқи?
3. Лупиниң, микроскопниң, телескопниң булуңлуқ йоғанлитиши немигә тәң?

Көнүкмә 16

1. Лупа ретидә оптикилиқ күчи +8 дптр линза қоллинилған. Мошу лупиниң йоғанлитишини ениқлаңлар.
2. 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.
3. Сағлам көрүш қабилийитигә егә адәм оптикилиқ күчи D = +5 дптр көзәйнәк арқилиқ қарайду. Әгәр адәм объектини ениқ көрүдиған болса, объект қандақ арилиқта орунлашқан?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

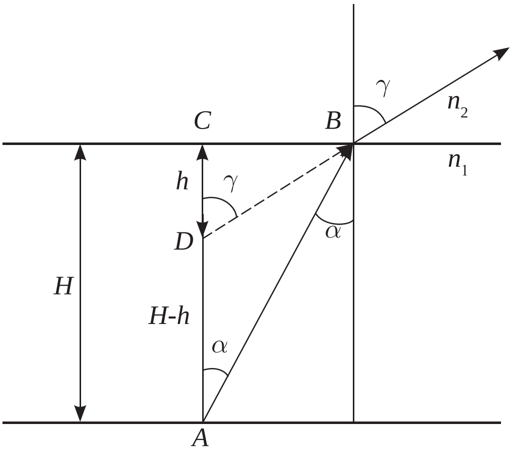
1. Галилей вә Кеплерниң көрүш трубилириниң охшашлиғи билән пәрқи.
2. Телескоп түрлири.

Икки муһитниң чегарисидики көрүш эффектилири

105-сүрәт. *Нәйзә билән белиқ олаш*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә су амбариниң чоңқурлиғи һәқиқий чоңқурлиғидин аз болуп көрүниду?*
2. *Немишкә белиқ олашни йеңидин үгиниватқан белиқчиға нәйзини белиққа тәккүзүш қийин болиду (105-сүр,)?*



106-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 ошуқ егизликтә көрүниду дәп ейтишқа боламду?*

Тапшурма

1. *106-сүрәтни қараштуриңлар*. Сүрәттә тәсвирләнгән шолиларниң тарилиш йолини чүшәндүрүңлар.
2. Су амбариниң һәқиқий чоңқурлиғи *H* униң көрүнидиған *h* чоңқурлуғидин нәччә һәссә ошуқ екәнлигини ениқлаңлар.

Тәклипләр:

1. Қурушлар нәтиҗисидә елинған *ΔACB* вә *ΔDCB* үчбулуңлуқлирини қараштуриңлар.
2. Үчбулуңлуқниң 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.

6-бап йәкүни

Оптикилиқ әсваплар	Асасий формулилар	
Әсвапларниң оптикилиқ системилириниң йоғанлитиши		
	Булуңлуқ	Сизиқлиқ
Оптикилиқ әсваплар	$\gamma = \frac{\mathrm{tg}\,\varphi}{\mathrm{tg}\,\varphi_0}$	$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$
Лупа	$\gamma = \frac{d_0}{F}$	$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$
Микроскоп	$\gamma = \frac{Ld_0}{F_1F_2}$	$\Gamma = \Gamma_{ок} \cdot \Gamma_{об}$
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	$\angle\alpha = \angle\beta$, $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n_1}$

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ
φ	Оптикилиқ әсвап арқилиқ жисимға қараш булуңи	рад, °		Линзидин тәсвиргичә болған арилиқ	м
φ_0	Қуралланмиған көз билән жисимға қараш булуңи	рад, °	d	Линзидин жисимғичә болған арилиқ	м
γ	Булуңлуқ йоғанлитиш		α	Чүшүш булуңи	рад, °
d_0	Яхши көрүшниң арилиғи, 25 см	м	α_0	Толуқ қайтишниң чәклик булуңи	рад, °
F	Линза фокуси	м	β	Қайтиш булуңи	рад, °
L	Объектив фокуси билән микроскоп окуляриниң арисидики арилиқ	м	γ	Сунуш булуңи	рад, °
Γ	Сизиқлиқ йоғанлитиш		n_1, n_2	Сунушниң абсолют көрсәткүчиси	
H	Тәсвир егизлиги	м	n_{21}	Сунушниң нисбий көрсәткүчиси	
h	Жисимниң егизлиги	м	υ_1, υ_2	Һәрхил муһитлар-дики йоруқниң илдамлиғи	м/сек

Глоссарий

Абсолют сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң вакуумда тарилиш илдамлиғиниң берилгән муһитта йоруқниң тарилиш илдамлиғиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

Микроскоп тубусиниң оптикилиқ узунлиғи – объектив билән окуляр фокуслириниң арисидики арилиқ.

Нисбий сунуш көрсәткүчиси – йоруқниң биринчи муһиттики тарилиш илдамлиғиниң иккинчи муһиттики тарилиш илдамлиғиға болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

Телескоп – асман җисимлирини байқаш үчүн беғишланған әсвап.

Сизиқлиқ йоғанлитиш– тәсвир егизлигиниң җисим егизлигигә болған нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

Оптикилиқ әсвапниң булуңлуқ йоғанлитиши – бу җисимни оптикилиқ әсвап арқилиқ қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиниң әң яхши көрүш арилиғида қуралланмиған көз билән җисимни қариғандики көрүш булуңиниң тангенсиға болған нисбити.

7-БАП

АТОМЛУҚ ВӘ КВАНТЛИҚ ФИЗИКА

Квантилиқ нәзәрийә қаттиқ жисимниң иссиқлиқ шола чиқиришни чүшәндүрүш вақтида классикилиқ электродинамика бөлүминиң мүмкинчиликлириниң чәксизлиги билән пәйда болди. Максвелл нәзәрийәсигә мувапиқ, қиздурулған жисим энергиясини үзлүксиз йоқитип, абсолют нөлгичә салқинлиниши керәк. Планк тәклип қилған гипотеза бойичә атомлар эректромагнитлиқ энергияни квант түридә чиқириду. Йоруқ квант түридә тарилиду вә жутилиду дәп йоруқниң квантлиқ тәбиитини А. Эйнштейн тәрәққий әткүзди.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- электромагнитлиқ шола чиқиришниң корпускулярлиқ вә долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болушини испатлашқа мисаллар кәлтүришни (элементар зәрриләрниң долқунлуқ тәбиити);
- спектраллиқ анализ усулини вә уларниң қоллиниш облусини тәсвирләшни;
- электртомагнитлиқ шола чиқиришниң пәйда болуш тәбиити вә маддилар билән өзара тәсирлишиши бойичә пәриқ қилишни;
- фотоэффектниң тәбиитини чүшәндүрүшни вә уни қоллинишқа мисал кәлтүрүшни;
- йоруқниң химиялиқ тәсирлирини фотосинтез мисалида вә фотосүрәттики жәриянлар асасида тәсвирләшни;
- компьютерлик вә магнитлиқ-резонанслиқ томографияни селиштуришни;
- лазерниң қоллинилиши вә тәсир қилиш принципини чүшәндүрүшни;
- голографияниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.

§ 17. Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ тәбиитиниң бир туташлиғи

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *электромагнитлиқ шола чиқиришниң корпускулярлиқ вә долқунлуқ тәбиитиниң пәйда болушини испатлашқа мисаллар кәлтүришни (элементар зәрриләрниң долқунлуқ тәбиити) үгинисиләр.*

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.* 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 әвришимлик муһитни һаҗәт қилмайду.

Х. Гюйгенс йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәсини түзди. У қисқа долқунларниң корабль бортиға урулип, уни айлинип өтәлмәйдиғандәк, йоруқ долқунлириму тосалғуни айлинип өтәлмәйду дәп саниди. У барлиқ бошлуқни толтирип туридиған вә барлиқ җисимларниң ичигә киридиған әвришимлик муһит – эфир бар дәп һесаплиди. Йоруқниң дәсләпки тарилиш, қайтиш вә сунуш җәриянлирини долқунлуқ нәзәрийә асасида Х.Гюйгенс 1690 жили йоруқ көргән «йоруқ тоғрилиқ трактатисида» ечип язди.

Корпускулярлиқ вә долқунлуқ нәзәрийә узақ вақит давамида қатар қоллинилди. Оптикиниң шу вақиттики бәлгүлүк қанунлири икки нәзәрийә билән чүшәндүрилди. 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 долқуниниң илдамлиғиниң электромагнитлиқ долқунлар илдамлиғи билән мувапиқ келиши йоруқ долқунлири электромагнитлиқ долқунларниң айрим түри болуп тепилғанлиғини растлиди. Долқунлуқ нәзәрийә корпускулярлиқ нәзәрийәни

Тапшурма

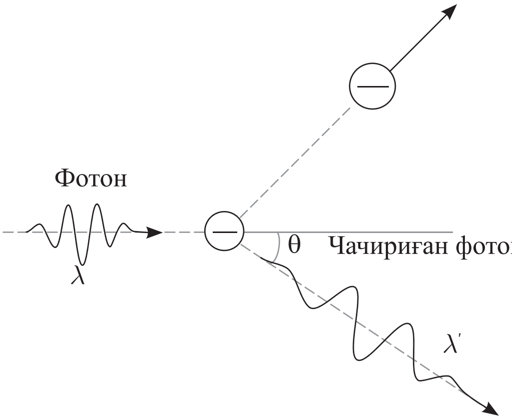
1. Төвәндә аталған һадисиләрни үч топқа бөлүңлар:
   a) йоруқ электромагнитлиқ долқун ретидә көрүнидиған һадисиләр;
   b) йоруқ – зәрричиләр еқими ретидә дәп қараштурулуп оңай чүшәндүрилидиған һадисиләр;
   c) йоруқ – зәрричиләр еқими, йоруқ – электромагнитлиқ долқун дегән һәр қандақ көзқарашлар асасида 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 бөлгиниңларни асаслаңлар.

йеңип чиқти дәп ейтилди, бирақ XX әсирнң бешида алимлар йоруқ чиқириш вә жутуш вақтида зәрричиләр еқими охшаш болидиғанлиғини байқиди.

II. Комптон эффектиси – йоруқниң квантлиқ тәбиитини растлайдиған һадисә

Шола чиқириш чапсанлиғиниң азийиши билән маңидиған электромагнитлиқ шола чиқиришларниң бош электронларда чачиришини 1923 жили А. Комптон ачти. Бу җәриянда электромагнитлиқ 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 нәтиҗисидә электрон һәрикәтлинишини башлайду (107-сүр.).



107-сүрәт. *Комптон эффектиси*

Артур Комптон (1892–1962) – америкилиқ физик. 1922 жили маддиниң электронлириниң чечилиши тәсиридин рентгенлиқ шола чиқириш долқунлириниң узунлуқлириниң өзгириш эффектисини ениқлиди вә нәзәрийәлик түрдә чүшәндүрди. 1927 жили Нобел мукапитиниң лауреати. 20-дин ошуқ чәт әллик илмий тәшкилатларниң әзаси.

Фотонниң чачириғандин кейинки энергияси билән чапсанлиғи чачирашқичә болған энергияси билән чапсанлиғи билән селиштурғанда азирақ болиду, вә чачириғандин кейин фотонниң долқун узунлиғи өсиду. Комптон долқун узунлуқриниң айрими чачириватқан маддиниң тәбиитигә, чүшкән шолиларниң долқун узунлиғиға бағлиқ әмәс, чүшкән вә қайтқан шолиларниң йөнилишлири арисидики θ чачираш булуңиға бағлиқ екәнлигини ениқлиди. Тәҗрибә 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 λ – чүшкән йоруқ долқун узунлиғи; λ' – чачириған йоруқ долқун узунлиғи; θ фотонниң электронда чачираш булуңи; $\lambda_K = 2{,}43 \cdot 10^{-12}$ м – электрон – чачираш зәрричилири үчүн комптонлиқ долқун узунлиғи:

$$\lambda_k = \frac{h}{m_e c}. \qquad (2)$$

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:*

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}; \tag{3}$$

$$m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}; \tag{4}$$

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}. \tag{5}$$

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 җәриянлирида байқилиду. Долқун узунлиғи қанчилик узун болса, фотонниң импульси билән энергияси шунчилик аз болиду вә йоруқниң квантлиқ хусусийәтлириниңму байқилиши қийинлайду. Әксинчә, долқун узунлиғи қанчилик қисқа болса, фотон импульси билән энергияси көп болиду вә йоруқниң долқунлуқ хусусийәтлириниң байқилиши начар болиду.

IV. 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 узунлиғи вә чапсанлиғи билән бағлинишиду. Ахирқи импульси бар зәрриләр долқунлуқ хусусийәтләргә егә, атап өткәндә, интерференция билән дифракцияға учирайду. Луи де Бройль маддиниң һәрикәтлинидиған зәррисигә бағлиқ λ долқун узунлиғиниң p-зәрриниң импульсиға бағлиқлиғини ениқлиди:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\upsilon}, \tag{6}$$

буниңдики m – зәррә массиси, υ – униң илдамлиғи, $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж ·сек – Планк турақлиғи.

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.

V. 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 жүргүзди. 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 *(108, 109-сүр.)*.

Зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири объектилар билән өзара тәсирлишиши нәтиҗисидә чәтнәш ихтималлиғи һәр түрлүк болғанлиғи байқилиду: зәрриләрниң дифракция максимумиға мувапиқ келидиған облусқа чүшүш ихтималлиғи бесим, дифракция минимумиға мувапиқ келидиған облусқа зәрриләрниң чүшүш ихтималлиғи аз болуп келиду.

108-сүрәт. *Ренгенограмма*

109-сүрәт. *MgO порошогиниң электронограммиси*

Зәрриләрниң дифракцияси **– бу мадда молекулилирида (атомлири да) зәрриләрниң чачираш җәрияни, бу вақитта зәрриләрдә долқунлуқ хусусийәтләр байқилиду.**

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Парафинни рентген шолиси билән шолиландурғанда 60º булуң билән чачириған долқун узунлиғи 10 пм болиду. Парафинға чүшүрилгән шолиларниң долқун узунлиғини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$\theta = 60°$ $\lambda' = 10$ пм $\lambda_k = 2,43 \cdot 10^{-12}$ м	 $10 \cdot 10^{-12}$ м	Комптон эффектисини ипадиләйдиған формулисини язимиз: $\lambda' - \lambda = 2\lambda_k \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$.
$\lambda - ?$		Бәлгүсиз миқдарни ипадиләп, уни һесаплаймиз: $\lambda = \lambda' - 2\lambda_k \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$.

$$\lambda = 10 \cdot 10^{-12}\text{м} - 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \sin^2 \frac{60^\circ}{2} \text{м} = 8,785 \cdot 10^{-12}\text{м} = 8,785 \text{ пм}.$$

Җавави: $\lambda = 8,785$ пм.

Тәкшүрүш соаллири

1. Элементар зәрриләр еқиминиң долқунлуқ хусусийәтлири қандақ һадисиләрдә байқилиду?
2. Йоруқниң квантлиқ тәбиитини растлайдиған һадисиләргә мисаллар кәлтүриңлар?

Көнүкмә 17

1. Графитни рентген шолилири билән шолиландурғанда 45° булуң билән чачириған шола чиқиришниң долқун узунлиғи $\lambda' = 10{,}7$ пм болиду. Чүширилгән шолиларниң долқун узунлуқлирини ениқлаңлар.
2. Протонниң долқунлуқ хусусийәтлирини характерләйдиған де Бройль долқунининң узунлиғини ениқлаңлар. Протонниң һәрикәт илдамлиғи 1 Мм/сек.
3. $\lambda = 380$ нм долқун узунлиғи мувапиқ келидиған фотонниң энергиясини, массисини, импульсини ениқлаңлар.

Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. «А. Комптонниң тәрҗимә һали».
2. «Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ дуализми» кластерини қуруңлар.

§ 18. Шола чиқиришниң түрлири. Спектрлар, спектрлиқ аппаратлар, спектрлиқ анализ

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *спектраллиқ анализ усулини вә уларниң 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 созулидиған 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 бөлүниши билән жүридиған химиялиқ реакция нәтиҗисидә қоздурулиду.

1-тапшурма

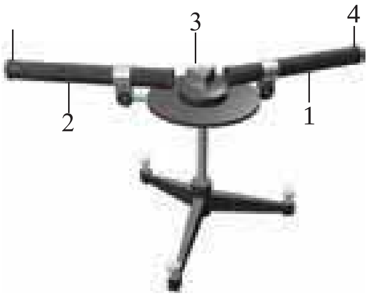
Шола чиқиришниң түри, атомниң қоздурулиши вә йоруқ мәнбәлириниң мисаллири арисидики охшашлиқларни көрситиңлар.

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 экрани, 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

Биолюминесценция өз намини қоздурулиш түригә әмәс, йоруқлинидиған объектиларға бағлинишлиқ егә болиди. Йоруқлиниш сәвәви һәртүрлүк болуши мүмкин. 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 долқун узунлиғи җиддий түрдә бәлгүләнгән 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 долқун узунлуқлири бойичә яки чапсанлиқлири бойичә тәхсимләнгән, сәвәви йоруқ илдамлиғи йоруқниң долқун узунлиғиниң шола чиқириш чапсанлиғиға болған көпәйтиндиси билән ениқлиниду. Шола чиқиришларни тәкшүрәш үчүн спектрлиқ аппаратлар қоллинилиду.

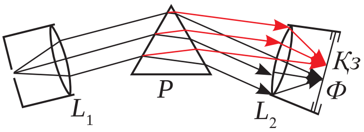


110-сүрәт. *Спектроскоп*

III. Спектрлиқ аппаратлар

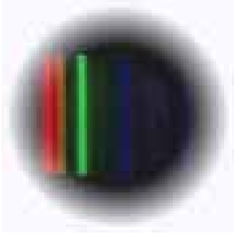
Спектроскопниң асасий элементлири: коллиматор – *1*, көрүш трубиси – *2*, окуляр – *5*, үчбулуңлуқ призма – *3 (195-сүр)*. Коллиматорда тәкшүриливатқан шола чиқириш мәнбәсидин йоруқ өтүдиған йочуқлар – *4*.

L_1 линзиниң фокусида орунлашқан коллиматорлиқ трубиниң йочуқлиридин йоруқ шолилири тарилидиған дәстә билән линзиға чүшиду, сунуп, параллель дәстиләр ретидә P призминиң қириға чүшиду (111-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 (112-сүр). Көрүш трубисиниң окуляри арқилиқ спектрни байқаш лупидикидәк байқилиду. Тәсвир елиш үчүн фотосәзгүч пленкини яки пластинини фокаллиқ тәкшиликкә орунлаштуриду, әсвап бу һаләттә *спектрограф дәп атилиду*.



111-сүрәт. *Спектроскоптики шолиларниң тарилиш йоли*

Спектроскоп – бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни бай қашқа беғишланған әсвап



112-сүрәт. *Шола чиқириш спектри*

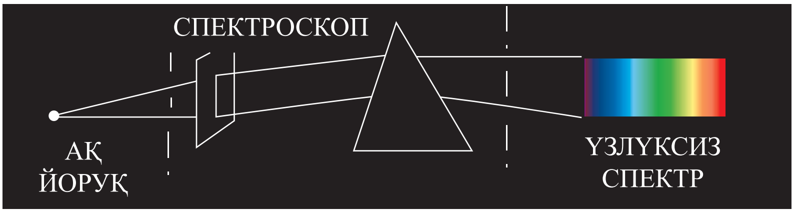
Өз тәҗрибәңлар

Қиздуриш ламписи қилиниң шола чиқириш спектрини призма вә спектроскоп арқилиқ байқаңлар. Байқилиниливатқан спектрларни селиштуруңлар? Спектроскоп арқилиқ байқилидған спектрниң артуқчилиқлири?

***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 ажирайду, уларниң арисида бош орун йоқ: қизил рәң, қизил қоңур рәңгә, қизил қоңур рәң серик рәңгә вә шуниңға охшаш давамлишиду (113-сүр). Мошундақ йолларни үзлүксиз яки туташ спектр дәп атайду. Қизған қаттиқ жисимлар қиздурилған суюқлуқлар вә қисилған газлар ақ йоруқниң мәнбәси болуп тепилиду.

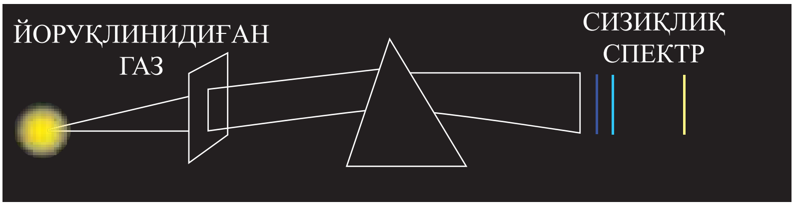


113-сүрәт. *Үзлүксиз спектри*

Төвәнки қисимда атомарлиқ һалитидики қиздурилған газ вә түрлүк химиялик элементлиривиниң һолири көрүнидиған диапазонниң электромагнитлиқ долқунларни чиқирип, йоруқлиниду. Шалаңлитилған газ шола чиқиришиниң спектри үзлүксиз спектрдин пәриқлиниду, униңда пәқәт бир нәччә түрлүк рәңлик сизиқлар байқилиду (114-сүр). Мәсилән, натрийниң қиздурилған һолири көрүнидиған диапазонида бир-биригә қошулуп кетидиған икки инчикә серик сизиқ чиқириду; водород атомлири қизил, йешил, көк вә гүлнәпшә рәңлиридики – 4 сизиқ чиқириду. Тәкшүрәшләр барлиқ химиялик 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.

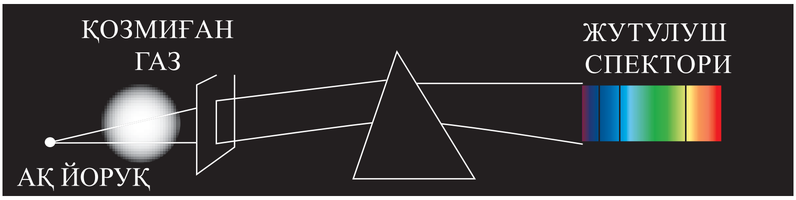


114-сүрәт. *Сизиқлиқ спектри*

Австралиялиқ алим И. Фраунгофер күн спектрни спектроскоп билән байқиғанда, у әмәлиятта үзлүксиз спектр болуп тепилмайдиғанлиғини байқиди (115-сүр). Күн спектри қара сизиқларни кесип өтиду, 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 спектири болуп тепилиду, сәвәви атмосфера температуриси Күнниң температурисидин төвән.

2-тапшурма

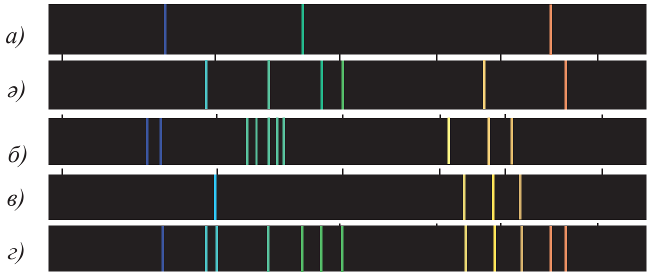
Қандақ спектрни йоллуқ (полоскилиқ) спектр дәп атайдиғанлиғини ениқлаңлар? Қандақ йоруқ мәнбәси йоллуқ спектрни бериду? Йоллуқ спектрниң сизиқлиқ спектрдин пәрқи?



115-сүрәт. *Жутуш спектри*

V. Спектрлиқ анализ

Г. Кирхгоф вә Р. Бунзен йеңилиқлири 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, йеңи маддини гелий (греч. *ha lios* – Күн) дәп атиди. Кейинәрәк бу газ йәр атмосферисидинму тепилди. Спектрлиқ анализ усули тәкшүрәш лабораториялиридә мошу күнгичә қоллинилиду.



116-сүрәт. *Водород, гелий, криптон, натрий һолири вә газ арилашмилириниң спектрлири*

3-тапшурма

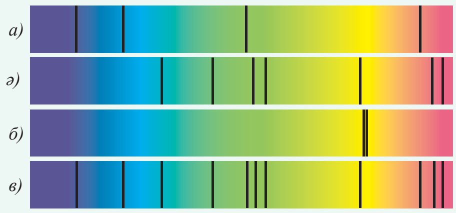
116 а-в сүрәтлиридә берилгән газларниң шола чиқиришлириниң сизиқлиқ спектрлирини қараштуруңлар. 116 г сүрәттә спектри тәсвирләнгән газ арилашмилириниң тәркивини ениқлаңлар.

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 18

117 а, ә, б - сүрәттә тәсвирләнгән жутуш спектрлири бойичә 117 в-сүрәттә жутуш спектири берилгән газ арилашмилириниң тәркивини ениқлаңлар.



117-сүрәт. *Водородниң, гелийниң, натрийниң вә газ арилашмилириниң жутуш спектрлири.*

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Астрофизикиниң тәрәққий етишидә спектроскопияниң роли.
2. Санаәттики спектраллиқ анализ
3. Спектрометр түрлири, уларниң ишләш принципи.

§ 19. Инфрақизил вә ультрагүлнәпшә шола чиқириш, рентгенлиқ шолилар. Электромагнитлиқ шола чиқиришниң шкалиси

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *электртомагнитлиқ шола чиқиришниң пәйда болуш тәбиити вә маддилар билән өзара тәсирлишиши бойичә пәриқ қилишни үгинисиләр.*

1-тапшурма

Дәрислик мәтинини қоллинип, долқун узунлиғиниң (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 җәдвалини түзүңлар.

2-тапшурма

«Бу қизиқ» рубрикисидин ультрагүлнәпшә, инфрақизил, рентген шола чиқиришларниң силәргә бурун тонуш болмиған қоллинишниң мисаллирини дәптәргә көчүрүп йезиңлар. Дәрисликниң мәтинигә киргүзүлмигән шола чиқиришларға мисал кәлтүриңлар.

I. Инфрақизил шола чиқири

Инфрақизил шолилар – бу микро долқунлуқ 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 арилиқни 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 чегарилиниду.

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 өсиду, жисим температуриси көтирилиду.

II. Ультрагүлнәпшә шола чиқириш

Ультрагүлнәпшә шола чиқириш (УГ-шола чиқириш) – көрүнидиған вә рентгенлиқ шола чиқиришлар арисидики диапазонда орунлашқан электромагнитлиқ долқунлар. Ультрагүлнәпшә шола чиқиришниң долқун узунлиғи 10 нм-дин 400 нм-ғичә, чапсанлиқ диапазони $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц-тин $3 \cdot 10^{16}$ Гц-кичә болған арилиқни тәшкил қилиду. Биологлар бәзи вақитларда өз ишлирида муһим диапазонлар ретидә

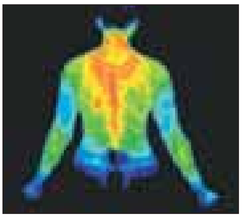
Өз тәҗрибәңлар

Лампиниң қиздуруш қилидин чиққан йоруқ дәстисини призма ярдими арқилиқ қураштурғучиға бөлүңлар. Экранға бәкүтилгән қара йолақчигә йөнәлдүриңлар. Экрандики көрүнидиған шола чиқиришниң оттура бөлүгидики вә инфрақизил шола чиқириш облусидики йол участкилириниң температурилириниң мәналирини селиштуруңлар. Тәклип: температурини өлчәш үчүн электронлуқ термометрни пайдилиниңлар.

Бу қизиқ!

Адәм өмүридики вә тәбиәтики инфрақизил (ИҚ) шола чиқириш.

1. Йәр – инфрақизил шола чиқиришниң мәнбәси. Йәрниң бети билән булутлар күн шолисини жутуп, уни инфрақизил шолиға айландуруп, атмосфериға таритиду.
2. Термография яки иссиқлиқ көрүш – объектиларниң инфрақизил (ИҚ) тәсвири. Термография медицинида (118-сүр.), қурулушта, һәрбий техникида, санаәттә, илимда кәң қоллинишқа егә. Инфрақизил шола чиқиришниң интенсивлиғини пирометр билән яки тепловизор билән өлчиниду.
3. ИҚ-лазерлар оптоталчиқлиқ бағлиниш системилирида йоруқ мәнбәлири ретидә қоллинилиду.
4. Инфрақизил шола чиқириш спектроскопияда органикилиқ арилашмиларниң тәркиви билән түзилишини ениқлашта қоллинилиду. Бу технология маддилар молекулисиниң ичидики созулиши билән әгилишигә бағлиқ болидиған бәлгүлүк бир чапсанлиқларни жутуш қабилийитигә асасланған.



118-сүрәт. *Термография – кесәлни ениқлаш усуллириниң бири*

кәлгүсиләрни атап өтиду: 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.

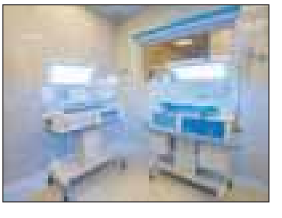
Ультрагүлнәпшә шола чиқиришни немис физиги В. Риттер тапти. У ясиған тәжрибидә көрүнидиған спектрниң гүлнәпшә бөлүгиниң сиртидики көрүнмәйдиған шола чиқириш күмүч хлоридиниң бөлүниш жәриянини чапсанлатти. Ультрагүлнәпшә шола чиқириш мәнбәсигә Күн вә сүнъий мәнбәләр: лазерлар, һәртүрлүк вә қоллиниш һәрхил ультрагүлнәпшә люминесцентлиқ лампилар (УГЛЛ), мәсилән: толуқ спектрлиқ, кварцлиқ лампилар, «сүнъий солярий» ятиду. Шолилар маддиниң қоздурулған атомлириниң электронлирини чиқириду.

Наһайити чоң химиялик активлиққа 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.

Бу қизиқ!

Адәм өмүридики вә тәбиәттики ультрагүлнәпшә (УГ) шола чиқириш

1. Һөҗәтләрни қолдин көчәрмисини ясаштин қорғаш мәхситидә уларни люминесцентлиқ бәлгү билән тәминләйду, улар пәқәт УГ йоруқландурғанда көрүниду.
2. УГ-шамлар бөлмиләрни *(119-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.



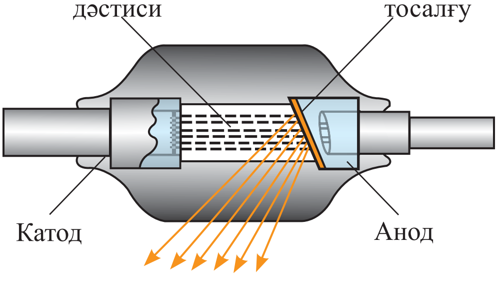
119-сүрәт. *Ағриқхана палатилирини дизенфекциялаш үчүн қоллинилидиған кварц шамиси*

III. Рентгент шолилири

1895 ж. немец физиги Вильгельм Рентген төвән қисим вә жуқурқи күчиниш вақтида газразрядлиқ 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 арилиқни 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 жуқурқи чегара диапазониниң умумий қобул қилинған ениқлимиси йоқ, қаттиқ ультрагүлнәпшә шола чиқиришни юмшақ рентген шола чиқириш ретидә қараштурушқа болиду. Юмшақ рентген шола чиқиришиниң долқун узунлиғини шәртлик түрдә 0,2 нм-дин жуқури, қаттиқ шола чиқиришниң долқун узунлиғини 0,2 нм-дин төвән дәп алиду. Қаттиқ жуқурқи чапсанлиқтики рентген шола чиқириш фотонлири жуқурқи өтүш қабилийитигә егә.

Қаттиқ шолилар шола ағриғиға елип келидиған толуқ ионлиғучи радиация болуп тепилиду. Шола чиқириш адәм тениниң терисини тәшкил қилидиған белок молекулирини, шуниң билән биллә геномниң ДНК молекулилирини парчилайду, улар мутагенлиқ вә канцерогенлиқ активлиққа егә. Шолиларниң өтүш қабилийити интайин жуқури. Башқа асман жисимлирида пәйда болидиған рентген шолилири толуқ атмосферида жутулғанлиқтин Йәр бетигә йетәлмәйду.



120-сүрәт. *Рентген трубкилири*

Тормозланған рентгенлиқ шола чиқириш рентген нәйчисиниң электродлар арисидики күчиниш айрими билән ениқлиниду. Мәйданниң электронларни йөткәш иши һәрикәттики электронларниң кинетикилиқ энергиясиға айлиниду вә анодқа урулғанда рентгенлиқ шола чиқириш фотонлириниң энергиясиға түрлиниду: $A = E_k = E_ф$.

Әскә чүшириңлар!

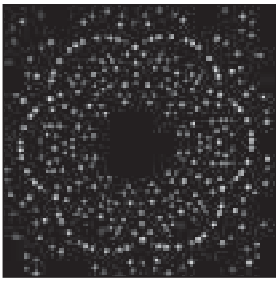
Рентгенлиқ шола чиқириш мәнбәси анод билән катод орунлашқан вакуумлиқ нәйчә. Уларниң арисидики күчиниш 10-100 кВ-ни тәшкил қилиду. Электронлар катодтин учуп чиқип, анодқа урилиду. Мошу вақитта пәйда болидиған рентгенлиқ шола чиқириш «тормозланған» дәп атайду. Анод материалиға бағлинишлиқ бир вақитта характерләнгән шола чиқириш әмәлгә ашиду *(120-сүр.)*.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә тормозланған рентгенлиқ шола чиқириш монохроматлиқ әмәс?*
2. *Рентгенлиқ шола чиқириш немә сәвәптин анод материалиға бағлиқ?*

Бу қизиқ!

Адәм һаятида вә тәбиәттики рентгенлиқ шола чиқириш



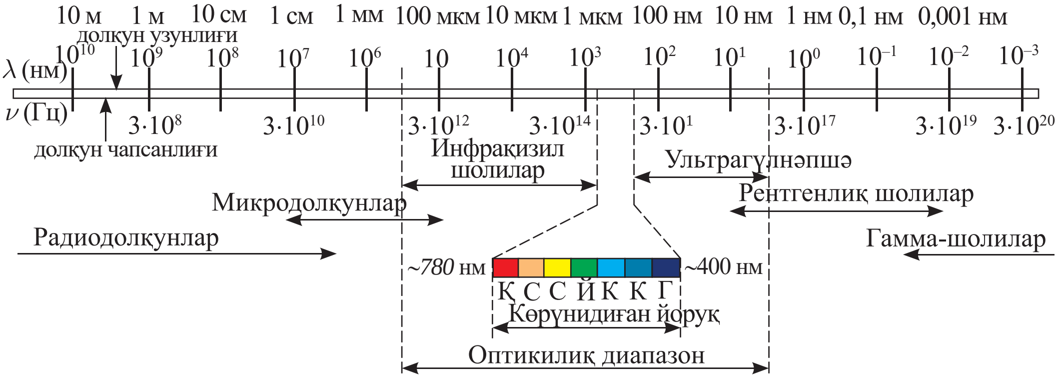
121-сүрәт. Берилл кристалиниң лауэграммиси

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 кәшипләш (сварка) тикишлиридә микро йериқларни ениқлашқа мүмкинчилик бериду.
4. Шола чиқиришниң дифракциялиқ чечилиши материалтонушта, кристаллографияда, химияда, биохимиядики мадданиң түзүлишини ениқлашта кәң қоллинишқа егә болди. Кристалдики рентген шолилириниң чечилишиниң нәтиҗисидә пәйда болған дифракциялиқ картинилар немис физиги Макс фон Лауэниң һөрмитигә *лауэграммалар* дәп (121-сүр), усулниң өзини *рентген түзүлүмлик анализ* дәп аталди.

Рентгенлиқ шола чиқириш фотонлириниң максимал чапсанлиғи рентгенлиқ нәйчидики потенциаллар айрими билән ениқлинидиған электронларни тормозлайдиған максимал кинетикилиқ энергиясиға мувапиқ келиду: $eU = \dfrac{m_e v_{max}^2}{2} = h\nu_{max}$.

IV. Электромагнитлиқ долқунлар шкаласи

122-сүрәттә һәртүрлүк шола чиқиришниң чапсанлиғи билән долқун узунлуқлири берилгән электромагнитлиқ долқунлар шкаласи тәсвирләнгән. Электромагнитлиқ долқунларниң 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, γ-шола чиқириш дәп бөлүниду. Һәртүрлүк шола чиқиришларниң арисида принципиаллиқ пәриқ йоқ. Вакуумда һәр қандақ узунлуқтики долқунниң электромагнитлиқ шола чиқириши 300000 км/сек илдамлиқ билән тарилиду. Шола чиқириш шкаласиниң һәртүрлүк облуслириниң чегарилири шәртлик түрдә бөлүнгән. Һәртүрлүк



122-сүрәт. Электромагнитлиқ долқунлар шкалиси

узунлуқтики долқунларниң шола чиқириши бир-биридин елиниш йоллири вә тиркәш усули билән пәриқлиниду. Байқалғидәк пәриқ мадда билән тәсирләшкәндә көрүниду: жутуш вә қайтиш коэффициенти долқун узунлиғиға бағлиқ.

Қисқа долқунлуқ шола чиқиришлар: рентгенлик вә γ – шолилар начар жутулиду. Маддиниң оптикилик диапазони үчүн сүзүк әмәс болуп келидиған долқунлар, бу шола чиқиришлар үчүн сүзүк.

Тәкшүрүш соаллири

1. Долқун узунлуғиниң қандақ диапазонлирини инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентгенлиқ шола чиқириш дәп атайду? Шола чиқиришниң хусусийәтлири?
2. Инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентгенлиқ шола чиқиришларниң пәйда болуш сәвәплирини атаңлар.
3. Берилгән долқун узунлиғи 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?

Көнүкмә 19

1. 2 кВ вә 20 кВ рентген нәйчилириниң электродлири арисидики күчиниш үчүн рентгенлиқ шола чиқиришниң долқун узунлиғиниң минимал мәналирини ениқлаңлар.
2. Тормозланған шола чиқириш спектрида узунлиғи 0,015 нм шолилар пәйда болидиған минимал күчинишни ениқлаңлар.
3. Мошу нәйчиниң рентген спектридики әң қаттиқ шола чиқиришниң чапсанлиқлири $\nu = 10^{19}$ Гц болса, рентгенлиқ нәйчә қандақ күчиниш билән иш ишләйду?
4. Инфрақизил, көрүнидиған, гүлнәпшә вә рентген шола чиқиришларниң шкаласини тәсвирләңлар, берилгән диапазонида долқун узунлиғини вә чапсанлиғини көрсүтиңлар.
5. Тәсвирләнгән шкалани электромагнитлиқ шола чиқириш шкаласи билән селиштуруңлар. У шкаланиң қандақ бөлүгини алиду? Шола чиқириш қандақ түрлири силәргә бәлгүлүк? Шола чиқиришниң қандақ түрлири тирик организм үчүн чоң хәтәрлик пәйда қилиду?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Инфрақизил шолилириниң техникида, санаәттә, илимда қоллинилиши.
2. Инфрақизил вә ультра гүлнәпшә шолилиридики аләм.
3. Инфрақизил, ультрагүлнәпшә, рентген шолилириниң медицинидики роли.
4. УФ-А (UVA); УФ-В (UVB); УФ-С (UVC) шолилириниң алаһидиликлири.

§ 20. Фотоэффект. Фотоэффектини қоллиниш

Кутилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

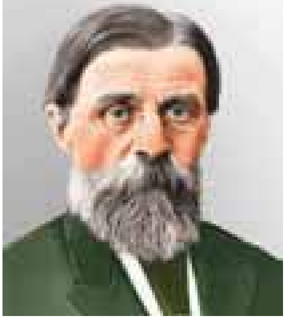
- *фотоэффектниң тәбиитини чүшәндүрүшни вә уни қоллинишқа мисал кәлтүрүшни үгинисиләр.*

Әскә чүшириңлар!

Фотоэффект – бу йоруқ яки һәр қандак электромагнитлик шолиларниң тәсиридин маддиларниң электронларни чиқириши.

1-тапшурма

Йоруқни электромагнитлик долқун ретидә қобул қилип, йәни Максвелл нәзәрийәси асасида фотоэффект тоғрилиқ хуласиләрни чүшәндүрүңлар.



Александр Григорьевич Столетов (1839–1896) – рус физиги. Ташқи фотоэффектини тәкшүрәп, фотоэффектиниң биринчи қануни ачти. Газлиқ разряд, критикилиқ һаләтни тәкшүрәп, төмүрниң магнитлиниш әгирини алди.

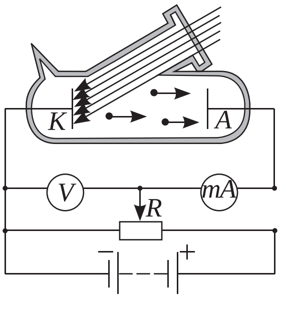
I. Фотоэффектиниң классикилиқ электродинамика көз қаришида қараштурилиши

Йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәси асасида төвәндикичә хуласә ясашқа болиду:

– һәрқандақ долқун узунлиғидики 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 *(123-сүр)*. Электродларниң биригә кварцлиқ «деризә» арқилиқ йоруқ чүшиду. Аддий әйнәккә қариғанда кварц ультрагүлнәпшә шола чиқиришни өткүзүду. 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.



***123-сүрәт.** Ташқи фотоэффектини тәкшүрәшкә беғишланған эксперименталлиқ түзүлмә*

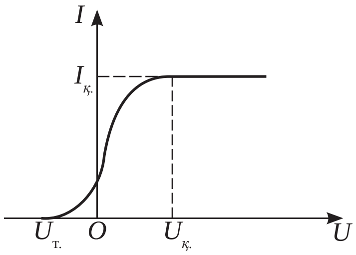
Җавави қандақ?

Немишкә баллондики һава шоруп чиқирилиду?

III. Столетовниң фотоэффект қанунлири

Рус алими А.Г. Столетов вә немис алими Ф. Ленард жүргүзгән тәкшүрәшләр фотоэффект қанунлири классикилиқ чүшәнчиләргә мувапиқ кәлмәйдиғанлиғини көрсәтти.

124-сүрәттә электродлар арисидики күчинишниң һәртүрлүк мәналирини өлчәш нәтиҗисидә елинған вольт-амперлиқ характеристика көрситилгән.



124-сүрәт. *Фототок күчиниң вакуумлиқ лампиниң электродлиридики күчинишкә бағлиқлиғи*

Графиктин 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:

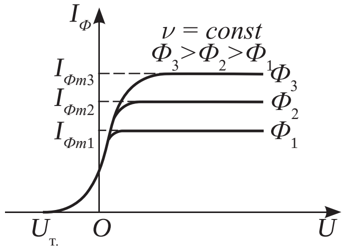
$$I_{\circ.} = \frac{q_m}{t} = \frac{N|e|}{t} = n|e|, \qquad (1)$$

   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 $U_{т.}$ дәп атилидиған күчинишниң қандақту бир мәнасида фототок тохтайду.
   Кинетикилиқ энергияниң өзгириши тоғрилиқ теоремиға мувапиқ тохтатқучи электр мәйданиниң иши фотоэлектронларниң кинетикилиқ энергиясиниң өзгиришигә тәң:

$$A = \Delta E_k \text{ яки } eU_{т.} = \frac{m\upsilon_m^2}{2}. \qquad (2)$$

$U_{т.}$ бәлгүлүк болса, фотоэлектронларниң максимал кинетикилиқ энергиясини ениқлашқа болиду.

Катодни чапсанлиқлири бирдәк вә интенсивлиқлири һәртүрлүк йоруқ еқимлири билән йоруқландуруш вақтидики фотоэффектини тәкшүрәш вольтамперлиқ характеристикиси *125-сүрәттә* тәсвирләнгән нәтиҗини бәрди.



125-сүрәт. *Һәрхил йоруқ еқимлиридики фотоэффект үчүн вольтамперлиқ характериситикилири*

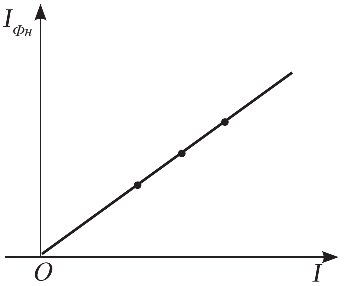
Җавави қандақ?

1. *Қениққан 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?*

Чүшүрилгән йоруқниң интенсивлиғи өскәнсери қениққан фототок күчи өсиду. Бу мәлуматларни пайдилинип, қениққан ток күчиниң йоруқ интенсивлиғиға бағлиқ графигини курудиған болса, координатилар бешидин өтүдиған тик сизиқни алимиз (126-сүр.). Демәк, қениққан фототокниң күчи катодқа чүшүрилгән йоруқниң интенсивлиғиға тоғра пропорционал: $I_ф \sim I$.

Япкучи күчинишниң миқдари йоруқ интенсивлиғиға бағлиқ әмәс, у барлиқ еқимлар үчүн бирдәк мәнаға егә.

Катодни интенсивлиғи бирдәк, чапсанлиғи һәр түрлүк йоруқ билән йоруқландуруш 127-сүрәттә көрсүтилгән вольтамперлиқ характериситикиларни бериду. Графиклардин тохтатқучи күчинишниң $U_т$ миқдари чүширилгән йоруқниң чапсанлиғи азайғанда азийиду, чүшкән йоруқниң чапсанлиғи өскәндә өсиду, у қандақту бир ν_0 чапсанлиқта тохтатқучи күчиниш нөлгә тәң $U_т = 0$. Аз чапсанлиқларда $\nu < \nu_0$ фотоэффект байқалмайду.



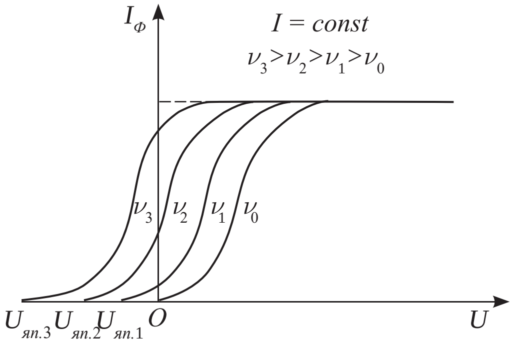
126-сүрәт. *Фототок күчиниң йоруқ еқиминиң интенсивлиғиға бағлиқлиғи*

Чүширилгән йоруқниң фотоэффект һадисиси мүмкин болидиған минимал чапсанлиғи ν_0 фотоэффектниң қизил чегариси дәп атилиду.

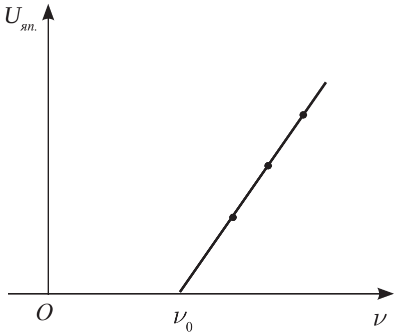
Жавави қандақ?

1. *Шола чиқириш чапсанлиғиға бирдәк, интенсивлиғи һәр түрлүк йоруқни қандақ елишқа болиду?*
2. *Шола чиқириш чапсанлиғиға һәр түрлүк, интенсивлиғи бирдәк йоруқни қандақ елишқа болиду?*

Графиктики мәлуматлар асасида (127-сүр.) япкучи күчинишниң чүшкән йоруқниң чапсанлиғиға $U_{яп.}(\nu)$ бағлиқ графигини курушқа болиду (128-сүр.).



127-сүрәт. *Һәртүрлүк чапсанлиқтики чүшидиған йоруқниң фотоэффекти үчүн вольтамперлиқ характеристикилири*



128-сүрәт. *Япқучи күчинишниң чүшкән йоруқ чапсанлиғиға бағлиқ графиги*

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 өсиду вә интенсивлиққа бағлиқ әмәс.

3. Һәр бир мадда үчүн фотоэффектиниң қизил чегариси болиду, йәни фотоэффект мүмкин болидиған минимал йоруқ чапсанлиғи ν_0 (максимал узунлуқ $\lambda_{\max}$) болиду, әгәр $\nu < \nu_0$, фотоэффект байқалмайду.

2-тапшурма

Столетов хуласилирини классикилиқ физикиниң хуласилири билән (параграфниң I бөлүми) селиштуруңлар. Пәриқлири немидә?

3-тапшурма

Фотоэффект үчүн Эйнштейн формулиси мошу һадисә үчүн қолланғанда, энергияниң сақлиниш қануни екәнлигини испатлаңлар.

Нәзәр селиңлар

Планк турақлиғини униң өлчимигә $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с мувапиқ тәсирлиниш кванти дәп атайду.

IV. Фотоэффектниң квантлиқ нәзәрийәси

Фотоэффектиниң нәзәрийәлик 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 молжалиди.

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 ошуқ болса, у чағда электрон маддидин учуп чиқиду. Мошу вақитта фотоэффектиниң қизил чегарисиниң мәнаси чүшиниишлик болиду: электронлар металдин учуп чиқиш үчүн квантлар энергияси $E = h\nu_{\min}$-дин аз болмаш 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:

$$E_k = E_ф - A_{чиқ}. \tag{3}$$

Бу фотоэффект үчүн Эйнштейн формилисидур. Адәттә у төвәндикичә йезилиду:

$$h\nu = A_{чиқ} + \frac{m\upsilon^2_{\max}}{2}. \tag{4}$$

V. Фотонлар, фотон энергияси, массиси вә импульси

Фотон – йоруқ зәрричиси. У бөләкләргә бөлүнмәйду: чиқирилиду, қайтиду, суниду вә пүтүн квант билән жутулиду. *Униң тәч һаләттики массиси йоқ. Һәрикәтләнмәйдиған фотонлар болмайду.*

Фотон энергияси:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \hbar\omega, \tag{5}$$

буниндики $\hbar = \dfrac{h}{2\pi} = 1{,}055 \cdot 10^{-34}$ Дж · с – Планк турақлиғи, ω – цикллиқ чапсанлиқ.

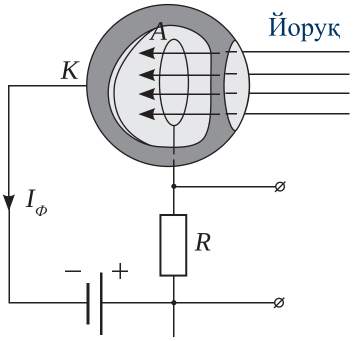
Фотон массиси. Фотон массисини масса билән энергияниң өзара бағлиниш қануниға асаслинип ениқлайду:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}. \tag{6}$$

Фотон массисини өлчәш мүмкин әмәс, уни электромагнитлиқ мәйданниң энергияси болидиғанлиғиға асаслинип, мәйданлиқ масса ретидә қараштурушқа болиду.

Фотон импульси. Фотон – йоруқ зәрричиси, демәк униң импульси төвәндикигә тәң:

$$p = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}. \qquad (7)$$



129-сүрәт. *Фотоэлемент түзилмиси*

VI. Фотоэффектиниң техникида қоллинилиши

Фотоэлементлар

Ишләш принципи фотоэффект һадисисигә асасланган әсваплар фотоэлементлар дәп атилиду. Фотоэлемент түзүлмиси 129-сүрәттә тәсвирләнгән. Һава шоруп чиқирилған әйнәк баллониниң ички бети *K* (катод) йоруққа сәзгүч, баллон ичигә йоруқ чүшишигә бегишланған кичик сүзүк бөлүги бар қәвәт билән қапланған. Баллон мәркизидә *A* (анод) металл төңгиси орунлашқан. Электродлардин фотоэлементини электр тизмисиға қошушқа бегишланған симлар чиқирилған.

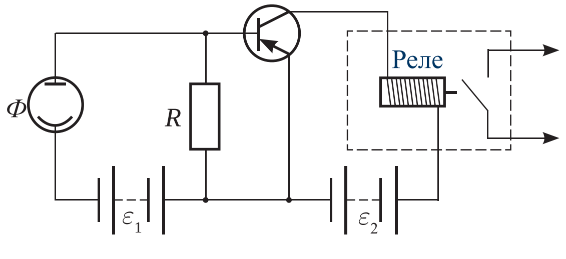
Йоруққа сәзгүч қәвити ретидә чиқиш иши аз, щелочлиқ металлардин тозаңлитилған қәвәтләр қоллинилиду.

Фотоэлементларни электр тизмисини йоруқ дәстилириниң ярдими билән автоматлиқ түрдә башқурушқа қоллинилиду.

4-тапшурма

Автоматлиқ түрдә ишқа қошулған тизмидики фотоэлементниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

Фотореле. Фотоэлектрлиқ реле фотоэлементқа чүшидиған йоруқ еқими тохтиғанда иш ишләшкә башлайду (130-сүр). Фотореле *Ф* фотоэлементидин, фототокни күчәйткүчи ретидә қоллинилидиған йерим өткүзгүчлик триодтин, транзистор коллекториниң тизмисиға қошулған электромагнитлиқ реледин ибарәт. Күчиниш фотоэлементқа ε_1 ток мәнбәсидин, транзисторға ε_2 ток мәнбәсидин берилиду. Транзисторниң базиси билән эмиттери арисида *R* жүклимилик резистор қошулған.



130-сүрәт. *Фотореле схемиси*

Фотоэлемент йоруқландурилған вақитта униң *R* резистори бар тизмисида күчсиз ток жүриду, транзистор базисиниң потенциали эмиттер потенциалидин жуқури, транзисторниң коллекторлиқ тизмисида ток болмайду.

Фотоэлементқа чүшүрилгән йоруқ 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.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Палладийниң бетини шолиландурдиған йоруқ фотонлириниң импульси $p = 5{,}7 \cdot 10^{-27}$ кг · м/сек. Фотоэлектронларниң максимал илдамлиғини ениқлаңлар. Палладия үчүн чиқиш иши $A = 2$ эВ.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши**:
$p = 5{,}7 \cdot 10^{-27}$ кг·м/сек $A_{чиқ} = 2$ эВ $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек	 $3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Дж	Энергияни фотон импульси арқилиқ ипадиләп, Эйнштейн формулисини язимиз: $pc = A_{чиқ} + \frac{m_e \upsilon^2}{2}$. Илдамлиққа бағлиқ тәңлимини йешимиз: $\upsilon = \sqrt{\frac{2}{m_e}\left(pc - A_{чиқ}\right)}$.
υ – ?		

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\left(5,7 \cdot 10^{-27}\,\text{кг} \cdot \text{м/сек} \cdot 3 \cdot 10^{8}\,\text{м/сек} - 3,2 \cdot 10^{-19}\right)}{9,1 \cdot 10^{-31}\,\text{кг}}} = 1,73 \cdot 10^{6}\,\text{м/сек} \; .$$

Җаваби: $\upsilon = 1{,}73 \cdot 10^6$ м/сек.

Тәкшүрүш соаллири

1. Фотоэффект дәп немини атайду?
2. Йоруқниң долқунлуқ нәзәрийәси, йоруқниң квантлиқ нәзәрийәси асасида фотоэффект һадисиси тоғрилиқ қандақ көз қарашлар қелиплашти?
3. Столетов қануни немигә асасланған?
4. Эйнштейн фотоэффект һадисисини қандақ чүшәндүрди?
5. Фотоэффектиниң қизил чегариси дегән немә?
6. Фотонлар қандақ хусусийәтләргә егә?
7. Фотоэлементлар қандақ қоллинишқа егә болди?

Көнүкмә 20

1. Энергияси $E_ф = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Дж фотонниң чапсанлиғини ениқлаңлар.
2. Долқун узунлиғи $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ 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?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Столетов тәҗрибиси.
2. Күн батареясиниң ПИК-и, униң қоллинилиш перспективилири.

§ 21. Йоруқ қисими. Йоруқниң химиялиқ тәсири. Фотосүрәт

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *йоруқниң химиялиқ тәсирлирини фотосинтез мисалида вә фотосүрәттики җәриянлар 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 .

Җавави қандақ?

Лоренц күчи йоруқ қисиминиң күчи дәп тәриплашкә 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 квантилиқ нәзәрийә көз қаришида чүшәндүрүш

Квантлиқ нәзәрийә көз қаришида йоруқ қисими фотонларниң җисим бетиға урулуши нәтиҗисидә пәйда болиду. 1 секунд ичиду N йоруқ зәрричилири мәйдани 1 м^2 бәткә перпендикуляр чүшиду дәп қараштурайлуқ. Уларниң бир бөлүги җисим бети билән жутулиду вә мошу бәткә өзиниң:

$$p = \frac{h\nu}{c}. \quad (1)$$

импульсини бериду. Бәттин қайтурулған фотонлар икки һәссә көп импульс бериду:

$$p = \frac{2h\nu}{c}. \quad (2)$$

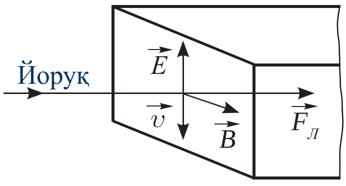
Бәткә чүшүрилгән йоруқниң қисими 1 сек ичидә мәйдани 1 м^2 җисим бетигә чүшидиған барлиқ N фотонлар беридиған испульсларға тәң болиду. Әгәр ρ – йоруқниң бәттин қайтиш коэффициенти болса ρN – қайтурилған фотонлар сани, $(1 - \rho)N$ – жутулған фотонлар сани. Демәк, барлиқ зәрричиләр пәйда қилған йоруқ 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 секунду ичидә перпендикуляр чүшидиған йоруқ зәрричилириниң сани болғанлиқтин: $Nh\nu = \frac{W}{St} = I$.

2-тапшурма

131-сүрәтни қараштуруңлар: Å вә Å – йоруқ долқунининиң бетигә чүшүрилгән күчиниклик 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 нәтиҗини 131-сүрәттә көрситилгән Лорен күчиниң йөнилиши билән селиштуруңлар.



131-сүрәт. *Маддиниң зәрричилиригә тәсир қилидиған Лоренц күчиниң йөнилиши*

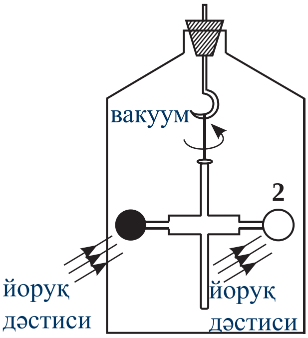
Шундақ қилип, йоруқниң қисими:

$$p = (1+\rho)w = (1+\rho)\frac{I}{c}. \qquad (3)$$

II. Лебедев тәҗрибиси

Рус физиги П.Н. Лебедев 1900 жили дәслэп 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 (132-сүр). Жипниң бурулуш булуңи бойичә Лебедев йоруқниң қисимни һесаплиди. Тәҗрибилик вә нәзәрийәлик һесаплашлар охшаш нәтиҗә бәрди.



132-сүрәт. *Лебедев тәҗрибисидики айланма таразиларниң қозғилидиған рамиси*

III. Фотохимиялиқ реакцияларниң жүрүш шәртлири

Көрүнидиған йоруқниң вә ультрагүлнәпшә шолилириниң тәсиридин жүридиған химиялиқ җәриянлар *фотохимиялиқ реакцияләр* дәп атилиду.

Химиялиқ өзара һәрикәтлиниш бир фотон энергияси E_p. молекулини жулуп Химиялиқ 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 химиялиқ актив әмәс. Мундақ типтики реакцияләргә мисал ретидә бром водородиниң бөлүнишини көрситишкә болиду:

$$HBr + h\nu \rightarrow H + Br.$$

Водород вә бромниң бош атомлири жулуп елинғандин кейин молекулиларға бириктирилиду:

$$2\mathrm{H} \rightarrow \mathrm{H}_2$$
$$2Br \rightarrow Br_2.$$

Өсүмлүкләрдики углеводниң фотосинтези, фотопластиниң йоруққа сәзгүч қәвитидики бром күмичиниң парчилиниши, хлор билән водородниң йоруқта өзара тәсирлиниши HCl һасил қилиши химиялиқ реакциялири мисал болиду.

3-тапшурма

Йоруқниң химиялиқ тәсир қилишиға мисаллар кәлтүриңлар.

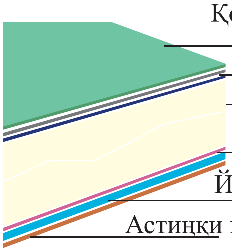
IV. Фотосинтез

Өсүмлүкләрниң йешил йопурмақлиридики органикилиқ маддиларниң түзүлиш реакцияси йәрдики тирикчиликниң барлиғи үчүн муһим болуп тепилиду. Улар бизгә нәпәс елишқа һаҗәт кислород вә озуқ бериду. Бу җәриян фотосинтез дәп атилиду,

Җавави қандақ?

Органикилиқ йеқилғуни – Күн энергиясини қайта ишләп чиқиришниң мәһсулати дәп ейтишқа боламду?

у өсүмлүк йопурмақлирида катализатор – хлорофилл ярдими билән йоруқни жутуш җәриянида жүриду. Фотосинтез нәтиҗисидә Йәр қойнидики вә Йәр бетидики таш көмүр, нефть, янғучи газлар, сланец, торф охшаш мәһсулатлар жиғилиду, атмосфера болса кислород билән бейитилиду.



133-сүрәт. *Қара-ақ пленкиниң түзүлиши*

V. Фотосүрәт

«Фотосүрәт» сөзи грек тилиниң «фото» – йоруқ, «графо» – тәсвирләймән, язимән сөзлиридин пәйда болған.

Фотоматериаллар (пленка, пластина, қәғәз) желатин қәвәти, йоруққа сәзгүч эмульсиялиқ қәвәти, йоруққа сәзгүч әмәс қәвәт, антистатикилиқ вә қорғиғучи қәвәт билән қапланған қәвәтләрдин туриду *(133-сүр.)*. Йоруқ сәзгүчи қәвәт желатинға бирхил таралған күмүч тузиниң йоруққа сәзгүч микроскопиялиқ ушшақ кристаллардин ибарәт. Желатин галогенид кристаллирини бағлиништуриду вә улар астиңқи қәвәткә бәкитилиду. Пленкидики ички қәвити эмульсиялиқ қәвитини астиңқи қәвәттә тутуп туруш үчүн, фотоқәғәздә болса эмульсияниң қәғәзниң кавак қурулимиға киришидин сақлаш үчүн һаҗәт. Йоруққа сәзгүч әмәс қәвәт пленка арқилиқ өткән вә астиңқи қәвитиниң ички бетидин қайтқанда фотосүрәт дефектини пәйда қилидиған шолиларни жутушқа беғишланған. Пленка фотоға чүшәргән вақитта йоруқниң тәсиригә учирайду.

Һәртүрлүк рәңдики фотоматериаллар ақ-қара рәңгә қариғанда үч эмульсиялиқ қәвәткә егә, уларниң һәркайсиси көрүнидиған спектрниң бөлүгигә сәзгүч келиду.

Һәртүрлүк рәңдики негатив пленкисиниң стандартлиқ түзилиши: қорғуғучи қәвити, көк рәңгә сәзгүч қәвәт, сүзгүш (сериқ) қәвити, арилиқ желатин қәвити, йешил рәңгә сәзгүч қәвити, қизил рәңгә сәзгүч қәвити, желатин, астиңқи қәвәт, йоруққа сәзгүч әмәс қәвәт.

Қара-ақ пленкилардики тәсвирни металл күмүчи түзиду, у йоруқ чүшкән күмүч галогенидини чиқириш җәриянида түзилиду.

Һәртүрлүк рәңлик йоруққа сәзгүч материаллардики чиқирилидиған җисимниң окисләнгән шәклидин вә йоруқ тәсир қилидиған күмүч галогенидиниң йенида орунлашқан молекулиниң йеримидин ибарәт.

Йоруқ тәсиридин эмульсия қәвитидә ионларниң интайин ушшақ бөлчәклири пәйда болиду, улар йошурун тәсвирниң мәркизи болуп тепилиду:

$$AgBr \rightarrow Ag^{+} + Br.$$

Ионларни таза металлиқ күмүчкә айналдуридиған регенератор (восстановитель) арқилиқ пленкидики тәсвир көрүниду:

$$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag.$$

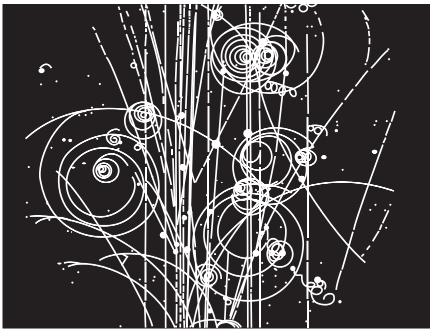
Пленкида тәсвир пәйда болиду. Эмульсиялиқ қәвәтидин туридиған бәкиткүчидә сүрәтни бәкиткәндә химиялиқ реакцияларниң нәтиҗисидә күмүч тузлириниң қалдуқлири жуюлуп чиқиду.

VI. Фотосүрәтләрни қоллиниш

Фотосүрәт илимда вә техникида кәң қоллиниишқа егә болди. Йәрниң, Айниң вә башқа планетиларниң сүрәтлири, минералларниң кристаллиқ решеткисиниң, тирик

клеткиниң сүрәтлири елинди. Чапсанлиғи секундиға 10 000 кадр болидиған жуқурқи илдамлиқтики фоточүшүрүш илдам өтүдиған җәриянларни, мәсилән, иштикләткүчидики элементар зәрричиләрниң һәрикитини тәкшүрәштә кәң қоллинилиду (134-сүр). Әксинчә, фотопленкиға аста өтүдиған җәриянларни автоматлиқ түрдә тиркәш вә әһбаратни «қисиш» арқилиқ җәриянларниң динамикисини байқашқа мүмкинчилик бериду мәсилән, кристалларниң өсүшини.

Фотосүрәт илим билән техникида қоллиниши билләә сәнъәт түри ретидә кәң қоллинишқа егә болди *(135-сүр.)*.



134-сүрәт. *Элементар зәрричиләрниң һәрикәт траекториясиниң фотосүрити*

135-сүрәт. *Чоң Алмута көли. Или Алатау*

Тәкшүрүш соаллири

1. Квантлиқ 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 җүриду?
5. Фотосинтез дегинимиз қандақ реакция?
6. Сүрәткә чүшүрүш җәрияни қандақ һадисигә асасланған?

Көнүкмә 21

1. Фотосинтез реакциясини йезиңлар.
2. Қара-ақ пленкини (пластинка) ишләп чиқиришта пайдилинидиған күмүч тузлириға мисаллар кәлтүриңлар. Йоруқ тәсиридин болидиған реакцияни йезиңлар.

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Фото сүрәт тарихидин: обскур-камерлиридин санлиқ фотоаппаратлирғичә.
2. Фотосүрәт елиш технологияси.

§ 22. Томография

Кутилидиған 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 – у зичлиғи һәрхил булжуңларда рентгенлиқ шолилилинишиниң начарлишишини компьютерлик тәһлил қилишқа вә өлчәшкә асасланған рентгенлиқ диагностика усули. У жуқури ажираткучи қабилийити билән характерлиниду вә юмшақ булжуңларниң инчикә өзгиришлирини пәриқләшкә мүмкинчилик бериду, ағриқларни тәкшүрәш җәриянидики қобул қилинидиған рентгенлиқ шола чиқиришниң *мөлчәрини азайтишқа мүмкинлик бериду.*

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 тенининң әтрапида 180°-қа айлинидиған икки детектор раминиң қариму-қарши тәрәплиригә бәкитилгән. Детекторлар түрлүк булжуңларниң жутуш көрсәткүчлирини қобул қилип вә йезип алған. Биринчи әвлат томогрофлириниң 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 җәриянини 18 секундқичә илдамлитишқа мүмкинчилик бериду.

Компьютерлиқ томографларниң үчинчи әвладида йеңи принцип қоллинилған. Веер түридики рентген шолилириниң кәң дәстиси тәкшүриливатқан объектини йепип туриду, җисимдин өткән рентген шолилирини бир нәччә йүзлигән детекторлар йезип алиду. Тәкшүрәшкә кетидиған вақит 5-6 секундқичә қисқирайду.

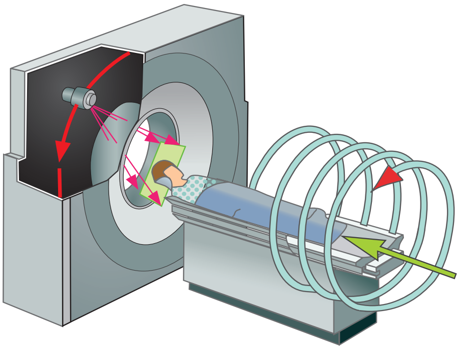
Төртинчи әвлат 1088 люминесцентлиқ датчиклардин ибарәт, улар аппарат тәңгисиниң бойида орунлашқан, пәқәт рентгенлик трубкила айлиниду. Бу усулниң нәтиҗисидә айлиниш вақти 0,7 секундқа қисқирайду. Үчинчи әвлат томографлари билән селиштурғанда сүрәт сапасида ейтқидәк пәриқләр йоқ.

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 тенининң әтрапида үзлүксиз айлиниши вә үстәлниң сканерләш оқи бойи билән үзлүксиз илгирлимә һәрикити *(136-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: рентгенлиқ шола чиқириш гентри чәмбиридики икки яки униңдин көп қатарларда орунлашқан детекторлар бир вақитта қобул қилиду. 1992 жили дәсләп икки қатар детекторлири бар икки қийилмилиқ, 1998 жили төрт қатар детекторлири бар төрт қийилмилиқ томографлар пәйда болди *(137-сүр.)*.



136-сүрәт. *Спиральлиқ компьютерлиқ томограф*

137-сүрәт. *Мультиқийилмилиқ компьютерлиқ томограф*

Жуқурида көрситилгән алаһидиликләрдин башқа рентген трубкисиниң айлиниш сани секундиға бир айлиништин икки айлинишқичә ашурулди. Шундақ қилип, бәшинчи әвлаттики төрт спиральлиқ томографлар бүгинки 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 физиологиялиқ жәриянларни 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. Үстәл сканер бойи билән аста қозғулиду.

Диагностика асасида водород атомлириниң сиртқи магнит мәйданини сезиш қабилийәтлиги ятиду: водород ядросидики протонлар айлиниш йөнилишини өзгәртиду. Сиртқи магнит мәйдани болмиған һаләттә протонлар қайтидин дәсләпки

Жавави қандақ?

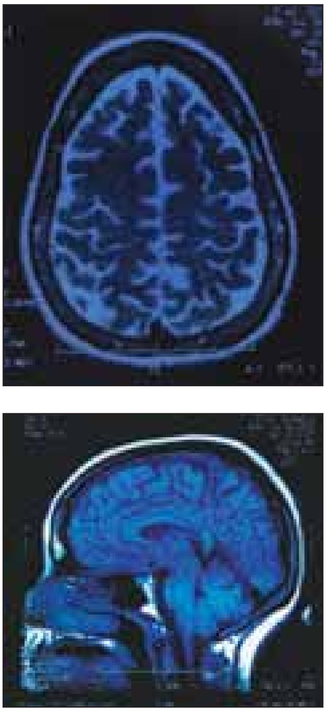
1. *Немишкә МРТ-ни рентген вә флюорографияға қариғанда қисқа вақит арилиғида бир нәччә рәт чүшүшкә болиду?*
2. *Немишкә МРТ диагноситикисиниң дәллиги башқа усулларға қариғанда дәл болуп келиду?*

һалитигә келиду. Һадисә, мәхсус система тиркәйдиған энергия бөлүниши билән жүриду. Елинған мәлуматлар компьютерлик программа арқилиқ ишлиниду, нәтиҗисидә 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. 138-сүрәттә МРТ компьютериниң экранида елинған сүрәтләр көрситилгән.

МРТ мүмкинчиликри бойичә, компьютерлик томографиядин үстүн болиду, сәвәви КТ-дики охшаш ионланған шола чиқиришни қолланмайду. Униң ишләш принципи бехәтәр электромагнитлиқ долкунларни қоллинишқа асасланған.



138-сүрәт. *Баш мейисиниң МРТ сүрити*

Һазирқи вақитта МРТ медициниң бөләк саласиға 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 инфекциялик җәриянларни. Униңдин башқа томография адәм әзалириниң (органлириниң) вә булжуңлириниң түзүлишини визуаллашқа, жулундики суюқлук еқимини, қанниң илдамлиғини өлчәшкә, булжуңлардики диффузия сәвийәсини баһалашқа, әзаларниң хизмәт етиши вақтида мейә қепиниң активлиғини ениқлашқа мүмкинчилик бериду. Функционаллиқ МРТ өткән әсирниң 90-жиллиридин башлап мейә җәриянлирини визуаллаш саһасида әһмийәтлик роль атқурушқа башлиди.

Бу қизиқ!

Магнитлиқ-резонанслиқ томография (МРТ) тәрәққий етиш тарихи.

1973 жили америкилқ алим Пол Лотербур МРТ ойлап тапти.

1977 жили 5 саат давамида адәм тенини дәсләпки сканерләш жүргүзүлди.

1978 жили дәсләп көкрәк ракиға дучар болған адәмниң тенигә сканер ясалди.

1980 жили сүрәт чүшүрүшкә 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 җавап беридиған адәм мейисиниң бөләклирини визуаллаш үчүн қоллинилидиған планарлиқ томография усулини тәклип қилди.

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.

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 жүргүзүшкә болиду.

Турақлиқ магнитлар МРТ-ниң туннельлиқ-йепиқ түринила әмәс, шундақла ечиқ түриниму елишқа мүмкинчилик бериду, бу һәрикәттә, турған һаләттә тәкшүрәшләрни жүргүзүшкә, 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.

Диагностикиниң вақтида өтүлиши вә дәллиги давалиниш вә чапсан сақийип кетиш үчүн МРТ-ни әһмийәтлик һәм үнүмлүк қилиду.

139-сүр. *МРТ-дики йолвас*

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.

Тапшурма

Интернет торини пайдилинип силәрниң регионлириңларда қайсу мәһкимиләр КТ вә МРТ түзүлмилири билән жабдуқланғанлиғини ениқлаңлар.

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.

V. Қазақстандики МРТ вә компьютерлиқ томография

КТ Қазақстанниң көплигән медицинилиқ мәркәзлиридә қоллинилиду. Алмута шәһиридики Компьютерлиқ вә МРТ мәркизи әң заманивий қураллар билән жабдуқланған. Клиникида орунлаштурилған Siemens компаниясиниң MAGNETOM Essenza магнитлиқ-резонанслиқ (МР) томография Қазақстандики ялғуз аппарати болуп тепилиду. МРТ әзалар билән системиларниң пәриқ қилиш қабилийити жуқури сүрәтләрни елишқа мүмкинчилик бериду. Диагностика мәркизидә шуниң билән қатар Siemens фирмисиниң SOMATOM Emotion 16 көп қийилмилиқ компьютерлиқ томография қоллинилиду. Компьютетрлик томография ағриқларни дәсләпки басқучлирида ениқлашқа мүмкинчилик бериду. КҚТТ барлиқ медицина саһалирида: травматологияда, хирургияда, онкологияда, неврологияда, пульмонологияда, стоматологияда кәң қоллиниишқа егә болди.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Индукцияси B = 0,1 Тл мәйданни МРТ-да пәйда қилиш үчүн ток күчи билән қувитиниң молҗамлиқ мәналирини баһалаңлар. Магнит узунлиғи L = 1,5 м, диаметри D = 1 м соленоид түридә ясалған дәп һесаплаңлар. Мис симиниң қийилмисини S = 100 мм^2, қийилмидики токниң зичлиғини j = 2 А/мм^2 дәп елиңлар. Мисниң хас қаршилиғи ρ = 0,056 Ом · м/мм^2

Берилиши:	**СИ**	**Йешилиши:**
$B = 0{,}1$ Тл		Ток күчини униң зичлиғи арқилиқ ипадиләймиз: $I = jS$. (1)
$D = 1$ м		Токниң қувити: $P = I^2 R$. (2)
$L = 1{,}5$ м		Өткәзгүчниң қаршилиғи: $R = \frac{\rho l}{S}$. (3)
$S = 100$ мм^2	10^{-4} м^2	Өткәзгүчниң узунлиғи соленоид чәмбириниң узунлиғини орам саниға көпәйткәнгә тәң болиду:
$j = 2$ А/мм^2	$2 \cdot 10^6$ А/м^2	$l = \pi D \cdot N$. (4)
$\rho = 0{,}056$ Ом · мм^2/м	$5{,}6 \cdot 10^{-8}$ Ом · м	
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Н/А^2		
$I - ?\ \ P - ?$		

Соленоидниң магнитлиқ индукцияси формулисидин орам санини тапимиз:

$$B = \frac{\mu_0 IN}{L}, \text{ униңдин } N = \frac{BL}{\mu_0 I}. \ (5)$$

(3) билән (4) ипадилирини (2) ипадигә қоюп, төвәндики ипадини язимиз:

$$P = \frac{I\rho\pi DBL}{\mu_0 S}. \ (6)$$

Ток күчи билән қувәтни һесаплаймиз:

$$I = 2 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 200\text{А}$$

$$P = \frac{200\text{А} \cdot 5{,}6 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot \pi \cdot 1 \text{ м} \cdot 0{,}1 \text{ Тл} \cdot 1{,}5 \text{ м}}{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 42000 \text{ Вт} = 42 \text{ кВт}.$$

Җавави: I = 200 А; P = 42 кВт.

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 22

1. 100 А ток өткәндә магнит мәйданида 0,2 Тл индукция пәйда қилидиған соленоидниң 1 см узунлиғидики орамлар санини ениқлаңлар. Магнит турақлиғи $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7}$ Н/А^2.
2. МРТ магнит мәйданиниң магнитлиқ индукциясиниң минимал мәнаси 0,1 Тл, Йәрниң манит 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?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Томографларниң заманивий үлгилири.
2. Диагностика усули ретидә МРТ-ниң артуқчилиқлири вә хәтәрликлири.
3. Жуқури өткәзгүләрдин МРТ-ниң магнитлиқ системиси.

§ 23. Лазерлар. Голография

Кутилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *лазерниң коллинилишиға вә тәсир қилиш принципини чүшәндүрүшни;*
- *голографияниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.*

Инавәткә елиңлар!

1916 ж. А. Эйнштейн шола чиқириш мәҗбурий яки когерентлиғи жукурки дәрижиси билән индукциялинидиған болуши мүмкин дәп молҗалиди.

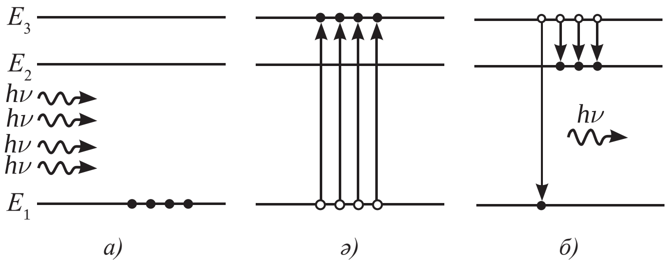
«Лазер» – сөзи инглиз тилидики «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» тиркәлмисиниң аббревиатуриси – йоруқниң мәҗбурий шола чиқириш арқилиқ күчийиши дегән мәнани билдүриду. Лазерларниң башқа йоруқ мәнбәлиридин пәрқи когерентликниң жукури дәрижиси болуп тепилиду.

Җавави қандақ?

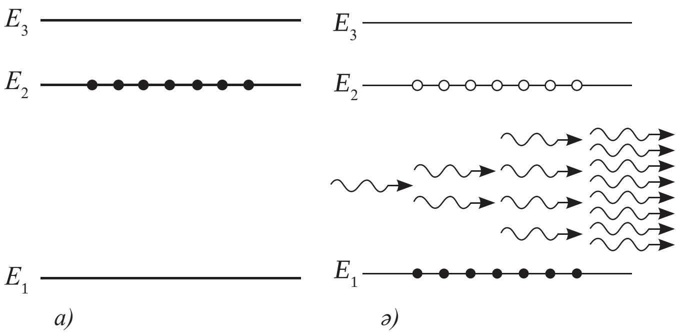
1. *Немишкә лазерлиқ йоруқ дәстиси башқа йоруқ мәнбәлириниң қувитидин жуқури қувәткә егә?*
2. *141 а,ә-сүрәтләрни пайдилинип лазерлиқ шола немишкә когерентлиқ йоруқ дәстиси болуп тепилидиғанлиғини, барлиқ фотонларниң чапсанлиғи, фазиси, поляризацияси вә һәрикәт йөнилиши бирдәк болидиғанлиғини чүшәндүрүңлар.*

I. 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_2O_3 – рубин мисал болиду, униңда алюминий атомлириниң бир бөлүги метатурақлиқ һалитидики хром ионлири билән авуштурилған. Кристалниң шола чиқириш вақтида хром ионлири қоздурулиду вә E_3 энергияси бар стационар һаләткә авушиду *(140 а, ә-сүр)*. Тәхминән 10^{-8} сек вақит өткәндин кейин қоздурулған атомларниң көпчилиги өзлүгидин E_2 метатурақлиқ сәвийәгә өтиду, униңда улар «өмүр сүриш вақтидин» 100 000 һәссә ошуқ вақит ичидә қоздурулған һаләттә болуши мүмкин *(140 б-сүр)*. Шундақ қилип, метатурақлиқ сәвийәниң орун алмаштуриши орун алиду, бу җәриян толтуруш (накачка) дәп атилиду*(141 а-сүр.)*.



140-сүрәт. *Атомниң қоздурулған һаләткә авушиши*



141-сүрәт. *а) Метатурақлиқ сәвийәниң орун алмаштуриши;*
ә) Индукцияләнгән шола чиқириш

E_3 сәвийәсидин E_2 сәвийәсигә өтүш шола чиқириш билән жүрмәйду; сәвәви ошуқ энергия кристаллиқ решеткиға берилиду, нәтижисидә кристалл температуриси өсиду. E_2 сәвийәсидин E_1 сәвийәсигә 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: $h\nu = E_2 - E_1$.

II. Лазерлик шола чиқиришниң хусусийәтлири

Лазерлик шола чиқириш жуқури монохроматлиқ, когерентлиқ, тар бәт елиши, жуқури қувәтлик хусусийәтлиригә егә.

Үзлүксиз режимда лазерлиқ шола чиқириш қувити $10 - 10^6$ Вт арилиғида, импульслиқ режимида – 10^{13} Вт болуши мүмкин, мошу вақитта тәхминән 10^{16} Вт/см^2 интенсивлиққа қол йәткүзүшкә болиду. Қувәт интайин тар сперктраллиқ 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 узунлиғиға 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 ошуқ болуши мүмкин. Аталған хусусийәтләр лазерларни әҗайип йоруқ мәнбәлиригә айналдуриду вә уларниң көплигән саһалирида қоллинишқа мүмкинчилик бериду.

Бу қизиқ!

Мичиган университетиниң (АҚШ) ультраилдам оптикилиқ һадисиләр мәркизиниң «Геркулес» түзүлмисидә аләмлик рекордтики интенсивлиғи 2 · 10   Вт/см йәтти.

Тапшурма

«Геркулес» түзүлмисиниң интенсивлиғини Күн шола чиқиришнниң 63 МВт/м интенсивлиғи билән селиштуруңлар.

III. Лазерларниң түрлири вә уларниң алаһидиликлири

Лазерлар – бу оптикилиқ диапазондики когерентлиқ шола чиқиришниң генератор лири билән күчәйткүчлири, уларниң тәси ри квантлиқ системиларниң; атомларниң, ионларниң, молекулиларниң индукциялик шола чиқиришиға асасланған.

Бу қизиқ!

Тәбиәттики лазерлар. Аләмдә тәбиий лазерлар тепилди. Конденсацияләнгән газларниң йоған чоң юлтузлар арисидики булутлири актив муһит болуп тепилиду. Космослуқ шола чиқиришлар, йеқин юлтузларниң йоруқлиғи толтурушқа хизмәт қилиду. Актив муһитниң чоң арилиғиға бағлиқ долқунларниң бирнәччә сантиметрдин микронғичә узунлуқ диапазонида мәҗбурий электромагнитлиқ шола чиқириш уларда долқунниң бир рәт өтүши вақтида пәйда болиду.

Лазерларниң ишләш җисиминиң материали вә энергия билән толуқтуруш йоли бойичә бөлүшкә болидиған һәрхил түрлири бар.

Лазерларниң бир нәччә түрлирини атайли.

Қаттиқ җисимлиқ лазерлар. Дәсләпки қаттиқ актив муһит – рубин, *Cr*   хром ионлириниң аз арилашмиси бар Al_2O_3 корунд кристали болди.

Шундақла, *Nd* неодим арилашмиси бар әйнәк, стержень түридики хром, неодим вә шалаң учришидиған элементлар арилашмиси бар $Y_2Al\ O_{12}$ 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 җисимлиқ лазерлардикидәк өтиду, 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 узунлиғи 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. Суюқлук лазерлирини толтуруш импульслиқ лампилар билән әмәлгә ашурилиду. Бояқларниң молекулилириниң қоздурулған сәвийәлириниң 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.

IV. Голографияниң физикилиқ принциплири

Голография (греч. «holos» – барлиқ вә «grapho» – йезиш) – фотосүрәтлик йезиш усули, долқунлуқ мәйданларни когерентлиқ шола чиқириш ярдими билән қайта чиқириш һәм түрләндүрүш.

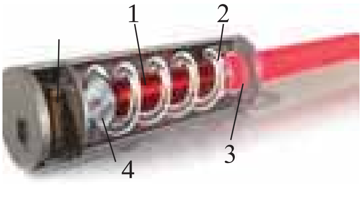
Гологарфиялиқ усул икки этаптин туриду: голограммини йезиш йоруқ долқунлириниң интерференция һадисисигә асасланған, оқуш болса – долқунларниң дифракция һадисисигә асасланған.

Голограммисини елиш керәк болған объектқа лазердин йоруқ чүшиду *(143 а-сүр).* Объектидин чачириған йоруқ долқуни яки объектилиқ йоруқ дәстә фотопластиниға

Инавәткә елиңлар

Рубин лазериниң түзүлмиси

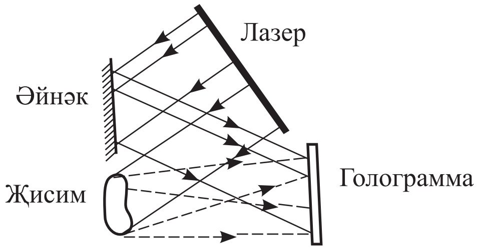
Рубин ларези (142-сүр.) рубин кристалидин (1) цилиндр шәкилдики аз хром арилашмисидин туриду. Цилиндр (3) вә (4) чәтлири бир-биригә қәтъий параллель орунлишиду, уларға қайтуридиған әйнәк қәвити йеқилған, бу қәвәтләрниң бири йерим сүзүк болиду: униңдиң йоруқниң тәхминән 8% өтиду, қалған 92 % қайтиду. Қоздурғучи шола чиқириш мәнбәси болуп тепилидиған импульслиқ спиральлиқ газ разрядлик яки толтуруш шаминиң (2) ичидә лазер стержени орунлашқан. Шамдики йоруқниң қисқа йоруғи (вспышка) конденсаторлар батареяси билән (5) ясилиду. Рубин лазери импульслиқ режимда иш ишләйду.

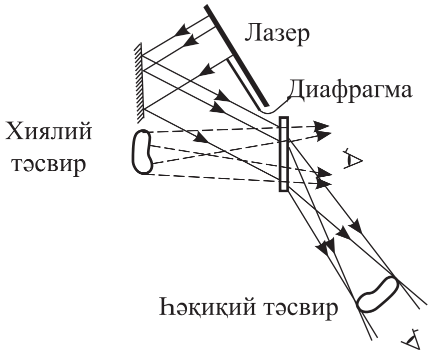


142-сүрәт. *Рубин лазериниң түзүлмиси*

чүшиду. Мошу пластиниға тирәк дәстиси – әйнәктин қайтқан лазер йоруғиниң бөлүги чүшиду. Фотопластинилиқ голограммида икки йоруқ дәстисини амплитудилиқ, фазилиқ қәвәтләштүрүш нәтиҗисидә елинған әхбарат сақлиниду. Голограмминиң ташқи көрүнүшиниң бирхил йоруқландурилған фотопластинидин пәрқи болмайду.

Җисимдин чачириған долқунни әксигә кәлтүрүш үчүн объектини елип, голограммини чүшүрилим вақтидики орниға орунлаштуриду *(143 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.





а) *ә)*

143-сүрәт. *Голографиялиқ тәсвир елиш этаплири: а) йезиш, ә) оқуш*

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 авуштурилған; тәсвир «ташқа қарап бурулған».

V. Голограмминиң асасий хусусийәтлири

1) *Голограмминиң һәр қандақ фрагменти объект тоғрилиқ барлиқ әхбаратни сақлайду*. Әгәр пластинини бөләкләргә кесидиған болса, у чағда уларниң һәр қайсуси 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 (объектқа деризидин қараймиз) түридә көрситиду.
2) *Әгәр голограммиларни йезиш вә әксигә кәлтүриш үчүн тарилидиған долқунлар фронтини пайдиланса, у чағда объектиниң йоғанлитилған яки кичиклитилгән тәсвирини елишқа болиду.*

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.

3) *Бир фотопластинида бир нәччә объектини пәйдин-пәй тиркәшкә болиду*, мәсилән 50 бәтлик мәтин патиду. Уларниң барлиғи бир мәзгилдә әксигә кәлтүрилиду. Әгәр уларни қайта чиқиришта бөлүш һаҗәт болса, у чағда һәр бир объект үчүн тирәк шолисиниң йөнилишини сәл өзгәртиш керәк болиду.

VI. Голографияни қоллиниш

Голография усуллири: үч өлчәмлик муһитта голограммиларни йезиш, һәртүрлүк рәңдики вә панорамилиқ голографияләш тәрәққий етип, қоллинишқа егә боливатиду. У голографиялиқ яди бар ЭҺМ-да, голографиялиқ электронлуқ микроскопта, голографиялик кино вә Телевидениядa, голографиялик интерферометриядә қоллинилиду. Голограмма ярдими билән әксигә кәлтүрилгән тәсвирләрниң үч өлчәмлик хусусийәтлири елан қилиш йезиқлирида, дәрислик демонстрацияларда, бәдиий мәнзирләрни қураштуришта, сәнъәт әсәрлириниң көчирмилирини ясиғанда, голографиялиқ портретларни тиркигәндә пайдилиниду. Әхбаратни голографиялиқ кодлаш мүмкинчилиги криминалистикида кәң қоллинишқа егә.

Бирнәччә технологиялиқ җәриянларда голограммилар билән қурулған һәқиқий тәсвирләрни пайдилинишқа болиду. Голограммиларни қувәтлик лазер билән йоруқландурғанда ишлинидиған бәтләрдә нәқишләрни селишқа болиду. Голограммилар мошуниң охшаш микроэлектронлик схемиларни контактсиз йезиш үчүн қоллиниду.

Нәзәр селиңлар

Мәлуматларни голографиялик сақлаш

Голографиялиқ тошуғучилар идеяси лазерлиқ шола чиқиришниң ярдими билән әхбаратни өлчәмлик қурулғиға йезиш болуп тепилиду. Йеңи технология пәқәт дискиниң бетинила әмәс, һәҗими бойичиму йезилмилар жүргүзүшкә мүмкинчилигини бериду. Мундақ қурулғу бир нәччә гигабайт орниға һәҗими компактдискидин ошуқ болмайдиған тошуғучларда мәлуматларниң терабайтини сақлайду. Голографиялиқ мәлуматлар наһайити жуқури илдамлиқ билән чапсан оқулиду.

Голографиялиқ йезилмиларниң артуқчилиқлири:

- йезилмиларниң жуқурқи зичлиғи вә оқушниң жуқурқи илдамлиғи;
- әхбаратни параллель йезиш (бир биттин әмәс толуқ бәтләр билән) йезиш;
- бәтләрниң оқулушиниң жуқурқи дәллиги;
- мәлуматларни әксигә кәлтүрүштә шавқунларниң төвән болуши;
- бузулмайдиған оқуш;
- мәлуматларни сақлашниң узақлиғи – 30–50 жил вә униңдин көп.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Импульслиқ режимда ишләйдиған лазер $P = 1$ кВт қувәт пайдилиниду. Бир импульсниң узақлиғи $\tau = 5$ мксек, $t = 1$ сек ичидә чиқидиған импульсар сани $N = 200$ тәң. Әгәр шола чиқиришқа пайдилинидиған қувәтниң 0,1 %-тила исрап қилинса, шола чиқириш энергияси билән бир импульсниң қувитини ениқлаңлар.

Берилди:	**СИ**	**Йешилиши:**
$P = 1$ кВт	10^3 Вт	Лазерниң пайдилиқ тәсир коэффициенти шола чиқириш энергияси билән лазерниң пайдилинидиған энергиясигә нисбити арқилиқ ениқлаймиз: $\eta = \frac{A_{ш.ч.}}{A}$. (1)
$\tau = 5$ мкс	$5 \cdot 10^{-6}$ сек	
$t = 1$ сек		
$N = 200$		
$\eta = 0,1$ %	0,001	1 секунд ичидә пайдилинидиған энергия тәң $E = P \cdot t$. (2)
$E_1 - ?$ $P_1 - ?$		

Шола чиқириш энергияси бир импульсниң қувити билән t вақит ичидә униң узақлиғи вә импульслар сани билән ениқлиниду: $E_{ш.ч} = P_1 \cdot \tau \cdot N$. (3)

(2) вә (3) ипадини (1) қоюп:

$\eta = \dfrac{P_1 \cdot \tau \cdot N}{P \cdot t}$, ипадисини алимиз, бунидин $P_1 = \dfrac{\eta \cdot P \cdot t}{\tau \cdot N}$. (4)

Бир импульсниң энергияси: $E_1 = P_1 \cdot \tau$. (5)

Бир импульсниң энергияси билән қувитини тапимиз:

$$P_1 = \frac{0,001 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с}}{5 \cdot 10^{-6} \text{ с} \cdot 200} = 1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт};$$

$$Å_1 = 1000 \text{ Вт} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 5 \text{ мДж}.$$

Җавави: $P_1 = 1$ кВт, $E_1 = 5$ мДж.

Тәкшүрүш соаллири

1. Лазер дәп немини атайду? Лазерлардики йоруқни күчәйтиш усулини чүшәндүрүңлар.
2. Лазерлиқ шола қандақ хусусийәтләргә егә?
3. Лазерларниң түрлирини атаңлар. Лазерларни қандақ принцип бойичә бөлуду?
4. Рубин лазериниң асасий бөләклирини атаңлар.
5. Голография, голограмма дәп немини атайду?
6. Голографиядики йезиш вә оқуш усулини чүшәндүрүңлар.
7. Голограмминиң қандақ хусусийәтлири бар?

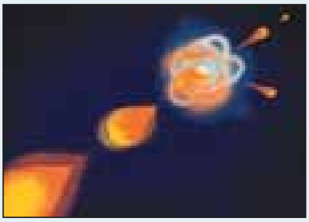
Көнүкмә 23

1. Үзлүксиз режимда ишләйдиған гелий-неонлиқ газ лазери қувитини 40 мВт-ғичә өсүрип, долқун узунлиғи 630 нм монохроматлиқ йоруқ чиқириду. Мошу лазер 1 сек ичидә қанчә фотон чиқириду?
2. 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.
3. 100 Вт қувәт пайдилинидиған лазер долқун узунлиғи 600 нм йоруқ долқунини чиқириду. Әгәр униң ПИК-и $\eta = 0,1$ % болса, у чағда лазер секундиға қанчә квант чиқириду?

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтиярилңарчә): 1. Лазерларниң практикилиқ қоллинилиши. 2. Криминалистикида голограмминиң қоллинилиши. 3. Голографиялиқ телевидения, уларниң тәрәққий етиш перспективилири.

Атом модельлири

Жил	Модельниң автори	Модель
1903 ж.	Д. Томсон	«Мейиз селинған пудинг» модели Сәлбий зарядләнгән электронлар иҗабий зарядләнгән булутта орунлашқан, электронларниң қошундилириниң заряди иҗабий зарядләнгән булутниң зарядигә тәң.
1911 ж.	Э. Резерфорд	«Планетарлиқ» модели Барлиқ иҗабий заряд вә атомниң барлиқ массиси ядрода топланған. Электронлар ядро әтирапида айлиниду.
1913 ж.	Н. Бор	«Турақлиқ стационарлиқ орбитилири бар Планетарлиқ» модели Барлиқ иҗабий заряд вә атомниң барлиқ массиси ядрода топланған. Электронлар ядро әтирапида стационарлиқ орбита бойичә айлиниду. Электрон чоң квантлиқ сани бир стационарлиқ орбитидин аз квантлиқ сани бар орбитиға өткәндә энергияниң кванти бөлүниду. 

1-тапшурма

1. Бапниң материаллири билән қошумчә әдәбиятларни пайдилинип, Д.Томсон, Э.Резерфордниң вә Н.Борниң тәклип қилған атом модельлири асасида оңай чүшәндүридиған физикилиқ һадисиләргә мисаллирини кәлтүриңлар.
2. Н.Борниң атом модели тоғрилиқ билими асасида қандақ түзүлмиләр ясалди?

2-тапшурма

Физикилиқ характеристикиси бойичә лазер түрлирини селиштуруш җәдвалини қуруңлар. Лазерларни қоллиниш саһасини көрситиңлар.

3-тапшурма

Фотоэлемент билән башқурилидиған ламписи бар тизмини қураштуруңлар.

-бап йәкуни

Мадда билән шола чиқиришниң өзара тәсирлишиши	
Фотоэффект $h\nu = A_{чиқ} + \frac{m\upsilon^2_{max}}{2}$ $eU_{т.} = \frac{m\upsilon^2_m}{2}$	Комптон эффектиси $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_{ê}\sin^2\frac{\theta}{2}$; $\Delta\lambda = \lambda_к(1 - \cos\theta)$

Фотон билән элементар зәрриләрниң долқунлуқ хусусийәтлири		Рентгенлиқ шола чиқириш чапсанлиғи
$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$ $p = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \hbar\omega$	де Бройль долқун узунлиғи $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\upsilon}$	$eU = \frac{m_e\upsilon^2_{max}}{2} = h\nu_{max}$

СИ системисида физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши

Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ
h	Планк турақлиғи $6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж · сек	Дж · сек	λ	Таралған йоруқниң долқун узунлиғи	м
$A_{чиқ}$	Чиқиш иши	Дж	λ'	Чүшкән йоруқниң долқун узунлиғи	м
m	Зәрриләрниң яки электронларниң массиси $9{,}1 \cdot 10^{-31}$кг	кг	λ_k	Комптонлиқ долқун узунлиғи $2{,}43 \cdot 10^{-12}$ м	м
υ_{max}	Фотоэлектрон илдамлиғи	м/сек	θ	Фотонниң тарилиш булуңи	рад,°
e	Электрон заряди $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл	Кл	E	Фотон энергияси	Дж
$U_{яп.}$	Япқучи күчиниш	В	p	Фотон импульси	кг·м/сек
c	Йоруқ илдамлиғи $3 \cdot 10^8$ м/сек	м/сек	ν	Фотон чапсанлиғи	Гц

Глоссарий

Голография – фотосүрәтлик йезиш модели, долқунлуқ мәйданларни когерентлик шола чиқириш ярдими билән қайта чиқириш һәм түрләндүрүш

Фотоэффектниң қизил чегариси – фотоэффект мүмкин болидиған жағдайда чүширилгән йоруқниң ν_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 – бөләк спектрлиқ сизиқлардин ибарәт атомларниң учуп чиқиши билән жутулишиниң оптикилиқ спектрлири.

Спектроскоп – бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни байқашқа беғишланған әсвап.

Спектрограф – бу мурәккәп йоруқни рәңләргә бөлүшкә вә спектрларни сүрәткә чүшүрүшкә беғишланған әсвап.

Фотоэффект – йоруқ яки һәр қандақ электр магнитлиқ шола чиқириш тәсиридин маддидин электронларниң учуп чиқиши.

Комптон эффектиси – бош электронларда шола чиқириш чапсанлиғиниң азийиши билән жүридиған электромагнитлиқ шола чиқиришниң чечилиши

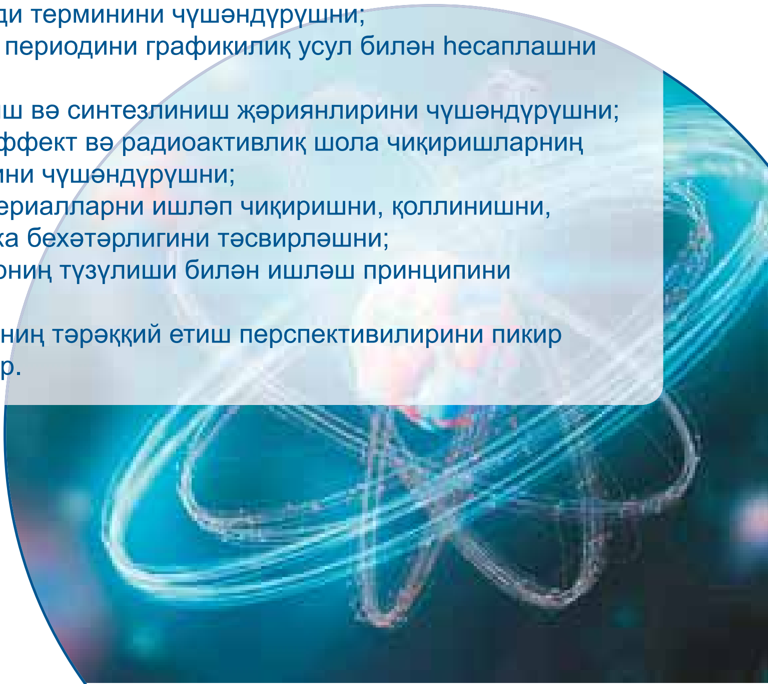
8-БАП

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 парчилиниш (α, β , γ) һадисисини вә йерим парчилиниш периоди терминини чүшәндүрүшни;
- йерим парчилиниш периодини графикилиқ усул билән һесаплашни үгинишни;
- ядрониң парчилиниш вә синтезлиниш җәриянлирини чүшәндүрүшни;
- ионизацияләнгән эффект вә радиоактивлиқ шола чиқиришларниң қийип өтүш тәбиитини чүшәндүрүшни;
- радиоактивлиқ материалларни ишләп чиқиришни, қоллинишни, сақлашни вә техника бехәтәрлигини тәсвирләшни;
- ядролуқ реакторларниң түзүлиши билән ишләш принципини тәсвирләшни;
- ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.



§ 24. Тәбиий радиоактивлиқ. Радиоактивлиқ парчилиниш қануни. Ядрониң нуклонлиқ модели. Изотоплар. Ядрода нуклонларниң бағлиниш энергияси

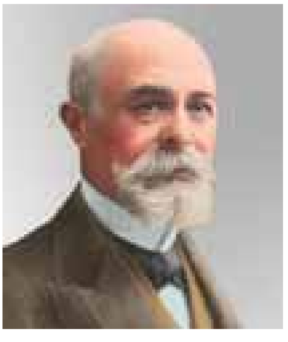
Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

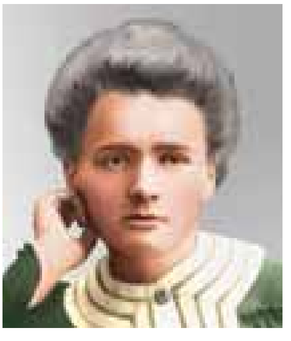
- *радиоактивлиқ парчилиниш (α, β , γ) һадисисини вә йерим парчилиниш периоди терминини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

I. Тәбиий радиоактивлиқ

Тәбиий радиоактивлиқни 1896 жили француз физиги А.А. Беккерель ачти. У уран тузлири люминесценция пәйда қилидиған, сүзүк әмәс маддиларниң қәвәтлири арқилиқ өтидиған, газларни ионлашқа, фотографиялиқ 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 билллә көплигән еғир элементрларға: актинийға, торийға, полонийгә 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.



Антуан Анри Беккерель (1852–1908) – француз физиги, радиоактивлиқни дәсләп ачқанларниң бири, ядролуқ шола чиқиришниң өзлүгидин чиқирилишини тәкшүриди. 1903 жили физика бойичә Нобель мукапити берилди.



Мария Склодовская-Кюри (1867–1934) – поляк алим-экспериментатори, җәмийәт әрбаби. Физика вә химия саһалири бойичә Нобель мукапитини икки рәт алған. Парижда вә Варшавида Кюри институтини қурди.

Пьер Кюри (1859–1906) – француз алим-физиги, радиоактивлиқни тәкшүргүчиләрниң бири, француз Илим академиясиниң әзаси, 1903 жили физика бойичә Нобель мукапитиниң лауреати.

Тәбиий радиоактивлиқ **– бу радиоактивлиқ шола чиқириш арқилиқ ядроларниң өзлүгидин башқа ядроларға айлиниши.**

II. Радиоактивлиқ шолиларниң хусусийәтлири

Альфа-шолилириниң хусусийәтлири

Тәҗрибиләр нәтиҗилиридә радиоактивлиқ элементларниң ядролиридин α-зәрриләр 14 000-дин 20 000 км/сек арилиғидики илдамлиқ билән учуп чиқидиғанлиғи, α-зәрриләр $+2e$ икки элементар иҗабий зарядни тошуйдиғанлиғи вә 4 массилиқ санға егә екәнлиги ениқланди. Улар ^4_2He гелий ядросиниң атомлириниң еқими болуп тепилиду. Маддидики α-зәрриләрниң тохтиғичә журип өткән йоли *өткүч 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. α-шолилар адәттики қәғәз вариғи билән толуқ жутулиду.

Бета-шолилириниң хусусийәтлири

β-шолилар β-зәрриләр дәп атилидиған чапсан электронлар еқими, уларниң массиси α-зәрриләр массисидин 7350 һәссә аз, β-зәрриләрниң оттура илдамлиғи тәхминән 160 000 км/сек. α-шола чиқиришларға қариғанда β-шола чиқиришларда барлиқ мүмкин мәналардики энергиялири бар электронлар болиду. Бир радиоактивлиқ элементларниң ядроси β-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

γ-шолилар 10^{20} Гц интайин жуқури чапсанлиқтики фотонлар еқими, бу 10^{-12} м интайин қисқа долқун узунлиғиға мувапиқ келиду. Улар электр вә магнит мәйданлири тәсиридин чәтнимәйду, йоруқ илдамлиғи билән тарилиду. γ-шолиларниң ионлиғучи

Җавави қандақ?

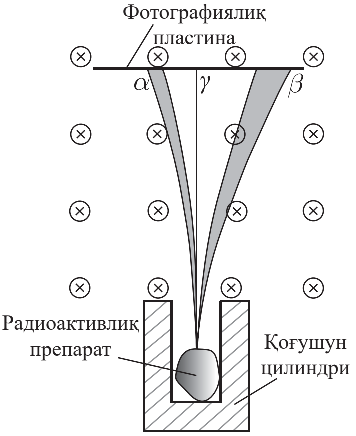
1. *β-шола чиқириш орбитилиқ электронларниң еқими боламду?*
2. *α-, вә β-парчилинишлар вақтида радиоактивлиқ элементниң ядросида қандақ өзгиришләр орун алиду ?*
3. *Немишкә төвәнки өтүш қабилийәтлиги бар зәрриләр жуқури ионлигучи қабиләйткә егә болиду?*

Әскә чүшириңлар!

Радиоактивлиқ шола чиқиришниң тәркиви мурәккәп: униңға α-, β- вә γ-шолилар дәп атилидиған шола чиқиришниң үч түри ятиду. *240-сүрәттә* магнит мәйданида радиоактивлиқ шола чиқиришниң үч компонентиға бөлүниши тәсвирләнгән.

1-тапшурма

1. Оң қол қаидисини тәрипләңлар.
2. Магнит мәйданидики зәрриләрниң чәтнишиниң йөнилиши бойичә, α- вә β-шолилири қандақ бәлгүдики зарядларға егә екәнлигини ениқлаңлар *(144-сүр.)*.



144-сүрәт. *Магнит мәйданидики α-, β- вә γ-шолилири*

2-тапшурма

α-, β- вә γ-шолилириниң өтүш вә ионлаш қабилийитини селиштуруңлар.

қабилийити жуқури әмәс; һавада тәхминән 100 жүп ионлири бар. γ-шолилири әң өткүр шолиларниң бири. Әң қаттиқ γ-шолилар қелинлиғи 5 см қоғушун қәвити арқилиқ яки қелинлиғи бир нәччә йүзлигән метр һава қәвити арқилиқ өтәләйду; адәм тенини тешип өтиду.

Әскә чүшириңлар!

Содди силҗиш қаидиси

α-парчилиниши	Электронларниң β-парчилиниши	позитронниң β-парчилиниши
α-парчилиниш вақтида қайтидин елинған элементниң массилиқ сани төрт бирликкә кемип, Менделеевниң периодлуқ җәдвилида икки номерғә 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 β-парчилинишида қайтидин елинған элемент массилиқ санини өзгәртмәй Менделеевниң периодлуқ җәдвалида ахириға қарап бир номерғә силҗийду:* $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\tilde{\nu}.$ Мәсилән: $^{210}_{83}Bi \rightarrow ^{210}_{84}Po + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\tilde{\nu}.$ Электронлиқ β-парчилиниши электрон вә антинейтрино чириш арқилиқ нейтронниң протонға айлиниши нәтиҗисидә жүриду: $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\tilde{\nu}$.	*Позитронлиқ β-парчилиниши – бу дәсләпки ядроға қариғанда рәтлик номери биргә аз ядро түзилидиған реакция, элемент Менделеев җәдвалиниң бешиға қарап бир клеткиға силҗийду:* $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e + {}_{0}^{0}\nu.$ Мәсилән: $^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}_{+1}^{0}e + {}_{0}^{0}\nu.$ Позитронлиқ β-парчилиниш позитрон вә нейтрон чиқириш арқилиқ протонниң нейтронға айлиниши нәтиҗисидә жүриду: $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}_{+1}^{0}e + {}_{0}^{0}\nu.$

III. Радиоактивлиқ парчилиниш қануни

Радиоактивлиқ парчилиниш радиоактивлиқ элемент атомлириниң санининиң пәйди-пәй азийишиға елип келиду. Аз t вақит ичидә парчилинидиған dN атомлар санининиң азийиши вақит билән радиоактивлиқ элемент атомлириниң умумий N саниға пропорционал:

$$dN = -\lambda N \cdot dt, \quad (1)$$

буниңдики λ – *мошу элементниң турақлиқ парчилиниши дәп атилидиған пропорционаллиқ коэффициенти, бу бирлик вақит ичидә радиоактивлиқ парчилиниш еһтималлиғини характерләйдиған миқдар.* «Минус» бәлгүси вақитниң өтиши билән радиоактивлиқ элементниң атом санлириниң азийишини көрситиду. Йезилған ипадидики өзгәрмиләрни өзара бөлүмиз:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt. \quad (2)$$

(2) тәңлимини вақитниң $t = 0$-дин башлап t-ғичә вә зәрриләр санининиң N_0-дин башлап N-ғичә өзгириш арилиқлирида интеграллап, төвәндики ипадини алимиз:

$$lnN - lnN_0 = -\lambda t,$$

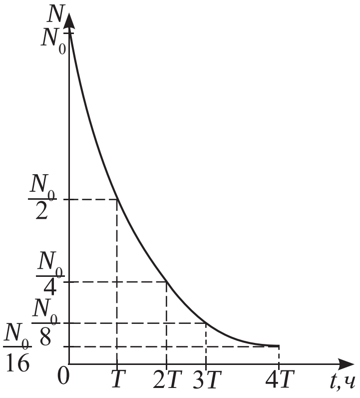
буниңдин

$$N = N_0 e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Әстә сақлаңлар!

α- вә β- парчилиниш җәриянлирида массиниң, зарядни, энергияниң сақлиниш қанунлири орунлиниду.

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 қанунининиң графиги 145-сүрәттә тәсвирләнгән.



145-сүрәт. *Радиоактивлиқ парчилиниш қануниң графиги*

IV. Йерим парчилиниш периоди. Радиоактивлиқ атомниң оттура өмүр сүриш узақлиғи

Йерим парчилиниш периоди Т дәп дәсләпки элемент атомлириниң сани икки һәссә азийидиған вақитни атайду.

(3) тәңлимисидә $t = T$ болғанда төвәндики тәңлик орунлиниду:

$$e^{-\lambda T} = \frac{1}{2},$$

буниңдики $\grave{O}$ йерим парчилиниш периодиниң λ турақлиқ парчилиниши билән бағлиниши төвәндики түрдә болиду:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}. \qquad (4)$$

(4) тәңликтин λ турақлиқ парчилинишни ипадиләп, уни (3) формулиға қоюп алимиз:

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}. \qquad (5)$$

(5) формула йерим парчилиниш периодиниң мәнаси бойичә радиоактивлиқ элементниң парчиланмиған атомлириниң санини ениқлашқа мүмкинлик бериду.

T йерим парчилиниш периодиниң мәнаси һәртүрлүк радиоактивлиқ элементлар үчүн 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» элементлириму учришиду. 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 қайсу атомниң парчилинидиғини молҗалаш мүмкин әмәс. Һәрбир атомниң бәлгүлүк бир вақит арилиғида парчилинишиниң еһтималлиғини пәқәт ейтип кетишкә болиду

V. Семей ядролуқ полигонидики ядролуқ синақларниң ақивити (СЯП)

1949 жилдин башлап Семей полигонида 468 ядролуқ синақ өткүзүлди. Полигон Қазақстан Җумһурийитиң 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 җәриянларниң 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. Заряднинң қалған бөлүги – асасий тирикчиликкә зиян кәлтүридиған плутоний изотопи қоршиған муһитқа чачириди. 300м2 территория һеч нәрсигә ярамсиз болуп қалди. Шаған дәриясида ичидиған суниң нормативлиқ мәналиридин йүз һәссә жуқури болған тритий концентрацияси тепилди. Сүнъий «атомлуқ көлининң» қирғиғи шола чиқиришнинң дәрижиси үчүн радиоактивлиқ қалдуқларға тәңләштүрилди. Көл 1965 жили қувәтлик 140 килотанна термоядоролуқ 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.

Тәкшүрүш соаллири

1. Тәбиий радиоактивлиқ дегинимиз немә?
2. α -, β- вә γ-шолилириниң асасий хусусийәтлирини атаңлар.
3. Радиоактивлиқ парчилиниш қанунини тәрипләңлар.
4. Йерим парчилиниш периоди дегинимиз немә? Йерим парчилиниш периоди парчилинишниң турақлиқлиғи билән қандақ бағлинишқан?

Көнүкмә 24

1. Төрт α-парчилиништин вә икки электронлуқ β-парчилиништин кейин $^{232}_{90}Th$ торийдин қандақ изотоп түзилиду?
2. $^{235}_{92}U$ уран ядросиниң $^{211}_{83}Bi$ висмут ядросиға айлиниши вақтида чиқирилидған α- вә β-зәрриләрниң санини ениқлаңлар?
3. Қандақту бир радиоактивлиқ изотопниң йерим парчилиниш периоди T. $t = 3T$ вақит ичидә ядроларниң қандақ бөлүги парчилиниду?

Ижадий тапшурма

Берилгән мавзуларниң биригә ppt-презентацияси билән хәвәрләндүрмә тәйярлаңлар:

1. Семей полигониниң тарихи.
2. «Невада – Семей» һәрикити.
3. Қазақстан Җумһурийитиниң Миллий ядролуқ мәркизиниң буруңқи полигон территориясидики ядролуқ синақларниң ақивитини тәкшүрәш нәтиҗилири.

§ 25. Атомниң ядроси. Ядронин нуклонлиқ модели. Изотоплар. Ядродики нуклонларниң бағлиниш энергияси

Күтилидиған 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 авуштуруңлар.
2. $^{14}_{7}N$ вә $^{16}_{8}\hat{I}$ атомлириниң ядролирини тәсвирләңлар.

I. Атомниң ядроси. Ядрониң нуклонлиқ модели

1932 ж. кеңәш алими Д.Д. Иваненконин 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 җәдвилидики 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. Атомлуқ физикида массисини м.а.б. – массиниң Атомлуқ бирлиги арқилиқ ипадиләйду.

Ядроларниң вә элементар зәрриләрниң массисини масс-спектограф ярдими билән жуқурқи дәлликтә ениқлашқа болиду. Атомлуқ физикида массини м.а.б.- массиниң атомлиқ бирлиги арқилиқ ипадиләш қобул қилинған.

Массисиниң атомлуқ бирлиги ретидә $^{12}\tilde{N}$ углерод атоминиң массисиниң $\frac{1}{12}$ бөлүги қобул қилинған:

$$1 \text{ м.а.б.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Демәк, $m_p = 1,00728$ м.а.б., вә $m_n = 10086$ м.а.б., шундақ қилип,

$$m_p \approx m_n \approx 1 \text{ м.а.б.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \qquad (2)$$

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 атомлуқ бирлиги (м.а.б.) билән ипадиләнгән атом массисиға йеқин А пүтүн саниға:

$N_p + N_n = A$ яки, (1) формулини етиварға алсақ,

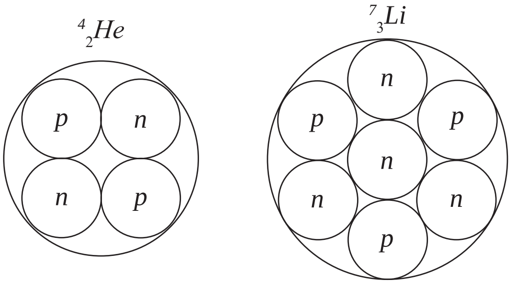
$$Z + N_n = A. \qquad (3)$$

Демәк, *атом ядросидики нейтронлар сани массилиқ сан билән элементниң атомлуқ номериниң айримисиға тәң:*

$$N_n = A - Z. \qquad (4)$$

Шундақ қилип, химиялик элементниң массилиқ сани билән атомлуқ номери бойичә мошу элементниң атом ядросидики протонлар санини вә нейтронларниң санини ениқлашқа болиду.

Химиялик элементларниң атом ядросини $^{A}_{Z}X$ символи билән бәлгүләш келишилгән, униңдики X – элементниң символи, A – массилиқ сан, Z – рәтлик номер. Мәсилән, кислород атоминиң ядросиниң бәлгүлиниши –– $^{16}_{8}\hat{I}$, азота атоминиң бәлгүлиниши – $^{14}_{7}N$. *146-сүрәттә* $^{4}_{2}He$ гелий вә $^{7}_{3}Li$ литий атом ядролири схемилиқ түрдә тәсвирләнгән.



146-сүрәт. *$^{4}_{2}He$ гелий вә $^{7}_{3}Li$ литий атом ядролири*

2-тапшурма

1. Менделеев җәдвалиниң дәсләпки он элементи үчүн изотоплар җәдвалини қураштуруңлар. Әхбарат мәнбәсини өзәңлар таллаңлар.
2. Қайсу элементта изотопларниң сани көп?

II. Изотоплар

Изотоплар Менделеев җәдвилида 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 химиялик элементниң барлиқ изотоплириниң электронлиқ қәвәтлириниң түзүлишлири охшаш. Шуниң үчүн мошу элемент изотоплириниң химиялик 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 химиялик элементрларниң 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 арилиқларда тәсир қилидиғанлиғи бәлгүлүк: пәқәт ядрониң ичидә тәсир қилиду, кулонлиқ күчләрдин тәхминән йүзлигән һәссә ошуқ. Мошу хусусийәтлири үчүн ядролуқ күчләрни «қисқа қоллиқ батурлар» дәп атайду. Улар зарядләргә мустәқил вә қениққан хусусийитигә егә. Қениққан

хусусийити пәқәт хошна нуклонларниң өзара тәсирлиниши 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 зәррүләрниң – π-мезонлар алмишиш йоли билән өзара тәсирлишиду.

Җавави қандақ?

Немишкә ядро протонлириниң арисидики нуклонлиқ күчләр ядроның туташлиғини бузалмайду?

3-тапшурма

Х. Юкавиниң нуклонлар арисидики күчләрниң алмишиш нәзәрийәси асасида ядро моделини тәсвирләңлар.

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 ядроның бағлиниш энергияси дәп атайду.

Энергияниң сақлиниш қануниға мувапиқ ядроға бағлинишқан нуклонларниң энергияси улардин аҗиритилған нуклонларниң энергиясидин $E_{баг}$ бағлиниш энергиясиға тәң мәнаға аз болуши керәк. Эйнштейн тәңлимилиридин система энергиясиниң өзгириши системиниң ΔM массисиға пропорционал өзгиридиғанлиғи ениқланди:

$$\Delta E = \Delta Mc^2, \qquad (5)$$

буниңдики c – вакуумдики йоруқ илдамлиғи. Қараштуриливатқан һаләттики ΔE бу ядроның $E_{баг}$ бағлиниш энергияси болғанлиқтин, атом ядросиниң массиси ядрони ибарәт қилидиған нуклонлар массисиниң қошундисидин ΔM *миқдариға аз болуши керәк.* ΔM ядроның масса дефекти дәп атилиду: $\Delta M = (Zm_p + N_n m_n) - M_я$, (6)
буниңдики Z – протонлар сани, N_n – нейтронлар сани, $M_я$ – ядро массиси.

Масса дефектиси **– бу ядрони ибарәт қилидиған нуклонларниң теч һаләттики массилириниң қошундиси билән атом ядросиниң теч һаләттики массиниң айримисиға тәң миқдар.**

Һазир вақитта атом ядролириниң массилири масс-спектограф арқилиқ жуқури дәллик билән ениқланған. Бу һәр қандақ ядроның 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

$$E_{баг} = c^2\left[ZM({}^1_1H) + N_n m_n - M_{ат}\right], \qquad (8)$$

буниңдики $M_я$ – ядро массиси, $M_{ат}$ – атом массиси, $M({}^1_1H)$ – водород атоминиң массиси.

4-тапшурма

1. (7)-(10) формулилирини селиштуруңлар
2. (7) вә (8), (7) вә (9), (8) вә (10) формулилириниң пәрқи немидә?

Әгәр масса дефектиси массилиқ атомлуқ бирликләр билән ипадиләнсә, у чағда (7)-(8) тәңлимиләр башқа түргә келиду, уларни йезиш үчүн 1 эВ = 1,6 · 10^{-19} Дж екәнлигини етиварға елип, массиси 1 м.а.б. зәрриниң теч һаләттики энергиясини МэВ − мегаэлектронвольт арқилиқ ипадиләйлуқ:

$$E_1 = c^2 \cdot 1 \text{ м.а.б.} = \frac{9 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{сек}^2} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/эВ}} = 931{,}5 \text{ МэВ}.$$

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

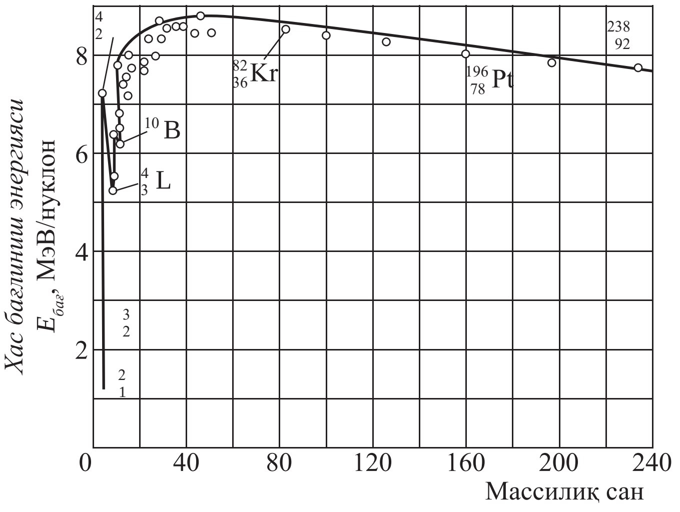
$$E_{баг} = \left[Z M(^1_1H) + N_n m_n - M_{ат}\right] \cdot 931{,}5 \text{ МэВ}. \qquad (10)$$

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 нәтиҗилириниң графиги 147-сүрәттә тәсвирләнгән.



147-сүрәт. *Ядрониң хас бағлиниш энергиясиниң массилиқ саниға бағлиқ графиги*

Җавави қандақ?

1. *Ядродики бағлинишқан нуклонлар энергияси немишкә ажиртилған 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?*

5-тапшурма

147-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 $8{,}65 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$. Еғир вә йеник ядроларда хас бағлиниш энергиясиниң мәнаси бир нәччә аз, мәсилән, $7{,}8 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$

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 турақлиғиниң төвән болиши уларда протонлар санииниң көп болишиға бағлиқ. Бу иштәргүчи кулонлиқ күчләрниң өсүшигә елип келиду. Йеник ядроларда хас бағлиниш энергиясиниң азийиши вә ядроларниң турақлиғиниң 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 нуклонларниң үлиши уларниң ядродики умумий санидин өсиду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Атом ядроси қандақ зәрриләрдин 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 25

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.
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.

Иҗадий 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.

§ 26. Ядролуқ реакциялар. Сүнъий радиоактивлиқ. Еғир ядроларниң бөлүнүши. Тизмилиқ ядролуқ реакцияләр. Критикилиқ масса. Термоядролуқ реакциялар

Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *ядрониң парчилиниш вә синтезлиниш җәриянлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

I. Ядролуқ реакцияләр

Дәсләпки ядролуқ реакцияни 1919 жили Э. Резерфорд әмәлгә ашурди, нәтиҗисидә азот атомниң ядролиридин кислород атоминиң ядролири елинди. Бомбилиғучи зәрриләр ретидә α-зәрриләр қоллинилиду.

Урулуш нәтиҗисидә $^{4}_{7}N$ азот ядроси α-зәрриләрни жутиду вә $^{18}_{9}F$ фтор изотопиниң ядроси түзилиду. У турақсиз, бир протонниң чапсан учуп чиқиши нәтиҗисидә $^{17}_{8}O$ кислород изотопиниң атом ядросиға айлиниду. Резерфорд жүргүзгән реакцияни төвәндикичә йезишқа болиду:

$$^{14}_{7}N+\,^{4}_{2}He\rightarrow\,^{18}_{9}F\rightarrow\,^{17}_{8}O+\,^{1}_{1}H \qquad (1)$$

яки

$$^{14}_{7}N+\,^{4}_{2}\alpha\rightarrow\,^{18}_{9}F\rightarrow\,^{17}_{8}O+\,^{1}_{1}p. \qquad (2)$$

Реакцияниң қисқичә түридә йезилиши:

$$^{14}_{7}N\,(\alpha,\,p)\,^{17}_{8}O.$$

Элементар зәрриләрниң яки башқа атом ядролириниң тәсиридин атом ядролириниң башқа ядроға айлиниш җәриянини ядролуқ реакция дәп атилиду.

II. Сүнъий радиоактивлиқ

Көплигән ядролуқ реакциләрниң 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 α-, β-, γ-парчилинишлири тән. Бирақ, нейтронлуқ вә позитронлиқ парчилинишларға егә сүнъий радиоактивлиқ изотоплар бар. Жолио-Кюри ачқан алюминийни α-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 $^{30}_{14}Si$ кремний изотопиға айлиниду. Реакция төвәндики тизма бойичә жүриду:

Җавави қандақ?

1. *Бир химиялиқ элементни иккинчисигә қандақ айландурушқа болиду?*
2. *Химиялиқ реакция нәтиҗисидә бир элементни иккинчисигә айландуриш мумкинму?*

Әстә сақлаңлар!

$a + A \rightarrow B + b$ ядролуқ реакцияни мошу түрдә йезиш қобул қилинған яки $A\,(a, b)\,B$, қисқартилған йезиш усулини пайдилинса болиду, буниңдики A – дәсләпки ядро, a – бомбилайдиған зәррә, B – елинған ядро, b – ядродин учуп чиққан зәррә.

Тапшурма

(3) вә (4) реакциялирини $A\,(a, b)\,B$ түридә язимиз.

Җавави қандақ?

Еғир ядросидики химиялиқ элементларниң еғир ядролири α-зәррә билән урулиши нәтиҗисидә ядролуқ реакцияларни әмәлгә ашуруш немә сәвәптин қийин?

$$^{27}_{13}Al + \alpha \rightarrow {}^{30}_{1}P + {}^{1}_{0}n \quad (3)$$

$$^{30}_{1}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e. \quad (4)$$

III. Нейтронниң ечилиши

Нейтрон 1932 ж. инглиз физиги Д. Чедвик жүргүзгән экспериментлар нәтижисидә елинди. Бериллий пластисини α-зәрриләр билән бомбилиғанда ^{9}Be *бериллий ядроси* α-зәрриләрни қошуп алиду вә *n нейтрон чиқириду,* $^{12}_{6}C$ углерод ядросиға айлиниду:

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}\alpha \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n. \quad (5)$$

Нейтрон $^{14}_{7}N$ азот ядросиға чүшкәндә ^{11}B бор ядроси вә α-зәрриси түзилиду:

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{11}B + {}^{4}_{2}\alpha. \quad (6)$$

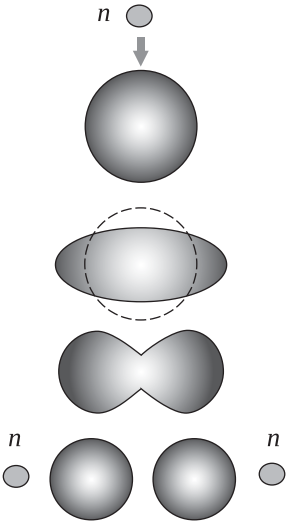
Әркин нейтрон радиоактивлик, у β-зәрриләр вә антинейтрино чиқирип, протонға айлиниду:

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{0}\tilde{\nu}. \quad (7)$$

Тәжрибилик мәлуматларға мувапиқ нейтронниң йерим парчилиниш периоди 11,7 мин тәшкил қилиду.

IV. Еғир ядроларниң бөлүниш механизми

Нейтронниң ечилиши билән еғир ядролар билән ядролуқ реакциялириниң болуши мүмкин болди, реакция вақтида көп энергия бөлүнип чиқиш керәк. Нейтронни жутқан еғир ядро қоздурулған һаләткә өтүп, периодлуқ түрдә созулма шәклини қобул қилип, тәвриниш ясашқа башлайду *(148-сүр.).* Әгәр ядроний созулған һалитидә Кулонлиқ тепиш күчлири ядролуқ күчләрдин ошуқ болса, у чағда ядро парчиләргә бөлүниду.



148-сүрәт. *Еғир ядроний бөлүниш механизми*

Еғир ядроний бөлүниши жәриянида башқа ядроларниң бөлүнишини пәйда қилидиған бир нәччә нейтронлар чиқирилиду, уран үчүн адәттә 2-3 нейтрон. Нәқ мошу нейтронлар бөлүнишиниң башқурилидиған тизмилиқ ядролуқ реакцияни әмәлгә ашурушқа мүмкинчилик бериду. Реакция көп мөлчәрдә энергия чиқириш арқилиқ жүриду.

Елинған нейтронларниң энергетикилик 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 нейтронларниң тәсиридин икки парчигә бөлүниш хусусийитигә егә. Әмәлиятта бөлүнидиған муһим материаллириға: уран $^{238}_{92}U$, актиноуран $^{235}_{92}U$, ураннин 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.

Еғир ядролар бөлүнгәндә елинидиған мәһсулатлар һәртүрлүк: уларниң массилиқ санлири 70-тин 160-кичә арилиқта ятиду. Бирақ, көпинчә бу ядроний парчилириниң массилири 2:3 нисбити түридә бөлүниду. Бундақ бөлүнишкә уран-235 ядросиниң үч нейтрон чиқирип, криптон вә барий изотоплириға парчилиниши мисал болиду:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{93}_{36}Kr + {}^{140}_{56}Ba + 3\,{}^{1}_{0}n.$$

V. Ядролуқ реакцияләрниң чиқиш энергияси

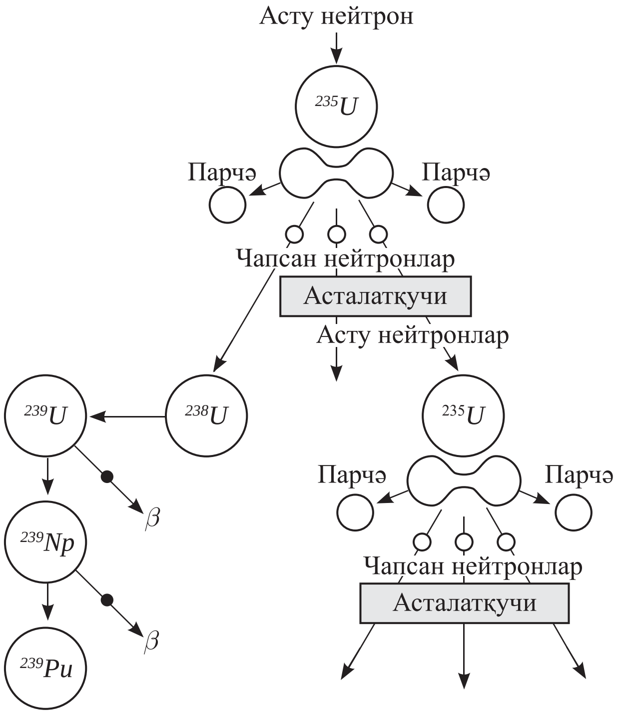
Реакциягә чүшкән ядроларниң m_1 массисиниң вә реакцияниң нәтиҗисидә елинған ядроларниң m_2 массисиниң мәналири бәлгүлүк болғанда, чиқиш энергиясини Эйнштейн формулиси арқилиқ ениқлайду: $E_{чик} = (m_1 - m_2) \cdot c^2$. (8)

(8) 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: $E_{чик} = (m_1 - m_2) \cdot 931,5$ МэВ. (9)

VI. Тизмилиқ ядролуқ реакция

Ядролуқ энергияниң көп мөлчәрини елиш үчүн «ядролуқ йеқилғу» массисида бар ядроларниң көп бөлүги бөлүнишкә учураш керәк. Шуниң үчүн ядролуқ бөлүниш реакцияси өзлүгидин тәрәққий етидиған яки тизмилиқ болуши керәк: ядроларниң һәр бир бөлүниши вақитида элементниң еғир ядролирини бөлүдиған йеңи нейтронлар пәйда болуши керәк.

Әң аддий тизмилиқ реакция уран-235 ядросида асту нейтронлар тәсиридин әмәлгә ашиду. Тәсадипи иссиқлиқ нейтронининң уран-235 ядросиға чүшиши униң бөлүнишигә елип келиду (149-сүр). Мошу пәйттә пәйда болған 2-3 нейтрон ураниң 2-3 башқа ядролириға чүшүп, уларниң бөлүнишини пәйда қилиду, Нәтиҗисидә ураниң кәлгүси 4-9 ядросиниң бөлүнишини пәйда қилишқа қабилийәтлик 4-9 нейтрон пәйда болиду. Ураниң һәрбир ядросиниң бөлүнишидин 2-3 нейтрон пәйда болидиғанлиғиға қаримастин, уларниң барлиғи башқа ядроларни бөлмәйду: нейтронларниң бир бөлүги



149-сүрәт. *Ураниң-235 ядросиниң бөлүниши*

бөлүнмәйдиған яки ядролуқ йеқилғу тәркивидики бөлүниши қийин қошулмиларниң ядролири билән тутуп қалиду, нейтронларниң бир бөлүги униң ядролириға урулуп үлгәрмәй, йеқилғу материал һәҗиминиң бетидин учуп кетиши мүмкин.

VII. Көпийиш коэффициенти вә критикилиқ масса

Тизмилиқ реакциясиниң тәрәққий етиши нейтронларниң k көпийиш коэффицинети билән характерлиниду.

Нейтронларниң көпийиш коэффициенти – бу реакция этаплириниң бирида мадда ядролириниң бөлүнишини пәйда қилидиған нейтронлар саниниң реакцияниң алдиңқи этапида ядроларниң бөлүнишини пәйда қилидиған нейтронлар саниға болған нисбити: $k = \dfrac{N_i}{N_{i-1}}$.

Җавави қандақ?

1. Немишкә бир ядролуқ йеқилғу үчүн критикилиқ масса һәртүрлүк болуши мүмкин?

3. Немишкә уранниң тәбиий көмүлмилиридә тизмилиқ реакцияләр орунланмайду?

Мәсилән, 149-сүрәттә тәсвирләнгән тизмилиқ реакция, нейтронларниң $k = 3$ көпийишигә мувапиқ келиду. Көпийиш коэффицинети бөлүнидиған маддиларниң тәбиитигә вә саниға, шундақла уларниң һәҗиминиң геометриялик шәклигә бағлиқ.

Тизмилиқ реакция коэффициенти $k = 1$ болғанда, бөлүнидиған маддиниң массиси мошу *маддиниң критикилиқ массиси* дәп атилиду. Һәҗими шар охшаш шәкилдики таза актиноурон үчүн критикилиқ масса тәхминән 40 кг қурайду. Әгәр ядролуқ йеқилғуниң массиси критикилиқ массисидин аз болса, у чағда $k < 1$ *вә* бөлүниш реакцияси тәрәққий әтмәйду, у өчип қалиду. Әгәр йеқилғуниң массиси критикилиқ массиға тәң болса, у чағда $k = 1$ вә тизмилиқ реакция турақлиқ интенсивлиқ билән жүриду; бундақ реакция ядролуқ реакторларда журиду. Әгәр йеқилғуниң массиси критикилиқ массисидин көп болса, у чағда $k > 1$ вә тизмилиқ реакция интенсив вә партилиниш түридә тәрәққий етиду.

VIII. Синтезләшниң термоядролуқ реакцияси вә уни әмәлгә ашуруш шәртлири

Икки ядрони бир ядроға бириктүриш үчүн Кулон күчини йеңип, уларни 10^{-13} см арилиғиға йеқинлитиш керәк. Шу чағда уларниң кейинки бирикишини ядролуқ күчләр атқуриду. 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 кинетикилиқ 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, арилашминиң температурисини ениқлайлуқ:

Җавави қандақ?

Немишкә Күн ядросида һесаплаштики температуридин 5 һәссә кичик – 15 миллион кельвин вақтида водород ядролириниң қошулишиниң термоядролуқ реакциясиниң болуши мүмкин?

$$T = \frac{2}{3}\cdot\frac{W}{k} = \frac{2}{3}\cdot\frac{0,01\cdot10^6\cdot1,6\cdot10^{-19}}{1,38\cdot10^{-23}}\,\text{K} = 77000\,000\,\text{K}\,.$$

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.**

Тәкшүрүш соаллири

1. Ядролуқ реакция дәп қандақ җәриянни атайду?
2. Қандақ ядролуқ реакцияларниң нәтиҗисидә протон билән нейтрон тепилди? Бу реакцияларни ким ачти?
3. Қандақ шариәтләрдә еғир ядроларниң бөлүниш реакцияси орунлиниду?
4. Ядролуқ йеқилғу ретидә қандақ ядролар қоллинилиду?
5. Ядролуқ реакцияларниң чиқиш энергиясини қандақ һесаплашқа болиду?
6. Тизмилиқ реакцияниң тәрәққий етишини қандақ миқдар характерләйду?
7. Критикилиқ масса дегинимиз немә?
8. Қандақ реакцияләр термоядролуқ дәп атилиду?
9. Йеник ядроларни синтезләшниң ядролуқ реакциялири қандақ шәртләрдә орунлиниду?

Көнүкмә 26

1. ^{235}U уран ядросиниң һәр бир бөлүниши вақтида $E_{чиқ1} = 200$ МэВ энергия чиқирилиду дәп һесаплап, $m = 1$ кг уранниң көйүши вақтида бөлүнидиған энергияни, 1 кг уран бөлүп чиқиридиған иссиқлиқ мөлчәригә эквивалентлиқ иссиқлиқни бөлүп чиқиридиған m_1 таш-көмүрниң массисини ениқлаңлар.
2. Реакцияләр нәтиҗисидә жутилған яки бөлүнгән энергияни ениқлаңлар:
   $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{17}_{8}O,$ $\quad$ $^{7}_{3}Li + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{8}_{4}Be + ^{1}_{0}n,$
   $^{9}_{4}Be + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n,$ $\quad$ $^{7}_{3}Li + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$.
3. Берилгән термоядролуқ реакцияләрдә бөлүнидиған энергияни ениқлаңлар:
   $^{2}_{1}í + ^{2}_{1}í \rightarrow ^{1}_{1}í + ^{3}_{1}í$; $\quad$ $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n.$

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Ядролуқ реакцияләрни тәкшүрәш тарихидин.
2. Жолио-Кюри, П. Савич, О. Ганн, Ф. Штрассман, О. Фриш, Л. Мейтнер охшаш алимларниң ядролуқ реакцияләрни тәкшүрәштики утуқлири.
3. Юлтузлар қәвәтлиридики синтезләшниң термоядролуқ реакциялири.

§ 27. Радиоактивлиқ шолиларниң биологиялиқ тәсири. Радиациядин сақлиниш

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *ионизацияләнгән эффект вә радиоактивлиқ шола чиқиришларниң қийип өтүш тәбиитини чүшәндүрүшни;*
- *радиоактивлиқ материалларни ишләп чиқиришни, қоллинишни, сақлашни вә техника бихәтәрлигини тәсвирләшни үгинисиләр.*

Җавави қандақ?

Немишкә радиоактивлиқ шола чиқириш адәм вә тирик организмлар үчүн хәтәрлик?

Җавави қандақ?

1. *Немишкә ташқи шолилиништа өткүч қабилийәтлиги жуқури зәррилэр, ички шолилиништа ионлиғучи қабилийити жуқури зәррилэр чоң хәтәрлик кәлтүриду?*
2. *Өткүч вә ионлиғучи қабилийәтлири жуқури зәррилэрни атаңлар.*

150-сүрәт. *Семей ядролуқ полигони*

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 өткүч қабилийәтлиги бар шола чиқиришларниң түрлири хәтәр туғдириду. Ички шолилиништа вақитида йерим парчилинишниң периоди чоң вә жуқури ионлуғичи қабилийити бар радиоактивлиқ изотоплар интайин хәтәрлик болуп тепилиду.

Тәбиий шолилинишқа ташқи вә ички шолилинишларниң антропогенлик 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 (150-сүр.).

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 α-β- и γ-шолилири билән узақ вақит шолилиниш мәнбәлиригә айлиниду.

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 жағдай ясайду. Шолилинишниң тәсири жутулған доза миқдариға, шолиланған клеткилар вә организмларниң һәҗимлиригә, шола чиқириш түригә бағлиқ болиду. Шолилиниш дозисиниң төвәнлиниши биологиялиқ 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 медицинилиқ шолилиниши вақтида қобул қилидиған радиация дозисидин нәччә һәссә көп жутулған радиация мөлчәри. 10 – 20 Гр дозисида бир рәт шолилиниш адәм һаяти үчүн хәтәрлик.

Әмәлиятта тәхминән шолилинишниң экспозициялиқ 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 киргүзүлди. Уни ионлиғучи шола чиқиришниң биологиялиқ 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 биологиялиқ үнүмлигиниң нисбийлик коэффицентиниң (БҮНК) көпәйстиндиси түридә ениқлайду:

$$D_{экв} = k \cdot D.$$

Рентген шолилир вә гамма шолилири үчүн БҮНК биргә тәң: $k = 1$, α-зәрриләр үчүн $k = 20$.

СИ-да радиацияниң эквивалентлиқ дозисиниң өлчәм бирлиги – 1 зиверт (Зв), у 1 грейға тәң, тәҗрибидә системидин ташқири өлчәм бирликни – рентгенниң биологиялиқ 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:

$$P = \frac{D}{t}; \quad P_{экв} = \frac{D_{экв}}{t}.$$

Инавәткә елиңлар

1. ҚЖ-да ядролуқ синақларға беғишланған жайларниң мәйдан 18500 $км^2$ тәшкил қилиду.
2. 1953 жили термоядролуқ заряд йерилиши вақитида 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.

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 молҗалиғанда вә диагностикилиғанда, ағриқниң асасий симптомлириниң тәрәққий етишиғичә терапиялиқ 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, захимләнгән тамақ яки су арқилиқ, терә арқилиқ, шуниң билән биллә ечиқ 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 түзигүчи мүчиләр хизмити тежилиду, қанниң адәттики уюши бузилиду вә қил томурлириниң үзүлиши өсиду; ашқазан-үчәй йоли хизмити бузулуп вә организм һалсирап, инфекциялиқ ағриқларға қаршилиғи төвәнләйду.

Жутулған шола чиқириш дозисиниң өсүши ишик ағриқлириниң тәрәққий етиш хәтәрини ашуриду, 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 дәриҗисидә елинған 1 Гр доза йеңи туғулған балиларда әһмийәтлик ақивәтләргә елип келидиған 1000-дин 2000-ғичә мутацияләрниң пәйда болушиға елип келиду.

IV. Адәмләрни радиоактивлиқ шола чиқириштин сақлаш қураллири

Адәмләрни радиациядин сақлаш төвәндики чариләрдин туриду:

- радиациялиқ хәтәр тоғирлиқ 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 дәриҗисини ениқлаш *(151-сүр)*;
- адәмләрниң шолилинишни дозиметрлик тәкшүрәш;
- озуқ-түлүк вә суниң радиоактивлиқ маддилар билән зәхимлинишигә экспертиза жүргүзүш.

АЭС-да вә радиациялиқ актив препаратларни тәкшүрәш лабораториялиридә ишләйдиған адәмләр үчүнму умумий сақлиниш усуллири бар:

- оператор билән радиация мәнбәси арисидики арилиқни ашуруш;
- шола чиқириш мәйданида иш ишләш вақитини қисқартиш;
- шола чиқириш мәнбәсини экранлаш;
- жирақлиқтин башқуруш;
- манипулятор билән роботларни пайдилиниш;
- технологиялиқ җәриянларни толуқ автоматландуруш;

– шәхсий сақлиниш қураллирини пайдилиниш вә радиациялик хәтәрлик бәлгүси билән әскәртиш;
– шола чиқириш дәрижисини вә ишчиларниң шолилиниш дозилирини турақлиқ тәкшүрәш.

Иш жәриянида 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.

151-сүрәт. *Дозиметр*

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 жәриянлири нормал жүридиғанлиғини растлайду. Шолилиниш болмиған вақитта адәмниң ташқи шараитларға маслишишиға жавап беридиған тәбиий механизми ишлимәй қалиду.

Медицинида онкологиялик ағриқларни давалиғанда, атап ейтқанда: хәтәрлик ишикләрни сақайтишта радиациялиқ терапия қоллинилиду. Хәтәрлик ишик клеткилири актив бөлүниду вә чапсан өсиду. Демәк, радиациялиқ шола чиқиришниң зәхимлигүчи тәсири уларниң сақ клеткилириға қариғанда зәхимләнгән клеткилириға зиян кәлтүриду. Шолилиқ терапияға беғишланған заманивий медицинилиқ түзүлмиләр ионлиғучи шола чиқиришни патологиялик мәнбәсидә фокусландуриду вә сақ клеткиларниң зәхимлинишини азайтишқа мүмкинчилик бериду.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә «Радиациялиқ хәтәрлик»сигнали бойичә турғунлар қорғиниш имарәтлирини пайдилиниши керәк?*
2. *Йәргилик йәрләрдә радиацияниң жуқури дәрижиси болған шараиттә хәлиққә дәсләпки медициналиқ ярдәмни көрсүтишни башлашқа немишкә болмайду?*
3. *Зәхимләнгән мәнбәләрдин немишкә тамақ ичишкә, су ичишкә вә Йәргә йетишқа болмайду?*
4. *Немишкә радиациядин қорғиниш үчүн противогазлар билән респираторлар, қоғушун арилашмисидин ясалған мәхсус костюмлар қоллинилиду (152-сүр.)?*

152-сүрәт. *Зәхимләнгән йәрликниң радиациялиқ фонини тәкшүрәш*

Җавави қандақ?

1. *Радиация тәсиригә қандақ һайванатлар көп учирайду?*
2. *Һайванатлар үчүн әң жуқури хәтәрлик доза қандақ?*

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 эквивалентлиқ дозисидин пәрқи?
4. Шола чиқиришниң эквивалентлиқ 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 27

1. Рентген түзүлмиси билән иш ишләйдиған ишлигүчиниң 1 сағ 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 сағаттин 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.

Иждадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

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, хизмити вә ишләш принципи.
4. Аләмдики йоған ядролуқ полигонлар.
5. Радиоактивлиқ материалларни сақлаш вә тошуш вақтида бехәтәрлик техникиси.

§ 28. Ядролуқ реактор. Ядролуқ энергетика

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *ядролуқ реакторларниң түзүлиши билән ишләш принципини тәсвирләшни;*
- *ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилирини пикир қилишни үгинисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Ядролуқ реактор дегинимиз немә?*
2. *Уларни қандақ мәхсәттә пайдилиниду?*
3. *Қайсу мәмликәттә биринчи ядролуқ реактор селинған?*

1-тапшурма

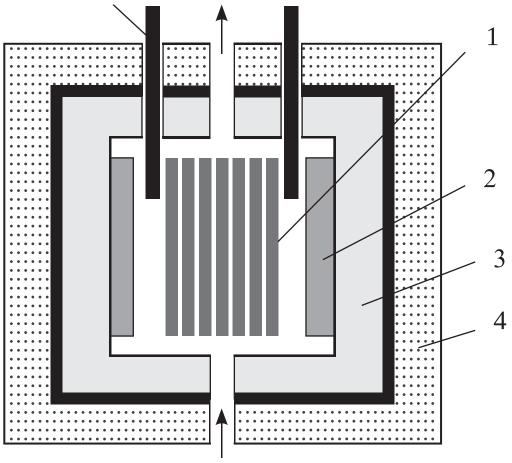
Параграфниң I бөлүмидики материалларни пайдилинип, ядролуқ реакторниң асасий бөләклирини вә уларни тәйярлаш үчүн һаҗәтлик материалларни йезиңлар. Мәтиндә кәлтүрилгән материаллардин башқа йәни қандақ материалларни қоллинишқа болиду?.

Бу қизиқ!

Чапсан нейтронлуқ реакторларни қуруш идеясини 1942 ж.Э. Ферми тәклип қилди. Дәсләп бундақ реактор 1951 ж. АҚШ-та пәйда болди, у бир мәзгилдә электр энергияси билән йеқилғуни бир түзүлмидә ишләп чиқиришқа болидиғанлиғини көрсәтти.

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), буниңда еғир ядроларниң бөлүниши орунлиниду вә ядролуқ энергия бөлүниду (153-сүр). Адәттә у реакторниң қоллинилиш мәхситигә бағлинишлик 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. Ядролуқ реакция нәтиҗисидә чиқидиған энергия актив зонидин иссиқлиқ тошуғучи ярдими билән чиқирилиду: ИЧЭ жуюп актив зона арқилиқ турақлиқ толтурилидиған газ, су яки башқа маддилар.



153-сүрәт. *Ядролуқ реактор*

Ядролуқ реактор **– бу еғир ядроларниң бөлүнишиниң башқурилидиған тизмилик ядролуқ реакциясини әмәлгә ашуридиған түзүлмә.**

Бөлүнишиниң тизмилик реакциялириниң өтүш илдамлиғини башқуриш үчүн кадмийдин яки бордин ясалған рәтлигүчи стерженьлар (5) қоллинилиду. Уларни актив зониға киргүзүш тизмилик реакция илдамлиғини төвәнлитиду вә һаҗәт болғанда реакцияни толуқ тохтитиду. Рәтлигүчи стерженьларни актив зонидин чиқарғанда нейтронларни жутуш азийиду, тизмилик реакция өзини тәминләп туруш пәйтигә йетиши мүмкин.

Ядролуқ реакторлар атомлиқ энергетикида вә тәкшүрәш мәхсәтлиридә пайдилиниду.

I. Чапсан нейтронлуқ реактор ишидики хусусийәтлири

Чапсан нейтронлардики реакторларниң артуқчилиқлири тәбиий урандики асасий изотоп – уран-238 пайдилиниш мүмкинчилиги болуп тепилиду. Буниңдин 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 β-зәррә чиқирип, йерим парчилиниш периоди $T = 23\,күн$ болидиған трансуран элементиниң $^{239}_{93}Np$ нептуний ядросиға айлиниду. Нептунийниң ядроси β-зәррә чиқирип трансуран элементиниң $^{239}_{94}Pu$ плутоний ядросиға айлиниду. Ейтилған реакцияләр төвәндики тизма билән өтиду:

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{239}_{92}U \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu} + ^{239}_{93}Np \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{\nu} + ^{239}_{94}Pu.$$

$^{239}_{94}Pu$ плутоний асту нейтронларниң тәсиридин уран $^{235}_{92}U$ ядролириға охшаш бөлүниду, бөлүниш вақтида α-, β-, и γ-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 йеқилғуниң көп ишләп чиқирилишиға мүмкинчилик бериду.

! Нәзәр селиңлар

Чапсан нейтронлуқ реакторларни киргүзүш уранни пайдилиниш үнүмлигини 60 һәссә өсүришкә 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 байитиштин кейин қалған «уйма уранни» қайта қоллинилиш мүмкинчилиги пәйда болди.

? Җавави қандақ?

1. *Һазирқи вақитта немишкә натрий, қоғушун-висмут, таза қоғушун иссиқ тошуғучилири бар чапсан нейтронлуқ реакторлар тәрәққий әткән?*
2. *Немишкә водородниң йеник ядролири бар маддилар: су вә углеводород қоллинишқа болмайду?*

Чапсан нейтронлуқ реакторларниң артуқчилиғиға йеқилғу көйишиниң чоң дәрижисини, камчилиқлириға қиммәтлиги – адәттики иссиқ тошуғучи – суни пайдилинишниң мүмкинчилигиниң йоқлиғи, шуниң билән биллә түзүлминиң мурәккәплигини ятқузушқа болиду. Энергетикиға чапсан реакторларни аммавий киргүзүш әмәлгә ашмиди. 1980 ж. кейин пүткүл 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. Термоядролуқ реакторлар

Башқурилидиған термоядролуқ реакцияни әмәлгә ашурушта қийинчиликлар учришиду. Плазминиң он миллион кельвингичә рәтлинидиған қизишини тәминләп, униң қачиниң тамлири билән жипсилинишни болдурмаш керәк. Технологияни ишкә қошуш усуллириниң бири «Токамак» реакторини пайдилиниш болуп тепилиду, реакторда магнитлиқ мәйдан плазмини тор шәклидә тутуп туриду вә у йеқилғу ретидә тритий билән дейтерийни пайдилиниду.

***Токамак (магнитлиқ катуш килири бар тор шәкиллик камера)* – бу башқурилидиға термоядролуқ синтезләшниң өтүши үчүн һаҗәт шараитларға йетиш мәхситидә плазмини магнит мәйданида тутуп турушқа беғишланған тор шәкиллик түзүлмә.**

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 . 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 *(154-сүр)*. 2010 ж. ядролуқ реактор пайдилиниш вақтиниң аяқлинишиға бағлиқ иши тохтитилди.

154-сүрәт. *БН-350 чапсан нейтронлуқ реактор, Ақтау шәһири*

Биринчи Токамак 1956 ж. Москвадики И.В. Курчатов намидики Атом энергияси институтида селинған. Һазирқа вақитта Токамак башқурилидиған термоядролуқ синтәзләшни 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 түзүлмә. Материалларни тәкшүрәш вә синаш үчүн Курчатов шәһиридә 2010 жили сентябрь ейидә ишқа қошулди. (155-сүр). Һазирқи вақитта Токамаклардики плазмини тутуп келиш рекорди 2013 жили Хитайда 30 сек йәтти.

Ядро тәкшүргүчи алимлар лазерлик шола чиқиришниң ярдими билән термоядролуқ реакция жүргүзүш мүмкинчилигини қараштурди, бу йөнилиштики тәкшүрәшләр һазирчә лабораториялиқ шараитта жүргүзүлиду. Униң мәнаси, интайин аз дейтерий билән тритий арилашмиси бар әйнәк ампулисини барлиқ тәрипидин қувәтлик лазерлик импульслар билән шолиландуриш болуп тепилиду. Ампула һолиниду, һониң реактивлиқ қисими болса униң ичидикиләрни шунчилик қисидуки,

һәтта арилашмида термоядролуқ реакция «йеқилиду». Бу чағда 100 килограмм тротил йерилишиға эквавалентлиқ энергия чиқиду. У жуқури температуриғичә қиздурулған реакция мәһсулатлири билән нейтронлар еқими түридә бөлүниду.

IV. Ядролуқ энергетикиниң перспективилири

Ядролуқ энергетика дәп санаәтлик масштабта ядролуқ энергияни энергияниң башқа түрлиригә: механикилиқ, электрлиқ вә санаәтлик һәм турмушқа һаҗәтликләрдә пайдилинидиған энергияға айландурушни атаймиз. Ядролуқ энергетикиниң пәйда болушини 1954 жили июльда КСРИ-да қувити 5000 кВт биринчи атом электр станциясини (АЭС) пайдилинишидин башлап бәлгүләшкә болиду. Аләмдә һазир униңдинму қувәтлик АЭС-лар селинған. Атом энергиясини қоллиниш бойичә хәлиқаралиқ агентлиқниң (МАГАТЭ) қолида бар програмлилириға мувапиқ пүткүл аләмдә атом электр станциялириниң умумий қувити чапсан өсүп келиду. Атом электростанциялирини органикилиқ йеқилғу: көмүр, нефть, газ кан орунлиридин жирақлиған вә гидроресурсларға гадай районларда қоллиниш дурус.

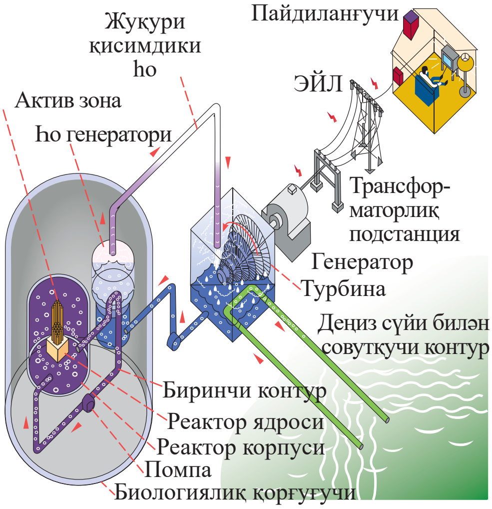
Көплигән тәкшүргүчиләр синтезләш энергиясини келәчәктә энергияниң асасий мәнбәси ретидә қараштуриду. Электр энергиясини ишләп чиқириш үчүн термоядролуқ реакторларни пайдилинишниң тәрәптарлири уларниң пайдисиға төвәндики аргументларни кәлтүрди:

1. Водород – Йәр билән космоста кәң таралған, йеқилғу қори түгимәйдиған элемент.
2. Йеқилғуни Аләмниң һәр қандақ деңиз суйидин ишләп чиқиришқа болиду, бу бир яки бир нәччә мәмликәтләрниң йеқилғу ресурслирини монополияләндүришкә мүмкинчилик бәрмәйду.

155-сүрәт. *Қазақстанлиқ материалтонуш. Токамак*

2-тапшурма

1. 156-сүрәтни қараштуруңлар. Ядролуқ энергияниң башқа энергия түригә айлиниш схемисини чүшәндүрүңлар.
2. Интернет материаллири бойичә 1954 жилдин башлап, мошу жилғичә пүткүл аләмдә АЭС қувитиниң өсүши диаграммисини қуруңлар.



156-сүрәт. *АЭС-ниң принципиаллиқ схемиси*

3. Көйүш мәхсулатлирининң йоқлуғи.
4. Ядролуқ қураллирини чиқириш үчүн қоллиниши мүмкин болидиған материалларни пайдилиниш һажәтлиги 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 жаһанлиқ 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 қоймилирини 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. Ядролуқ энергия қандақ қоллинишқа егә болди?
4. Ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилири?

Көнүкмә 28

Суткисиға $m = 220$ г ^{235}U уран изотопини исрап қилидиған вә $\eta = 25$ % болидиған атом станциясиниң қувитини ениқлаңлар. Уранниң ^{235}U бир ядросини бөлүш вақтида $Q = 200$ МэВ энергия чиқирилиду дәп санаңлар.

Иҗадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):
1. Ядролуқ энергетикиниң мәсилилири.
2. Су асти атомлуқ кемилириниң қурулиш тарихи.
3. Ядролуқ реакторларниң түрлири.
4. Қазақстандики ядролуқ энергетикиниң тәрәққий етиш перспективилири.
5. ИТЭР – Хәлиқаралиқ экспериментлиқ термоядролуқ реактор.

Физика бизниң һаятимизда

Қазақстандики атомлуқ энергетика

«яқлиғучилар»	«қарши чиққучилар»
Қазақстанда уранниң көп қорлири (запас) бар. Уран ишләп чиқириш тәхминән 22 миң тоннани, барлиқ ишләп чиқирилидиған энергия ресурслириниң 66 % тәшкил қилиду. Қазақстандики уран таблеткилири билән иссиқлиқ бөлүдиған элементрларниң ишләп чиқирилиши өзләштүрилди, бу өзини ядролуқ отун билән тәминләш мүмкинчилигини бериду. 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. Атмосфериниң паскинлиниши кәскин төвәнләйду. Көмүр тошуш қисқирайду. Қазақстанниң атом электр станциясини пайдилиниш тәҗрибиси бар. 1972-1999 жж. Ақтау йенида чапсан нейтронлуқ реактор иш ишлиди. Пүткүл Қазақстан бойичә электр энергияни пайдилиниш динамикисида жил бойи өсүшлири байқалди.	АЭС-дики чоң радиациялик апәтләрниң еһтималлиғи. Қазақстанда электр энергияси йетишмәслигиниң болмиши. Қурулишниң қиммәтлиги, АЭС-ниң бәлгүләнгән қувитиниң 1 ГВт қуни 5-5,5 миллиард долларни тәшкил қилиду. Көмүр генерациясиниң 1 ГВт қуни 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 авуштурмайду. Көмүр генерациясигә 5 млрд доллар йөнәлдүргән үнүмлик. Көмүр сетиш вә көмүрчиләрни ишқа орунлаштуруш тоғирлиқ мәсилиси орун алиду. 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 активациялик таллаш жүргүзүлиду (157-сүр.).

Тапшурма

Атом энергетикисини «яқлиғучилири» вә «қарши чиққучилири» кәлтүрилгән испатлимиларни оқуп, «Қазақстандики санаәтлик АЭС» мавзусиға эссе йезиңлар.

157-сүрәт. *Алатаудики тәкшүрәш реактори, Қазақстан*

8-бап йәкүни

Шолилиниш дозиси	Радиоактивлиқ парчилиниш қануни	Чиқиш энергияси
$D = \frac{E}{m}$ $D_{экв} = k \cdot D$	$N = N_0 e^{-\lambda t}$ $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$	$E_{чиқ} = (m_1 - m_2) \cdot c^2$ $E_{чиқ} = (m_1 - m_2) \cdot 931{,}5$ МэВ

***СИ системисида** физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши*

Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгүлиниши	Физикилиқ миқдар	СИ
D	Шола чиқиришларниң жутулиш дозиси	Гр	N	Парчиланмиған зәрриләрниң сани	
$D_{экв}$	Шолилинишниң эквивалентлиқ дозиси	1Зв	N_0	Дәсләпки вақит мәзгилидики зәрриләр сани	
E	Шола чиқириш энергияси	Дж	λ	Парчилиниш турақлиғи	сек$^{-1}$
k	Биологиялик активлиқ коэффициенти		$E_{чиқ}$	Чиқиш энергияси	Дж
T	Парчилиниш периоди	сек	m_1	Реакцияғичә ядроларниң массиси	кг
t	Парчилиниш вақти	сек	m_2	Реакциядин кейин ядроларниң массиси	кг

Глоссарий

Жутилған шола чиқиришниң дозиси – шолилинидиған жисим массисиниң бирлигидә жутилған шола чиқириш энергиясиға тәң миқдар.

Тәбиий радиоактивлиқ – бу радиоактивлиқ шола чиқириш арқилиқ бир ядроларниң өзлүгидин башқа ядроларға айлиниши.

Изотоплар – ядроси протонларниң бирдәк санидин, бирақ нейтронларниң һәр түрлүк санидин туридиған атомлар.

Йерим парчилиниш периоди – дәсләпки эелемент атомлириниң сани икки азийиш вақти.

Термоядролуқ реакция – йүзлигән миллион кельвин температурисида йеник ядроларниң бирикиш реакцияси.

Токамак (магнитлиқ катушкилири бар тар шәкиллик камера) – башқурилидиған термоядролуқ синтезләшниң өтүши үчүн һаҗәт шараитларға йетиш мәхситидә плазмини магнит мәйданида тутуп турушқа беғишланға тор шәкиллик түзүлмә.

Ядролуқ реакция – бу чапсан элементар зәрриләрниң яки башқа атом ядролириниң тәсиригә асасланған атом ядролириниң башқа ядроларға айлиниш җәрияни.

Ядролуқ реактор – еғир ядроларниң бөлүнишини башқуридиған тизмилма ядролуқ реакцияләрни әмәлгә ашуридиған түзүлмә.

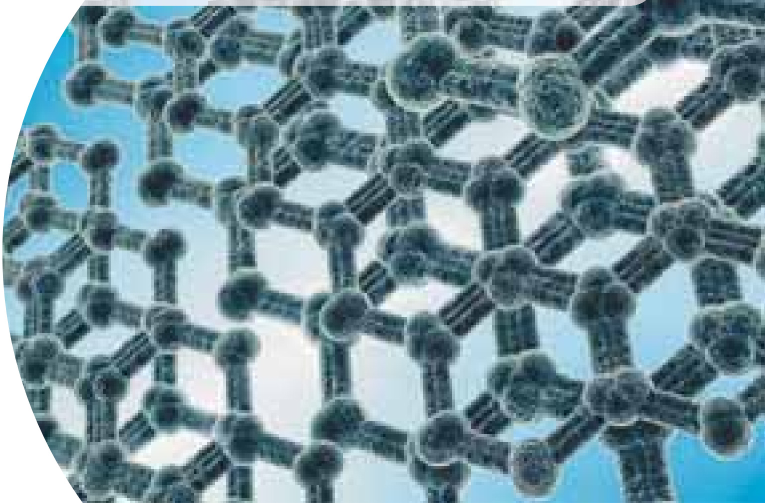
9-БАП

НАНОТЕХНОЛОГИЯЛӘР ВӘ НАНОМАТЕРИАЛЛАР

Һәртүрлүк мәхсәттә қоллинилидиған қандақту бир хусусийәтләргә егә наноматериалларни қураштуруш билән тәйярлаштики утуқлар технологияларниң тәрәққий етиш дәриҗиси билән ениқлиниду. Улар һаҗәтлик конфигурациялар билән өлчәмгә егә нанотүзүлишләрни атомлуқ дәллик билән елишқа мүмкинчилик бериду. Мошу күнгичә бөлгүлүк һадисиләр асасида йеңи квантилиқ қурулғулар, опто- вә наноэлектроника, өлчигүчи техникилар, йени әвлатниң әхбаратлиқ технологиялири, алақә қураллири үчүн кәң функционаллиқ 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 көрүнишини ениқлиғиниға охшаш, нанотехнологияларниң тәрәққий етиши, XXI әсирниң көрүнишини ениқлиди.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- наноматериалларниң физикилиқ хусусийәтлирини вә уларни елиш усуллирини чүшәндүрүшни;
- нанотехнологияларни қоллиниш саһасини пикир қилишни үгинисиләр.



§ 29. Нанотехнологияларниң асасий утуқлири, наноматериалларниң тәрәққий етишидики мәсилилири вә перспективилири

Кутилидиған нәтижә

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 нанотехнологиялиқ мәркизиниң директор хизмитини атқуриду. Константин Новоселов британ Манчестор университетиниң профессори (261-сүр).

158-сүрәт. *А.Гейм, К. Новоселов – Нобель мукапитиниң лауреатлири*

I. Нанотехнологиялар (НТ)

Нанотехнологиялар – маддиларниң бәлгүлүк бир хусусийәтлирини елиш мәхситидә атомлуқ яки молекулилиқ сәвийәдә манипуляцияләш усуллириниң жиғиндиси.

Нанотехнологияниң вәзипилири: берилгән түзүлүмдики вә һажәтлик 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, наноқураллар, наноэлектроника, микроэлектромеханикилиқ системилар вә нанобиотехнологиялар.

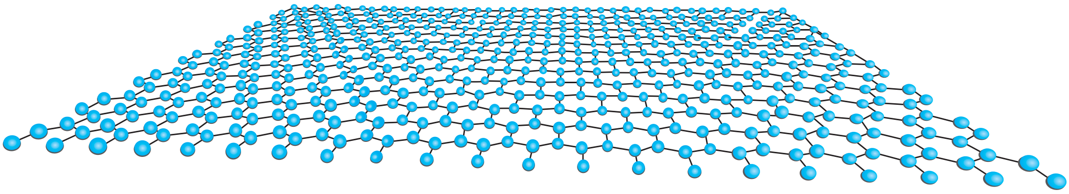
II. Наноматериаллар. Наноматериалларниң физикилиқ хусусийәтлири

Наноматериаллар – геометриялиқ өлчәмлири кам дегәндә бир өлчәмдә 100 Нм-дин ашмайдиған, наномасштаблиқ өлчәмлириниң асасида сапалиқ йеңи хусусийәтләргә егә болидиған материаллар.

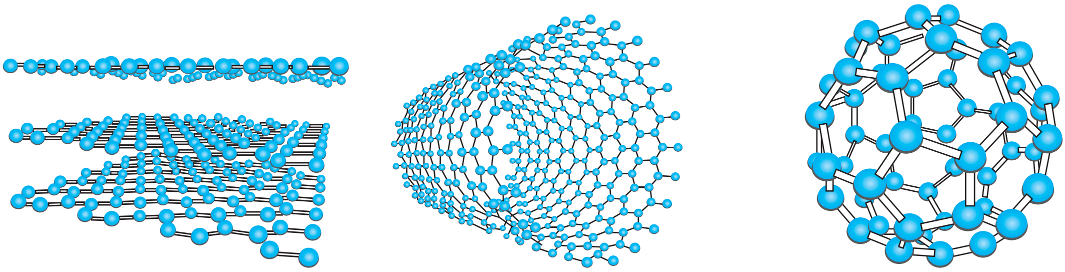
Бир өлчәмлик (1D) вә икки өлчәмлик (2D) наноматериаллар бар. Бир өлчәмлик наноматериаллар дәп углеродлиқ нанонәйчиләрни вә наноталчиқларни, наностерженьларни, наносимларни атайду. Бир өлчәмлик объектилар – диаметри бир нәччә нанометрларға тәң болидиған бир нәччә микрон узунлуқлири бар цилиндрлар. Икки өлчәмлик наноматериаллар – бу пластинининң (подложка) бетидики бир нәччә нанометрлик қәвәт яки пленка. Икки өлчәмлик материалниң қелинлиғи нанометрлик өлчәмдә болуши керәк. Наноматериаллар чоң өлчәмдин наномасштаблиқ кичик өлчәмгә авушқанда, уларниң механикилиқ, иссиқлиқ вә химиялик хусусийәтлири өзгириду. Бу материаллар интайин қаттиқ яки интайин әвришим болуши мүмкин, жәриянлар аз вақит арилиғида өтиду 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 (159-*сүр*). Графен мисниң электроөткүзгүчлүгидин ашудиған жуқури электроөткүзгүчлүккә 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.



Бир қәвәтлик графен

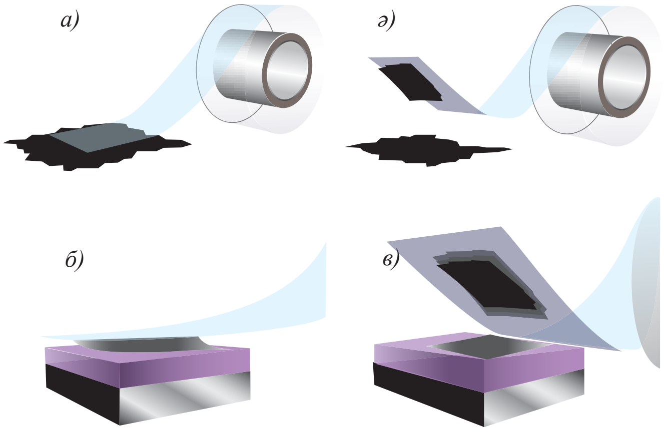


Көп қәвәтлик графен

Углеродлиқ нанонәйчә

Фуллерен С60

159-сүрәт. *Нанонәйчиләр вә наноматериаллар*



160-сүрәт *Скотчни пайдилинип графен елиш*

Өз тәҗрибәңлар

160-сүрәтни қараштуриңлар. 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.

Җавави қандақ?

Графен елишта алимларға немә үчүн оксидланған кремнийдин пластина һаҗәт болди?

III. Наноматериалларни елиш усуллири

Тапшурма

Алимлар пластинидин графен қәвитини қандақ бөлүп алғанлиғини ениқлаңар?

Наноматериалларни ишләп чиқиришта икки асасий усули бар: чоң өлчәмлири бар материалларни наноөлчәмгичә ушшақлитиш яки уларни атомлар билән молекулилардин өсүрүш арқилиқ наноматериал елиш.

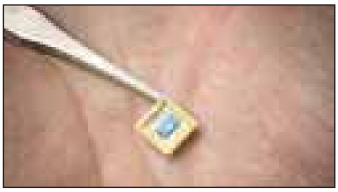
Наноматериалларни елиш усуллири механикилиқ, физикилиқ, химиялиқ вә биологиялиқ болуп бөлүниду. Мошу топлаш асасида наноматериалларни синтезләш җәриянинин тәбиити ятиду. Наноматериалларни елишниң механикилиқ усуллириниң асасида чоң деформациялигучи жүклимиләрниң: сүркүлиш, қисим, пресслаш, тәвринишләрниң тәсирлири ятиду. Наноматериалларни елишниң физикилиқ усуллири физикилиқ айлинишларға: һоға айлиниш, конденсация, һалитини өзгәртиш (возгонка), кәскин салқинлитиш яки қиздуруш, еритминиң тозаңлишишиға асасланған. Химиялиқ усулларға, асасий бөлүниш пәйтлири электролиз, әксигә кәлтүриш, иссиқлиқ бөлүниш 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 O_2 кремнийниң пластинисида аҗирап чиқиш (отслаивания) яки «қозғилип чиқиш» (отшелушивания) усулини қолланди. Мошундақ қилип, улар икки өлчәмлик пленкини турақландуруш мәсилисини йәшти. Аҗирап 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 җәрияннниң тәрәққий етиши компьютерлик техникида микропроцессорлар үчүн транзисторларни ишләп чиқиришта уларниң өлчәмлирини 90-дин 14 нм-ғичә азайтиш мүмкинчилигини бәрди. Мундақ өлчәмләрдә кремнийниң бир сантиметриға 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 (161-*сүр*). Графен – һәрхил саһаларда тепилғусиз материал ретидә қоллинилиду, сәвәви у алаһидә физикилиқ-химиялиқ хусусийәтләргә егә. Униң базисида сенсорлуқ экранларни, әвришим электронлуқ әсвапларни ясашқа болиду (162-*сүр*). Микроэлектроникиниң келәчиги – графен, электронлуқ схемиларниң элементлирини графен асасида ясайдиған болиду, компьютерләрдә ишләп чиқирилидиған әхбаратниң һәҗими гигагерцтин терагерцкичә өсиду.



161-сүрәт. *А. Гейм алиқинидики графенлиқ транзистор*

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 сәзгүр вә аддий күн батареялириға қариғанда узақ ишләйду. Графиндин ясалған күн батареялири кремний батареялири билән селиштурғунда үнүмлүк, келинлиғи қәғәз вариғидәк болиду (163-*сүр*).

162-сүрәт. *Графенлиқ әвришим экрани бар Samsung телефонлар*

163-сүрәт. *Графенлиқ күн элементлири*

164-сүрәт. *Ионистор – сиғдурушлиғи 3000 Ф суперконденсатор*

Энергия жиққучиларни тәйярлашта чоң перспективилар пәйда болди. Кремний наноталчиқлири, шуниң билән биллә графен асасида ясалған зарядлиқ түзүлмилириниң сиғдурушлиғи бир нәччә һәссә өсиду. 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 – суперконденсаторларға бөлүнди, нанотехнологиялар ярдими билән улар адәттики аккумуляторларни авуштурди (164-*сүр*). Суперконденсаторларниң артуқчилиқлиғи – зарядлиниш үчүн санақлиқ секундлар һаҗәт, конденсатор сиғдурушлиғи аккумулятор сиғдурушлиғидин бир нәччә һәссә ошуқ.

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:

Қурулуш. Һак таш билән графен асасидики имарәтләрниң фасадлириға беғишланған боюғучи материаллар, тамларни атмосферилиқ тәсирләрдин вә температуриниң өзгиришидин сақлайду. Апәтлик җағдайларда қурулушни пайдилиништа униң бузулуши минимал болиду. Мустәһкәмлиги бойичә алаһидә конструкциялар: трослар, кабельлар вә имарәтләрниң балкилиқ элементлири классикилиқ қурулуш материаллири билән биргә қолланғанда һәйран қаларлиқ имарәтләрни қурушқа мүмкинчилик бериду.

Бу қизиқ!

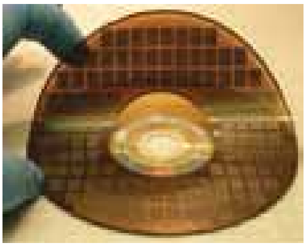
Sunvault Energy компанияси сиғдурушлиғи 10 миң фарад болидиған аләмдики әң йоған графенилиқ суперконденсатор қурди. Графенлиқ суперконденсаторлар – *бу энергияни* жиғиш облусида революциялик йеңилиқларни ачти. Қиммәт әмәс күн панельлири билән биргә графенлиқ конденсаторлири миллионлиған адәмләргә электр билән тәминләш системилиридин энергетикилиқ мустәқил болушиға мүмкинчилик бериду.

Нәзәр селиңлар

– Графен оксиди паскинлашқан судин радиоактивлиқ маддиларни чапсан чиқириду. Графен оксидиниң қанатлири (хлопья) тәбиий вә сүнъий радиоизотоплар билән чапсан бағлинишиду вә уларни қаттиқ маддиларға түрләндүрип конденсацияләйду.
– Графенни суни сүзүш, деңиз сүйини тузсизландуруш үчүн қоллинишқа болиду.

Бу қизиқ!

Sunvault компанисидә аддий CD-дискиға графит сиспенциясиниң порциясини қуюш арқилиқ графен елинди. Униңдин кейин диск DVD- электромеханикилиқ түзүлмисигә (DVD -привод) селинди (165-сүр). Дискини мәхсус программа бойичә лазер билән көйдәрди. Фирма графенлиқ энергия жиққучиларни 3D-принтерда бесип чиқириш усули арқилиқ тәйярлашқа болидиған мүмкинчиләрни издәш үстидә.



165-сүрәт. *CD-дискида графен ишләп чиқириш*

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 29

1. Интернет торидики материалларни пайдилинип, графенниң хусусийәтлири билән қоллиниш саһасини көрситиш арқилиқ «паспортини» қураштуруңлар. Графенниң хусусийәтлири бойичә униңға қандақ материаллар йеқин?
2. Графенниң физикилиқ хусусийәтлири җәдвалда берилгән. Керәклик мәлуматларни пайдилинип, диамтери 1 нм, узунлиғи 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 өткәзгүчлик	5,1 · 10 Вт/(м·К)
Оптикилиқ өткүрлиги	0,977

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 (166-*сур.*). Пленка паскина яки тузланған су амбарлирини йепип, губкиға охшаш суни сиңириду, униңдин кейин Күн шолилириниң тәсиридин жуқурқи 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.

166-сүрәт. *Суни тазилаш вә тузсизландуруш үчүн графенлиқ биопленка*

Бу қизиқ!

Нанотехнологияларниң тәрәққий етиш тарихидин

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 туннельлик микроскопни (СТМ) кәшип қилди, у атомарлиқ сәвийәдә маддини башқурушқа мумкинчилик бәрди.

1985 жили бирикишләрниң йеңи класси – 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 голландийә физиги Сиз Деккер нанонәйчиләр асасида дәсләп транзисторни кәшип қилди.

2004 жили Сиз Деккер углеродлиқ нанонәйчиләрни ДНК билән бириктүрип, бионанотехнологияларни тәрәққий 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 Нобель мукапитигә муйәссәр болди.

Жавави қандақ?

Әгәр графенлиқ мембраниларни ишләп чиқириш жәрияни максимал аддий болғанда суни тазилаш вә тузсизландуруш технологияси қандақ өзгириши мумкин?

9-бап йәкүни

Глоссарий

Графен – углерод атомлиридин ясалған интайин непиз қәвәт, қелинлиғи – 1 атом

Нанотехнология (НТ) – маддиларниң бәлгүлүк бир хусусийәтлирини елиш мәхситидә атомлуқ яки молекулилик сәвийәдә манипуляцияләш усуллириниң жиғиндиси.

Наноматериаллар – геометриялик өлчәмлири кам дегәндә бир өлчәмдә 100 Нм-дин ашмайдиған, наномасштаблиқ өлчәмлириниң асасида сапалиқ йеңи хусусийәтләргә егә болидиған материаллар.

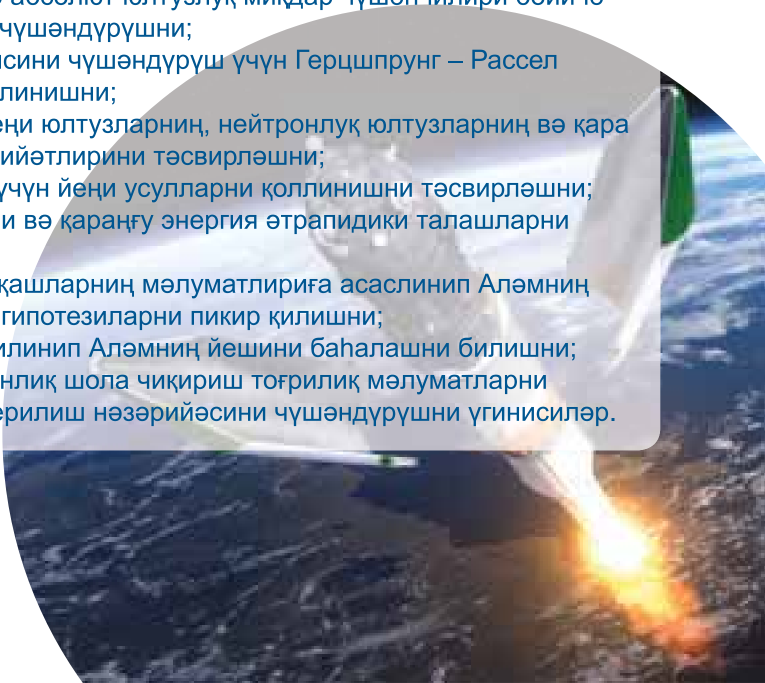
10-БАП

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. ХХ 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:

- юлтузлар йоруқниң йоруқлиниши бойичә бөлүнишини вә көрүнидиған юлтузлуқ миқдар вә абсолют юлтузлуқ миқдар чүшәнчилири бойичә характерлинишини чүшәндүрүшни;
- юлтузлар эволюциясини чүшәндүрүш үчүн Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қоллинишни;
- адәттин ташқири йеңи юлтузларниң, нейтронлуқ юлтузларниң вә қара түнлүкләрниң хусусийәтлирини тәсвирләшни;
- ариликни ениқлаш үчүн йеңи усулларни қоллинишни тәсвирләшни;
- Аләмниң иштиклиши вә қараңғу энергия әтрапидики талашларни музакирә 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.



§ 30. Юлтузлар дунияси. Өзгиридиған юлтузлар

Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

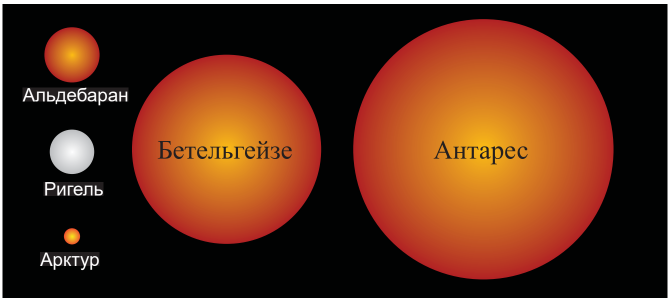
- *юлтузлар йоруқниң йоруқлиниши бойичә бөлүнишини вә көрүнидиған юлтузлуқ миқдар вә абсолют юлтузлуқ миқдар чүшәнчилири бойичә характерлинишини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

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 пикирлири 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 *(167-сүр)*. Тәкшүрәшләрдә вә юлтузларниң асасий характеристикилири: арилиғи, пақириши, рәңги, өлчими, массиси, йеши, түзүлиши бойичә бөлүш, юлтузларғичә болған арилиқни ениқлаш мәсилиси йешишниң биринчи дәрижиси болди.

Жавави қандақ?

1. *Бурунқи вақитларда юлтузларниң орунлишиши тоғрилиқ қандақ чүшәнчә болди?*
2. *Юлтузни тоғра характерләш үчүн немишкә униңғичә болған арилиқни билиш керәк?*



167-сүрәт. *Юлтузларниң массиси билән өлчими һәртүрлүк*

1-тапшурма

1. Интернет яки ениқлима әдәбиятни пайдилинип, өлчими билән массиси бойичә Антаресниң Күндин нәччә һәссә чоң болидиғанлиғини ениқланлар?
2. Антарес Күндин қандақ жирақлиқта орунлашқан?

II. Юлтузларниң асасий характеристикилири Көрүнидиған вә абсолют юлтузлуқ миқдарлар. Юлтузларниң пақириши

Юлтузларниң көрүнидиған йоруқлиғи уларғичә болған арилиқ биләнла әмәс, шундақла уларниң пақирашлириниң һәртүрлүклиги билән му 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 йоруқлиқни һесаплап чиқарсақ юлтузларни пақириши бойичә селиштурушқа болиду. Бу арилиқ 10 пк дәп елиниду.

Әгәр юлтуз биздин 10 пк арилиқта орунлашқан болса, униң Көруни диған юлтузлуқ миқдари М абсолют юлтузлуқ миқдар дәп атилиду.

1-миқдардики юлтузларниң йоруқлиғи 6-миқдардики юлтузлардин 100 һәссә ошуқ 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:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}, \tag{1}$$

буниңдики m_1 вә m_2 – көрүнидиған юлтузлуқ миқдарлар.

(1) формулини пайдилинип, D вә 10 парсекқа тәң D = 10 пк ариликта орунлашқан бир юлтузниң йоруқлиғи үчүн төвәндики нисбәтни язимиз:

$$\frac{I}{I_0} = 2,512^{M - m}, \tag{2}$$

M – абсолют юлтузлуқ миқдар, m – көрүнидиған юлтузлуқ миқдар.

Юлтузларниң йоруқлиғи яки шола чиқириш интенсивлиғи униңғичә болған ариликниң квадратиға экси пропорционал, шуниң үчүн төвәндики нисбәт орунлиниду:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{D_0^2}{D^2}. \tag{3}$$

(2) вә (3) тәңлимилирини биргә йешип, юлтузғичә болған арилиқ һәм униң параллакси билән абсолют вә көрүнидиған юлтузлуқ миқдарлар арисидики бағлиниш формулилирин тапимиз:

$$M \quad m + 5 - 5 \cdot lgD \tag{4}$$

яки

$$M \quad m + 5 + 5 \cdot lgp. \tag{5}$$

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:

$$L = 2,512^{-M}. \tag{6}$$

Җавави қандақ?

Немишкә астрономиядә абсолют юлтузлуқ миқдар чүшәнчиси киргүзүлди?

2-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.

Тәҗрибиләр юлтузларниң пақириши бир-биридин онлиған миллиард һәссә пәриқлинидиғини көрсәтти. Юлтузлуқ миқдарларда бу пәрик 26 бирликкә йетиду.

Пақириши наһайити жуқури юлтузларниң абсолют миқдарлири сәлбий вә $M = -9$ мәнасиғичә 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.

III. 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 йорук 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 арилиқта 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

3-тапшурма

Бәзи бир йоруқ юлтузларниң көрүнидиған вә абсолют юлтузлуқ миқдарлириниң жәдвилини қараштуруңлар. Юлтузларни абсолют юлтузлуқ миқдарлириниң азийиш рети бойичә орунлаштуруңлар. Бу рәтликтә Күн қанчинчи орунни егиләйду?

Юлтузларниң атилиши	Көрүнидиған юлтузлуқ миқдар	Абсолют юлтузлуқ миқдар
Күн	–26,72	+4,83
Сириус А	–1,5	+1,44
Канопус	–0,74	–5,71
Арктур	–0,05	-0,3
Альфа Центавра А	+0,01	+4,38
Вега	+0,03	+0,58
Ригель	+0,13	–7,8
Процион А	+0,34	+2,6
Бетельгейзе	+0,5	–5,47
Альдебаран	+0,86	–0,6
Антарес А	+0,9	–5,15
Поллукс	+1,14	+1,08
Денеб	+1,25	–8,38

селиштуруш арқилиқ уларниң нисбийлик мөлчәрини нәзәрийәлик түрдә ениқлайду. Юлтуз спектрлириниң қара сизиқлири бойичә атмосфериниң температурисини ениқлашқа болиду.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә юлтузларниң спектри һәртүрлүк?*
2. *Юлтузларниң шола чиқириш спектри бойичә немини ениқлашқа болиду?*

IV. 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 β Персейниң типлик 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 удул усули йоқ, адәттә, объектини рәңлири вә спектраллиқ класси бирдәк болған юлтузлар билән селиштуруп, охшаш баһасини бериду.

4-тапшурма

1. Параграфниң IV бөлүмлини оқуп, өзгәрмә юлтузларниң түрлүрини ейтип бериңлар. Немишкә уларни өзгәрмә дәп атайду, юлтузлар билән (юлтузлар ичидә) қандақ җәриянлар болиду?
2. Өзгәрмә юлтузлар қатариға қошидиған башқиму юлтузлар барму? Уларниң йоруқлинишиниң өзгириш сәвәплири

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 ариліқни алдин-ала ениқлимай өлчәшкә болиду.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Сируис Бетельгейзқа қариғанда қанчә һәссә йоруқ?

Берилди:	Йешилиши:
$m_1 = -1{,}5$ $m_2 = 0{,}5$	Икки юлтузниң көрүнидиған йоруқлиғи мошу юлтузларниң көрүнидиған юлтузлуқ миқдарлириниң айрими билән бағлинишлиқ
$\frac{I_1}{I_2}$ – ?	$\frac{I_1}{I_2} = 2{,}512^{m_2 - m_1}$ $\frac{I_1}{I_2} = 2{,}512^{0{,}5-(-1{,}5)} = 2{,}512^2 = 6{,}31.$ **Җавави:** $\frac{I_1}{I_2} = 6{,}31.$

Тәкшүрәш соаллири

1. Қандақ характеристикилири бойичә юлтузларни бөлүшкә болиду?
2. Пақираш дегинимиз немә?
3. Қандақ шараитта юлтузлиқ миқдарини көрүнидиған дәп атайду? Қандақ шараитта абсолют юлтузлиқ миқдар дәп атайду?
4. Юлтузларниң һәқиқий пақиришини қандақ ениқлайду?

Көнүкмә 30

1. Сириусниң йоруқлиғи Альдебаран юлтузиниң йоруқлиғидин, Күнниң йоруқлиғи Сириус йоруқлиғидин нәччә һәссә ошуқ?
2. Биринчи юлтуз иккинчи юлтуздин 16 һәссә йоруқ. Уларниң юлтузлик миқдарлириниң айримиси немигә тәң?

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.

§ 31. Герцшпрунг – Раселл диаграммиси. Адәттин ташқири йеңи, нейтронлуқ юлтузлар. Қара түнликләр

Күтилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *юлтузлар эволюциясини чүшәндүрүш үчүн Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қоллинишни;*
- *адәттин ташқири йеңи юлтузларниң, нейтронлуқ юлтузларниң вә қара түнлүкләрниң хусусийитини тәсвирләшни үгинисиләр.*

Жавави қандақ?

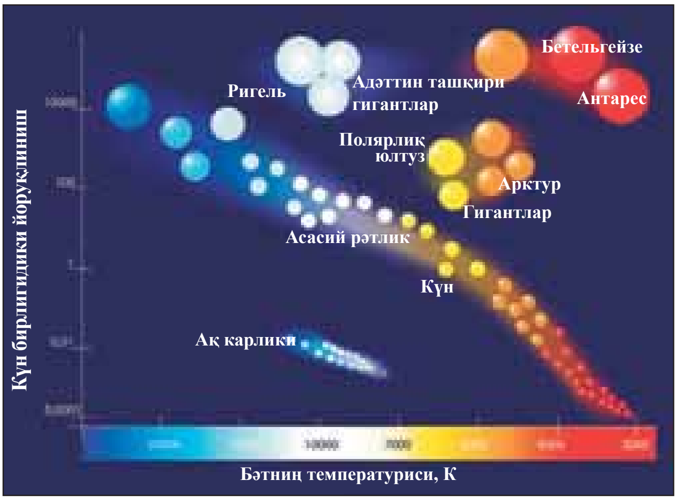
1. *Юлтузлар өзлириниң пақиришини, өлчәмини, массисини өзгәртәләмду?*
2. *Юлтузлар қандақ пәйда болиду?*
3. *Немишкә юлтузларда термоядролуқ реакцияләр болиду, планетиларда болмайду?*

1-тапшурма

Герцшпрунг – Рассел диаграммисини қараштуруңлар. Юлтузларниң пақириши қандақ уларниң температурисиға бағлиқлиғини ениқлаңлар. Немишкә бир спектрлик класс юлтузлириниң пақириши ейтарлиқтәк пәриқлиниду? Диаграмма юлтузниң эволюцияси билән қандақ бағлинишиду: пәйда болуши, тирикчилиги вә униң өчиши? Юлтузлар мошу диаграммниң асасий рети бойичә иссиқ көк гигантлардин қизил карликларғичә эволюциялинивәтиду дәп ейтишқа боламду?

I. Герцшпрунг – Рассел диаграммиси

Дания астрономи Э. Герцшпрунг 1905 ж. юлтузларниң абсолют өлчими билән юлтузларниң спектрлик 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 жукури массивлиқ юлтузлар орунлашқан (168-сүр.).



168-сүрәт. *Герцшпрунг – Рассел диаграммиси*

Герцшпрунгниң әмгигиниң нәтижиси – юлтузларниң пақираш класслири бойичә карликлар билән гигантларға бөлүниши. Бир спектрлик класстики юлтузларниң пақиришиниң пәрқи бир-биридин миң һәссә болуши мүмкин. Бәтлик температуриси бирдәк болишида 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 көрнәкилик вә

қолайлиқ көрситилишила болуп қалмиди. Рассел диаграмида эволюциялиқ рәтлик бар дәп молҗалиди. Юлтуз гравитация тәсиридин қисилиду вә диаграминиң жуқурқи 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, диогональлиқ йөнилиштә асасий рәтлик бойичә чүшиду вә ахирида ақ карликлар – көрүнмәйдиған йенип кәткән объектиға айлиниду. Бу диаграмма юлтузлуқ эволюция моделини ясашниң дәсләпки тәлпүнишлириниң бири.

II. Юлтузларниң эволюцияси

Астрофизикида юлтузларниң һаят кәчүриш циклиниң умумий мәнзириси бурундин бәлгүлүк: юлтузлар пәйда болиду, һаят кәчүриду вә өчиду.

Юлтузниң пәйда болуши. Барлиғи молекулилиқ булттин – водород молекулиси бар зич юлтузлар арисидики газдин башлиниду *(169-сүрәт).* Булутта гравитациялик күчниң тәсиридин еғирлиқ мәркизи түзилиду. Бу җәриян йенидики адәттин ташқири йеңи юлтузларниң йерилиши нәтиҗисидики урулуш долқунидин пәйда болуши мүмкин. Қоршиған мадда мошу мәркәз әтрапида айлинишқа башлайду вә униң бетидә қәвәтлиниду, температуриси билән пақириши һәрдайим өсүп олтиридиған сферилиқ ядро – «протоюлтуз» һасил болиду. Ядрониң ичидә чоң массиларниң қисимидин температура миллион градусқа йәткәндә, протоюлтузлар мәркизидә термоядролуқ реакциялар жүриду, уларниң энергияси протоюлтузларниң бетигә йетиду. Пүткүл Аләмдә толуқ йеңи юлтуз пәйда болиду.

169-сүрәт. *Юлтуз түзилишиниң актив облуси № 44/©ESO, NASA*

Юлтузниң һаят кәчүриши. Юлтуз униң һаят кәчүриш вақтиниң 90 %-ни тәшкил қилидиған әң узақ периодиға өтиду. Бу Герцшпрунг-Рассел диаграммисидики асасий рәтликкә мувапиқ келидиған турақлиқ һаләт. Бу этапта термоядролуқ реакциялар зонисида водородниң пәйдин-пәй йениши орун алиду.

Юлтузниң өчиши. Юлтузларда водород толуқ йенип болғанда, униңдин кейин тәрәққий етиши йоруқландурғучиниң массисиға бағлиқ болиду. Юлтузниң массиси қанчилик аз болса, униң «һаяти» шунчилик узақ болиду.

Қизил карликлар – Күн массисиниң йеримидин аз массиси бар юлтузлар, улар Чоң йерилиш болғандин бери бир қетимму «өчмигән». Һесаплашлар билән компьютерлик модельларға мувапиқ мундақ юлтузлар термоядролуқ реакцияларниң күчсиз интенсивлиғидин онлиған миллиард жилдин он триллион жилғичә өзидики водородни пәйдин-пәй яндуриду, ахирида бирдин өчүп келиши мүмкин.

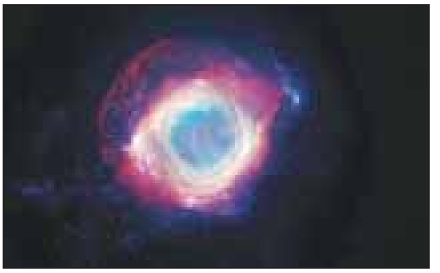
Ақ карликлар қизил карликларға охшаш – миллиард-триллион жиллар бойи аста яниду, әгәр, әлвәттә, ақ-карлик өзиниң массисини көпәйтип алидиған юлтуз-шериги йенида болмиса.

Серик юлтузлар Күнниң йерим массисидин он массисиғичә егә серик юлтузларниң мәркизидә водород янғандин кейин өзиниң тәркивидики техиму еғир химиялик

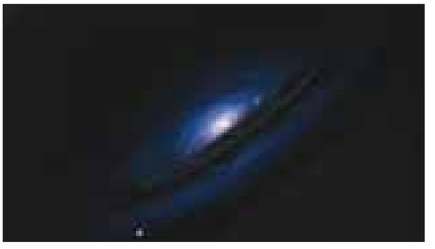
элементларни: – алди билән гелий, униңдин кейин водород, кислород вә униңдин кейин массисиға бағлик төмүр-56-ғичә элементларни яндурушқа қабилийәтлик. Серик юлтузлар үчүн Герцшпрунг – Рассел диаграммисидики асасий рәтликтин кейинки фаза – қизил рәңлик гигантлар дәрижиси дәп атилиду. Һәр вақитта йеқилғуниң алмишиши юлтузларниң бираз трансформациялинишигә елип келиду, бу өчүш алдидики агонияси. Юлтуз бирдә йүзлигән һәссә кәңийип вә қизил болиду, бирдә қайтидин қисилиду. Пақиришиму бирдә миң һәссә өсиду, бирдә қайтидин азийиду. Мошу жәриянниң ахирида қизил гигантниң ташқи қәвити ташлинип, планетарлиқ туманлиқ һадисиси пәйда болиду (170-сүр.). Мәркизидә ялаң ядро – массиси тәхминән Күн массисисиниң йеримиға тәң вә радиуси Йәр радиусиға тәң ақ карликлар қалиду.

Қизил гигантлар – тәхминән 12 күнниң вә униңдин көп массисиға тәң, вә ядро массиси Чандрасекар чекидин ашудиған, 1,44 Күн массисиға тәң болидиған юлтуз. Мундақ юлтузлар «адәттин ташқири» юлтузларниң қувәтлик термоядролуқ йерилиши вақтида жиғилған энергияни чиқириду (171-сүр.). Көплигән йоруқ жиллири әтирапида чоң күч билән юлтузлуқ маддиларни чачиритидиған «адәттин ташқири йеңи» юлтуз қалдуқлириниң мәркизидә ақ карликлар әмәс, радиуси 10-20 километр болидиған интайин зич нейтронлуқ юлтуз қалиду.

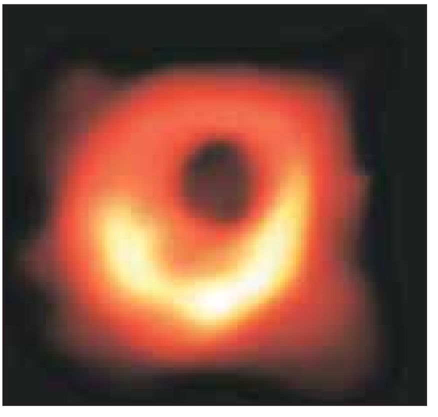
Қизил адәттин ташқири гигантлар, массиси 30 күн массисидин, ядрониң массиси болса Оппенгеймер-Волков чекидин ашидиған Күнниң 2,5-3 һәссилик массиға тәң юлтуз йеңи юлтуз қалдуқлириниң мәркизидә қара түнликләрни қалдуриду. Йерилған юлтузниң ядроси шунчилик қаттиқ қисилидуки, һәтта нейтронлар коллапсқа чүшиду вә әнди пәйда болған қара түнликниң чегарисидин башқа һеч нәрсә, йоруқниң өзиму чиқалмайду. Қара түнликниң дәсләпки сүритини ЕНТ – Event Horizon Telescope лайиһәсиниң 25-жиллиқ әмгигиниң нәтижисидә 2019 жили апрель ейида елиш мүмкин болди. Җәнубий полюстин Испанийәғичә орунлашқан 8 радиотелескоплар қара түнликләр тоғрилиқ алаһидә мәлуматларни жиғди (172-сүр.)



170-сүрәт. *Лира топ юлтузидики планетарлиқ туманлиқ M57*



171-сүрәт. *NGC 4526 / ©NASA галактикисиниң четидә адәттин ташқири йеңи юлтуз SN 1994D*



172-сүрәт. *M87 галактикисиниң мәркизидә Дева топ юлтузидики қара түнлик «көләңкисиниң» сүрити. Сүрәт: Event Horizon Telescope Collaboration*

Җавави қандақ?

Немишкә төмүрни бәзи вақитларда «термоядролуқ йенишниң күли» дәп атайду?

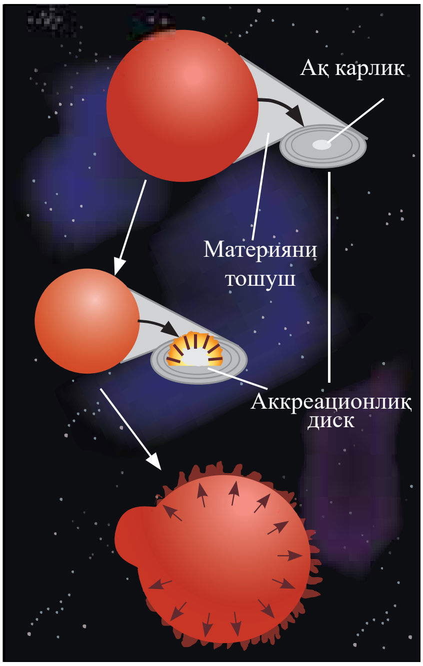
Һаварәң гигантлар – алаһидә массивлиқ юлтузлар, қизил адәттин ташқири гигант дәрижисини өтүп кетип, вә шундақла «адәттин ташқири» йеңи юлтузда йерилип қара түнликкә айлиниши мүмкин.

III. Адәттин ташқири йеңи юлтузлар

1919 жили атақлиқ швед астрономи Лундмарк галактикида йоруқ чиқиришниң чапсанлиғи интайин жуқури «аддий йеңи юлтузлардин» башқа, бәзидә пақириши он миң һәссә болидиған юлтузлар пәйда болиду дегән молҗам ясиди. 1934 жили америкилиқ астрономлар Цвикки билән Баад мундақ юлтузларни «адәттин ташқири йеңи» юлтузлар дәп аташни тәклип қилди. Бу атилиш юлтузларниң йерилишиниң һәйвәтлик һадисилирини бәлгүләш үчүн умумий қобул қилинди. Лундмарк вә униң вәкиллириниң әмгәклири арқилиқ бизниң Галактикида ахирқи 1000 жил ичидә: 1006, 1054, 1181, 1572, 1604 вә 1667 жиллирида кам дегәндә алтә адәттин ташқири йеңи юлтуз пәйда болғанлиғи испатланди. Астрономия тарихида 1054 жили ечилған адәттин ташқири йеңи юлтуз муһим роль атқарди, һазир униң орнида атақлиқ Чаян түридики туманлиқ орунлашқан.

Адәттин ташқири йеңи юлтузлар иккигә бөлүниду: I түрдики – селиштурма алғанда массиси кичик кона асман объектилири. Бу хошна юлтузлардин энергияни елиш арқилиқ массисини ашуридиған ақ карликлар (173, а-сүр.). II түрдики – бу Күн массисидин ейтарлиқтәк еғир яш объектилар (173, ә-сүр.).

II түрдики адәттин ташқири йеңи юлтузлар спиральлиқ галактикиларниң тармақлирида пәйда болиду, I түрдикиләр эллипслиқ вә «дурус әмәс» галактикиларда пәйда болиду. Сәвәви, эллипслиқ галактикиларда юлтузарилиқ муһит йоқ, шуниң үчүн юлтузниң пәйда болуш җәрияни тохтап қалған. Демәк, мундақ галактикиниң юлтузлуқ муһити – бу массилири кичик интайин кона юлтузлар. II түрдики адәттин ташқири йеңи юлтузлар газлиқ тозаңлар муһитидин юлтуз пәйда болидиған спиральлиқ тармақлирида орунлишиду. Мошу түрдики адәттин ташқири йеңи юлтузларниң йеши бирнәччә онлиған миллион жилдин ашмайду.



а)

ә)

173-сүрәт. *а) I түрдики ә) II түрдики адәттин ташқири юлтузлар*

I түрдики адәттин ташқири йеңи юлтузлар спектрлириниң II түрдикиләрниң спектрлиридин асасий пәрқи – бу биринчи түрдикиләрниң шола чиқириш спектрида водородниң интенсивлиқ сизиқлиринин йоқлиғидур. Бу I түрдики адәттин ташқири юлтузлар ретидә пәйда болған – водороди йенип кәткән объектилар екәнлигини билдүриду.

Бу қизиқ!

Бизниң Саманчи Йоли Галактикимизниң мәркизидә Стрелец А* қара түнлиги орунлашқан. Униң массиси Күнниң массисидин 4,31 миллион һәссә ошуқ. Мундақ объектилар йоған спиральлиқ вә эллипслиқ түрдики галактикиларниң мәркәзлиридә учришиду.

IV. Нейтронлуқ юлтузлар

Адәттин ташқири юлтузларниң йерилишлири нейтронлуқ юлтузларни – космослуқ объектиларни түзүши билән биллә жүриду, уларниң әмәлиятта бар екәнлигини теоретиклар молжалиған. Астрономлар һәқиқий түрдә ениқлиғичә үч йүз жил бурун теоретиклар улар тоғрилиқ қәғәзгә йезип кәткән. Нейтронлуқ юлтузларни астрономиялиқ байқашлар билән тепиш қийин, сәвәви уларниң өлчими тәхминән 10 км. Нейтронлуқ юлтузларни оптикилиқ усуллар билән ениқлашниң барлиқ интилишлири утуқсиз болуши керәк еди.

174-сүрәт. Нейтронлуқ юлтуз

Гравитациялик коллапс нәтижисидә пәйда болған нейтронлуқ юлтуз бирнәччә миллион кельвинға тәң наһайити чоң температуриға егә болуши керәк. Винниң силжиш қануни бойичә шола чиқиришниң максимуми қаттиқ рентгенлиқ шолилар облусиға келиду. Рентгенлиқ астрономияниң пәйда болуши нейтронлуқ юлтузларни ениқлашқа вә шу арқилиқ уларниң һаят кәчүрүшиниң растлиғини испатлашқа мүмкинчилик бәрди (174-сүр.).

Жавави 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 өчкичә өзиниң эволюциясиниң қандақ этаплиридин өтүши керәк?*

V. Қара түнлүкләр

Қара түнлүкләр – гравитациялиқ тартилиш шунчилик күчлики һәтта маддиму, шола чиқиришму мошу облусни ташлап кетәлмәйдиған бошлуқти облуси.

Йерилған объектиниң радиуси «гравитациялиқ радиустин» аз болуши керәк. Гравитациялиқ радиусниң мәнаси адәттики физикилиқ жисимларниң өлчими билән селиштурғанда интайин аз, мәсилән, Күн үчүн униң мәнаси 3 км, Йәр үчүн болса гравитациялиқ радиус 1 см тәшкил қилиду. Мошу сәвәптин лабораторияда қара түнлүк моделини ясаш вә тәкшүрәш иш йүзидә мүмкин әмәс, қара түнлүкниң хусусийәтлирини пәқәт нәзәрийәлик асасида тәкшүрилиниду. Һесаплашлар көрсәткәндәк, массивлиқ юлтузлар термоядролуқ йеқилғу азайғандин кейин өзиниң тартилишниң тәсиридин өзиниң гравитациялиқ радиус өлчимигичә қисилиши мүмкин. Қара

түнлүкниң болуш фактиси һечбир шүбһә кәлтүрмәйду, уларниң хусусийәтлирини практикилиқ түрдә тәкшүрәш келәчәктики мәсилиләрниң бири.

Қара түнлүкләр тоғрилиқ бирнәччә математикилиқ теоремилар испатланған. Уларниң иккиси: 1) түзүлгән қара түнлүк һечқачан бузулмайду; 2) бир қара түнлүк һечқачан икки қара түнлүккә бөлүнмәйду, бирақ экси җәриянниң болуши мүмкин. Инглиз теоретиги Хоукинг биринчи теореминиң дурус әмәс екәнлигини көрсәтти: қандақту бир йоллар билән түзүлгән интайин аз массидики қара түнлүкләр вақитниң өтүши билән «йоқ болиду».

2-тапшурма

175-сүрәттә тәсвирләнгән асман объектилирини атаңлар вә сүрәткә ат қоюңлар

175-сүрәт. *2-тапшурмиға*

Тәкшүрүш соаллири

1. Юлтузлар эволюциясиниң қандақ моделини Рассел тәклип қилди?
2. Юлтузлар эволюцияси қандақ миқдарларға бағлиқ?
3. «Адәттин ташқири йеңи» юлтуз дегинимиз немә?
4. Немишкә нейтронлуқ юлтузларни пәқәт рентген шолилирида ениқлашқа болиду?
5. Қара түнлүк қандақ шәртләрдә пәйда болиду? Қара түнлүк дегинимиз немә?

Иҗадий тапшурма

Мавзу бойичә ppt-презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Юлтузниң йешини ениқлаш усуллири.
2. Радиодолқун диапазонида юлтузларниң шола чиқириши.
3. Пульсарлар.

§ 32. Бизниң Галактика.
Башқа галактикиларниң ечилиши. Квазарлар

Күтилидиған нәтиҗә

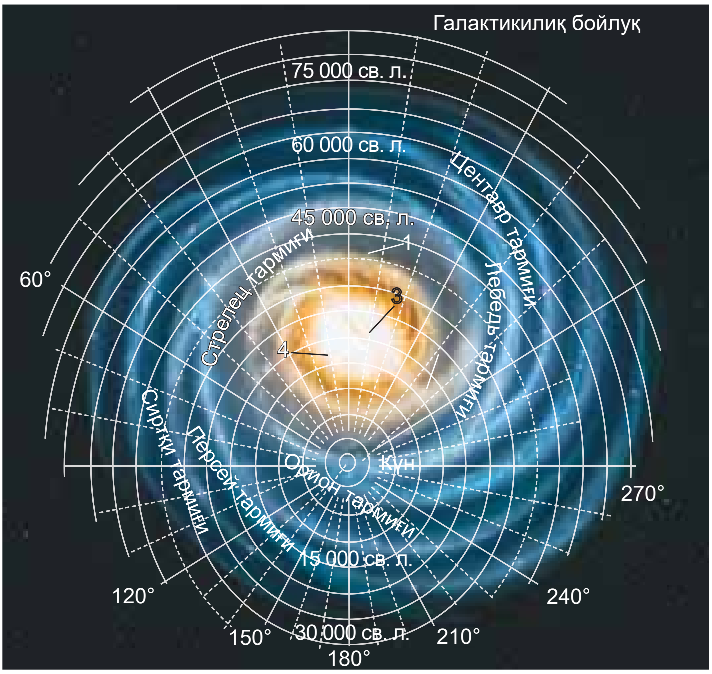
Параграфни өзләштүргәндә:
- *галактика вә квазарлар түрлириниң түзилишини тәсвирләшни үгинисиләр.*

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 (176-сүр.).

Җавави қандақ?

1. *Немишкә бизниң галактикини «Саманчи йоли» дәп атиди?*
2. *Галактика немидин туриду?*
3. *Қандақ галактикиларни билисиләр? Улар Саманчи йолидин қанчилик арилиқта орунлашқан?*



1 – Үчкилопарсеклиқ жирақтики тармақ; 2 – Үчкилопарсеклиқ йеқиндики тармақ; 3 – Қошқучи; 4 – Узун қошқучи

176-сүрәт. *«Саманчи йолиниң» спиральлиқ тармиғи*

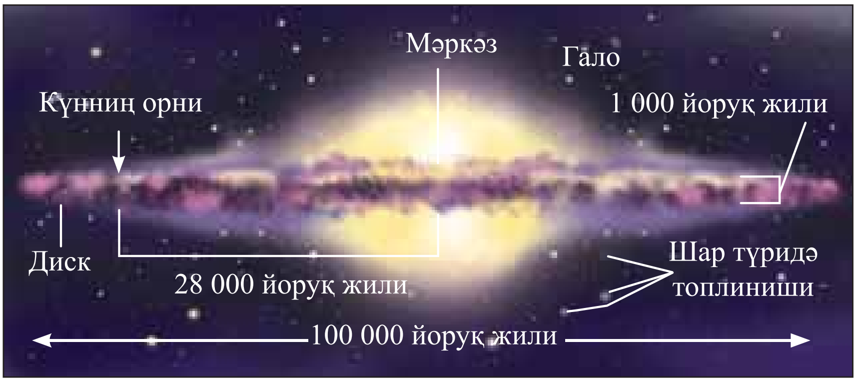
1-тапшурма

«Саманчи йоли» галактикисиға характеристика түзүңлар. Униң асасий бөләклирини сүрәттин көрситиңлар.

Галактика **(грек. *γαλαξίας* – сүт изиға охшаш) – юлтузлардин вә юлтуз топлимилиридин, юлтузлар арисидики газдин, тозаңдин вә қара материядин ибарәт гравитациялиқ бағлинишқан система.**

Күн системиси галактикилиқ дәп атилидиған Саманчи йоли тәкшилигигә йеқин орунлашқан. Галактика мошу тәкшилик бойи билән 100 000 йоруқ жилиға созулиду. Галактика Күн системисиға перпендикуляр йөнилиштә тәхминән 1000 йоруқ жили арилиғиға созулиду.

Галактика икки асасий ички системидин: гало вә юлтузлуқ дискидин туриду (177-сүр.).



177-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 (177-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 селиштурашқа 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 юлтузлири униң мәркизини айлинип һәрикәтлиниду. Гало билән селиштурғанда диск ейтарлиқтәк 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 эволюциясиниң 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. 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 отирип, 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 молҗалиди. Каталог йоруқ көргәндин башлап, 1924 жилғичә мошу туманлиқларниң тәбиити тоғрилиқ таллаш-тартишлар болуп турди.

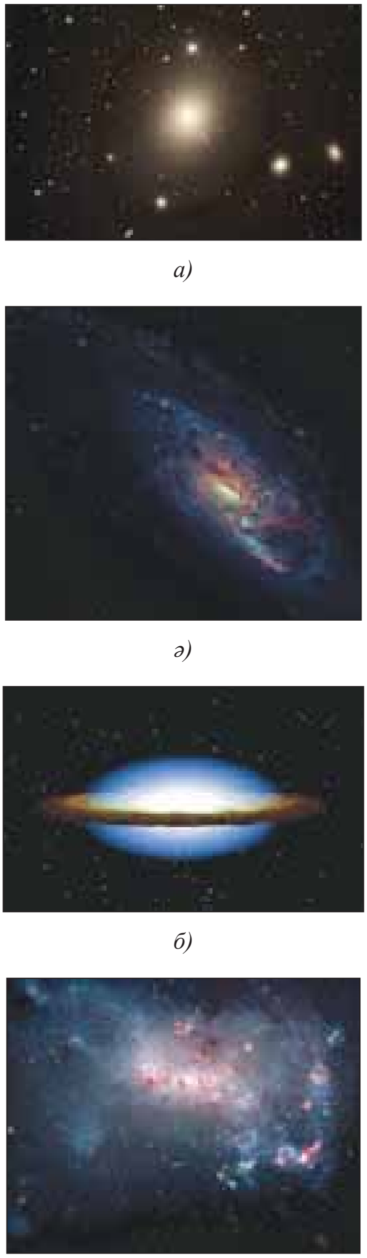
1936 ж. Хаббл Галактикиниң классификациясини қураштурди, у һазирқи вақиттиму пайдилинилиду, уни «Хаббл тизмиси» дәп атиди. Асманда пәқәт үч Галактикини көз билән көрүшкә болиду: Шималий йерим шардики Андромеда туманлиғи, Җәнубий йерим шардики чоң вә кичик Магеллан булутлири. Галактикиларниң тәсвирини айрим юлтузлар түридә көрүш XX әсирниң бешиғичә мүмкин болмиди. 1990 ж. бешида айрим 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 *(178 а-сүр)*.

Спиральлиқ галактикилар (S) – спиральлиқ путақлири бар галактика. Бәзидә путақлири төңгигә түрлиниши мүмкин *(178 ә-сүр)*.

Линза шәкиллик галактикилар (S0) – ениқ спиральлиқ нәқишниң йоқлиғидин башқа түзүлими



а)

ә)

б)

в)

178-сүрәт. *Галактика түрлири*

бойичә спиральлиқ Галактикидин пәриқләнмәйдиған Галактика. Бу юлтузлар арилиғида газларниң аз болуши билән, демәк, юлтузниң түзүлиш интенсивлиғиниң төвәнлиги билән чүшәндүрилиду *(178 б-сүр)*.

Дурус әмәс галактикилар (Irr) – уларға дурус әмәс парчә шәклидики түзүлими тән, адәттә, Галактика массисиниң 50 %-ғичә юлтузлар арисидики газлар көп болиду. *(178 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 айрим 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.

Тизмилар арисида галактикилири йоқ, гигант облуслар бар, улар бошлуқлар дәп атилиду. Бу аләмниң йочуқлуқ түзүлиминиң элементлири болуп тепилиду.

III. 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 ажиритишқа 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 колоссаллиқ илдамлиқ билән жирақлиниватиду дегәнни билдүриду.

Квазарлар – актив объектилар, уларниң активлиғи бирнәччә миллион жилларға созулиду. Көплигән жағдайларда квазарларниң шола чиқириши шунчилик күчликки, улар өзлири орунлашқан галактикини япиду. Оптикилиқ, инфрақизил, ультрагүлнәпшә вә рентгенлиқ шола чиқириштин башқа улар магнит мәйданлирида қозғилип квазарниң радиошола чиқиришни қурайдиған илдам элементралиқ зәррилар еқимини – космослуқ шолиларни таритиду. Бу шолиларниң еқимлири икки һәрхил йөнилиштә чиқидиған икки шола түридә квазардин чиқиду, улар квазарниң қариму-қарши тәрипидә икки радиобулутларни түзәйду (179-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 ялғуз әмәс, бирақ һазирқи вақитта әң мәлум. Униңға мувапиқ квазар энергиясини қара түнлүкниң гравитациялиқ мәйдани һесавидин алиду.

***179-сүрәт.** Квазар*

Қара түнлүк өзиниң тартилиш күчидин өзигә йеқин юлтузларни бузиду, һәтта пүткүл галактикини бузуши мүмкин. Мошу жәриянда 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 тәкшүрилиштә, бирақ барлиқ байқилидиған хусусийәтләрни чүшәндүрәлмәйду. Квазарларниң түзүлиши билән эволюцияси толуқ тәкшүрәлмиди.

2-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 жисимлириниң хусусийәтлири қандақ?
6. Астрофизиклар квазарниң қандақ моделини тәклип қилди?

Ижадий тапшурма

Мавзулар бойичә хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (таллаш бойичә):

1. Галактикини тәкшүрәш тарихи. Хаббл тизмиси.
2. Галактикиниң һәрикити, өзара тәсирлишиши вә урулиши. Слоунниң Улуқ қорғини.
3. Квазар –Аләмни йоқитиш объектиси.

§ 33. Юлтузларғичә болған арилиқ. Галактикиғичә арилиқни ениқлаш

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *арилиқни ениқлаш үчүн йеңи усулини қоллинишни тәсвирләшни үгинисиләр.*

Бу қизиқ!

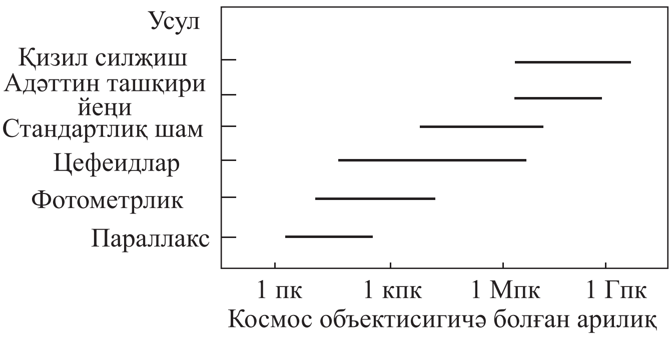
Вега юлтузиниң бир жиллиқ паралаксини өлчәшни дәсләп 1837 жили рус академиги В.Я. Струве әмәлгә ашурди. Кейинирәк йени икки юлтузниң паралакси ениқланди, уларниң бири α-Центавр болди. Бу юлтуз бизгә йеқин орунлашқан, униң жиллиқ параллакси $p = 0{,}75''$. Мундақ булуң билән 280 м арилиқтики қелинлиғи 1 мм симни қуралсиз көрүшкә болиду.

1-тапшурма

1. 1 рад-ға тәң булуңниң мәнасини булуңлуқ секундта ипадиләңлар.
2. 4 жил ичидә йоруқ α-Центаврдин Күнгичә болған арилиқни өтүдиғанлиғини испатлаңлар.
3. Өлчәм бирликлириниң нисбитиниң дуруслиғини испатлаңлар
   1 пк = 3,26 йоруқ жили = = 206 265 а. б. = $3\cdot10^{13}$ км.

I. Асман объектилириғичә болған арилиқни ениқлаш усули

Күн системисидин космос объектисиниң жирақлиғиға бағлиқ астрономияда арилиқни ениқлаш үчүн һәртүрлүк усуллар қоллинилиду (180-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. Стандартлиқ шам ретидә объектини таллаш өлчинидиған арилиққа бағлиқ.



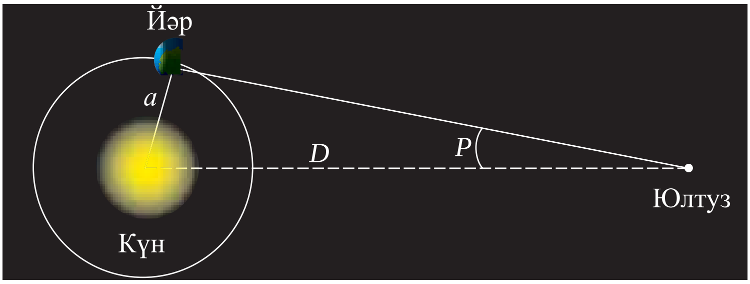
180-сүрәт. *Космос объектисигичә болған арилиқни ениқлаш усулиниң уларниң жирақлиғиға бағлинишлиғи*

Астрономиядики стандартлиқ шамлар – пақириши бәлгүлүк объектилири. Әң жирақ орунлашқан объектиларғичә арилиқ шола чиқириш спектридики қизил силжиш бойичә ениқлиниду. Йеқин юлтузларғичә арилиқни ениқлаш үчүн параллакс усули вә фотометрлик усули қоллинилиду.

II. Жиллиқ параллакс вә юлтузларғичә болған арилиқ

Юлтузниң жиллиқ параллакси дегинимиз көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң оттура радиусини (а = 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 *(181-сүр)*. Параллакс бәлгүлүк болғанда юлтузғичә болған арилиқ төвәндки формула билән ениқлиниду:



181-сүрәт. *Юлтузниң жиллиқ параллакси*

$$D = \frac{a}{\sin p}, \qquad (1)$$

буниңдики a – йәр орбитисиниң чоң йерим оқи, D – юлтузғичә болған арилиқ. Кичик булуңларда p миқдари булуңлук секунда билән ипадиләнсә, у чағда паралакс синуси төвәндикигә тәң:

$$\sin p = \frac{p}{206265''}, \qquad (2)$$

у чағда, a 1 *а.б.* қобул қилип, юлтузчиғә болған арилиқни тапимиз:

$$D = \frac{206265''}{p} а.б. \qquad (3)$$

Мәсилән, α-Центавр юлтузиғичә болған арилик

$$D = \frac{206265''}{0,75''} а.б. = 270000\ а.б.$$

Йоруқ бу арилиқни 4 жил ичидә өтиду, Күндин Йәргичә болған арилиқни йоруқ шолиси 8 минутта, Айдин 1 сек-та йетиду.

Йоруқниң бир жилда өтидиған 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 параллакснің әкси миқдариға тәң.

Мәсилән, α-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.

Җавави қандақ?

1. *Немишкә юлтузларниң параллакслиқ силжишини байқаш қийин?*
2. *Немишкә жирақ юлтузларниң жиллиқ параллаксини өлчәш мумкин әмәс?*

III. Жирақ юлтузларғичә болған ариликни «Стандартлиқ шам» усули билән ениқлаш

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. Адәттин ташқири йеңи юлтузларниң пақиришини Галактикиниң пақириши билән селиштурушқа болиду. Галактикиларни пақириши бойичә ариликни ениқлаш чоң хаталиқларни бериду.

«Стандартлиқ шам» усулини цефеидлар асасида қараштуримиз, улар өз намини типлиқ вәкили δ Цефей юлтузидин алди. Цефеидлар он минуттин бирнәччә онлиған суткиғичә болған вақитта 1,5 юлтузлуқ миқдардин ашмайдиған пақирашниң өзгириш амплитудилири билән характерлиниду. Юлтузғичә болған ариликни ениқлаш үчүн пульсация периоди билән юлтуз пақиришиниң арисидики бағлиқлиғи пайдилиниду. δ Цефейниң пақиришиниң өзгириш периоди 5,37 суткини тәшкил қилиду, пақирашниң өзгириш амплитудиси 3,7-4,6 юлтузлуқ миқдарлар арисида тәврениду. Пақирашниң өзгириш периоди удул байқашлар билән ениқлиниду. Цефеидниң пақиришиниң өзгириш периоди P сутка билән M абсолют юлтузлуқ миқдар арисидики бағлинишлиқ төвәндикидәк:

$$M = a \cdot lgP + b, \qquad (4)$$

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, M цефеидниң абсолют юлтузлуқ миқдарини униң P периоди билән бағлаштуридиған формулини хуласиләп чиқарди:

$$M = -2,78 \cdot lgP - 1,35. \qquad (5)$$

Пақирашниң өзгириш периоди бойичә абсолют юлтузлуқ миқдарни ениқлап, (4) формула бойичә цефеидқичә болға ариликни ениқлашқа болиду:

$$M = m + \quad - \quad lgD \;, \qquad (6)$$

буниңдики M – абсолют юлтузлуқ миқдар, m- көрүнидиған юлтузлуқ миқдар.

Әскә чүшириңлар!

Адәттин ташқири йеңи юлтузлар – йерилидиған юлтузлар, уларниң икки түри бар. I түри – йерилидиған ақ карликлар, 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

Генриетта Суон Ливитт формулисини пайдилинип δ Цефеяғичә болған арилиқни ениқлаңлар

IV. Хаббл қануни. Қизил силҗиш

Аләм кәңийиду дегән хуласиләр галактика спектрлиридики қизил силҗишниң байқилиши билән растлиниду. Қизиқ силҗиш миқдари шола чиқиришниң өзгәртилгән чапсанлиғиниң дәсләпки шола чиқиришиға нисбити билән өлчиниду:

$$z = \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0}. \qquad (7)$$

Чапсанлиқниң өзгириши көп болса, байқиливатқан Галактикиғичә арилиқ вә униң шолилиқ илдамлиғи көп болиду (293-сүр). Қизил силжиш бойичә Хаббл қануни бойичә чоң арилиқта жирақлаватқан объектқичә арилиқни ениқлашқа болиду:

$$cz = H_0 D\,, \qquad (8)$$

буниңдики c – электромагнитлиқ долқунларниң илдамлиғи, z – қизил силжиш, H – Хаббл турақлиғи, D – асман объектисиғичә арилиқ. Қизил силжишниң аз мәналирида $cz = v$, буниңдики v – шолилиқ илдамлиқ. Бу һаләттә Хаббл қануни төвәндикичә өзгириду:

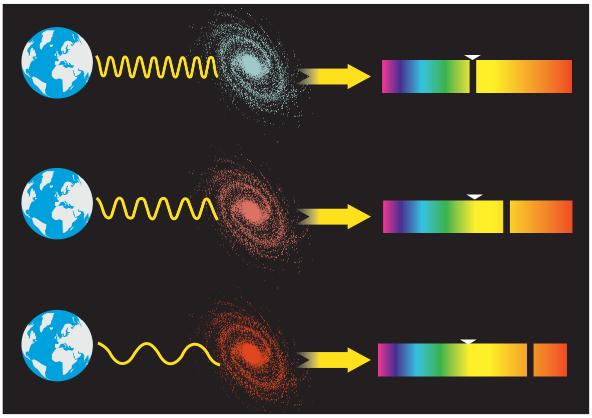
$$v = H_0 D\,. \qquad (9)$$

Галактикиларниң илдамлиқлири уларғичә болған D арилиқ билән бағлиқ.

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:

$$H = 73{,}8 \pm 2{,}4 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк яки } H_0 \approx 2{,}3 \cdot 10^{-18}\,\text{с}^{-1}. \qquad (10)$$

2013 жилдин башлап «Планк» космослуқ телескопни пайдилинип жүргүзүлгән картографиялиқ ишлардин кейин Н = 63,15 км/сек · Мпк нәтижиси елинди.



182-сүрәт. *Спектрниң қизил учиға сизиқларниң силжиши*

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 вақитлириға мувапиқ келиду.

3-тапшурма

70 км/с · Мпк тәң Хаббл турақлиғини СИ-да йезиңлар. Уни (4) мәнаси билән селиштуруңлар.

Жавави қандақ?

Биз аләмниң кәңийиш мәркизи ретидә бизниң Галактика дәп ейталаймизму? Сәвәвини чүшәндүрүңлар?

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИСИ

Сириусқичә арилиқни астрономиялик бирликләрдә вә метрларда ениқлаңлар. Юлтузниң жиллиқ параллакси 0,375″ тәң екәнлиги мәлум. Сириустин Йәргә йоруқ қанчә вақитта йетиду?

Берилди:
$p = 0{,}375''$
$c = 3 \cdot 10^8$ м/сек

$D - ?$
$t - ?$

Йешилиши:
Секундта берилгән параллакс бәлгүлүк болғанда юлтузғичә арилиқ төвәндики формула билән ениқлиниду:

$$D = \frac{206265''}{p}\ а.б.$$

Йоруқниң Йәргә йетиш вақти: $t = \dfrac{D}{c}$

$$D = \frac{206265''}{0{,}375''} а.б. = 550040 а.б. \approx 550040 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11} \text{м} \approx 8{,}25 \cdot 10^{16} \text{м}$$

$$t = \frac{8{,}25 \cdot 10^{16}\ \text{м}}{3 \cdot 10^8\ \text{м/сек}} \approx 2{,}75 \cdot 10^8\ \text{сек} \approx 8{,}72\ \text{жил}.$$

Җаваби: $D \approx 550040$ *а.б.* $\approx 8{,}25 \cdot 10^{16}$ м; $t \approx 8{,}72$ жил.

Тәкшүрүш соаллири

1. Асман җисимлириғичә арилиқни өлчәшниң қандақ усуллирини билисиләр?
2. Арилиқни өлчәш усулини таллаш немигә бағлиқ?
3. Жиллиқ параллакс усулиниң мәнаси немидә?
4. Асман җисимлириғичә арилиқни ениқлаш үчүн стандартлиқ шам ретидә немини пайдилиниду?
5. Хаббл қанунениң мәнаси немидә?

Көнүкмә 31

1. Веганиң параллакси 0,11″ тәң. Униң йоруғи Йәргә қанчә вақитта йетиду?
2. Вега икки һәссә йеқин болуш үчүн Лира топ юлтузиға қарап 30 км/сек илдамлиқ билән қанчә жил учиши керәк?
3. Бизниң Галактикидин 8000 км/сек илдамлиқ билән жирақлаватқан Галактикиғичә арилиқни ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

Мавзу бойичә ppt-презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. Аләмдики асман җисимлириниң өлчәмлири вә уларниң арисидики арилиқ.
2. Э.П. Хабблниң һаяти билән паалийити.

§ 34. Қара материя вә энергия. Аләмниң кәңийиши. Аләмниң модельлири

Кутилидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *Аләмниң иштиклиши вә қараңғу энергия әтрапидики талашларни музәкирә қилишни;*
- *астрономиялиқ байқашларниң мәлуматлириға асаслинип Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ гипотезиларни пикир қилишни үгинисиләр.*

I. Аләмниң иштикләп кәңийиши

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 жәриянини тохтайду. Иштикләшкә бәлгүсиз бир күч тәсир қилидиғини ениқ болди. Шуниң билән қатар Аләм кәң болғансири, бәлгүсиз күч «һакимийәткә» егә болиду.

II. Аләмдики қара материя вә қара энергия

Аләмниң иштикләп кәңийишигә елип келидиған күчни алимлар «қара энергия» дәп бәлгүлиди.

Космологиядики қара энергия – байқаватқан Аләмниң иштиклиши билән кәңийишини чүшәндүрүш үчүн Аләмниң математикилиқ моделиға киргүзүлгән энергияниң гипотезилиқ түри.

Қара энергияниң бәлгүлүк хусусийәтлири А. Эйнштейнниң нисбийәтлик нәзәрийәси билән курулған космологиялиқ турақлиқ билән мувапиқлаштурилған. Турақлиқ миқдар тепилиш күчи болиду,

Жавави қандақ?

1. *Аләм қандақ түзүлгән?*
2. *Космос объектилири арисидики арилиқ өзгирәмду?*
3. *Силәрниң чүшинигиңларда «қара материя» дегинимиз немә?*
4. *Адәттин ташқири йеңи юлтузлардин йоруқ Йәргичә қанчә вақитта йетиду? Бу соалға җавап бериш үчүн немини билишимиз керәк?*

Әскә чүшириңлар!

Ia типтики адәттин ташқири йеңи юлтузлар – бу ақ карликлар, улар юлтуз-компаньонининң маддиси билән озуқлиниду, Чандрасекар чекигә йетип униңдин кейин йерилиду вә нейтронлук 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 пакиришини билип, көрүнидиған йоруқлуқни өлчәп, уларниң һәркайсисиғичә болған ариликни ениқлашқа болиду. Шуниң билән, Доплерниң эффектиси – қизил силҗиш арқилиқ адәттин ташқири йеңи юлтузларниң биздин жирақлинишиниң илдамлиғини тепишқа болиду.

у гравитацияға қариму-қарши һәрикәт қилиду вә бошлуқни өзгиришләрдин тутуп туриду.

Галактикиларниң топлимилиридики гравитациялиқ күчләрни өлчәш униң өзидики вә Аләмдики қара материясиниң массисини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. Материяниң 80 % Аләмниң кәңийиш интенсивлиғини чүшәндүрүш үчүн йәткүлүксиз. Бу фактини чүшәндүридиған мүмкин болған бир чүшәнчә: Аләмдә материяниң йеңи формиси «қара материяниң» болуши *(183-сүр).* Қара материя Йәр шараитида ечилмиған, маддилар билән өзара күчсиз тәсирлишидиған, бирақ, гравитациялиқ өзара тәсирлишидиған йеңи элементар зәрриләрдин туриду.

Заманивий этапта қара материяниң бар болушиниң тәрәпдарлири көпийип келиватиду. Аләмниң иштикләп кәңийишини чүшәндүргәндә, улар бошлуқниң тәхминән 80 % алидиған қара материясиниң болуш гипотезисиға асалиниду.

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.

183-сүрәт. *CI 0024+17 галактикиларниң топлишидики қара материяниң туманлиқ төңгиси*

III. 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 һазирқи 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 жәриянларға 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 қарму-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 аяқлишиши керәк.
2. *Фотометрлик:* әгәр асман җсимлириниң чәксиз сани болса, у чағда асман чәксиз йоруқлиниши керәк, бирақ у байқалмайду.

Ньютонлиқ космология асасида йешилмәйдиған бу кариму-қаршилиқларниң эволюцияға учирайдиған Аләм тоғрилиқ вә кәңийиш чегарисиниң болуши чүшәнчилири киргүзүлгән һазирқи *заманивий космология* йешиду.

IV. 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 молжалиди. 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.

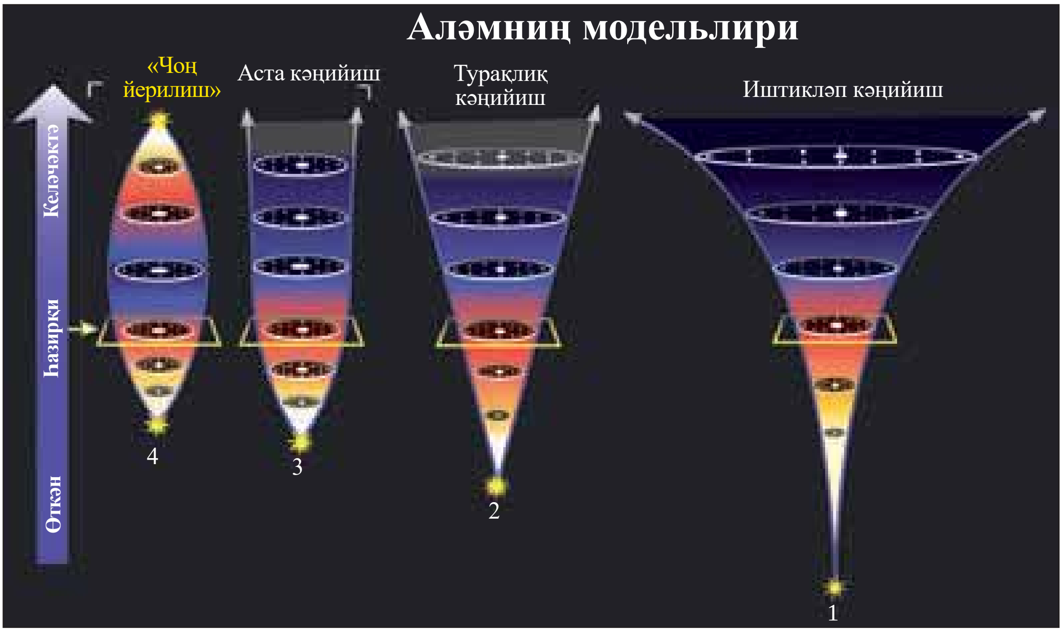
Кейинки издинишләр Аләмниң түзүлиши билән тәрәққий етишигә алимларниң көз қарашлирини өзгәртти. 1922 жили рус математики вә геофизик А.А. Фридман һазирқи вақитта қобул қилинған Аләмниң пәйда болуши билән эволюциясиниң космологиялиқ мәсилисиниң йешилишини бәрди.

А. А. Фри́дман (1888 – 1925) – рус вә кеңәш математиги, физик вә геофизик, заманивий физикилиқ космологияниң асасини салғучи, Аләмниң стационар әмәс моделиниң автори. 1922 жилдин 1924 жилғичә А.А. Фридман илмий тәкшүрәшләр вақтида Эйнштейн тәңлимилириниң стационарлиқ әмәс йешилишлирини тапти, бу Аләмниң турақсизлиғи нәзәрийәсиниң асасий факториболди. Униң Аләмниң турақлиқ кәңийиши тоғрилиқ нәзәрийәсини 1929 жили Эдвин Хаббл растлиған.

Тапшурма

Евклид бошлуғиниң Лобачевский геометриясидики бошлуқтин пәрқини ениқлаңлар.

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 (184-сүр., 3). Әгәр зичлиқ критикилиқтин аз болса, бошлуқ Лабочевский геометриясигә егә вә шундақла чәксиз кәңийиду (184-сүр., 2). Шундақ қилип зичлик критикилиқтин чоң болса, Аләмниң бошлуғи риманлиқ болиду, бәзибир этапта Аләмниң кәңийиши дәсләпки чекитлик һаләткичә давамлишидиған силҗиш билән авушиду (184-сүр.,1). 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 (184-сүр., 4). Бу йәрдә қара материя билән қара энергия тоғрилиқ ейтилиду. Шуниңға бағлиқ Аләмниң ахири яки чәксизлиги тоғрилиқ хуласә ясаш техи әтигән.



184-сүрәт. *«Қара энергия» тәсиридин Аләмниң иштикләп кәңийиши*

Тәкшүрүш соаллири

1. Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ көз қарашларни қандақ фактилар растлайду?
2. «Қара энергия» дегинимиз немә?
3. «Қара материя» қандақ хусусийәтләргә егә?
4. Аләм эволюциясиниң қандақ заманивий модельлирини билисиләр?

Иждадий тапшурма

Мавзу бойичә ppt-презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. «Қара материяни» вә «Қара энергияни» тәкшүрәшләрдики заманивий утуқлар.
2. Аләмниң заманивий модельлири. «Тарлар» нәзәрийәси вә Аләмниң тамчә модели.
3. А.А. Фридманниң тәржимәһали.

§ 35. Чоң йерилиш нәзәрийәси. Аләм эволюциясиниң асасий этаплири. Аләмдики һаят вә тәрәққият

Күтилидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *Хаббл қануни пайдилинип Аләмниң йешини баһалашни билишни;*
- *микродолқунлуқ фонлиқ шола чиқириш тоғрилиқ мәлуматларни пайдилинип, Чоң йерилиш нәзәрийәсини чүшәндүрүшни үгинисиләр*

I. Чоң йерилиш

Чоң йерилишлар чүшәнчиси Хаббл қанунининң 1920 ж. ечилиши билән пәйда болид. 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 йениң элементларниң көп болуши билән растлиниду.

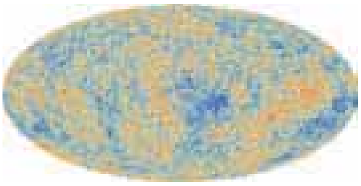
Космослуқ микродолқунлуқ фон.

1964 ж америкилиқ физиклар Арно Пензиас билән Роберт Уилсон Аләм микродолқунлуқ чапсанлиқ диапазонида электромагнитлиқ шола чиқириш билән толтурилғанлиғини ениқлиди. У реликтивлик дәп аталди. Кейинки өлчәшләр бу шола чиқириш –270 °С (3 К) температуридики объектиларға тән екәнлигини көрсәтти. Реликтивлиқ 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 элементларниң һәртүрлүк ядролириниң санининң нисбийәтлигини ениқлашқа мүмкинчилик бәрди. Йеник элементларниң байқилидиған санлирини һесаплашлар билән селиштуруш арқилиқ Чоң йеришлар молжами испатланди.



***185-сүрәт.** Аләмниң реликтивлиқ шола чиқириши*

II. Микродолқунлуқ фонниң картиси

185-сүрәттә Аләмниң микродолқунлуқ шола чиқиришиниң – чоң йерилишниң «садаси» заманивий картиси тәсвирләнгән. Карта 2009 жилниң май ейида ишқа қошулған европилик Планк телескопидин

елинған. Униң асасий вәзиписигә барлиқ асман сферисини икки рәт сканерләш кирди. Планк биринчи сканерләшни 2010 жилниң июль ейида аяқлаштурди, толуқ мәлуматлар болса 2013 жили елинди.

Планк мәлуматлири бойичә нормаль материя 4,9 % тәшкил қилиду. Гравитация эффектиси бойичә ениқланған қара материя 26,8 % тәшкил қилиду, у алдиңқи баһалашларға қариғанда бәштин бир бөлүгигә көп вә эксинчә, қара энергия – Аләмниң кәңийишини иштиклитишигә сәвәп болуп санилидиған сехирлиқ күч 68,3 % тәшкил қилиду.

III. 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 миллиардлиқ үлүшигә тәң болуши керәк.

Мундақ түзүтишләрсиз, бүгүнки күндә әгирликниң мәнаси интайин көп болар еди. Бу мәсилини йешиш Аләмниң эволюциясиниң инфляциялиқ дәриҗиси 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 инфляциялиқ нәзәрийәсигә мувапиқ: Аләм өзиниң эволюциясиниң дәсләпки этаплирида интайин илдам экспоненциялиқ кәңәйди яки көпти, инфляцияға учириди (295-сүр). Инфляциялиқ 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, реликтивлиқ шола чиқириш картисини оқуп-үгиниш арқилиқ әмәлгә ашти.

186-сүрәт. *Бошлуқниң әгирлигини тәкшүрәш Аләмниң тәрәққий етишидики инфляциялиқ периодниң болуши тоғрилиқ хуласигә елип кәлди.*

Җавави қандақ?

1. *Қандақ шарниң әгирлиги көп: радиуси көпниңму яки кичикниңму?*
2. *Чәксиз радиуси бар шарниң чәксиз кичик бөлүгидә Эвклид геомет риясини вә Декартлиқ координатилар системисини пайдилинишқа боламду? Җававиңни чүшәндүр.*

IV. 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 реликтивлиқ 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.** Һазирқи вақитта давамлишип келиватқан Аләмниң асасий этапи. Бу этапта Аләм кәңәйди, маддилардин юлтузлар, планетилар, юлтузлуқ системилар, галактикилар һасил болди.

Бошлуқниң әгирлигиниң ахирқи тәкшүрәшлиригә мувапиқ дәсләпки икки дәвиргә киргән инфляция этапи киргүзүлди: адрон вә лептон.

V. Аләмниң «йеши»

Хаббл қануни Йәрдин байқаш вақтида галактикиларниң арисидики, униң ичидә бизниң галактикидин жирақ ариликни етиварға елип чиқирилиду. Хабблниң кәңийиш қануни Аләмдә бир вақитларда мадда интайин чоң зичлиқларда болғанлиғини көрситиду. Интайин чоң зичлиқлардин һазир зичлиқларғичә вақит арилиғи шәртлик түрдә Аләмниң йеши дәп аташқа болиду, Аләмниң йеши $t_{\grave{A}} = \frac{1}{H_0} \approx 13 \cdot 10^9$ миқдари билән ениқлиниду.

Реликтивлиқ шола чиқиришниң сүрәтлири бойичә Хаббл турақлиғиниң мәнасиға өзгиришләр киргүзүлди. Ениқланған мәналар Аләмниң «йешиға» тәсир қилди. шундақ қилип у 13,82 миллиард жилда баһалиниду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Чоң йерилишниң концепцияси немидә? У қандақ қанун билән бағлинишлиқ?
2. Аләмниң кәңийиши тоғрилиқ көз қарашларни қандақ фактилар растлайду?
3. Аләмниң илдамлиқ билән кәңийиши моделиниң асасида Аләм эволюциясиға қандақ өзгиришләр киргүзүлди?
4. Қандақ тәкшүрәшләр асасида Хаббл турақлиғи өзгәртилди?

Иҗадий тапшурма

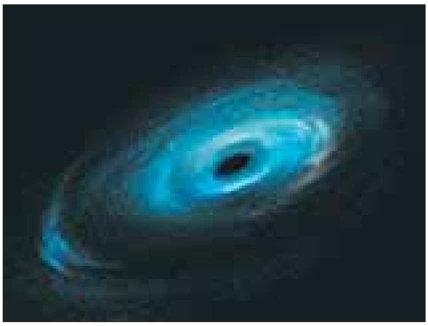
Мавзу бойичә ppt-презентацияси арқилиқ хәвәрләндүрүш тәйярлаңлар (ихтияриңларчә):

1. «Реликтивлиқ шола чиқиришларни заманивий тәкшүрәшлириниң нәтижилири».
2. «Аләмдики һаят вә тәрәққият».

Космослуқ телескоплар

Хаббл телескопи

«Хаббл» телескопи – НАСА билән Европилиқ космос агентлиғиниң бирләшкән лайиһиләси 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.



187-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 бортлуқ 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 жисимлириниң – 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 астрономиялиқ спутниги, космослуқ микродолқунлуқ фониниң – реликтивлиқ 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» киргүзүлди.

Тапшурма

Интернет торидики материалларни пайдилинип, ениқлаңлар:
1. Космослуқ бошлуқни тәкшүрәш үчүн орбитиға қандақ мәһкимиләр вә қандақ телескоп әвитилди?
2. Уларниң тәкшүрәш мәхсәтлири вә утуқлири?

10-бап йәкүни

Юлтузғичә арилиқ	
1 парсек = 3,26 йоруқ жили = 206 265 а.б. = $3 \cdot 10^{13}$ км	
$D = \dfrac{a}{\sin p},$	$D = \dfrac{206265''}{p} a.\acute{a}.$
Юлтузлуқ миқдарлар вә юлтузларғичә арилиқ	
$M \quad m \quad - \quad lgD$	$M \quad m \quad lgp$
Юлтузларниң шола чиқириш интенсивлиғи вә юлтузлуқ миқдарлар	
$\dfrac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$	$\dfrac{I}{I_0} = 2,512^{M - m}$

Хаббл қануни		Қизил силҗиш
$cz = H_0 D$	$\upsilon = H_0 D$	$z = \dfrac{\nu - \nu_0}{\nu_0}$

***СИ системисида** физикилиқ миқдарларниң, өлчәм бирликлириниң бәлгүлиниши*

Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ	Бәлгү-линиши	Физикилиқ миқдар	СИ
I	10 пк арилиқтики юлтузниң шола чиқиришниң интенсивлиғи	Вт/м^2	m	Көрүнидиған юлтузлуқ миқдар	
I	Шола чиқириш интенсивлиғи	Вт/м^2	z	Қизил силҗиш	
D	Юлтузларғичә арилиқ	м	ν	Жирақлаватқан асман йоруқ мәнбәсиниң шола чиқириш чапсанлиғи	Гц
a	Йәр орбитисиниң чоң йерим оқи, 1 а.б. ≈ 150 млн км	м	ν	Шола чиқириш чапсан-лиғи	Гц
p	Параллакс	1″	H	Хаббл турақлиғи ≈ $2,3 \cdot 10^{-18}$ сек$^{-1}$	≈ $2,3 \cdot 10^{-18}$ сек$^{-1}$
M	Абсолют юлтузлуқ миқдар		υ	Шолилиқ илдамлиқ	м/сек

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, тозаңдин вә қара материядин ибарәт гравитациялик бағлинишқан система.

Космология – бу астрономияниң Аләмниң хусусийәтлири билән эволюциясини оқутидиған бөлүм

Юлтузниң жиллиқ параллакси – көрүш шолисиға перпендикуляр Йәр орбитисиниң оттура радиусини (а = 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 ЖӘДВАЛЛАР

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- Лабораториялиқ ишларда уларни жүргүзүш 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.

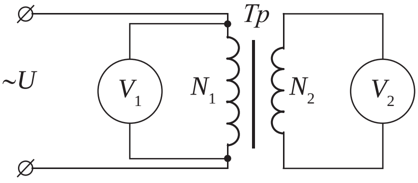
Қурал-җабдуқлар: өзгәрмә ток мәнбәси, трансформатор, қийилмиси 0,75 мм²–1 мм² сим, өзгәрмә күчинишни өлчәшкә беғишланған икки вольметр (мультиметрлар – электр тизмисидики ток күчини, күчинишни яки қаршилиқни өлчәшкә беғишланған әсваплар).

Қисқичә нәзәрийә

Трансформаторниң бош жүрүшидә иккинчи обмотка жүкләнмигән, биринчи обмоткидин номинали токниң бир нәччә процентиға тәң магнитлиниш токи өтиду. Бу һаләттә трансформаторниң чиқишидики күчинишләр уларниң ЭҺК-ға тәң дәп елишқа болиду. У чағда ЭҺК билән күчинишниң нисбити транформатор обмоткилиридики орамлар санининиң нисбитигә тәң:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (1)$$

1-сүрәттә трансформатор обмоткилиридики күчинишни ениқлаш үчүн тизминиң схемиси берилгән, буниңдики *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 жүргүзүш 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.



1-сүрәт

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-жәдвалға толтуруңлар.

1-жәдвал

Өлчәнди			Һесапланди
Вақитчә обмоткидики орамлар сани N_2	Вақитчә обмоткидики күчиниш U_2, B	Биринчи обмоткидики күчиниш U_1, B	Биринчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{1пр}$

2-тапшурма. *Иккинчи обмоткидики орамлар санини ениқлаш*

1. Иккинчи вольтметрни трансформаторниң вақитчә обмоткисидин иккинчи обмоткиға авуштуруңлар.
2. Вольтметрниң көрсәткүчлирини елип 2-жәдвални толтуруңлар.
3. Иккинчи *обмоткидики орамлар санини һесаплаңлар.*

2-жәдвал

Өлчәнди			Һесапланди
Биринчи обмоткидики күчиниш U_1, B	Иккинчи обмоткидики күчиниш U_2, B	Биринчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{1пр}$	Иккинчи обмоткидики орамларниң тәхминән сани $N_{2пр}$

3-тапшурма. *Өлчәшләр билән һесаплашларда кәткән хаталиқларни баһалаш, хаталиқларни етиварға елип нәтижиләрни йезиш*

1. Күчинишләрни өлчәшниң $\Delta_V = \Delta_э + \Delta_0$ абсолют хаталиғини ениқлаңлар, буниңдики $\Delta_и = \dfrac{өлчәш\ чеки \cdot \gamma}{100}$ – әсваплиқ хаталиқ, γ – әсвапниң дәллик класи (панельда көрситилгән), $\Delta_0 = \dfrac{\tilde{n}}{2}$ – һесаплаш хаталиғи, $\tilde{n}$ – әсвапниң бир бөлүгиниң баһаси.
2. N_2 орамлар сани хаталиқсиз ениқланғанлиқтин, биринчи обмоткидики орамлар санини һесаплашниң нисбийәтлик хаталиғини $\varepsilon_{N_1} = \dfrac{\Delta U_1}{U_1} + \dfrac{\Delta U_2}{U_2}$ формулиси бойичә ениқлаңлар.
3. Орамлар санини ениқлашта абсолют хаталиқни мону формула билән һесаплаңлар: $\Delta N_1 = N_{1пр} \cdot \varepsilon_{N_1}$.
4. Иккинчи обмоткидики орам санини һесаплаштики хаталиқни дәл мошундақ ениқлаңлар. Һесаплашларни ясап отирип, биринчи обмоткидики орамлар санини ениқлашниң хаталиғини етиварға елиңлар.
5. Хаталиқларни етиварға елип, трансформаторниң обмоткилиридики орамлар саниниң мәнасини йезиңлар: $\varepsilon_{N_1} = ...\%$ болғанда $N_1 = N_{1пр} \pm \Delta N_1$, $\varepsilon_{N_2} = ...\%$ болғанда $N_2 = N_{2пр} \pm \Delta N_1$.

№ 2 лабораториялик иш.
Дифракциялиқ решетка ярдими билән йоруқ долқунининң узунлиғини ениқлаш

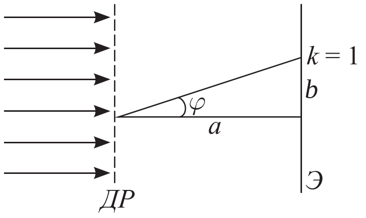
Ишниң мәхсити: Дифракциялиқ решетка ярдими билән йоруқ долқунининң узунлиғини ениқлаш.

Җабдуқлар: 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.

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. λ долқун узунлиғини дифракциялиқ решеткиниң максимум шәртидин ениқлаймиз:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k},$$

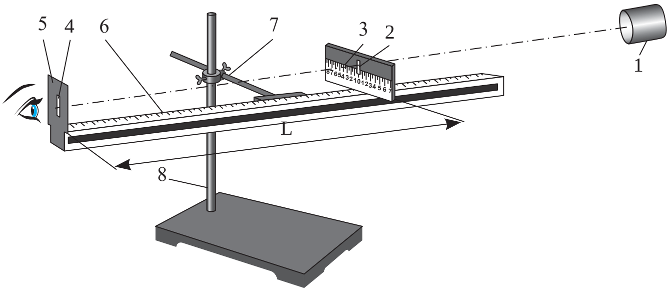


2-сүрәт

буниңдики d – решетка периоди, k – спектр рети, φ – мувапиқ рәңниң йоруқ максимуми көрүнидиған булуңи. Биринчә вә иккинчи рәтлик максимумлар байқилинидиған булуңлар 5° ашмиғанлиқтин, булуңларниң синуслирини уларниң тангенсиларға авуштурушқа болиду. 2-сүрәттин көрүмиз: $tg\,\varphi = \frac{b}{a}$. a арилиғи – решеткидин экранғичә арилиқни сизғуч билән өлчиниду, b арилиғи – йочуқлардин таллап елинған спектр сизиғичә арилиқ экран шкаласи бойичә өлчиниду. Долқун узунлиғини ениқлаш үчүн қоллинидиған формула төвәндикичә: $\lambda = \frac{d\,b}{k\,a}$.

Ишниң орунлиниш тәртиви:

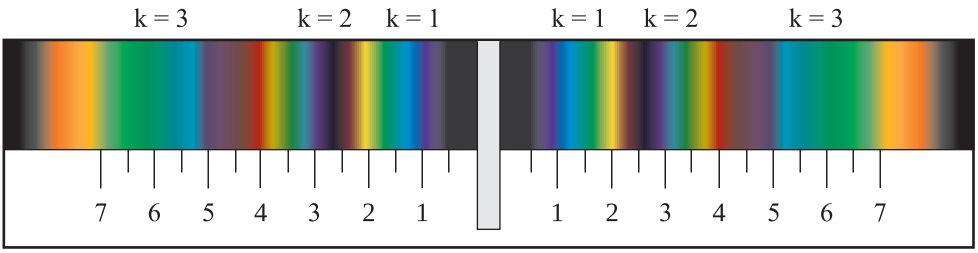
1. 3-сүрәттә тәсвирләнгән түзүлмини жиғиңлар. Штатив (8) қистурғучисиға (7) көтәргүчи үстәлни (6) бәкитиңлар, бәкиткүчкә (5) дифракциялиқ решеткини (4) орунлаштуруңлар, решеткидин 50 см арилиқта экранни (3) орунлаштуриңлар.



3-сүрәт. *Долқун узунлиғини ениқлашқа беғишланған түзүлмә*

2. Түзүлмидин қандакту бир арилиқта (1) қиздуруш қили бар йоруқ мәнбәсини орунлаштуруңлар (май шам ялқунини пайдилинишқа болиду). Йоруқ шолилири экран йочуғи (2) арқилиқ дифракциялиқ решеткиға чүшиши керәк.

3. Бәкүткүчигә дифракциялик спектрлар вертикал чүшидиғандәк қилип решеткини орунлаштуруңлар *(4-сүр.)*.



4-сүрәт. *Дифракциялиқ спектр*

4. Йочуқлардин биринчи вә иккинчи рәтлик йоруқландуруш максимумиғичә арилиқни өлчәңлар. Нәтижиләрни 4-җәдвалға толтуриңлар.
5. Қизил йоруқ долқуниниң максимум узунлиғини ениқлаңлар. Нәтижиләрни 3-җәдвалға толтуруңлар.
6. Гүлнәпшә йоруқ долқуниниң минимал узунлиғини ениқлаңлар.

3-җәдвал

Спектр рети	Решет-киниң периоди d, м	Решеткидин экранғичә болған арилик a, м	Йочуқтин йоруқлинишниң максимум чегарисиғичә болған арилиқ, b, м		Долқун узунлиғи λ, м	
			қизил рәң	гүлнәпшә рәң	қизил рәң, λ_{max}	гүлнәпшә рәң, λ_{min}
1 сол						
1 оң						
2 сол						
2 оң						

7. Қизил вә ультрагүлнәпшә рәңләр үчүн долқун узунлиғиниң оттура мәнасини ениқлаңлар.
8. Елинған нәтижиләрни нәзәрийәлик мәлуматлар билән селиштуруңлар: қизил рәң долқунуниң узунлиғи 750 нм, гүлнәпшә – 400 нм.
9. Орунлиған иш бойичә хуласә ясаңлар.

№ 3 лабораториялик иш.
Йоруқниң поляризациясини байқаш

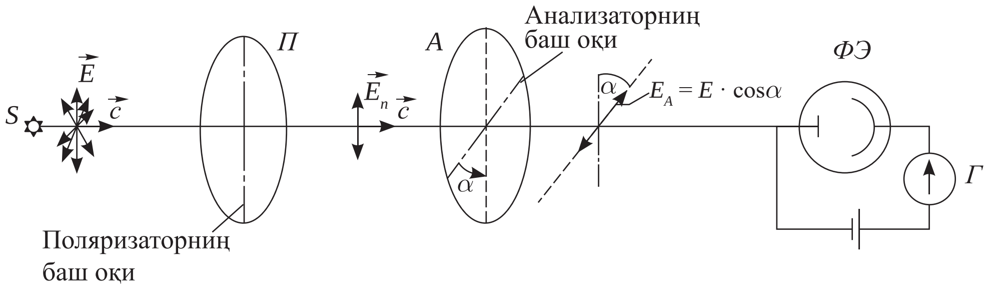
Ишниң мәхсити: Йоруқниң интерференцияси, дифракцияси вә поляризацияси һадисилиригә анализ ясаш арқилиқ йоруқниң электромагнитлиқ тәбиитини эксперименталлиқ түрдә испатлаш.

Жабдуқлар: Поляризатор, анализатор, фотоэлемент, гальванометр.

Һадисиләрни тәкшүрәшни һаҗәтлик әсваплар бар оптикилиқ орундуқта жүргүзүш тәклип қилинду.

Тәҗрибилик түзүлминиң тәсвирлиниши

Тәҗрибилик түзүлмә S йоруқ мәнбәсидин, П вә А (поляризатор и анализатор) икки поляризаторлардин; Г гальванометри бар ФЭ фотоэлементидин туриду *(5-сүр.)*.



5-сүрәт. *Йоруқ поляризациясини байқашқа беғишланған тәҗрибилик түзүлмә*

S мәнбәсидин чүшкән йоруқ П поляризаторидин өткәндик кейин тәкши поляризациялəнгән 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 қараңғу бөлмидә жүргүзгән дурус.

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 ошуқ болмиши керәк.
4. Анализаторни 90° буруп, гальванометр көрсәткичисини ениқлаңлар. Елинған ток күчиниң мәнасини кәлгүси өлчәшләрдики гальванометр көрсәткүчисидин азайтип отириш керәк. Сәвәви, улар ФЭ-ни йоруқландуридиған башқа йоруқ мәнбәлиридин елинған. Яхши қараңғу 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.

4-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?

№ 4 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.

Жабдуқлар: тәкши параллельлиқ 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 қуруш вақтида $AO = OB$ шәрти орунланса, у чағда $n = \frac{AD}{CB}$.

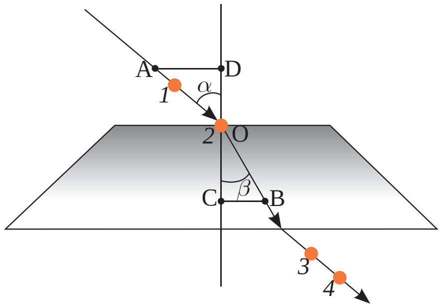
***Тапшурма:** Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисини шолиниң һәрхил чүшүш булуңлириниң мәналири үчүн ениқлаш.*

Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. Қәғәз бетигә тәкши параллель пластинини қоюп, унин үлгисини сизиңлар.
2. Қәғәзгә 1 вә 2 булавкиларниң бирини (2) пластиниға тирәп бәкитиңлар, иккинчисини өзәңларниң халиған йәргә бәкитиңлар *(6-сүр.)*.
3. Йоруқниң түзсизиқлиқ тарилиш қанунини қоллинип, пластинида икки рәт сунғандин кейин шола униң бойи билән жүридиған түзни ениқлаңлар. Униң үчүн 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 жүргүзүңлар. 3 вә 4 чекитлиридин пластинидин чиққан шолини жүргүзүңлар. 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 арилиқларни – O чүшүш чекити арқилиқ өтүдиған перпендикулярға чүшүрүңлар.
6. Чүшүш булуңлири һәртүрлик икки тәҗрибидә *AD* вә *CB* кесиндилирини өлчәп, сунуш көрсәткүчлирини ениқлаңлар. Нәтиҗиләрни 5-җәдвалға толтуриңлар.
7. Икки тәҗрибә үчүн сунуш көрсәткүчлириниң яндашма өлчәшлириниң нисбий хаталиқлирини мону формула арқилиқ ениқлаңлар:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta AD}{AD} + \frac{\Delta CB}{CB},$$

буниңдики $\Delta = \Delta_0 - \Delta_u$ – *AD* вә *CB* кесиндилирини өлчәштики абсолют хаталиғи Δ_0 – һесаплаш хаталиғи, Δ_u – әсваплиқ хаталиқ.



***6-сүрәт.** Тәкши параллель пластинида шолиларниң тарилиш йолини қуруш*

Δ_0 вә $\Delta_ә$ өлчигүчи курал – сизғуч сизиқлириниң бөлүк баһалириниң йеримиға тәң дәп елишқа болиду, у чағда: $\Delta = \frac{ñ}{2} + \frac{ñ}{2} = ñ = 1$ мм, $\varepsilon_n = \frac{1}{AD} + \frac{1}{CB}$.

5-җәдвал

№ тәҗрибә	Өлчәнди		Һесапланди
	AD, мм	*CB*, мм	$n_{пр} = \frac{AD}{CB}$
1.			
2.			

8. Сунуш көрсәткүчини һесаплаштики абсолют хаталиқни ениқлаңлар: $\Delta n = n \cdot \varepsilon_n$.
9. Икки тәҗрибә үчүн сунуш көрсәткүчисиниң өлчәш нәтиҗилирини төвәндикичә йезиңлар: $n = n_{пр} \pm \Delta n \quad \varepsilon_n = ... \%$
10. Елинған интервалларни түздә тәсвирләңлар вә уларниң йепилишиш облуслири барму, ениқлаңлар? Әйнәкниң сунуш көрсәткүчисиниң шолиниң чүшүш булуңиға бағлиқлиғи тоғрилиқ хуласә ясаңлар?
11. Қойулған мәхсәткә бағлиқ орунланған иш бойичә хуласә чиқириңлар. Тәҗрибиниң қоюлишини яхшилаш, өлчәмләрниң ениқлиғини көпәйтиш тоғрилиқ тәклипләр ясаңлар.

№ 5 лабораториялик иш
Йерим парчилиниш периодини ениқлаш

Ишниң мәхсити: Йерим парчилиниш периодини графикилиқ усул билән һесаплашни билиш.

Қурал-җабдуқлар: радиоактивлиқ препаратниң активлиғиниң вақитқа бағлиқ графиклири билән җәдваллири.

Әскәртиш: Гейгер счетчиги болған һаләттә, бехәтәрлик техникисини сақлап отирип, йерим парчилиниш периоднинин мәнаси аз препаратларниң активлиғиға тәкшүрәш жүргүзүшни тәклип қилиду. Өлчәш вақтида тәбиий фонни вә космослуқ шола чиқиришни етиварға елиш керәк. Препаратниң активлиғиниң вақитқа бағлиқ графигини қуруп, график бойичә йерим парчилиниш периодини ениқлаш.

Қисқичә нәзәрийә

Йерим парчилиниш периоди Ò - дәсләпки элемент атомлириниң сани икки һәссә азийидиған вақит. $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$.

Радиоактивлиқ изотопниң активлиғи – бу вақит бирлигидә қанчә ядроларниң парчилинишини көрситидиған миқдар, у йерим парчилиниш периоди билән бағлиқ:

$$A = \frac{N \ln 2}{T}.$$

Активлиқниң өлчәм бирлиги – беккерель.

Бир беккерель мәнбәниң активлиғи ретидә ениқлиниду, униңда бир секунд ичидә оттура һесап билән бир радиоактивлиқ парчилиниш әмәлгә ашиду. 1 Бк = 1 сек$^{-1}$.

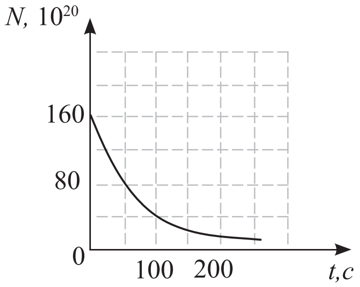
Активлиқни өлчәш үчүн системидин ташқири 1 кюри өлчәм бирлиги қараштурилиду – бу радийниң бир грамминиң активлиғи: 1 Ки = 3,7 · 10^{10} расп/сек.

Миқдарлар арисидики бағлиниш: 1 Ки = 3,7 · 10^{10} Бк, 1 Бк ≈ 2,703 · 10^{-11} Ки.

Ишниң орунлиниш тәртиви

1-тапшурма. *Парчиланмиған ядролар саниниң вақитқа бағлиқ графиги бойичә йерим парчилиниш периодини ениқлаш.*

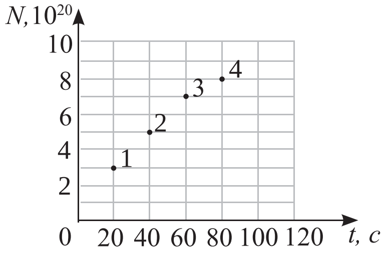
7-сүрәттә эрбий ${}_{68}^{A}Er$ элементиниң бәлгүлүк бир вақит ичидә парчиланмиған ядролириниң N саниға бағлиқ графиги берилгән. Йерим парчилинишни саатқа бағлиқ ениқлаңлар. Берилгән графикта эрбийниң қандақ изотопи тәсвирләнгәнлигини ениқлаңлар.



7-сүрәт. *Эрбий элементиниң парчиланмиған ядролар саниниң вақитқа бағлиқ графиги*

2-тапшурма. *Радиоактивлиқ парчилиниш нәтиҗисидә пәйда болған ядролар саниниң байқаш вақтиға бағлиқ графигини қуруш.*

β-парчилиниш вақтида платина ${}_{78}^{197}Pt$ ядролиридин йерим парчилиниш периоди 20 саат болидиған турақлиқ алтун ядролири пәйда болиду. Байқаш башланғанда үлгидә $8 \cdot 10^{20}$ платина ядроси байқилиду. Алтун ядролири саниниң вақитқа бағлиқ графиги координатиларниң баш чекитидин башқа йәни қандақ чекитләр арқилиқ өтиду (8-сүр.)?

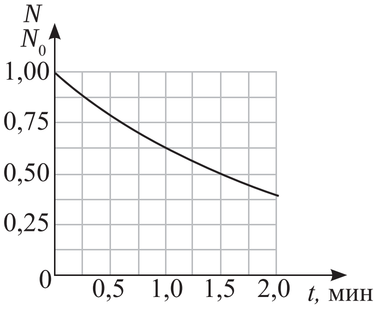


8-сүрәт. *2-тапшурмиға*

3-тапшурма. *Парчиланмиған ядроларниң нисбий саниниң вақитқа бағлиқ графиги бойичә йерим парчилиниш периодини ениқлаш.*

9-сүрәттә бәзибир изотоп үчүн парчиланмиған ядроларниң N/N_0 нисбий саниниң t вақитқа бағлиқ графигиниң фрагменти тәсвирләнгән (N_0 – ядроларниң дәсләпки сани, $N - t$ вақиттики парчиланмиған ядроларниң сани).

Графикни пайдилинип, мошу изатопниң йерим парчилиниш периодини ениқлаңлар.



9-сүрәт. *Парчиланмиған ядроларниң нисбий саниниң вақитқа бағлиқ графиги*

4-тапшурма. *Радиоактивлиқ препарат активлигиниң вақитқа бағлиқ графигини қуруш. Йерим парчилиниш периодини ениқлаңлар.*

6-җәдвалда радиоактивлиқ элемент активлиғиниң вақитқа бағлиқлиғини өлчәш нәтиҗилири берилгән.

6-җәдвал

t, c	0	3	6	9	12	15
$A \cdot 3{,}7 \cdot 10^7$ Бк	21,6	12,6	7,6	4,2	2,4	1,8

Радиоактивлиқ препаратниң активлиғиниң бағлиқ графигини қуруңлар.
График бойичә йерим парчилиниш периодини ениқлаңлар.
Орунлиған иш бойичә хуласә ясаңлар.

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	0	0,719	0,695	1,036
1	0,017	1,000	0,017	1	0,731	0,682	1,072
2	0,035	0,999	0,035	2	0,743	0,669	1,111
3	0,052	0,999	0,052	3	0,755	0,656	1,150
4	0,070	0,998	0,070	4	0,766	0,643	1,192
5	0,087	0,996	0,087	5	0,777	0,629	1,235
6	0,105	0,995	0,105	6	0,788	0,616	1,280
7	0,122	0,993	0,123	7	0,799	0,602	1,327
8	0,139	0,990	0,141	8	0,809	0,588	1,376
9	0,156	0,988	0,158	9	0,819	0,574	1,428
10	0,174	0,985	0,176	10	0,829	0,559	1,483
11	0,191	0,982	0,194	11	0,839	0,545	1,540
12	0,208	0,978	0,213	12	0,848	0,530	1,600
13	0,225	0,974	0,231	13	0,857	0,515	1,664
14	0,242	0,970	0,249	14	0,866	0,500	1,732
15	0,259	0,966	0,268	15	0,875	0,485	1,804
16	0,276	0,961	0,287	16	0,883	0,469	1,881
17	0,292	0,956	0,306	17	0,891	0,454	1,963
18	0,309	0,951	0,335	18	0,899	0,438	2,050
19	0,326	0,946	0,344	19	0,906	0,423	2,145
20	0,342	0,940	0,364	20	0,914	0,407	2,246
21	0,358	0,934	0,384	21	0,921	0,391	2,356
22	0,375	0,927	0,404	22	0,927	0,375	2,475
23	0,391	0,921	0,424	23	0,934	0,358	2,605
24	0,407	0,914	0,445	24	0,940	0,342	2,747
25	0,423	0,906	0,466	25	0,946	0,326	2,904
26	0,438	0,899	0,488	26	0,951	0,309	3,078
27	0,454	0,891	0,510	27	0,956	0,292	3,271
28	0,469	0,883	0,532	28	0,961	0,276	3,487
29	0,485	0,875	0,554	29	0,966	0,259	3,732
30	0,500	0,866	0,577	30	0,970	0,242	4,011
31	0,515	0,857	0,601	31	0,974	0,225	4,331

Булуңниң миқдари (градуста)	Синус	Косинус	Тангенс	Булуңниң миқдари (градуста)	Синус	Косинус	Тангенс
32	0,530	0,848	0,625	32	0,978	0,208	4,705
33	0,545	0,839	0,649	33	0,982	0,191	5,145
34	0,559	0,829	0,675	34	0,985	0,174	5,671
35	0,574	0,819	0,700	35	0,988	0,156	6,314
36	0,588	0,809	0,727	36	0,990	0,139	7,115
37	0,602	0,799	0,754	37	0,993	0,122	8,144
38	0,616	0,788	0,781	38	0,995	0,105	9,514
39	0,629	0,777	0,810	39	0,996	0,087	11,430
40	0,643	0,766	0,839	40	0,998	0,070	14,301
41	0,656	0,755	0,869	41	0,999	0,052	19,081
42	0,669	0,743	0,900	42	0,999	0,035	28,636
43	0,682	0,731	0,933	43	1,000	0,017	57,290
44	0,695	0,719	0,966	44	1,000	0,000	
45	0,707	0,707	1,000	45			

2-җәдвал. *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. *Маддиларниң абсолют сунуш көрсәткүчлири*

Мадда	Сунуш көрсәткүчлири	Мадда	Сунуш көрсәткүчлири
Алмаз	2,42	Муз	1,31
Су (20 °С вақтида)	1,33	Плексиглас	1,5
Һава	0,00029	Гуңгут водороди (20 °С вақтида)	1,63
Глицерин	1,47	Скипидар	1,47
Таш тузи	1,54	Этил спирти	1,36
Кварц	1,54	Рубин	1,76
Кедр мейи (20 °С вақтида)	1,52	Әйнәкниң һәртүрлүк сортлири	1,47 - 2,04

4-җәдвал. Электронларниң металлардин учуп чиқиш пәйтидики орунлиған иши

Мадда	Электронларниң чиқиш иши $A_{чиқ}$, эВ	Мадда	Электронларниң чиқиш иши $A_{чиқ}$, эВ	Мадда	Электронларниң чиқиш иши $A_{чиқ}$, 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

5-җәдвал. 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

6-җәдвал. Химиялиқ элементлар изотоплириниң вә элементар зәрриләрниң атомлуқ массиси

Элементар зәрриләр	Элементар зәрриләрниң массиси, м.а.б.		
${}_{-1}^{0}e$	0,00055		
${}_{1}^{1}p$	1,00728		
${}_{0}^{1}n$	1,00866		
Изотоп	**Атом массиси, м.а.б.**	**Изотоп**	**Атом массиси, м.а.б.**
${}_{1}^{1}H$	1,00783	${}_{6}^{11}C$	11,00788
${}_{1}^{2}H$	2,01410	${}_{6}^{12}C$	12,00000
${}_{1}^{3}H$	3,01543	${}_{6}^{13}C$	13,00335
${}_{2}^{3}He$	3,01605	${}_{6}^{14}C$	13,99961
${}_{2}^{4}He$	4,00260	${}_{7}^{14}N$	14,00307
${}_{3}^{6}Li$	6,01512	${}_{7}^{15}N$	15,00010
${}_{3}^{7}Li$	7,01600	${}_{8}^{16}O$	15,99491

Изотоп	Атом массиси, м.а.б.	Изотоп	Атом массиси, м.а.б.
$^{8}_{3}Li$	8,02065	$^{17}_{8}O$	16,99913
$^{6}_{4}Be$	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		

7-җәдвал. *Биологиялиқ активлиқниң нисбийлик коэффициенти (БАНК)*

Шола чиқириш түрлири	БАНК, k	Шола чиқириш түрлири	БАНК, k
Рентген вә γ – шола чиқиришлар	1	Чапсан нейтронлар	10
β-шола чиқириш	1	Протонлар	10
Иссиқлик (аста) нейтронлар	3	α-шола чиқириш	10

8-җәдвал.

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		

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИО-ДЫ	РЯДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
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	[5] B БОР 10,811 3 2	[6] C УГЛЕРОД 12,011 4 2	[7] N АЗОТ 14,00 5 2	[8] O КИСЛОРОД 15,999 6 2	[9] F 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	(13) Al АЛЮМИНИЙ 26,981 3 8 2	[14] Si КРЕМНИЙ 28,085 4 8 2	[15] P ФОСФОР 30,974 5 8 2	[16] S СЕРА 32,064 6 8 2	[17] Cl 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					

ЛАНТАНОИДЫ * 58 – 71

Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	
ЦЕРИЙ 140,12 2 8 20 18 8 2	ПРАЗЕОДИМ 140,908 2 8 21 18 8 2	НЕОДИМ 144,24 2 8 22 18 8 2	ПРОМЕТИЙ [145] 2 8 23 18 8 2	САМАРИЙ 150,4 2 8 24 18 8 2	ЕВРОПИЙ 151,96 2 8 25 18 8 2	ГАДОЛИНИЙ 157,25 2 9 25 18 8 2	ТЕРБИЙ 158,925 2 8 27 18 8 2	ДИСПРОЗИЙ 162,50 2 8 28 18 8 2	ГОЛЬМИЙ 164,930 2 8 29 18 8 2	ЭРБИЙ 167,26 2 8 30 18 8 2	ТУЛИЙ 168,934 2 8 31 18 8 2	ИТТЕРБИЙ 173,04 2 8 32 18 8 2	ЛЮТЕЦИЙ 174,967 2 9 32 18 8 2	P O N M L K

АКТИНОИДЫ ** 90 – 103

Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	(No) 102	(Lr) 103	
ТОРИЙ 232,038 2 10 18 32 18 8 2	ПРОТАКТИНИЙ 231,036 2 9 20 32 18 8 2	УРАН 238,029 2 9 21 32 18 8 2	НЕПТУНИЙ 237,048 2 9 22 32 18 8 2	ПЛУТОНИЙ [244] 2 8 24 32 18 8 2	АМЕРИЦИЙ [243] 2 8 25 32 18 8 2	КЮРИЙ [247] 2 9 25 32 18 8 2	БЕРКЛИЙ [247] 2 9 26 32 18 8 2	КАЛИФОРНИЙ [251] 2 8 28 32 18 8 2	ЭЙНШТЕЙНИЙ [254] 2 8 29 32 18 8 2	ФЕРМИЙ [257] 2 8 30 32 18 8 2	МЕНДЕЛЕВИЙ [258] 2 8 31 32 18 8 2	НОБЕЛИЙ [255] 2 8 32 32 18 8 2	ЛОУРЕНСИЙ [256] 2 9 32 32 18 8 2	Q P O N M L K

Химический знак — Sc; Порядковый номер — 21; СКАНДИЙ — Название элемента; 44,956 — Относительная атомная масса; 2 9 8 2 — Число электронов на данном энергетическом уровне

- 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

[9] F 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. 6.28 рад; **2.** 0,05 м/сек; **3.** ≈ 0,04 м; 1,57 м/сек. **4.** 0,02 м; 0,05 м/сек^2. **5.** 10 Н/м.
Көн. 2. 1. 25 $\cdot 10^{-6}$ Гн. **2.** 2 һәссә. **3.** 0,1 сек. **4.** $i = 10^{-4}\pi \cdot \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$, А; 0,02 сек. **5.** 6,28 мсек. **6.** 0,05 Дж.
Көн. 3. 1. 100 В; 0. **2.** ≈ 0,04 сек. **3.** 50 В; 0,4 сек; 2,5 Гц; $e(t) = 50\cos 5\pi t$. **4.** 0,04 В. **5.** 375 айн/мин.
Көн. 4. 1. 8,5 А; 0,661 рад; 50 Гц. **2.** 2,8 А; $\pi/6$; 0,02 сек. **3.** 179 В; 14,1 А. **4.** $U_1(t) = 308\cos 100\pi t$; $U_2 = 127\cos 120\pi t$.
Көн. 5. 1. 0,04 Гн. **2.** 16 мкФ. **3.** 10 кГц; 44,7 В. **4.** 133 мкФ; 593 В.
Көн. 6. 1. $e(t) = 1256 \sin 100\pi t$; ≈ 891В. **2.** 95%. **3.** 2. **4.** 1100. **5.** 400 рәт, трансформатор.
Көн. 7. 19 %; 0,6 %; 0 %; 0,02 %.
Көн. 8. 1. 15 м; $5 \cdot 10^{-8}$ сек; 7,5 м. **2.** 1000 м. **3.** 200 м. **4.** 1000 м. **5.** 2 мкТл.
Көн. 9. 1. 10^4. **2.** 81 рәт; 9 рәт. **3.** 16 рәт; 2 рәт. **4.** 11,5 МГц $\le \nu \le$ 12,5 МГц. **5.** 113,04 м. **6.** $2,8 \cdot 10^{-7}$ Ф.
Көн. 10. 0,33 м; 0,35 м; 0,14 м; УЖЧ, дециметрлик.
Көн. 11. 5455 тәңгә, лимитсиз
Көн. 12. 1. 72°. **2.** π. **3.** 0. **4.** 0,3 м. **5.** Қисмән күчсизлиниши.
Көн. 13 1. 20°. **2.** 100. **3.** 550 нм. **4.** 3. **5.** 19 мм.
Көн. 14. 1. Поляроидни айландуруп, су бетини байқаш. **2.** Толуқ өчүш байқалмайду.
3. ≈1,41. **4.** 45°.
Көн. 15. 1. 1,8. **2.** 430 нм. **3.** 1,6.
Көн. 16. 1. 2. **2.** 6,25. **3.** 11 см.
Көн. 17. 1. 10 пм. **2.** 0,396 пм. **3.** 3,27 эВ; $5,8 \cdot 10^{-36}$ кг; $1,74 \cdot 10^{-27}$ кг · м/сек.
Көн. 18. 1. H вә He.
Көн. 19. 1. 0,6 нм; 0,06 нм. **2.** 80 кВ. **3.** 41 кВ.
Көн. 20. 1. $4,8 \cdot 10^{14}$ Гц. **2.** $4,4 \cdot 10^{-36}$ кг; $1,32 \cdot 10^{-27}$ кг · м/сек; $4 \cdot 10^{-19}$ Дж. **3.** $7,27 \cdot 10^{15}$ Гц.
Көн. 21. 1. $6\,H_2O + 6CO_2 = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$. **2.** AgBr, AgCl, AgI; $2AgCl \rightarrow 2Ag + Cl_2$; $2AgI \rightarrow 2Ag + I_2$.
Көн. 22. 1. 16. **2.** 1538.
Көн. 23. 1. $1,3 \cdot 10^{17}$. **2.** 10 кВт; 0,04 Дж. **3.** $3 \cdot 10^{17}$.
Көн. 24. 1. $^{216}_{84}Po$ **2.** 6 α-зәрриләр, 3β- зәрриләр. **3.** 7/8.
Көн. 25. 1. $A = 7, z = 3, N = 4; A = 17, z = 8, N = 9; A = 235, z = 92, N = 143$. **2.** $Np = 2,37 \cdot 10^{20}$; $Nn = 3,54 \cdot 10^{20}$.
3. ≈ 0,042 а.м.б; $7 \cdot 10^{-29}$ кг. **4.** 0,0024 а.м.б.; 2,24 МэВ. **5.** 5,26 МэВ/нуклон; 5,046 а.м.б.
Көн. 26. 1. $8,19 \cdot 10^{13}$ Дж; $2,7 \cdot 10^{6}$ кг. **2.** 6,1 МэВ; 944 МэВ; 939,34 МэВ; 17,35 МэВ. **3.** 4,6 МэВ; 3,25 МэВ.
Көн. 27. 1. 8,4 мГр, йоқ. **2.** 0,017 Гр; 3, иссиқлиқ нейтронлар.
Көн. 28. 52 МВт.
Көн. 29. 2. $6 \cdot 10^{-31}$ кг; 2,32 мкН.
Көн. 30. 1. 2,1; $1,25 \cdot 10^{10}$. **2.** ≈ 3.
Көн. 31. 1. 29,5 жил. **2.** $1,48 \cdot 10^5$ жил. **3.** $3,48 \cdot 10^{24}$ м.

Пайдиланған әдәбиятлар тизими

1. А.А. Ванеев, З.Г. Дубицкая, Е.Ф. Ярунина. Преподавание физики в 10 классе средней школы. – М.: Просвещение, 1978.
2. В.И. Вертельник, Э.В. Позднеева 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. Р.А. Гладкова, В.Е. Добронравов, Л.С. Жданов, Ф.С. Цодиков. Сбор. задач и вопросов по физике для средних специальных учебных заведений. – 2-е изд. исправл. – М.: Наука, 1974.
5. О.В. Головин, Н.И. Чистяков, В. Шварц, И. Хардон Агиляр. Радиосвязь/Под ред. проф. О.В.Головина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 288 с.
6. Р.И. Грабовский. Курс физики: Учеб. пособие. 11-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2009. − 608 с.
7. З.Г. Закиров, А.Ф. Надеев, Р.Р. Файзуллин. Системы сотовой связи стандарта GSM: Современное состояние, переход к сетям третьего поколения – М.: Эко-Трендз, 2004. – 264 с.
8. В.Г. Зубов, В.П. Шальнов. Задачи по физике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 280 с.
9. О.Ф. Кабардин. 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. Н.Н. Малов. 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. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. 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. В.П. Орехов, А.В. Усова, И.К. Турышев и др. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. – М.: Просвещение, 1980.
18. Н.А. Парфентьева. 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. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. 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/ Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел, И.П. Мазанько: Под ред. С.М. Козела – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 288 с.
24. Л.В. Тарасов, А.Н. Тарасова. Вопросы и задачи по физике (Анализ характерных ошибок поступающих во втузы): Учеб. пособие. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. ш. 1990. – 256 с.
25. В.М. Ударцева, В.Н. Федоров, Ш.М. Шуиншина. 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/ Н.В. Турчина – 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. Л. Эллиот, У. Уилкокс. Физика. Пер. с англ. под редакцией проф. А.И. Китайгородского. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975.
31. Н.М. Шахмаев и др. Физика. Учеб. для 11 класса средних школ. – М.: Просвещение, 1991.

Мундәрижә

Шәртлик бәлгүләр ... 3
Киришмә ... 4
1-бап. Механикилиқ тәвринишләр ... 5
§ 1. Гармоникилиқ тәвринишләрниң графиги билән тәңлимилири ... 6
2-бап. Электромагнитлиқ тәвринишләр ... 13
§ 2. Әркин вә мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр.
Механикилиқ вә электромагнитлиқ тәвринишләрниң охшашлиғи ... 14
3-бап. Өзгәрмә ток ... 23
§ 3. Өзгәрмә ток генератори ... 24
§ 4. Мәҗбурий электромагнитлиқ тәвринишләр ... 30
§ 5. Электр тизмисидики күчиниш резонанси ... 34
§ 6. Электр энергиясини ишләп чиқириш, йәткүзүш вә қоллинилиши.
Трансформатор ... 39
§ 7. Қазақстанда вә дунияда электр энергиясини ишләп чиқириш вә қоллиниш ... 44
4-бап. Электромагнитлиқ долқунлар ... 53
§ 8. Электромагнитлиқ долқунларниң чиқирилиши вә қобул қилиниши ... 54
§ 9. Радиоалақә. Детекторлуқ радиоқобулқилғучи ... 61
§ 10. Аналоглиқ-санлиқ түрләндүргүч. Бағлиниш каналлири ... 65
§ 11. Алақә васитилири ... 70
5-бап. Долқунлуқ оптика ... 79
§ 12. Йоруқниң интерференцияси. Йоруқниң дифракцияси ... 80
§ 13. Дифракциялиқ решетка ... 86
§ 14. Йоруқниң поляризацияси ... 90
6-бап. Геометриялиқ оптика ... 97
§ 15. Геометриялиқ оптикиниң қанунлири. Тәкши параллель пластинида сунуши,
толуқ ички қайтиш, йоруқ өткәзгүч ... 98
§16. Оптикилиқ әсваплар ... 105
7-бап. Атомлуқ вә квантлиқ физика ... 113
§ 17. Йоруқниң корпускулярлиқ-долқунлуқ тәбиитиниң бир туташлиғи ... 114
§ 18. Шола чиқиришниң түрлири.
Спектрлар, спектрлиқ аппаратлар, спектрлиқ анализ ... 119
§ 19. Инфрақизил вә ультрагүлнәпшә шола чиқириш, рентгенлиқ шолилар.
Электромагнитлиқ шола чиқиришниң шкалиси ... 124
§ 20. Фотоэффект. Фотоэффектини қоллиниш ... 129
§ 21. Йоруқ қисими. Йоруқниң химиялиқ тәсири. Фотосүрәт ... 135
§ 22. Томография ... 139
§ 23. Лазерлар. Голография ... 145
8-бап. Атом ядросиниң физикиси ... 153
§ 24. Тәбиий радиоактивлиқ. Радиоактивлиқ парчилиниш қануни. Ядрониң
нуклонлиқ модели. Изотоплар. Ядрода нуклонларниң бағлиниш энергияси ... 154
§ 25. Атомниң ядроси. Ядрониң нуклонлиқ модели. Изотоплар.
Ядродики нуклонларниң бағлиниш энергияси ... 159
§ 26. Ядролуқ реакциялар. Сүнъий радиоактивлиқ. Еғир ядроларниң бөлүнүши.
Тизмилиқ ядролуқ реакцияләр. Критикилиқ масса. Термоядролуқ реакциялар ... 164
§ 27. Радиоактивлиқ шолиларниң биологиялиқ тәсири. Радиациядин сақлиниш ... 169

§ 28. Ядролуқ реактор.
Ядролуқ энергетика 174
9-бап. Нанотехнологияләр вә наноматериаллар 181
§ 29. Нанотехнологияларниң асасий утуқлири,
наноматериалларниң тәрәққий етишидики мәсилилири вә перспективилири 182
10-бап. Космология 189
§ 30. Юлтузлар дунияси. Өзгиридиған юлтузлар 190
§ 31. Герцшпрунг – Раселл диаграммиси.
Адәттин ташқири йеңи, нейтронлуқ юлтузлар. Қара түнликләр 195
§ 32. Бизниң Галактика. Башқа галактикиларниң ечилиши. Квазарлар 201
§ 33. Юлтузларғичә болған арилиқ. Галактикиғичә арилиқни ениқлаш 206
§ 34. Қара материя вә энергия.
Аләмниң кәңийиши. Аләмниң модельлири 211
§ 35. Чоң йерилиш нәзәрийәси. Аләм эволюциясиниң асасий этаплири.
Аләмдики һаят вә тәрәққият 215
Қошумчилар
Лабораториялик ишлар вә җәдваллар 221
1-қошумчә. Лабораториялик ишлар 222
2-қошумчә. Җәдваллар 230
Көнүкмиләрниң җаваплири 235
Пайдиланған әдәбиятлар тизими 236

Электрондық нұсқа

Оқулық басылым

Назифа Анваровна Закирова
Руслан Рауфович Аширов

ФИЗИКА

(Ұйғыр тілінде)

Умумий билим беридиған мәктәпләрниң
иҗтимаий-гуманитарлиқ 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 19,35. Таралымы 500 дана.
«Курсив» ЖШС, 050023 Алматы қаласы, Бағанашыл ықшамауданы, Восточная к., 2.

Артикул 811-015-001уй-20