Қазақстан Жумһурийити Билим вә пән министрлиги тәвсиә қилған

Н.А. Закирова
Р. Р. Аширов

ФИЗИКА

Умумий билим беридиған мәктәпләрниң
иҗтимаий-гуманитарлиқ йөнилишидики
10-синиплири үчүн дәрислик

10

баспасы
арман-пв

УДК 373
ББК 74.262.22
З 16

Қазақ тилидин тәржимә қилған: А.Л. Җәлилова

З 16 Закирова Н.А., вә б.
Физика: умумий билим беридиған мәктәпниң иҗтимаий-гуманитарлиқ йөнилишидики 10-синипиға беғишланған дәрислик./ Закирова Н.А., Аширов Р.Р – Нұр-Сұлтан: «Арман-ПВ» нәшрияти, 2019. – 240 б.

ISBN 978-601-318-272-8

«Физика» дәрислиги умумий билим бериш сәвийәсиниң иҗтимаий-гуманитарлиқ йөнилишидики 10-синипиға беғишланған йеңиланған мәзмундики үлгилик оқуш программисиға мувапиқ келиду. Материалларни мәзмунлашта оқутушниң илмий нәзәрийәси вә оқуғучиларниң яш алаһидиликлири инавәткә елинған.

УДК 373
ББК 74.262.22

© Закирова Н.А.,
Аширов Р.Р., 2019

ISBN 978-601-318-272-8

© «Арман-ПВ» нәшрияти, 2019

Пүткүл һоқуқлири қоғдалған. Нәширниң рухситисиз көчирип бесишқа болмайду.

Шәртлик бәлгүләр

Ениқлимилар

Тәкшүрүш соаллири

Нәзәрийәлик материал бойичә өзини тәкшүрүшкә беғишланған соаллар

Көнүкмә 1

Синипта орунлинидиған көнүкмиләр

Экспериментлиқ тапшурмилар

Тәтқиқат ишлириға беғишланған тапшурмилар

Ижадий тапшурма

Ижадийәт сәвийәсидики тапшурмилар

Жавави қандақ?
Физикилиқ һадисиләрниң мәнасини чүшәндүрүшни тәләп

Тапшурма
Синипта орунлинидиған тапшурмилар

Өз тәжрибәңлар
Синипта орунлинидиған экспериментлиқ тапшурмилар

Бу қизиқ!
Мавзуға бағлинишлиқ қошумчә әхбаратлар

Муһим әхбарат
Мавзуни чоңқурирақ чүшиниш үчүн һаҗәтлик әхбаратлар

Есиңларға чүшириңлар!
Өзләштүрүлгән материални тәкрар-лашқа беғишланған тапшурмилар

Нәзәр селиңлар!
Көнүкмини орунлаш пәйтидә қийинчилиқ пәйда қилидиған оқуш материали

Әстә сақлаңлар!
Хатирилик язмилар

Киришмә

Қәдирлик оқуғучилар, физика – тәбиәт һәққидики әң қизиқарлиқ илимларниң бири, уни билиш күндиликтики һаятта һәрбир адәм үчүн муһим. Физика – адәмниң тәбиәттики орни билән ролини чүшинишкә имканийәт беридиған илим саһаси.

Һазирқи вақитта аләмдә гуманитар-мутәхәссисләрниң тәҗрибилик кәсипкәрлигигә дуния тонушниң тәбиий-илмий усуллирини қоллиниш һаҗәт. Тәвсийә қилинған бу дәрисликниң асасий алаһидилиги тәбиий һадисиләрни ечишта дуния тонушниң илмий усулиниң қоллинилишида болмақта. Шундақла қараштурулидиған қанунлар, һадисиләр, нәзәрийәләр гуманитарлиқ саһадики мутәхәссисләрниң әтраптики технологиялик аләмдә әркин хизмәт етиши үчүн һаҗәт.

Дәрисликниң мәзмуни, келәчәк тил мутәхәссислири һәм тарихчиларни физикиға қизиқтуридиғандәк қилип түзүлгән болсиму, амма асасий мәхсәт болуп һесаплинидиған оқуш программисида көрситилгән асасий материалларни оқуғучиларға өзләштүргүзүштин жирақлимайду. Әтрапимизда йүз бериватқан җәриянларға тәһлил ясашқа мүмкинчилик беридиған лабораториялик байқашларға, демонстрациялик тәҗрибиләргә вә сапалиқ һесапларни чиқиришқа көп нәзәр бөлүнгән.

Иҗадий тапшурмиларни орунлаш мабайнида бирнәччә онлиған яки йүзлигән жиллар бойи қандақ физикилиқ йеңилиқлар ечилди, шу әллардики тарихий әһвал қандақ болди, алимлар қәйәрдә хизмәт атқурди, қандақ атақлиқ язғучилар, шаирлар, композиторлар, рәссамлар вә сәясий шәхсләр болғанлиғиға көңүл бөлүңлар. Дәл мошундақ «дәвир шәклини» ясашқа болиду. Бу иш қизиқарлиқ, сәвәви шундақ қилип «аләмниң тарихий-физикилиқ көрүнүши» пәйда болиду.

Пүткүл оқуш жили мабайнида орунлайдиған илмий тонуш усуллириға асасланған ишларниң нәтиҗисидә курс ахирида курслиқ ишни қоғдаш тәвсийә қилиниду. Материални таллап елиш, уни селиштурма анализ қилиш нәтиҗисидә ой хуласиләш вә презентация ясаш силәрдин көп вақитни тәләп қилиду. Мундақ ишларниң нәтиҗисидә муәллиплик коллектив қелиплишиши еһтимал.

Силәргә физикини, биз өмүр сүрүватқан аләмни тәтқиқат қилишта утуқлар тиләймиз!

Муәллипләр

Механика (μηχανική грек тилидин тәржимә қилғанда – машинилар һәққидә илим, үскүниләрни ясаш һүнири) физикиниң бөлүми ретидә кәң мәна бериду. Механика – материаллиқ җисимларниң механикилиқ һәрикити вә уларниң өз ара тәсирлишиши һәққидики илим.
Бу бапта механикиниң кинематика, динамика, статика, сақлиниш қанунлири, аэродинамика вә гидродинамика бөлүмлиридики бир қатар мәсилиләр қараштурулиду.

1-БАП

МЕХАНИКА

КИНЕМАТИКА

Кинематика (грекниң **κινεiν** сөзидин) – җисимларниң һәрикәт қанунлирини уларниң массиси билән җисимға тәсир қилидиған күчләрни инавәткә алмай тәриплəйдиған механикиниң бөлүми. Кинематика чекит *кинематикиси, қаттиқ җисим кинематикиси вә дайим өзгиридиған муһитлар – деформациялинидиған қаттиқ җисим, суюқлуқлар һәм газлар кинематикиси бөлүмлиригә тәснифлиниду*. Кинематикида һәрикәтни тәснифләш, уларни қандақту бир бәлгүлири бойичә түрләргә бөлүш болуп һесаплиниду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- һесапларни йешиш пәйтидә кинематика тәңлимисини қоллинишни вә һәрикәт графиклириға тәһлил ясашни;
- орун авуштуруш билән илдамлиқни қошушниң классикилиқ қануниға күндиликтики һаяттин мисаллар кәлтүрүшни;
- әгир сизиқлиқ һәрикәтни тәриплəйдиған миқдарларни ениқлашни билидиған болисиләр.

1

§ 1. Җисим һәрикити кинематикисиниң асасий чүшәнчилири вә тәңлимилири

Күтүлидиған нәтиҗә

Мәзкур параграфни өзләштүргәндә:

- *һесапларни чиқириш пәйтидә кинематикилиқ тәңлимиләрни қоллинишни вә һәрикәт графиклириға тәһлил ясашни билидиған болисиләр.*

Җавави қандақ?

Кинематикида җисимниң һәрикитини тәтқиқ қилғанда немә үчүн орун йөткәш илдамлиғи билән биргә сизиқлиқ илдамлиқ қоллинилиду?

I. Кинематикиниң асасий мәхсити

Кинематикида җисимниң һәрикитини тәриплəш үчүн мундақ миқдарлар қоллинилиду: иштикләш, орун йөткәш илдамлиғи, сизиқлиқ илдамлиқ, орун йөткәш, жүрүп өтүлгән йол, җисимниң координатиси, вақит. Җисимниң орнини ениқлаш үчүн *координата системиси, траектория, һәрикәтниң селиштурмилиғи, механикилиқ һәрикәт, санақ системиси, санақ җисими* охшаш физикилиқ чүшәнчиләрни қоллинимиз. Җисимларниң һәрикити һәр түрлүк болиду: траектория түз сизиқлиқ яки әгир сизиқлиқ, һәрикәт илдамлиғи турақлиқ яки өзгәрмә болуши мүмкин.

Кинематикиниң асасий мәхсити – материялик чекитләрниң яки җисимларниң һәрикәт қанунлирини тәтқиқат қилиш вә һәрикәтниң мувапиқ кинематикилиқ тәриплимилирини ениқлаш.

II. Һесапларни чиқиришниң координатилиқ усули

Иштикләш, илдамлиқ, орун йөткәш – векторлуқ миқдарлар. Кинематикиниң һесаплирини координатилиқ усул арқилиқ йешиш үчүн векторлуқ миқдарларниң орниға скаляр миқдарлар билән иш орунлаш керәк. Бизгә 9-синипниң физика курсидин векторлуқ миқдарларниң нисбити билән уларниң проекциялириниң бир-биридин айримчилиғи йоқ екәнлиги мәлум. Мәсилән, иштикләшни һесаплаш формулисиниң векторлуқ түрини $\vec{a} = \dfrac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{\Delta t}$ векторларниң проекциялири арқилиқ йезишқа болиду: $a_x = \dfrac{\upsilon_x - \upsilon_{ox}}{\Delta t}$, тәңлик өзгәрмәйду. Векторларниң проекциялири скаляр миқдарлар, демәк, уларни аддий санлар охшаш қошушқа, елишқа, көпәйтишкә вә бөлүшкә болиду.

Һесапларни координатилиқ усул арқилиқ йешиш мундақ рәт билән жүргүзүлиду: координата оқи таллап елиниду, берилгән векторниң проекцияси тепилиду, улар билән иш орунлиниду, бәлгүсиз векторлуқ миқдарларниң елинған оқтики проекциялири ениқлиниду.

Координата оқидики векторниң проекцияси мәлум болса, униң модулини ениқлашқа болиду. Мәсилән, иштикләш вектори 0*x* оқиға паралелель болса, у чағда униң модули мошу оқниң проекциясигә тәң болиду *(1, а-сүрәт).*

$$a = a_x$$

Қараштурулуватқан векторниң *0x* вә *0y* оқлириниң проекциялири болған әһвалда *(1, ә-сүрәт)*, униң модули Пифагор теоремиси бойичә ениқлиниду:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}.$$

1-сүрәт. *Векторниң таллап елинған оқтики проекциялири*

III. Түз сизиқлиқ тәң өзгәрмә һәрикәт үчүн кинематика формулилири

1-җәдвәлдә җисимниң түз сизиқлиқ тәң өзгәрмә һәрикитини тәрипләйдиған миқдарларни һесаплаш формулилири көрситилгән: иштикләш a_x, орун йөткәш илдамлиғи υ_x, орун йөткәш s_x вә җисимниң координатилири x. Җисимларниң әркин чүшүши түз сизиқлиқ тәң өзгәрмә һәрикәтниң йәккә әһвали болуп һесаплиниду, бу әһвалда җисим

$g = 9,8\,\frac{м}{с^2}$ иштикләш билән һәрикәтлиниду.

Җавави қандақ?

Немишкә оттура илдамлиқ пәқәт йолниң бәлгүлүк бир бөлигигә тегишлик?

1-җәдвәл. *Кинематика формулилири*

Физикилиқ миқдарлар	Һәрикәт түрлири	
	Түз сизиқлиқ тәң өзгәрмә	Әркин чүшүш
Иштикләш	$a_x = \frac{\upsilon_x - \upsilon_{ox}}{\Delta t}$	$g = 9,8\,\frac{м}{с^2}$
Оттура илдамлиқ	$\upsilon_{от} = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2}$	$\upsilon_{от} = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2}$
Пәйтлик илдамлиқ	$\upsilon_x = \upsilon_{ox} + a_x t$	$\upsilon_y = \upsilon_{oy} + g_y t$
Орун йөткәш	$s_x = \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{\upsilon_x^2 - \upsilon_{0x}^2}{2a_x}$; $s_x = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2} t$	$h_y = \upsilon_{oy} t + \frac{g_y t^2}{2}$ $h_y = \frac{\upsilon_y^2 - \upsilon_{0y}^2}{2g_y}$; $h_y = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2} t$
Җисим координатилири	$x(t) = x_0 + \upsilon_{ox} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$y(t) = y_0 + \upsilon_{oy} t + \frac{g_y t^2}{2}$

Җисим координатисиниң һәрикәт вақитиға бағлинишлиқ тәңлимисини һәрикәт қануни дәп атайду. $a = 0$ екәнлигини инавәткә елип, бирхил түз сизиқлиқ һәрикәт формулилирини тәң өзгәрмә һәрикәт формулилиридин елишқа болиду.

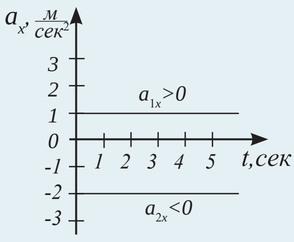
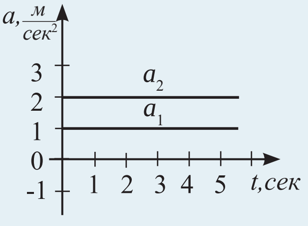
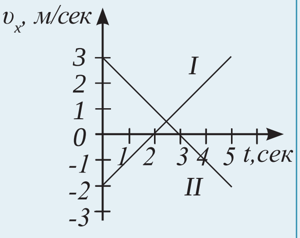
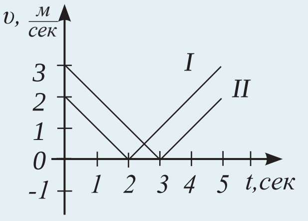
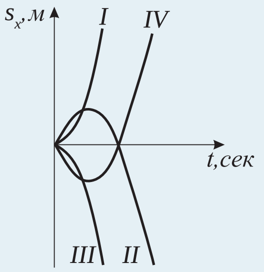
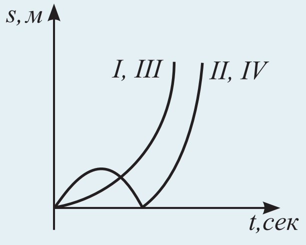
IV. Түз сизиқлиқ тәң өзгәрмә һәрикәтни тәрипләйдиған миқдарларниң вақитқа бағлинишлиқ графиклири

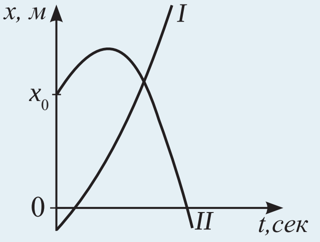
Физикилиқ миқдарларниң бағлинишлиқ графиклирини түзүш пәйтидә математикилиқ усуллар қоллинилиду. Сизиқлиқ бағлинишлиғи бар миқдарларниң графигини түзүш үчүн икки чекит йетәрлик. Квадратлиқ бағлинишлиғи бар миқдарларниң графиги параболиға охшайду, у һесаплашни вә көп чекитләр селишни тәләп қилиду *(2-жәдвәл)*.

Миқдарларниң модульлири сәлбий мәнада болмайду, миқдар модулиниң бағлинишлиқ графиги проекцияниң бағлинишлиқ графигиниң вақит оқиға нисбәтән әйнәклик тәсвиридин елиниду.

Илдамлиқниң вақитқа бағлинишлиқ графигиниң астидики мәйдани санлиқ мәнаси тәрипидин жисимниң орун йөткишигә тәң екәнлигини испатлаш қийин әмәс.

2-жәдвәл. *Кинематикилиқ миқдарларниң вақитқа бағлинишлиқ графиклири*

Физикилиқ миқдар	Вақитқа бағлинишлиқ тәңлимиси, бағлинишлиқ түри	Миқдар проекциясиниң вақитқа бағлинишлиқ графиги	Миқдар модулиниң вақитқа бағлинишлиқ графиги
Иштикләш	$a_x = const$ иштикләш вақитқа бағлинишлиқ әмәс		 $a_2 > a_1$
Пәйтлик илдамлиқ	$\upsilon_x = \upsilon_{0x} + a_x t$ илдамлиқ вақитқа тоғра пропорционал бағлинишлиқ	 I: $a_x > 0$ II: $a_x < 0$	
Орун йөткәш	$s_x = \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ Орун йөткәшниң вақитқа бағлинишлиғи квадратлиқ функцияни бериду	 I: $\upsilon_{0x} > 0,\ a_x > 0$ II: $\upsilon_{0x} > 0,\ a_x < 0$ III: $\upsilon_{0x} < 0,\ a_x < 0$ IV: $\upsilon_{0x} < 0,\ a_x > 0$	

Физикилиқ миқдар	Вақитқа бағлиниш-лиқ тәңлимиси, бағлинишлиқ түри	Миқдар проекциясиниң вақит-қа бағлинишлиқ графиги
Координата	$x(t) = x_0 + \upsilon_{ox}t + \frac{a_x t^2}{2}$ жисим координатиси – вақитниң квадратлиқ функцияси	 $I: x_1 < 0,\ \upsilon_{0x} > 0,\ a_x > 0$ $II: x_2 > 0,\ \upsilon_{0x} > 0,\ a_x < 0$

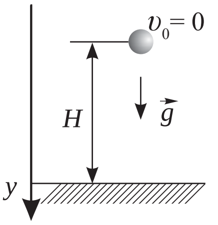
ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

1-тапшурма. Ғулаш вақти 5 *сек* болған вақиттики, жисимниң ғулаш егизлигини ениқлаңлар. У һәрбир секунда қандақ ариликни бесип өтиду?

Берилгини:
$t = 5$ с
$g = 9{,}8$ *м/сек*^{2}
$\upsilon_0 = 0$

H –? h_1 –? h_2 –?
h_3 –? h_4 –? h_5 –?

Йешилиши:
Сүрәттә жисимни, әркин чүшүш иштикләш векториниң йөнилиши $\vec{g}$, $0y$ оқини тәсвирләймиз. Жисимниң дәсләпки орнини нөллүк егизлик дәрижиси билән мувапиқлаштуримиз. Учуш егизлигини Н һәрипи билән бәлгүләймиз. Әркин чүшүш пәйтидә жисим координатилар қануни бойичә өзгириду:



$$y = y_0 + \upsilon_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} \qquad (1)$$

Жисимниң дәсләпки координатиси $y_0 = 0$, ахирқи координатиси $y = H$, иштикләш векториниң проекцияси $0y$ оқида ижабий мәнаға егә: $g_y = g$. Дәсләпки илдамлиқ $\upsilon_0 = 0$. (1) формула мундақ түргә келиду:

$$H = \frac{gt^2}{2}.\ H = \frac{9{,}8\,м/сек^2 \cdot 25\,с^2}{2} \approx 125\,м.$$

Дәсләпки секундта жисим $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ ариликқа орун йөткиди.

$$h_1 = \frac{9{,}8\,м/сек^2 \cdot 1\,сек^2}{2} \approx 5\,м.$$

Һәр новәттики секундта орун алмаштуруш нисбити тағ санлар қатариниң нисбити билән ениқлиниду:

$$h_1 : h_2 : h_3 : h_4 : h_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9. \qquad (2)$$

У чағда: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{3}$ яки $h_2 = 3h_1$, демәк: $h_2 = 15$ *м*. (2) формулидин $\frac{h_1}{h_3} = \frac{1}{5}$ яки $h_3 = 5h_1$ екәнлиги келип чиқиду, h_1 мәнасини қоюп $h_3 = 25$ *м* алимиз. Дәл мошундақ h_4 ениқлаймиз: $\frac{h_1}{h_4} = \frac{1}{7}$ яки $h_4 = 7h_1$, $h_4 = 35$ *м*, вә $\frac{h_1}{h_5} = \frac{1}{9}$ вә, $h_5 = 9h_1$, $h_5 = 45$ *м*.

Елинған нәтижиләрни қошайли:
$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 5\,м + 15\,м + 25\,м + 35\,м + 45\,м = 125$ м.

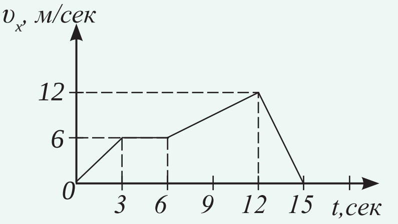
Жавави: Н = 125 *м*; $h_1 = 5$ *м*; $h_2 = 15$ *м*; $h_3 = 25$ *м*; $h_4 = 35$ *м*; $h_5 = 45$ *м*.

Тәкшүрүш соаллири

1. Кинематикиниң асасий мәхсити қандақ?
2. Жисим һәрикитини тәриплəйдиған миқдарларни атаңлар, уларға ениқлима бериңлар.
3. Жисим һәрикитини тәриплəйдиған миқдарларниң қайсиси һәрикәт түрини ениқлайду?

Көнүкмә 1

1. Узунлуғи 100 *м* тағ бағриниң етигидә чаңғучиниң илдамлиғи 8 *м/сек* болди. Төвәнгә серилиш 20 *сек* давамлашқандики чаңғучиниң дәсләпки илдамлиғи билән иштиклишини ениқлаңлар.
2. Таш йәр бетидин 10 *м* егизликтин ғулиди. Дәл мошу вақитта 8 *м* егизликтин вертикал жуқури қарап иккинчи таш ташланди. Әгәр ташлар Йәр бетидин 5 *м* егизликтә бир-биригә урулса, иккинчи таш қандақ дәсләпки илдамлиқ билән ташланған? Һаваниң қаршилиғини инавәткә алмаңлар, әркин чүшүш иштиклиши 10 *м/сек*^{2}.
3. 2-сүрәттә йолниң түз сизиқлиқ бөлигидә жисимниң һәрикәт илдамлиғиниң вақитқа бағлинишлиқ графиги көрситилгән.
   а) Йолниң һәрбир бөлигидики иштиклəшни ениқлаңлар. Бесип өтүлгән йол билән орун авуштуруш немигә тәң?
   ә) Йолниң биринчи бөлиги үчүн жисимниң һәрикәт қанунини йезиңлар.
   б) Жисимниң дәсләпки координатиси x_0 = 5 *м* болидиған бөлиги үчүн жисим координатисиниң вә орун йөткәшниң вақитқа бағлинишлиқ графиклирини селиңлар.
4. Белиқ тутуш үчүн пеликан суға әркин ғулайду *(3-сүрәт)*. Белиққа пеликандин қечип қутулуш үчүн 0,15 *сек* һаҗәт болса, у пеликанни қандақ егизликтин байқиши керәк? Пеликан 5 *м* егизликтин әркин ғулайду, белиқ болса суниң бетидә үзүп жүриду дәп ойлаңлар.



2-сүрәт. *1-көнүкминиң 3-һесавиға*

3-сүрәт. *1-көнүкминиң 4-һесавиға*

Иҗадий тапшурма

Төвәндики мавзуларниң бирини таллап елип, әхбарат тәйярлаңлар:

1. Һәр түрлүк машиниларниң тохташ (тормоз) йолини азайтиш усуллири.
2. Учуш аппаратлири үчүн учуп-қонуш сизиғини қандақ һесаплайду?

§ 2. Нисбий һәрикәт

Күтүлидиған нәтижә

Мәзкүр параграфни өзләштүргәндә:
- *күндиликтики һаяттин орун йөткәш вә илдамлиқни қошушниң классикилиқ қануниға мисаллар кәлтүрүшни билисиләр.*

Тапшурма

Бирнәччә байқиғучи үчүн бир жисимниң һәрикәт траекторияси һәр түрлүк екәнлигигә мисал кәлтүрүңлар.

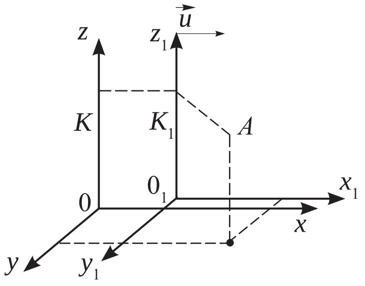
I. Механикилиқ һәрикәтниң нисбийлиги. Инвариантлиқ вә нисбий миқдарлар

Механикилиқ һәрикәтни тәрипләйдиған кинематикилиқ чүшәнчиләр – *траектория, координата, орун йөткәш, илдамлиқ, иштикләш* бир санақ системисидин башқа бир санақ системисиға өткәндә өзгириши мүмкин. Механикилиқ һәрикәтниң нисбийлиги дегинимиз мошу. *Әгәр миқдар бир санақ системисидин башқа санақ системисиға өткәндә өзгиридиған болса, уни нисбий дәп атайду. Әгәр миқдар өзгиришсиз қалса, у чағда у инвариантлиқ болуп һесаплиниду.*

Кинематикиниң муһим мәсилиси – һәр түрлүк координата системилирида бир-биригә нисбәтән һәрикәтлинидиған механикилиқ һәрикәтни тәрипләйдиған кинематикилиқ миқдарларниң арисида бағлиниш орнитиш.

II. Галилей түрләндүрүшлири

Декартлиқ координатилар системисида K вә K_1 санақ системилирида бир-биригә нисбәтән $\vec{u}$ илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған материялиқ чекитниң орнини ениқлайли *(4-сүрәт)*. A чекитиниң K_1 санақ системисидики координатилириниң мәнаси x_1, y_1, z_1. t вақит ичидә һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән $0x$ оқиниң бойи билән $00_1 = u_x t$ жирақлиқта орун авуштуридиғанлиқтин, һәрикәтләнмәйдиған санақ системисида A чекитиниң x координатисиниң x_1 координатисидин $u_x t$ мәнаға айримчилиғи бар. y, z вә y_1, z_1 координатилири иккила санақ системисида бирдәк. Қараштурулуватқан санақ системилирида вақит бирхил өтиду. Галилей түрләндүрүшлиригә мувапиқ $K1$ системисидин K системисиға өткән координатилар:



***4-сүрәт. K** – байқиғучиға нисбәтән һәрикәтләнмәйдиған санақ системиси, **K_1** – һәрикәттики санақ системиси мундақ түргә келиду*

$$\begin{aligned} x &= x_1 + ut \\ y &= y_1 \\ z &= z_1 \\ t &= t_1. \end{aligned} \qquad (1)$$

Жисим координатилири – нисбий миқдарлар, төвән илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған жисимлар үчүн вақит инвариантлиқ болуп һесаплиниду.

III. Орун йөткәшләрни қошуш қаидиси

Жисимниң тәкшиликтики һәрикитини қараштурайли. Бу әһвалда униң орни икки координата билән ениқлиниду. Бири тиничлиқта турған жисим билән, иккинчиси

һәрикәттики җисим билән бағлинишлиқ координатилар системилирини қараштурайли. Дәсләпки вақит мәзгилидә 0_1 вә 0 чекитлири қараштурулуватқан җисимниң орни билән мувапиқ келиду. t вақиттин кейин җисим A чекитигә орун алмаштуриду. Һәрикәтлинидиған санақ системисиниң 0_1 чекити 0 чекитигә нисбәтән $\vec{u}$ илдамлиқ билән һәрикәтлинип, $\vec{s}_2 = \vec{u}t$ арилиққа орун авуштуриду (*5-сүрәт*).

Қараштурулуватқан җисимниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән орун йөткишини $\vec{s}$, һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән орун йөткишини $\vec{s}_1$ дәп бәлгүләйли. Векторларни қошуш қаидиси бойичә:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2. \qquad (3)$$

Җисимниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән орун йөткиши – җисимниң һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән орун йөткиши билән һәрикәтлинидиған санақ системисиниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән орун йөткәшлириниң геометриялик қошундисиға тәң. Орун йөткәш – нисбий миқдар.

$0x$ вә $0y$ оқлиридики проекциялиридә орун йөткәшләрни қошуш формулиси мундақ болиду:

$$s_x = s_{1x} + s_{2x}$$
$$s_y = s_{1y} + s_{2y}.$$

$s_x = x$, $s_{1x} = x_1$, $s_y = y$, $s_{1y} = y_1$ болғанлиқтин (*5-сүрәт*), формулиларни таллап елинған оқлардики проекция түридә мундақ йезишқа болиду:

$$x = x_1 + s_{2x}$$
$$y = y_1 + s_{2y}.$$

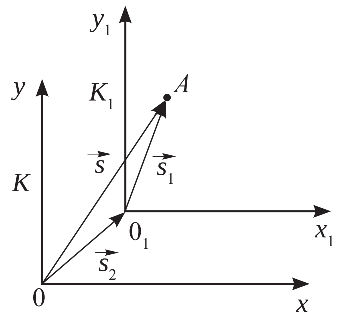
Әгәр һәрикәтлинидиған санақ системиси һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән $0x$ оқи бойи билән u_x, андин $0y$ оқиниң бойи билән u_y илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған болса, у чағда жуқурида йезилған тәңлимиләр мундақ түргә келиду:

$$x = x_1 + u_x t$$
$$y = y_1 + u_y t.$$

Орун йөткәшләрни қошуш арқилиқ биз тәкшиликтә һәрикәтлинидиған җисим үчүн Галилей түрләндүрүшлирини алдуқ.

Җавави қандақ?

1. *Оқуғучиларниң бирини һәрикәтләнмәйдиған санақ системиси ретидә қараштурушқа боламду?*
2. *Санақ чекитини таллап елиш оқуғучиларниң бир-биригә нисбәтән орун йөткишигә тәсир қиламду?*



5-сүрәт. *Һәр түрлүк санақ системисида орунлашқан байқиғучилар үчүн А чекитиниң орун йөткиши*

Өз тәҗрибәңлар

Икки оқуғучиниң һәрикәтниң дәсләпки чекитигә нисбәтән вә төвәндикичә һәрикәт әһвалларида бир-биригә нисбәтән орун йөткәшлирини ениқлаңлар:

1) бир түзниң бойи билән бир йөнилиштә һәр түрлүк илдамлиқ билән;
2) бир түзниң бойи билән кариму-қарши йөнилиштә;
3) икки өз ара перпендикуляр йөнилиш билән;
4) ясалған эксперименти һәрикәтлинидиған вә һәрикәтләнмәйдиған санақ системилирини, шундақла һәрикәттики җисимни атаңлар.

Икки оқуғучиниң һәрикәтниң дәсләпки чекитигә нисбәтән вә бир-биригә нисбәтән орун йөткәшлирини өзәңлар таллап алған масштабта дәптириңларға сизиңлар.

IV. Илдамлиқларни қошуш қаидиси

$\vec{s}_1 = \vec{v}_1 t$, $\vec{s}_2 = \vec{u}t$, $\vec{s} = \vec{v}t$ екәнлигини инавәткә алсақ, у чағда (1) тәңлимә мундақ түргә келиду $\vec{v}t = \vec{v}_1 t + \vec{u}t$ яки.

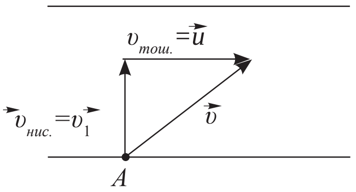
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{u}.$$

Җисимниң илдамлиғи һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән – җисимниң һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи билән һәрикәтлинидиған санақ системисиниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғиниң геометриялик қошундисиға тәң.

Илдамлиқларни һесаплаш қолайлиқ вә көрнәклик болуш үчүн *абсолют, нисбий* вә *илгирилимә илдамлиқ* дегән чүшәнчиләр пайдилинилиду.

Нисбий илдамлиқ – җисимниң һәрикәтлинидиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи.

Тошиғучи илдамлиқ – һәрикәтлинидиған санақ системисиниң һәрикәтләнмәйдиған санақ системисиға нисбәтән илдамлиғи.



***6-сүрәт.** Үзгүчиниң суға нисбәтән $\vec{v}_{нис.}$ вә A байқиғучиға нисбәтән $\vec{v}$ илдамлиғиниң йөнилиши*

Мәсилән, үзгүчи суға нисбәтән $\vec{v}_{нис.} = \vec{v}_1$ нисбий илдамлиқ билән һәрикәтлиниду *(6-сүрәт)*, еқим уни қирғаққа нисбәтән $\vec{v}_{тош.} = \vec{u}$ тошиғучи илдамлиқ билән елип кетиду. Үзгүчи қирғаққа нисбәтән $\vec{v}$ абсолют илдамлиқ билән һәрикәтлиниду. Шундақ қилип, илдамлиқларни қошуш формулиси мундақ түргә келиду:

$$\vec{v} = \vec{v}_{нис.} + \vec{v}_{тош.}$$

Җисим илдамлиғи – нисбий миқдар.

V. Икки җисимниң нисбий илдамлиқлири

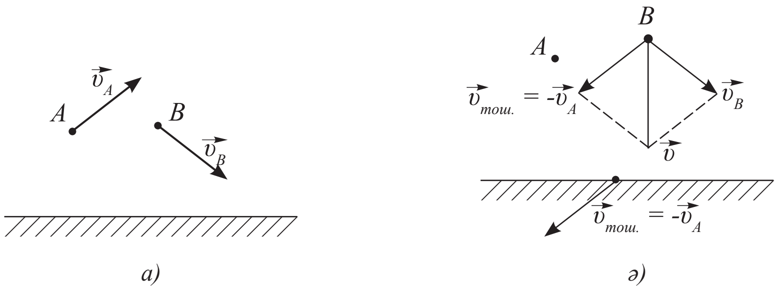
A вә *B* җисимлири йәргә нисбәтән $\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$ илдамлиқ билән һәрикәтлиниду (*7, а-сүрәт*). *B* җисиминиң *A* җисимиға нисбәтән илдамлиғини ениқлайли. Униң үчүн *A* җисимини һәрикәтләнмәйдиған санақ системиси ретидә қараштуримиз, йәни мошу җисимға хияллий орунлишип, қоршиған җисимларниң һәрикитини қараштуримиз. Йәрни қошуп алғанда барлиқ җисимлар бошлуқта модули бойичә *A* чекитиниң илдамлиғиға тәң илдамлиқ билән орун йөткәйду, бирақ йөнилиши қариму-қарши болиду *(7, ә-сүрәт)*. Демәк, *B* чекитиниң *A* чекитигә нисбәтән һәрикәт илдамлиғини ениқлаш үчүн векторларни қошуш формулисини пайдилинимиз:

$$\vec{v} = \vec{v}_B + \vec{v}_{тош.}$$

яки $\vec{v}_{тош.} = -\vec{v}_A$ нисбитини инавәткә елип, монуни алимиз: $\vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$.

Җавави қандақ?

Немишкә Йәргә нисбәтән һәрикәтлинидиған җисимни һәрикәтләнмәйдиған санақ системиси дәп қобул қилип, ойчә мошу җисимға орунлишип, қоршиған җисимлар һәрикитини шуниңға нисбәтән қараштуримиз?



7-сүрәт. *В чекитиниң А чекитигә нисбәтән илдамлиқ йөнилишини тепиш*

Икки жисимниң нисбий илдамлиғи уларниң илдамлиқ векторлириниң айримиси арқилиқ ениқлиниду.

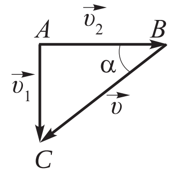
ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Ямғур тамчилири Йәргә нисбәтән $\upsilon_1 = 20$ *м/сек* илдамлиқ билән ғулайду. Авто-машининиң упуққа 45° булуң ясап орунлашқан кәйнидикини көрүш әйнигидә ямғур тамчилириниң изи қалмаслиғи үчүн автомашина Йәргә нисбәтән қандақ минимал илдамлиқ билән һәрикәтлиниши керәк? Тамчиларниң автомашиниға нисбәтән илдамлиғи қандақ?

Берилгини:
$\upsilon_1 = 20$ *м/сек*
$\alpha = 45°$

υ – ?
υ_2 – ?

Йешилиши:
Тамчиларниң илдамлик вектори әйнәккә параллель йөнәлгән болсила, улар автомашининиң әйнигигә тәгмәй өтиду. Автомашининиң минимал илдамлиғи мошундақ ениқлиниду.
Уни тепиш үчүн илдамлиқларни қошуш қанунини пайдилинимиз:
$\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_{нис,} + \vec{\upsilon}_{тош.}$
Һәрикәтләнмәйдиған координатилар системисини Йәр билән бағлаштуримиз. Һәрикәтлинидиған системини автомашина билән бағлаштуримиз. Тамчиларниң автомашиниға нисбәтән илдамлиғи $\vec{\upsilon}$. У чағда $\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_1$, $\vec{\upsilon}_{нис.} = \vec{\upsilon}$, $\vec{\upsilon}_{тош.} = \vec{\upsilon}_2$. Демәк илдамлиқларни қошуш қануни келәси түрдә йезилиду:
$\vec{\upsilon}_1 = \vec{\upsilon} + \vec{\upsilon}_2.$
Буниңдин:
$\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_1 - \vec{\upsilon}_2.$



Векторларни азайтиш сүрәттә көрситилгән.
Үчбулуңлуқ тикбулуңлуқ болғанлиқтин,

$$\upsilon = \frac{\upsilon_1}{\sin\alpha} \text{ вә } \upsilon_2 = \upsilon_1 ctg\alpha.$$

Һесаплашларни орунлаймиз:

$$\upsilon = \frac{20\ м/сек}{\sin 45°} = 28\ м/сек \text{ вә } \upsilon_2 = \upsilon_1 = 20\ м/сек.$$

Жавави: 28 *м/сек*, 20 *м/сек*.

Тәкшүрүш соаллири

1. Җисимларниң нисбий һәрикитиниң мәнаси немидә?
2. Галилей түрләндүрүшлирини қандақ миқдарлар бағлаштуриду?
3. Силәргә Галилей түрләндүрүшлириниң қандақ ақивәтлири мәлум?
4. Җисимлар арисидики арилиқ координатилар системисини таллап елишқа тәсир қиламду?
5. Икки җисимниң нисбий илдамлиғи қандақ ениқлиниду?

Көнүкмә 2

1. Икки автобус бир йөнилиштә һәрикәтлинип бариду. Уларниң илдамлиқлириниң модульлири шунинға мас рәвиштә 90 *км/сек* вә 60 *км/сек*. Биринчи автобусниң иккинчи автобусқа нисбәтән илдамлиғи немигә тәң?
2. Икки параллель төмүр йол бойи билән бир-биригә қариму-қарши икки поезд 72 *км/сек* вә 108 *км/сек* илдамлиқ билән һәрикәтлинип келиватиду. Биринчи поездниң узунлуғи 800 *м,* иккинчисиниң узунлуғи 200 *м*. Қандақ вақит арилиғида бир поезд иккинчисиниң йенидин өтиду?
3. Еқим илдамлиғи 2 *м/сек* дәрияда катер қирғаққа нисбәтән 3,5 *м/сек* илдамлиқ билән перпендикуляр һәрикәтлиниши үчүн мотор катерға суға нисбәтән қандақ илдамлиқ бериши керәк?
4. Метро эскалатори униң бойи билән төвән һәрикәтлинип келиватқан йолвучини 1 *мин* ичидә төвәнгә чүшириду. Әгәр йолувчи икки һәссә чапсан жүрсә, у төвәнгә 45 *сек* вақитта чүшиду. Әгәр йолувчи һәрикәтләнмәй турса, у чағда у қанчә вақитта төвән чүшиду? Эскалатор илдамлиғи 0,9 *м/сек*. Униң узунлуғини ениқлаңлар. Әгәр «Жібек Жолы» станциясидә эскалаторниң узунлуғи 104 *м* болса, у йолувчини қанчә вақитта төвәнгә чүшириду *(8-сүрәт)*?

8-сүрәт. *Алмута метрополитениниң «Жібек Жолы» станцияси*

Иҗадий тапшурма

1. «Һәрикәтниң нисбийлигини һәр түрлүк саһаларда – санаәттә, йеза егилигидә, цирк аттракционлирида, авиациядә, һәртүрлүк спорт түрлиридә в.б. йәрләрдә пайдилиниш» мавзусиға әхбарат тәйярлаңлар.
2. Һәрикәтниң нисбийлигини тәрипләйдиған әдәбий әсәрләрдин мисал кәлтүрүңлар.

§ 3. Әгир сизиқлиқ һәрикәт кинематикиси

Күтүлидиған нәтиҗә

Мәзкүр параграфни өзләштүргәндә:

- *әгир сизиқлиқ һәрикәтни тәрипләйдиған миқдарларни ениқлашни билисиләр.*

Һәрқандақ әгир сизиқ арқилиқ һәрикәтлинидиған җисим һәрикитини тәтқиқат қилғанда траекторияни түз сизиқлиқ бөләкләр билән радиуслири бирдәк чәмбәр доғилиринең маслишиши ретидә қараштурушқа болиду. Җисимниң чәмбәр бойи билән һәрикитини қараштурайли.

I. Җисимниң чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикитини тәрипләйдиған сизиқлиқ миқдарлар

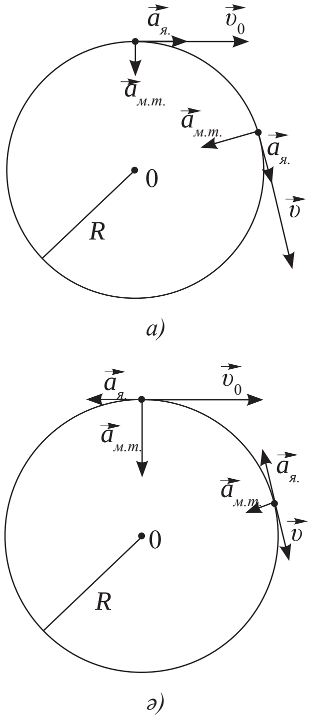
Җисимниң чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикити пәйтидә сизиқлиқ илдамлиғи һәрқандақ бирдәк вақит арилиғида бирдәк мәнаға өзгирип туриду. Тәң иштиклимә һәрикәт пәйтидә (*9, а-сүрәт*)

$$v = v_0 + a_я t, \qquad (1)$$

тәң кемигүчи һәрикәт пәйтидә (*9, ә-сүрәт*)

$$v = v_0 - a_я t. \qquad (2)$$

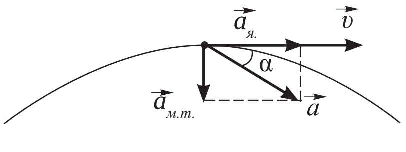
(1) вә (2) формулилардики $a_{я.} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ иштиклэшни яндашма вә *тангенциал иштикләш* дәп атайду. У сизиқлиқ илдамлиқниң йөнилиши билән траектория яндашмиси бойи билән яки униңға қариму-қарши йөнилиду. Әгәр чәмбәр радиуси R турақлиқ миқдар болидиған болса, у чағда сизиқлиқ илдамлиқниң өзгириши нәтиҗисидә мәркәзгә тартқучи иштикләш $a_{м.т.} = \dfrac{v^2}{R}$ өзгәрмә миқдар болиду.



9-сүрәт. *Материялик чекитниң чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикити*

Чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикәтлинидиған җисимниң толуқ иштиклишини ениқлайли (*10-сүрәт*).

$$\vec{a} = \vec{a}_я + \vec{a}_{м.т.}$$



10-сүрәт. *Толуқ иштикләш билән униң түзгүчилири: яндашма вә мәркәзгә тартқучи (нормал) иштикләш*

Толуқ иштикләшниң түзгүчилири өз ара $\vec{a}_я$ вә $\vec{a}_{м.т.}$ перпендикуляр, сәвәви чәмбәргә жүргүзүлгән яндашма радиусқа перпендикуляр болиду. Пифагор теоремисиға мувапиқ толуқ иштикләш төвәндикигә тәң:

$$a = \sqrt{a_{я.}^2 + a_{м.т.}^2} \qquad (3)$$

Җавави қандақ

1. *Немә сәвәптин яндашма иштикләшни тангенциал иштикләш дәпму атайду?*
2. *Радиуси турақлиқ чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикәтниң толуқ иштиклиши немә сәвәптин Пифагор теоремиси арқилиқ ениқлиниду?*

Илдамлиқ билән толуқ иштикләшниң арисидики булуңниң мәнаси мәлум болса, нормал вә яндашма иштикләшни мундақ формула арқилиқ бағлаштурушқа болиду:

$$tg\alpha = \frac{a_{м.т}}{a_{я.}} \quad \text{яки} \quad a_{я.} = \frac{a_{м.т.}}{tg\alpha}.$$

Чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикәт пәйтидә иштикләш вектори чәмбәрниң ичигә қарап йөнилиду. Мошу векторниң яндашма (тангенциал) тәшкил қилғучиси илдамлиқниң модуль бойичә өзгиришини, мәркәзгә тартқучи (нормал) тәшкил қилғучиси йөнилиши бойичә өзгиришини тәрипләйду.

II. Җисимниң чәмбәр бойи билән һәрикитини тәрипләйдиған булуңлуқ миқдарлар

Чәмбәр бойи билән һәрикәтни тәтқиқат қилиш үчүн булуңлуқ миқдарларни пайдилиниш қолайлиқ. Тәң өзгәрмә һәрикәт вақтида ω булуңлуқ илдамлиқ билән φ булуңлуқ орун алмаштуруштин башқа ε *булуңлуқ иштикләш* чүшәнчисини киргүзүш һаҗәт.

Булуңлуқ иштикләш – булуңлуқ илдамлиқниң өзгириш чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар.

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} \quad \text{тәң иштиклимә һәрикәт үчүн} \qquad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{\omega_0 - \omega}{\Delta t} \quad \text{тәң кемигүчи һәрикәт үчүн} \qquad (5)$$

Булуңлуқ иштикләшниң өлчәм бирлиги [ε] – 1 *рад/сек*^{2} булуңлуқ илдамлиқниң өлчәм бирлиги [ω] – 1 *рад/сек*.

(4) вә (5) формулилардин булуңлуқ илдамлиқниң пәйтлик мәнасини тапимиз: $\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$.

Елинған формула бирхил өзгәрмә һәрикәт пәйтидә сизиқлиқ илдамлиқни һесаплашқа беғишланған формулиларға охшаш. Демәк, булуңлуқ орун йөткәш формулиси сизиқлиқ орун йөткәшни һесаплаш формулиси билән охшаш болиду.

Чәмбәр бойи билән тәң иштиклимә һәрикәт үчүн:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon},$$

чәмбәр бойи билән тәң кемигүчи һәрикәт үчүн:

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}.$$

булуңлуқ илдамлиқниң оттура мәнаси киргүзәйли $\omega_{от} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$, у чағда булуңлуқ орун алмаштуруш мундақ формула арқилиқ ениқлиниду: $\varphi = \frac{\omega_0 + \omega}{2} t$.

Җавави қандақ?

Җисимниң чәмбәр бойи билән һәрикитини тәрипләш үчүн немишкә булуңлуқ миқдарларни қоллиниш қолайлиқ?

Есиңларға чүшириңлар!

Сизиқлиқ миқдарларниң булуңлуқ миқдарлар билән бағлинишини әскә чүшириңлар:

$l = \varphi R$;

$\upsilon = \omega R$;

$a_{м.т.} = \omega^2 R$.

Есиңларда сақлаңлар!

$a_{я.} = \varepsilon R$

$a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$

3-жәдвәл. *Сизиқлиқ вә булуңлуқ кинематикилиқ миқдарларниң селиштурма жәдвили*

Булуңлуқ миқдарлар	Сизиқлиқ миқдарлар
$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$	$\upsilon = \upsilon_0 + at;\ \upsilon = \upsilon_0 - at$
$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$	$s = \upsilon_0 t \pm \frac{at^2}{2}$
$\omega > \omega_0$ болғанда $\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$ $\omega_0 < \omega$ болғанда $\varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}$	$a_x > 0$ болғанда $s = \frac{\upsilon^2 - \upsilon_0^2}{2a}$; $a_x < 0$ болғанда $s = \frac{\upsilon_0^2 - \upsilon^2}{2a}$
$\omega_{от.} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$	$\upsilon_{от.} = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2}$

Тапшурма

3-җәдвәл бойичә булуңлуқ вә сизиқлиқ миқдарларни һесаплаш формулилириниң охшашлиқлири билән өзгичиликлирини көрситиңлар.

III. Булуңлуқ вә сизиқлиқ миқдарларниң бағлиниши

Бизгә жүрүп өтүлгән йол билән булуңлуқ орун йөткәш, сизиқлиқ вә булуңлуқ илдамлиқ, нормал иштикләш билән булуңлуқ илдамлиқ арисидики нисбәт 9-синипниң физика курсидин мәлум. Иштикләшләр арисида бағлиниш орнитайли. (4) формулидики булуңлук илдамлиқни сизиқлик илдамлиққа алмаштурайли: $\varepsilon = \frac{\frac{\upsilon}{R} - \frac{\upsilon_0}{R}}{t} = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{tR} = \frac{a_{я.}}{R}$. Демәк, булуңлук иштикләш яндашма (тангенциал) иштикләш билән мундақ нисбәт бағлинишиду:

$$a_{я.} = \varepsilon R. \qquad (6)$$

(3) вә (6) формулини пайдилинип, толуқ иштикләшниң булуңлук миқдарлар билән нисбитини алимиз:

$$a = \sqrt{a_{м.т.}^2 + a_{я.}^2} = \sqrt{\omega^4 R^2 + \varepsilon^2 R^2} = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

$$a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}.$$

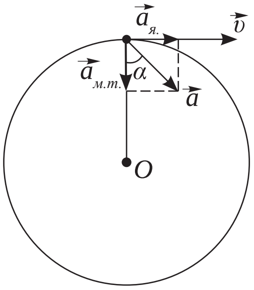
ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Радиуси 10 *см* дүгләк 3,14 *рад/сек*^{2} турақлик булуңлуқ иштикләш билән айлиниду. Һәрикәт башланғандин кейинки биринчи секундниң ахирида 1) булуңлуқ илдамлиқни, 2) сизиқлиқ илдамлиқни, 3) яндашма иштикләшни, 4) мәркәзгә тартқучи иштикләшни, 5) толуқ иштикләшни, 6) дүгләк қиридики чекитләр үчүн толуқ иштикләшниң йөнилиши билән дүгләк радиуси арисидики булуңни ениқлаңлар.

Берилгини:
$R = 10$ *см* $= 0{,}1$ *м*
$\varepsilon = 3{,}14$ *рад/сек*^{2}
$\upsilon_0 = 0,\ \omega_0 = 0$
$t = 1$ *сек*

$\omega - ?\ \upsilon - ?\ a_{я.} - ?$
$a_{м.т} - ?\ a - ?\ \alpha - ?$

Йешилиши:



Жисимниң чәмбәр бойи билән тәң иштиклимә һәрикити пәйтидә униң булуңлуқ илдамлиғи $\omega = \omega + \varepsilon t$. Һесапниң шәрти бойичә $\omega_0 = 0$, у чағда $\omega = \varepsilon t$. Биринчи секундниң ахирида $\omega = 3{,}14$ *рад/сек.*

Сизиқлик илдамлиқ булуңлуқ илдамлиқ билән бағлинишқан, бағлиниш формулиси $\upsilon = \omega R$. Биринчи секундниң ахирида $\upsilon = 3{,}14$ *м/сек.*

Тангенциал иштикләш вақитқа бағлинишлик әмәс, у турақлиқ вә $a_{я.} = \varepsilon R = 0{,}314$ *м/сек*²-қа тәң. Нормал иштикләш вақитниң квадратиға пропорционал өсиду $a_{м.т.} = \omega^2 R = \varepsilon^2 t^2 R$, секундниң ахирида $a_{м.т.} = 0{,}986$ *м/сек*².

Толуқ иштикләшни Пифагор теоремиси бойичә ениқлаймиз: $a = \sqrt{a^2_{м.т.} + a^2_{я.}}$.
$t = 1$ *сек* болғанда, $a = 1{,}03$ *м/сек*².

Җавави: $\omega = 3{,}14$ *рад/сек*, $\upsilon = 3{,}14$ *м/сек*, $a_{я.} = 0{,}314$ *м/сек*², $a_{м.т.} = 0{,}986$ *м/сек*², $a = 1{,}03$ *м/сек*².

Тәкшүрүш соаллири

1. Сизиқлиқ илдамлиқ модулиниң өзгириш чапсанлиғини толуқ иштикләшниң қандақ тәшкил қилғучиси тәрипләйду? Илдамлиқ йөнилишиничу?
2. Қандақ шәртләрдә әгир сизиқлиқ һәрикәтлинидиған җисим траекторияси түз сизиқлиқ болиду?
3. Қандақ миқдарни булуңлуқ иштикләш дәп атайду? У яндашма иштикләш билән қандақ бағлинишиду? Толуқ иштикләш биләнчу?

Көнүкмә 3

1. Радиуси 1 *м* чәмбәр бойи билән тәң иштиклимә һәрикәтлинишкә башлиған чекит 50 метр йолни 10 *сек* ичидә бесип өтти. Һәрикәт башлинип 5 сек өткәндин кейин чекитниң нормал иштиклиши немигә тәң?
2. Поезд 54 *км/с* дәсләпки илдамлиқ билән йолниң дүгләкләнгән бөлигигә кириду вә 600 *м* йолни 30 *сек* ичидә бесип өтиду. Дүгләкләш радиуси 1 км. Мошу йолниң ахиридики поездниң илдамлиғи билән толуқ иштиклишиниң модулини тепиңлар, яндашма иштикләшни модули бойичә турақлиқ дәп һесаплаңлар.
3. Маховик $\omega_0 = 2\pi$ *рад/сек* дәсләпки булуңлуқ илдамлиққа егә болиду. У 10 айлиним ясап, сүркилиш нәтиҗисидә подшипникта тохтиди.Маховикниң булуңлуқ иштиклишини турақлиқ дәп һесаплап, униң мәнасини тепиңлар.
4. Нур-Султан шәһиридики «Думан» оюн-тамашә комплексиниң йенида орунлашқан йеңи назарәт дүглигиниң егизлиги 65 метрни тәшкил қилиду *(11-сүрәт)*. Айлиниш периоди 7 минутни тәшкил қилидиған болса, иш вақтида дүгләк кабинилири бәкитилгән чикитлириниң сизиқлиқ вә булуңлуқ илдамлиқлирини, мәркәзгә тартқучи вә булуңлуқ иштиклишини ениқлаңлар.

11-сүрәт. *МДҺ әллиридики егизлиги җәһәттин иккинчи орундики назарәт дүглиги Нур-Султан шәһири*

Иҗадий тапшурма

«Дуния йүзи истраһәт бағлиридики экстремаллиқ аттракционларниң кинематикилиқ тәриплимилири. Уларни қоллиниш мәзгилидики бехәтәрлик техникиси» дегән мавзуға әхбарат тәйярлаңлар.

1-бапниң йәкуни

<table>
<tr><th colspan="2">Галилей түрләндүришлири</th><th colspan="2">Галилей түрләндүришлириниң ақивети</th></tr>
<tr><td colspan="2">$x = x_1 + ut$
$y = y_1$
$z = z_1$
$t = t_1$</td><td colspan="2">$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$
$\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_{нис.} + \vec{\upsilon}_{тош}$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Чәмбәр бойи билән тәң өзгәрмә һәрикәт</td><th>Иштикләш</th><th>Булуңлуқ иштикләш</th><th>Иштикләшләрниң бағлинишлири</th></tr>
<tr><td>$a = \sqrt{a_{м.т}^2 + a_{я.}^2}$</td><td>$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t}$
$\varepsilon = \frac{\omega_0 - \omega}{\Delta t}$</td><td>$a_{я.} = \varepsilon R$</td></tr>
<tr><th>Булуңлуқ илдамлиқ</th><th>Булуңлуқ орун йөткәш</th><th>Иштикләш билән булуңлуқ илдамлиқниң бағлиниши</th></tr>
<tr><td>$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$
$\omega_{от.} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$</td><td>$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$
$\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$
$\varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}$</td><td>$a_{м.т.} = \omega^2 R$
$a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$</td></tr>
</table>

Глоссарий

Механика – материаллиқ җисимларниң механикилиқ һәрикити билән уларниң өз ара һәрикәтлиниши һәққидики илим.

Кинематика – җисим һәрикитини җисим массиси вә җисимға тәсир қилидиған күчләрни инавәткә алмай тәтқиқ қилишқа беғишланған механикиниң бөлүми.

Һәрикәт қануни – җисимниң x координатисиниң t вақитқа бағлинишлиғи.

Яндашма иштикләш – сизиқлиқ илдамлиқниң өзгириш чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар.

Булуңлуқ иштикләш – булуңлуқ илдамлиқниң өзгириш чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар.

МЕХАНИКА

1

2-БАП

ДИНАМИКА

Җисимниң һәрикәт түриниң сәвәвини қараштуридиған механика бөлүми динамика дәп атилиду.
Динамика (қедимий грек δύναμις– күч) – җисимға тәсир қилидиған күчләрниң тәсиридин болидиған һәрикәтни қараштуридиған механикиниң бөлүми. Бөлүмниң асасида Ньютонниң үч қанунининң ақивәтлири динамикиниң һесаплирини йешиш үчүн керәклик барлиқ тәңлимиләр билән теоремилар ятиду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- Ньютон қанунлирини чүшинисиләр вә тәң тәсирлик күчни ениқлашни;
- пүткүл аләмлик тартилиш қанунини чүшинисиләр вә каинат аппаратлириниң һәрикитини тәрипләшни;
- упуққа булуң ясап вә вертикал ташланған җисимларниң һәрикити пәйтидә физикилиқ миқдарларниң өзгиришини тәрипләшни үгинисиләр.

§ 4. Күчләр. Күчләрни қошуш. Ньютон қанунлири

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *Ньютон қанунлирини чүшинип, тәң тәсирлик күчни ениқлашни билисиләр.*

1-тапшурма

1. Массиси 2500 кг болидиған токарь станогиға тәсир қилидиған еғирлиқ күчини вә униң салмиғини өзәңлар халиған масштабта тәсвирләңлар.
2. Тапшурминиң орунлиниш алгоритмини түзүңлар.

2-тапшурма

1. Молекула тәхлит электромагнитлиқ күчләрни һесаплаш формулисини йезиңлар.
2. Аталған күчләрни йөнилишини вә чүшүш чекитини көрситип, графикилиқ түрдә тәсвирләңлар.

I. Тәбиәттики күчләр

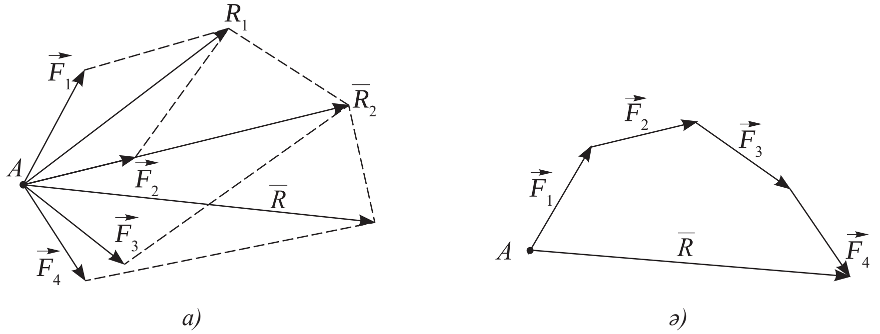
Бизни қоршиған жисимлар өз ара тәсирлишиш нәтиҗисидә бошлуқтики орнини өзгәртиду вә деформацияилиниду. *Башқа жисимларға яки мәйданға тәсир қилиш миқдари – күч, йөнилиши бар физикилиқ миқдар болуп һесаплиниду*. Күч тәсириниң нәтиҗиси униң санлиқ мәнасиға, йөнилишигә вә чүшүш чекитигә бағлинишлиқ. Күч жисим һәрикитиниң өзгиришигә бирдин бир сәвәпкар болуп һесаплиниду.

Пәйда болуш тәбиитигә бағлинишлиқ күч төрт түрлүк болиду: гравитациялик, электромагнитлиқ, күчлүк яки ядролуқ, күчсиз.

Гравитациялик күчләргә пүткүл аләмлик тартилиш күчи вә еғирлиқ күчи ятиду. Молекула тәхлит электромагнитлиқ күчләргә əвришимлик күчи, сүркилиш күчи, жисимниң салмиғи, тирәк реакция күчи, Архимед күчи ятиду. Механикида жисимларниң гравитациялик вә молекула тәхлит электромагнитлиқ күчләрниң тәсиридин пәйда болған һәрикәтлири қараштурулиду. Күчлүк вә күчсиз күчләр ядролуқ физикида вә элементар зәрриләр физикисида окутулиду.

II. Күчләрни қошуш

Жисимға тәсир қилидиған барлиқ күчләрниң тәң тәсирлик күчини ениқлашниң икки усули бар – *геометриялик вә аналитикилиқ*. Геометриялик усул векторларни үчбулуңлуқ яки параллелограмм қаидиси бойичә қошушқа асасланған. Тәң тәсирлик күчни арилиқ тәң тәсирлик күчләрни *(12, а-сүрәт)* яки күчлүк көп булуңлуқ *(12, ә-сүрәт)* селип, тәң тәсирлик күчләрни пәйдин-пәй қошуш усули арқилиқ ениқлайду. Тәң тәсирлик күчни графиклиқ йол арқилиқ ениқлашта күч векторлирини һәрқандақ тәртиптә сизишқа болиду, буниңдин тәң тәсирлик күчниң йөнилиши вә миқдари өзгәрмәйду. Тәң тәсирлик күчниң вектори биринчи векторниң бешидин ахирқи векторниң учиға йөнәлгән.



12-сүрәт. *Тәң тәсирлик күчни ениқлашниң геометриялик усули*

Аналитикилиқ яки координатилиқ усул барлиқ тәсир қилғучи күчләрниң өз ара перпендикуляр $0x$ вә $0y$ *оқлириға* проекциялириниң қошундисиға асаслиниду:

$$F_{Rx} = F_{1x} + F_{2x} + \ldots + F_{nx}$$
$$F_{Ry} = F_{1y} + F_{2y} + \ldots + F_{ny}$$

Елинған нәтижиләрни Пифагор теоремиси бойичә тәң тәсирлик күч модулини ениқлаш үчүн қоллиниду:

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$$

III. Динамикиниң асасий қанунлири

Жисимларниң һәрикәт түрлири вә уларниң пәйда болуш сәвәплирини хуласиләп келип, Ньютон үч түрлүк қанунни вужутқа кәлтүрди.

Ньютонниң I қануни:

Шундақ санақ системилири мәжуттур, әгәр жисимға башқа жисимлар тәсир қилмиса яки жисимға қилған тәсирләр тәңләштүрүлгән болса, жисим теч һалитини сақлайду яки түз сизиқлиқ бирхил һәрикитини давамлаштуриду.

Әгәр жисимға тәсир қилидиған күчләрниң тәң тәсирлик күчи нөлгә тәң болса, Ньютонниң I қануни мундақ түргә келиду:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n = 0, \quad a = 0, \quad \upsilon = const$$

яки

$$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = 0$$

Ньютонниң биринчи қануни жисим бирхил вә түз сизиқлиқ һәрикәтлинидиған шәртләрни ениқлайду. *Ньютонниң биринчи қануни орунлинидиған санақ системисини **инерциялик санақ системиси** (ИСС) дәп, қанунниң өзини болса инерция қануни дәп атайду.*

Сәйяримиздики механикилиқ һадисиләрни тәрипләш үчүн ИСС ретидә Йәрни, тинчлиқтики жисимларни вә Йәргә нисбәтән турақлиқ илдамлиқ билән һәрикәтлинидиған жисимларни алиду.

Иштикләш билән һәрикәтлинидиған жисимларға бағлинишлиқ Ньютонниң биринчи қануни орунланмайду. *Иштиклимә һәрикәтлинидиған жисимлар билән бағлинишқан **системиларни инерциялик әмәс** дәп атайду (ИӘСС).*

Ньютонниң II қануни:

Жисимниң алидиған иштиклиши униңға чүширилгән тәң тәсирлик күчкә тоғра пропорционал вә массисиға экси пропорционал.

Күчлүк көп булуңлуқ селиш алгоритми

1. Тәкшиликтә А чекитини яки жисимниң массилар мәркизини таллаймиз.
2. Таллап елинған чекиткә $\vec{F}_1$ биринчи векторниң бешини чүширип, шәклини яки узунлуғини сақлап өз өзигә паралель орунлаштуримиз.
3. Биринчи векторниң учиға $\vec{F}_2$ иккинчи векторниң бешини орунлаштурайли. Қалған $\vec{F}_3$ вә $\vec{F}_4$ күч векторлирини мошу тәртиптә сизимиз.
4. Тәң тәсирлик күч вектори елинған сунуқ сизиқ билән туюқлиниду, у биринчи вектор бешини ахирқи векторниң учи билән бириктүриду вә униңға қарши йөнилиду.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n}{m}$$

Иштикләш йөнилиши җисимға чүширилгән барлиқ күчләрниң тәң тәсириниң йөнилишигә мувапиқ келиду $\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{F}_R$. Әгәр тәң тәсирлик күч миқдари өзгәрмисә $\vec{F}_R = const$, җисим тәң өзгәрмилик, йәни турақлиқ иштикләш билән $\vec{a} = const$ һәрикәтлиниду. Ньютонниң иккинчи қануни җисим тәң өзгәрмә яки бирхил әмәс һәрикәтлинидиған шәртләрни ениқлайду. Ньютонниң иккинчи қануни инерциялик санақ системисида орунлиниду.

Ньютонниң III қануни:

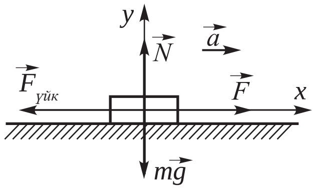
Җисимлар модули бойичә тәң, йөнилишлири бойичә қариму-қарши күчләр арқилиқ өз ара тәсирлишиду. Улар бир түзниң бойи билән һәр түрлүк җисимға тәсир қилидиған тәбиити бирдәк күчләр болуп һесаплиниду.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Динамикида һесапларни йешиштә стандартлиқ тапшурмиларни орунлашқа мүмкинчилик беридиған алгоритм қоллинилиду.

Динамикида һесапларни йешиш алгоритми

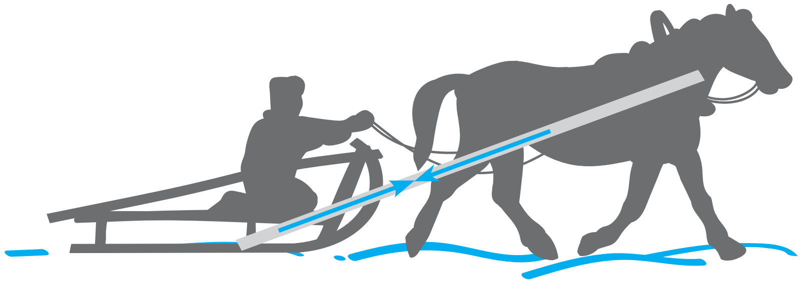
1. Сүрәттин җисимға тәсир қилидиған күчләрни вә иштикләш йөнилишини көрситиш *(13-сүрәт)*.
2. Һәрикәтниң асасий қанунини вектор түридә йезиш:
$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{сүр} + \vec{N}.$$
3. Һесаплашқа қолайлиқ $0x$ вә $0y$ оқлирини таллап, уларниң бирини җисимниң һәрикәт йөнилиши бойичә йөнәлдүрүш.
4. Һәрикәтниң асасий қануниниң таллап елинған оқлардики проекциялирини ипадиләш:
$$ma_x = F_x + mg_x + F_{сүр\,x} + N_x$$
$$ma_y = F_y + mg_y + F_{сүр\,y} + N_y.$$
5. Векторлар проекциялирини бәлгүлирини инавәткә елип, модульлири арқилиқ ипадиләш:
$$ma = F - F_{сүр}$$
$$0 = -mg + N.$$
6. Һаҗәт болған әһвалда кинематикилиқ миқдарлар билән күчләрни һесаплаш формулилирини йезиш, мәсилән:
$$F_{сүр} = \mu N; \; a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}.$$
7. Тәңлимиләр системисини бәлгүсиз миқдарға, мәсилән, ахирқи илдамлиққа бағлинишлиқ йешиш.



13-сүрәт. *Төрт түрлүк күчниң тәсиридин җисим түз сизиқлиқ тәкшиликтә $\vec{a}$ иштикләш билән һәрикәтлиниду*

Жавави қандақ?

Ньютонниң III қануни бойичә атниң вә чаниниң өз ара һәрикәтлиниш күчлири бирдәк (14-сүрәт). Немишкә ат чанини сөрәп кетип бариду, немә үчүн әксичә әмәс?



14-сүрәт. *Ньютонниң III қануни бойичә өз ара тәсирлишиш күчлири*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Салмақсиз жип билән бағлинишқан бирдәк үч кубик, биринчи кубикқа чүширилгән $F = 12\ H$ күчниң тәсиридин, үстәл бети билән горизонтал һәрикәтлиниду. Иккинчи вә үчинчи кубикни бағлаштурип турған жипниң $F_к$ керилиш күчи немигә тәң *(сүрәткә қараңлар)*?

Берилгини:	Йешилиши:
$F = 12\ H$ $m_1 = m_2 = m_3 = m$	Массилири m бирдәк 3 кубиктин тәркип тапқан система үчүн Ньютонниң II қанунини язимиз:
$F_к - ?$	$3ma = F$ (1) Жипниң керилиш күчи тәсиридин һәрикәтлинидиған үчинчи жисим үчүн: $ma = F_к$ (2) Кубикларниң иштикләшлири бирдәк болса (созулмайдиған жип), (1) вә (2) тәңлимиләрдин монуни алимиз: $F_к = \frac{F}{3}$, $F_к = 4$ Н. **Жавави:** $F_к = 4$ Н.

Тәкшүрүш соаллири

1. Тәң тәсирлик күчни қандақ ениқлайду?
2. Ньютон қанунлирини ипадиләңлар.
3. Тәбиәттики қандақ күчләрниң келип чиқиш тарихи силәргә мәлум?

Көнүкмә 4

1. Полат вертикал мәшкә йепишип турған массиси 50 *г* магнитниң бирхил вертикал жуқури орун йөткиши үчүн қандақ күч сәрип қилиш керәк? Магнитниң бирхил (a = 0) вертикал төвән һәрикитигә 1,5 *Н* күч сәрип қилиниду. Һесапни алгоритм бойичә йешиңлар.
2. Қиличбелиқ һуҗум ясиған чағда, униң илдамлиғи 140 *км/с*-кичә йетиду *(15-сүрәт)*. У өзигә һечқандақ зәхим йәткүзмәстин, кеминиң җийигини тешип өтүши мүмкин. Униң бешида, «қиличиниң» түвидә, гидравликилиқ амортизатор – яғ толған кичигирәк қәвәтләр болиду. Улар зәрбә күчини азайтиду. Әгәр массиси 10 кг белиқ келинлиғи 20 *см* кемә җийигини 0,5 *сек* ичидә тешип өтсә, җийәкниң қаршилиқ күчи қандақ?

15-сүрәт. *Қиличбелиқ кемиләргә ховуп һасил қилиду*

Иҗадий тапшурма

Асасий тәриплимилирини вә өз ара тәсирлишишини көрситип, «Тәбиәттики күчләр» кластерини қураштуруңлар.

§ 5. Пүткүл аләмлик тартилиш қануни

Күтүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *пүткүл аләмлик тартилиш күчини чүшинисиләр вә космос аппаратлириниң һәрикәтлирини тәрипләйсиләр.*

I. Пүткүл аләмлик тартилиш қанунини материялик чекитләргә пайдилиниш

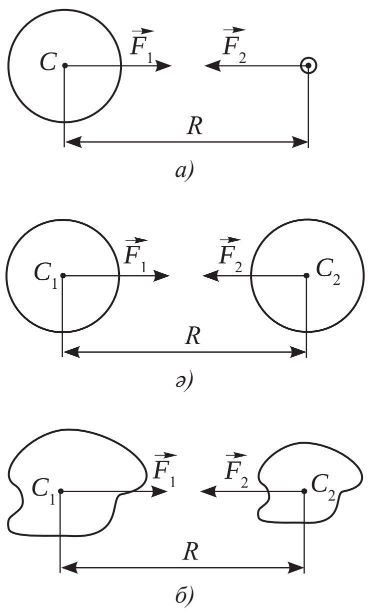
Пүткүл аләмлик тартилиш қанунини 1667-жили Исаак Ньютон ипадилиди.

Икки җисимниң тартилиш күчи мошу җисимларниң массилириниң көпәйтиндисигә тоғра пропорционал вә уларниң арилиқлириниң квадратиға экси пропорционал.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}, \qquad (1)$$

бу йәрдә $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \dfrac{Н \cdot м^2}{кг^2}$ – гравитациялик турақлиқ.

Массилири аз җисимларниң тартилиш күчлири интайин аз. Униң мәнаси һәҗимлири шар тәхлит асман җисимлири үчүн көпирәк болиду *(16-сүрәт)*. Гравитациялик өз ара тәсирлишиш күчлири җисимларниң еғирлиқ мәркәзлирини қошидиған түзниң бойи билән йөнәлгән, уларни *мәркәзлик* дәп атайду.



16-сүрәт. *Пүткүл аләмлик тартилиш күчи*

II. Сүнъий Йәр һәмралириниң (СЙҺ) орбитилири. Биринчи вә иккинчи космослуқ илдамлиқ

Ньютон планетиларниң вә уларниң сүнъий һәмралириниң һәрикити пүткүл аләмлик тартилиш қануниға, энергияниң сақлиниш қануниға вә динамикиниң асасий қанунлириға бекиниду дәп һесаплиған. Биринчи космослуқ илдамлиқниң мәнасини Ньютонниң иккинчи қануни бойичә ениқлайли:

$$ma_{м.т.} = F \qquad (4)$$

Пүткүл аләмлик тартилиш қанунини вә мәркәзгә тартқучи иштикләшни сүнъий йәр һәмрайиниң сизиқлиқ илдамлиғи билән бағлаштуридиған:

$$\frac{m\upsilon^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}, \qquad (5)$$

бу йәрдә M – Йәрниң массиси.

(5) нисбәттин сүнъий йәр һәмрайиниң илдамлиғини алимиз:

$$\upsilon_I = \sqrt{\frac{GM}{R}}. \qquad (6)$$

Сүнъий йәр һәмралири үчүн биринчи космослуқ илдамлиқ 7,9 *км/сек*. Йәр бетигә йеқин йәрдики илдамлиғи 7,9 *км/сек* җисим СЙҺ болуп һесаплиниду. Бизниң планетимизниң әгирлигигә бағлинишлиқ у Йәр бетигә ғулимайду.

Җавави қандақ?

Һәҗими йоған җисимлар арисидики тартилиш күчини ениқлиғанда, немә сәвәптин уларниң еғирлиқ мәркизиниң орунлишишини билиш һаҗәт?

Әстә сақлаңлар!

Сүнъий йәр һәмралириниң һәрикәт илдамлиғини һесаплиғанда әркин чүшиш иштиклишини мәркәзгә тартқучи иштикләш ретидә, учуш егизлиги билән Йәрниң радиусини сүнъий йәр һамрайи һәрикәтлинидиған чәмбәрниң радиуси ретидә қобул қилимиз.

Әстә сақлаңлар!

Әгәр сүнъий йәр һәмрайини континент арилиқ станциядин учарса, у чағда биринчи космослуқ илдамлиқ

$$v_{Ih} = \sqrt{\frac{GM}{R_Й + h}}$$

жилдамлиғидин аз болиду. Йәр радиусиға тәң егизликтә:

$$v_{Ih} = 5,6\,\frac{км}{сек}.$$

Жисим орбитисиниң радиуси көп болғансери униң орбитилиқ илдамлиғи аз болиду.

Әстә сақлаңлар!

Энергияниң сақлиниш қанунини қоллинип, сүнъий йәр һәмрайиниң Йәрниң тартилиш күчини йеңип, Күнниң сүнъий һәмрайиға айнилидиған илдамлиғини оңай һесаплашқа болиду. Бу илдамлиқни *иккинчи космослуқ илдамлиқ* дәп атайду. Йәрдики иккинчи космослуқ илдамлиқ: 11,2 *км/сек*.

III. СЙҺ орбитилириниң параметрлири

Орбитиларниң Йәр бетидин жирақлиғи тәхминән 100 км – 40 миң км арилиғида өзгирип туриду, Йәрниң радиуси болса тәхминән 6400 км. Сүнъий йәр һәмрайини Йәр әтрапидики төвәнки орбитиларға чиқириш ихтисадий җәһәттин тежәмлик, бирақ бирақ Йәрниң тартилиши вә атмосфериниң жуқарқи қәвәтлириниң сүркилишиниң тәсиридин мундақ аппаратларниң иш орунлаш мәзгили узуққа созулмайду.

Сүнъий йәр һәмралириниң иш орунлаш мәзгилини ашуруш үчүн, уларниң Йәрни айнилип һәрикәтлиниш илдамлиқлирини ашуруш керәк. 4-җәдвәлдә йәр әтрапидики вә геостационарлиқ сүнъий йәр һәмралириниң орбитилиқ илдамлиқлириниң мәналири берилгән.

4-җәдвәл. *Йәр әтрапидики вә геостанционар СЙ һәмрайиниң орбитилиқ илдамлиқлири вә периодлири*

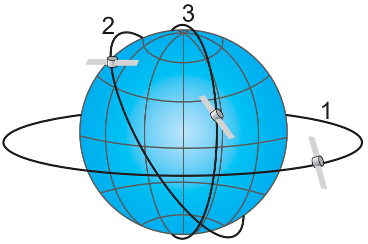
Орбита	Йәр бетидин егизлиги	Орбитилиқ илдамлиқ	Орбитилиқ период
Йәрниң бети, селиштуруш үчүн	0 км	7,89 *км/сек*	-
Төвәнки тирәк орбита	200–2000 км	Айлинимлиқ 6,9–7,8 *км/сек* Эллипслиқ 6,5–8,2 *км/сек*	89–128 мин
Геостационарлиқ	35786 км	3,1 *км/сек*	23 с 56 мин

Бу қизиқ!

1957-жилниң 4-октябрида бизниң планетимиздики дәсләпки сүнъий йәр һәмрайи пәйда болди (17-сүрәт). Кеңәш Итипақи «Спутник-1» сүнъий һәмрайини Йәр әтрапидики орбитиға учарди, у планетини 24500 *км/сек* илдамлиқ билән айнилип, 92 тәвлүк учти, андин кейин Йәр атмосферисиға кирип йенип кетиду.

17-сүрәт. *Дәсләпки СЙҺ*

СЙҺ орбитисини Йәрни айнилиш тәкшилигиниң *бурулуш булуңи* билән тәрипләйду *(18-сүрәт)*. Әгәр СЙҺ орбитиси полярлиқ (3) болса, у чағда полюсларда экватор тәкшилигигә 90° булуң ясап айлиниду. Мундақ сүнъий йәр һәмралири планетиниң барлиқ бетини тәкшүрәләйду, уларни геодезиялик тәкшүрүшләр үчүнму қоллиниду. Әгәр сүнъий йәр һәмрайиниң орбитиси экваторлуқ (1) вә Йәр бетидин учуш егизлиги 35786 км болса, у чағда Йәрниң айнилиш йөнилишигә қарап учуп кетип барған СЙҺ геостационар орбитида болиду вә Йәр экваториниң бир чекитиниң үстидә Йәр билән биргә айлиниду. Мундақ СЙҺ йәр һәмралиқ бағлинишни орнитиш үчүн қоллинилиду. Экватор тәкшилигигә бурулуши 90° (2). Төвән орбитиларни навигациялик СЙҺ үчүн пайдилиниду.



18-сүрәт. *Сүнъий йәр һәмралири орбитилириниң түрлири*

IV. Сүнъий йәр һәмралириниң түрлири

Сүнъий йәр һәмралири илмий тәтқиқатлар үчүн вә һәр түрлүк хәлиқ егилигидики мәсилиләрни йешиш үчүн қоллинилиду. Сүнъий йәр һәмралириниң мундақ түрлири бар: метеорологиялик, астрономиялик, тәтқиқатчилиқ, геофизикилиқ, телебағлинишлиқ, навигациялик.

Метеорологиялик СЙҺ – һава райи әһвалини молҗалаш үчүн қоллинилиду. Улар дайим Йәрдики станцияләргә булум, Йәрниң музлуқ вә қарлиқ йепинчиси түридики сүрәтләр һәм атмосфериниң түрлүк қәвәтлиридики, Йәр бетидики температура һәққидә мәлуматларни, һаваниң химиялик тәркиви, атмосферилиқ бесим һәққидә әхбаратларни әвәтип туриду. Дәсләпки метеорологиялик йәр һәмрайи *TIROS* 1960-жили 1-апрельда учирилди *(19-сүрәт)*. Заманавий метеорологиялик СЙҺ көрүнидиғанла әмәс, һәтта инфрақизил спектрда байқилидиған һадисиләрниму тиркәп туридиған радиометрлар билән җабдуқланған.

19-сүрәт. *Йәрниң дәсләпки метеорологиялик сүнъий һәмрайи TIROS*

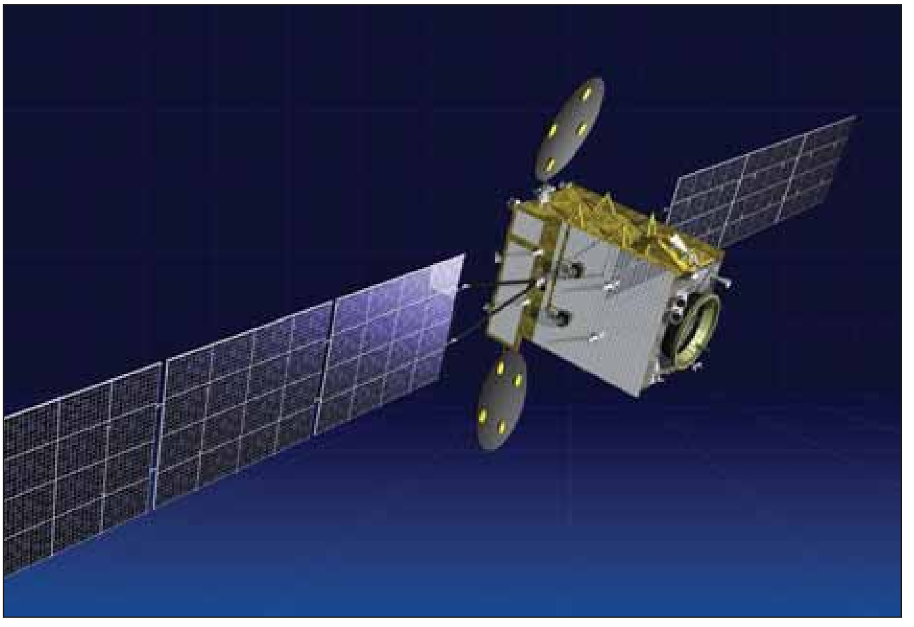
Астрономиялик СЙҺ – планетиларниң, галактика билән башқиму космос объектлирини тәтқиқат қилишқа беғишланған сүнъий йәр һәмралири. Мундақ аппаратларға электромагнитлиқ долқунларниң һәр түрлүк диапазонида тәсир қилидиған орбитилик телескоплар мисал болиду. Орбитиға бир қатар әлләрниң телескоплири чиқирилди, мәсилән, италиялик «*AGILE*», америкилиқ «*Fermi Gammaray Space Telescope*», шундақла инфрақизил долқунларниң диапазонида иш орунлайдиған японийлик «*AKARI*» телескопи. АҚШ чиқарған «*Hubble Space Telescope*» телескопи инфрақизил шолилиништин башлап, ультрагүлнәпширәң шолилинишқичә болған диапазондики космос объектлирини тәтқиқат қилиду *(20-сүрәт)*.

20-сүрәт. *«Hubble» телескопи*

Геофизикилиқ СЙҺ – Йәрни жирақлиқтин назарәтләшни (ЙЖН) әмәлгә ашуридиған йәр һәмралири. Чүшириш аппарати қобул қилидиған долқун узунлуғиниң диапазони ультра-гүлнәпширәңдин башлап, радиодолқунғичә болған ариликни елип ятиду. Сүнъий йәр һәмралири флора вә фаунаниң әһвалини, һава вә деңиз еқимини байқаш үчүн, пайдилиқ қезилмиларни ахтуруш үчүн қоллинилиду. Мундақ аппаратларниң үлгисигә «*AQUA*», «*AURA*», «*Landsat*» *(21-сүрәт)* сериясидики сүнъий йәр һәмралири ятиду. Бу типтики дәсләпки аппарат «*Landsat* 1» 1972-жили 23-июльда учирилди. Бу сүнъий йәр һәмрайи бизниң сәйяримизниң (планетимизниң) бәтлик қәвитини назарәтләш һәм тәтқиқат һәққидә мәхсус тапшурма билән учирилған дәсләпки сүнъий һәмрайи болди.

21-сүрәт. *Йәрни жирақлиқтин назарәтләшни әмәлгә ашуридиған “Landsat-8” сүнъий йәр һәмрайи*

Телебағлинишлиқ СЙҺ – континентлар арисида телефон бағлинишини уюштурушқа, телевизор каналлирини планетиниң барлиқ аймақлириға тарқитишқа, Интернет-мәлуматларни Йәрниң һәрқандақ чекитигә әвитишкә беғишланған *(22-сүрәт)*. Мундақ сүнъий һәмралар билән тәжрибә ясашни АҚШ 1960-жили, Кеңәш Иттипақи 1965-жили апрель ейида, Қазақстан 2006-жили башлиди.



22-сүрәт. *Қазақстанлиқ телебағлинишлиқ СЙҺ KazSat-3*

23-сүрәт. *GPS навигациялик системиси*

Навигациялик СЙҺ – *GPS* системиси арқилиқ *(23-сүрәт)* планетидики объектларни чапсан вә дәл ениқлашқа беғишланған сүнъий йәр һәмрайи. Объектниң әһвали вә дәл вақити һәққидә бирнәччә йәр һәмралириниң әвәткән мәлуматлириниң арқисида, Йәрдики объектниң орнини онлиған метрғичә болған дәллик билән һесаплашқа болиду. Һазирқи вақитта навигацияниң аләмлик системиси *GPS* вә ГЛОНАСС болуп һесаплиниду.

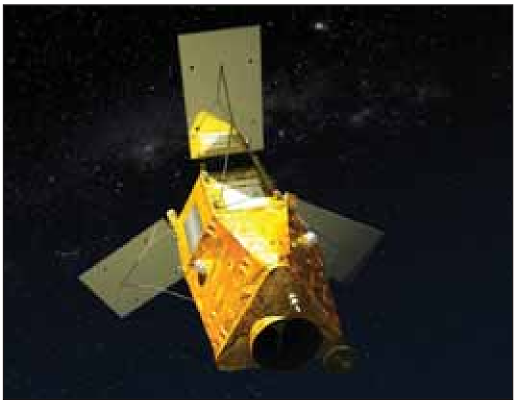
Илмий-тәтқиқат СЙҺ – биологиялик, медицинилиқ яки инженерлиқ в.б. һәрхил илмий тәтқиқатларни жүргүзүш үчүн қоллинилиду.

V. Қазақстанлиқ СЙҺ

Қазақстанниң дәсләпки сүнъий йәр һәмрайи *М.*Хруничев намидики Россия мәмликәтлик космослуқ илмий ишләпчиқириш мәркизидә քураштурулуп, 2006-жили

июнь ейида Байқоңур космодромидин учирилди. «*KazSat*-1» сүнъий йәр һәмрайи – йеник телебағлинишлиқ геостационарлиқ сүнъий һәмра. Униңға ҚЖ интернет-бағлиниш вә телехәвәр системиси көчирилди. Башқуруш системисида адәттин сирт әһвал орун елишиға бағлинишлиқ, «*KazSat*-1» сүнъий һәмрайи 2008-жилниң 8-июнь күни молжаланмиған (ориентирланмиған) учуш тәртивигә көчти. 2009-жили 6–13-август арилиғида «*KazSat*-1» апәтлик космос аппаратини йәрләш орбитисиға бураш иш-чарилири өткүзүлди, сәвәви космос аппарати башқа сүнъий йәр һәмралириниң учушиға ховуп пәйда қилишқа башлиған еди. 2011-жили «Протон» ракета-тошиғучиси билән «*KazSat*-2» вә 2014-жили «*KazSat*-3» СЙҺ орбитиға чиқирилди. СЙҺ телевизор хәвәрлирини тарқитишни тәминләшкә вә ҚЖ аймиғиға, Мәркизий Азия вә Россияниң мәркизий бөләклиригә йәр һәмралиқ бағлиниш системисида мәлуматлар әвәтишкә, шундақла қазақстанлиқ йәр һәмралиқ бағлиниш операторлириниң һаҗәтликлирини қанаәтләндүрүшкә беғишланған. Новәттики «*KazSat*-4» сүнъий йәр һәмрайини Нур-Султандики топлаш-синаш комплексида қураштуруш планланмақта.

Қазақстанлиқ Йәрни жирақлиқтин синаш космослуиқ системисиниң дәсләпки сүнъий йәр һәмрайи – *KazEOSat*-1 *(24--сүрәт)*. У 2014-жили 30-апрельда Франциялик Гвианидики Куру космодромидин *Ariane* ракета-тошиғучиси билән учирилди. КС ЙЖС оттура рухсити *KazEOSat* 2014-жили 20-июльда Россияниң «Ясный» космодромидин учирилди.



24-сүрәт. *ҚЖ Геофизикилиқ СЙҺ KazEOSat-1*

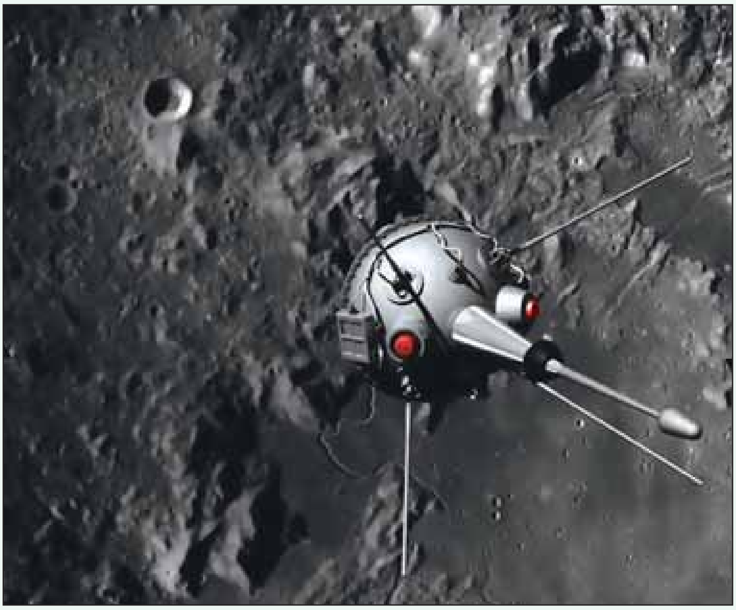
Тәкшүрүш соаллири

1. Пүткүл аләмлик тартилиш қанунини ипадиләңлар.
2. Тартилиш күчи җисимниң қандақ чекитигә чүширилиду?
3. Асман җисимлириниң гравитациялик мәйданлири улардин жирақлиғансери қандақ өзгириду?
4. Сүнъий йәр һәмралири дегинимиз немә?
5. Сүнъий йәр һәмралириниң қандақ түрлирини билисиләр?

Көнүкмә 5

1. 1961-жили 12-апрель күни аләмдә дәсләпки учқуч-космонавт Ю.А. Гагарин башқурған «Восток» каинат кемиси Йәр бетидин әң чоң жирақлиққа (327 км) көтирилди. Униңға орбитида тәсир қилған еғирлиқ күчи Йәрдә тәсир қилған еғирлиқ күчидин нәччә пайизға аз? Космонавт немишкә салмақсизлиқ һалитидә болған?

2. Сүнъий йәр һәмрайи Йәр бетидин 600 км егизликтә дүгләк орбита бойи билән һәрикәтлиниши үчүн қандақ илдамлиққа егә болуши керәк? Униң айнилиш периоди қандақ?
3. Йәр бетидин 21600 км егизликтә һәрикәтлинип келиватқан сүнъий йәр һәмрайи илдамлиғиниң Йәр бетидин 600 км егизликтә һәрикәтлинип келиватқан сүъий Йәр һәмрайиниң илдамлиғидин нәччә һәссә айримчилиғи бар? Йәрниң радиусини 6400 км дәп елиш керәк.
4. Байқоңур космодромидин 1959-жилниң 12-сентябрь күни «Восток-Л» ракетиси учирилди. У Йәрниң тәбиий һәмрайи – Айниң учуш траекториясигә «Луна-2» автоматлаштурулған планета арилиқ станциясини елип чиқти, станция келәси күни Айға қонди. Бу – Айға орунлаштурулған аләмдики әң биринчи станция *(25-сүрәт)*. Станциягә тәсир қилидиған Йәрниң тартилиш күчи $R_й$, $2R_й$, $3R_й$ жирақлиқларда нәччә һәссигә кемийду?



25-сүрәт. *Автоматлиқ планета арилиқ станцияси «Луна-2»*

Иҗадий тапшурма

1. Күн вә күн системисидики сәйяриләрниң арисидики тартилиш күчини ениқлаңлар. Елинған нәтиҗиләргә тәһлил ясаңлар. Һаҗәтлик мәлуматларни ениқлимилиқ қошумчә әдәбиятлардин елиңлар.
2. Келәси мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз ихтияриңлар бойичә)
   - «Дәсләпки сүнъий Йәр һәмрайиниң учирилиши»;
   - «Каинат әхлитидин қутулуш йоллири»;
   - «Немә сәвәптин сүнъий Йәр һәмралириниң тоқунуши еһтимал?»;
   - «Йәрләш орбитиси»

§ 6. Гравитациялик мәйдандики җисимниң һәрикити

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *упуққа булуң ясап вә вертикал ташланған җисимниң һәрикити пәйтидики физикилиқ миқдарларниң өзгиришини тәрипләшни билисиләр.*

I. Иштикләш, гравитациялик мәйданда вертикал һәрикәтләнгән җисимниң пәйтлик вә оттура илдамлиғи

Җисим йәрниң тартилиш күчиниң тәсиридин әркин чүшүш иштиклиши билән һәрикәтлиниду. Мундақ әһвалда һәрикәтни *әркин чүшүш* дәп атайду. Иштикләш – илдамлиқ өзгиришиниң чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар екәнлиги мәлум.

$$g_y = \frac{v_y - v_{oy}}{\Delta t}. \qquad (1)$$

Һәрикәт илдамлиғиниң дәсләпки мәнаси мәлум болғанда, җисим һәрикитиниң пәйтлик илдамлиғини ениқлашқа болиду. *Пәйтлик илдамлиқ* – җисимниң һәрқандақ вақит мәзгилидики илдамлиғи.

$$v_y = v_{oy} + g_y t. \qquad (2)$$

Илдамлиқниң вақитқа бағлинишлиғи – сизиқлиқ. Демәк, оттура илдамлиқни айрим аймақтики дәсләпки вә ахирқи илдамлиқлириниң арифметикилик оттурисиниң миқдари ретидә ениқлашқа болиду:

$$v_{om} = \frac{v_0 + v}{2}. \qquad (3)$$

Есиңларға чүшириңлар!

Әгәр җисимниң иштиклиши униң илдамлиғи билән бир йөнилиштә болса, у чағда тәң иштиклимә болиду.

Әгәр җисимниң иштикилиши униң илдамлиғиға қариму-қарши йөнәлсә, у чағда һәрикәт тәң кемигүчи болиду.

II. Һәрикәтләрниң мустәқиллиги

Физиклар һәрикәтләрниң һәрбир түрини тәтқиқат қилиш мабайинида җисим бир мәзгилдә бирнәччә һәрикәткә қатнишалайдиғанлиғини вә бу һәрикәтләр бир-биригә тәсирини тәккүзмәйдиғанлиғи ениқлиди. Мәсилән, упуққа булуң ясап ташланған җисим һәрикити һава қаршилиғини инавәткә алмай, икки түз сизиқлиқ һәрикәтниң: җисимниң вертикал әркин чүшүш вә горизонтал йөнилиштики бирхил һәрикитиниң бағлиниши ретидә караштурлиду.

Һәрбир һәрикәт түри мувапиқ бир-биридин өзгичә қанунлар билән вә кинематикилик миқдарларни һесаплаш тәңлимилири арқилиқ тәриплиниду. Бу һәрикәтләргә умумий нәрсә – һәрикәт вақти.

Җавави қандақ?

1. *Вертикал жуқури ташланған снаряд қандақ һәрикәтлиниду?*
2. *Униң һәрикити вертикал төвән чүшкәндә қандақ өзгириду?*

Әстә сақлаңлар!

Баллистика – Йәр атмосферисиға ташланған җисимниң һәрикитини тәтқиқ қилидиған илим.

III. Упуққа булуң ясап ташланған җисимниң һәрикәт траекторияси вә баллистика

Нәрсини қанчә көп жирақлиққа ташлаш бурундин қараштурулуп келиду. Қол билән ташланған яки рогаткидин етилған таш, оқядин етилған садақ, милтиқтин етилған оқ, артиллериялик снаряд, баллистикилиқ ракета – мошу саһа утуқлири болуп санилиду.

Криминалистлар баллистикилиқ экспертиза жүргүзүш арқилиқ стрелкиниң орнини вә униңдин елиған оқниң траекториясини дәл ениқлайду. Упуққа булуң ясап ташланған җисим *парабола* дәп атилидиған әгир сизиқ бойи билән һәрикәтлиниду. Уни һәрикәтниң мустәқиллиги принципини (һаваниң қаршилиғини һесаплимай) қоллинип, һечбир қийинчилиқсиз селишқа болиду. Җисимниң дәсләпки илдамлиғи горизонтал болидиған әң аддий әһвални қараштурайли.

Қандақту бир t вақит өткәндин кейин җисим горизонтал бойичә $s_1 = \upsilon_0 t$ вә төвән $h_1 = \frac{gt^2}{2}$ бөләккә орун алмаштуриду *(26-сүрәт)*. $2t$ вақит өткәндин кейин горизонтал бөләк $s_2 = 2\upsilon_0 t$, вертикаль бөлүк $h_2 = 4\frac{gt^2}{2}$ тәң болиду. $3t$ вақит өткәндин кейин орун вә орун йөткәш $s_3 = 3\upsilon_0 t$ вә $h_3 = 9\frac{gt^2}{2}$ болиду. Елинған чекитләрни бириктүрүп, җисим һәрикитиниң траекториясини алимиз.

Упуққа булуң ясап ташланған җисим һәрикитиниң траекториясини мошуниңға охшаш алимиз. Униң үчүн алдин-ала илдамлиқни вертикал вә горизонтал түзгүчиләргә бөлүмиз. Горизонтал сизиққа җисимниң

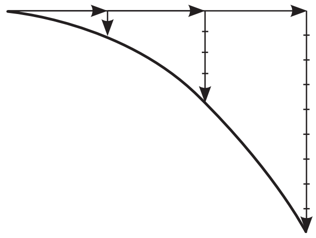
$s_1 = \upsilon_{гор} t,\ s_2 = \upsilon_{гор} 2t,\ s_3 = \upsilon_{гор} t$ орун йөткишини қалдурайли.

Вертикал бөләк бойичә

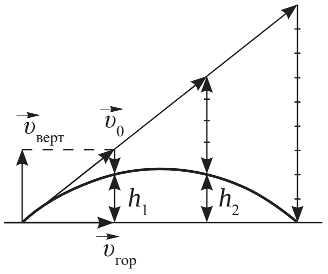
$$h_1 = \upsilon_{верт} t - \frac{gt^2}{2},\ h_2 = \upsilon_{верт} 2t - \frac{g4t}{2},\ h_3 = \upsilon_{верт} 3t - \frac{g9t^2}{2}.$$

Елинған чекитләрни қошидиған болсақ, парабола чиқиду *(27-сүрәт)*.

> **Бу қизиқ!**
>
> **Атқучи машинилар** – оттура әсирләрдә пайдиланған һәрбий техника түри. Салмиғи 22 килограмм болған снарядниң адәттики учуш жирақлиғи тәхминән 460 метрни тәшкил қилған.
>
> **Континент арилиқ баллистикилиқ ракета** – учуш жирақлиғи 5500 км болған һәрбий баллистикилиқ ракета.



26-сүрәт. *Горизонтал ташланған җисим һәрикитиниң траекторияси*



27-сурет. *Упуққа булуң ясап ташланған җисим һәрикитиниң траекторияси – парабола*

IV. Максимал учуш жирақлиғини тәминләйдиған ташлаш булуңини ениқлашниң йәнә бир усули

Җисимниң максимал көтирилиш вақти – $t = \frac{\upsilon_{верт}}{g}$, барлиқ учуш вақти 2 һәссә көп: $t_n = 2t = \frac{2\upsilon_{верт}}{g}$. Учуш жирақлиғини ениқлайли:

$$l = \upsilon_{гор} t = \frac{2\upsilon_{гор}\upsilon_{верт}}{g}.$$

Учуш жирақлиғи дәсләпки илдамлиқ түзгүчилириниң көпәйтиндисигә пропорционал. Илдамлиқларниң $\upsilon_{гор}$ $\upsilon_{верт}$ көпәйтиндиси диагонали дәсләпки илдамлиқ болуп санилидиған тик төртбулуңлуқ мәйданиға тәң *(27-сүрәт)*. Демәк, тик төртбулуңлуқ мәйдани қанчә көп болса, шунчилик җисим жираққа учиду.

Буниңдин $\upsilon_{гор} = \upsilon_{верт}$, болғанда, дәсләпки илдамлиқ вектори упуқ сизиғи билән 45° булуң түзидиғанлиғи келип чиқиду. Аталған шәрт орунланғанда учуш жирақлиғи максимал болиду.

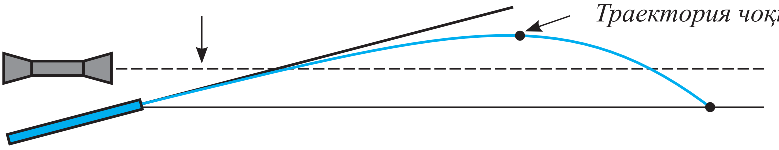
Муһим әхбарат

Геометрия курсидин биз билимиз, әгәр диагональларниң мәнаси бәлгүлүк болса, тик төртбулуңлуқниң мәйдани тәрәплиригә тәң болған әһвалда максимал болиду.

V. Модельлар усули вә һәққиқий аләм

Модельлар усули қоршиған муһитни тонушниң илмий усули болуп санилиду. Бу услуниң алаһидилиги – тәкшүрүлидиған объект һәққидә йениклаштүрүлгән көзқараш қелиплаштуруш, бу болса өз новитидә модельлар асасида түзүлгән нәзәрийәләр вә тәтқиқатлар нәтиҗисигә тәхминән тәриплимә бериду. Шуниң үчүн әмәлиятта нәзәрийәниң қоллинилиш чекини көрситиш керәк.

Биз модельлар усулини қоллинип, упуққа булуң ясап ташланған җисимниң учуш жирақлиғи максимал болидиған булуңни ениқлидуқ. Биз әтрап муһит қаршилиғи болмайдиған әһвалниң үлгисини ясап чиқтуқ. Елинған нәтиҗиләр Йәргә әмәс, Айға ташланған җисим һәрикитиниң траекториясигә йеқин болиду. Һава қаршилиғи учуш узақлиғини-жирақлиғини хелә азайтип, һәрикәт траекториясини өзгәртиду (*28-сүрәт*).



28-сүрәт. *Һаваниң қаршилиқ күчиниң тәсиридин парабола траекториясиниң оң тәрипи өзгәргән*

Җавави қандақ?

1. *Биринчи дуния йүзилик уруш вақтида (1918-жили) немислар Парижға дайим һава һуҗумини жүргүзди, бирақ көп кечикмәй қарши тәрәп дәккә беришкә башлиди. Немис штаби йеңи артиллериялик тактикини таллап алған. Етиш булуңи 520 болғанда Парижни 110 км жирақлиқта бомбилашқа болидиғанлиғи ениқлиниду. Әгәр етиш қуралини 450° булуң ясап атса, снарядниң учуш жирақлиғи 1 км-дин ашмиған . Қандақ ойлайсиләр, буниң сәвәви немидә?*
2. *Самолетларни ракетилар билән җабдуқлаш пәйтидә мундақ мәсилә пәйда болди: Самолеттин ташланған ракета самолетниң учуш йөнилишигә қариму-қарши йөнилиштә һәрикәтлиниши керәк. Бирақ ракетилар кәйнигә бурулуп, өзини ташлиған учақниң изиға чүшидиған болған. Мошу һадисиниң сәвәвини чүшәндүрүңлар.*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Жисим вертикал жуқури 16 *м/сек* илдамлиқ билән ташланди. Қандақ егизликтә жисимниң һәрикәт илдамлиғи 4 һәссә азийиду?

Берилгини:
$\upsilon = \upsilon_0 / 4 = 4$ *м/сек*
$g = 10$ *м/сек*^{2}

$h - ?$

Йешилиши:
Һәрикәт тәңлимисини язайли:

$$\upsilon = \upsilon_0 - gt, \qquad (1)$$

$$h = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}, \qquad (2)$$

(1) тәңлимидин вақитни тапсақ: $t = \frac{\upsilon_0 - \upsilon}{g} = \frac{16-4}{10} = 1,2\,сек$.

(2) формулиға қоюп монуни алимиз:

$$h = 16 \cdot 1,2 - \frac{10 \cdot 1,2^2}{2} = 12\,м.$$

Жавави: $h = 12$ *м.*

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ миқдарни иштикләш дәп атайду?
2. Қандақ илдамлиқни пәйтлик дәп атайду?
3. Һәрикәтниң мустәқиллигиниң мәнаси немидә?
4. Упуққа булуң ясап ташланған жисим қандақ һәрикәтлиниду?
5. Қандақ шәрт вақтида учуш жирақлиғи максимал болиду?
6. Модельлар усули физикида немә үчүн һаҗәт?

Көнүкмә 6

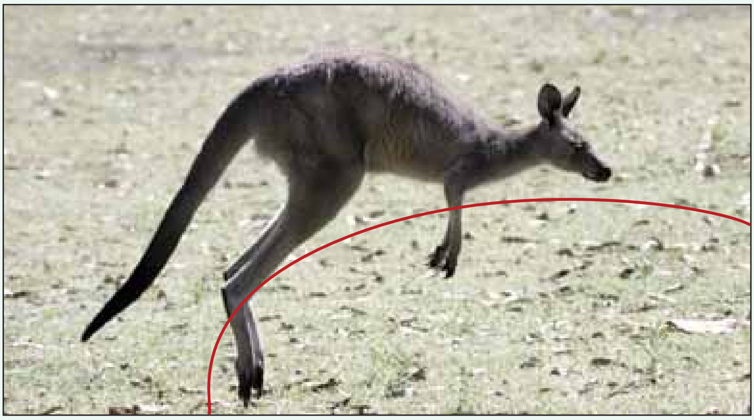
1. Оқядин 60 *м/сек* илдамлиқ билән упуққа 20° булуң ($sin20° \approx 0,34$; $cos20° \approx 0,94$) ясап етилған садақниң дәсләпки илдамлиғиниң түзгүчилирини ениқлаңлар (*29-сүрәт*).

29-сүрәт. *Оқя етиштин җумһурийәтлик биринчиликкә тәйярлиқ мәшиқлири, Жамбул вилайити*

2. Австралиядә дорикниум дәп атилидиған кичиккинә чатқал өсүмлүк өсиду. Өсүмлүкниң йемишлири пишип-йетилгәндә йемишләрдин уруқлар етилип чиқиду. Өсүмлүк өз уруғуни тарқитиш үчүн жирағирақ «етишқа» тиришиду. Әгәр бу өсүмлүкниң егизлиги 70 см, уруқ байқалған жирақлиқ 2 *м* болса, өсүмлүк өз уруқлирини упуққа қарап қандақ илдамлиқ билән атиду (*30-сүрәт*)?

30-сүрәт. *Уруқларниң путақтин учуш траекторияси – парабола*

3. Кенгуруниң кәйнидики аяқлири йоған һәм күчлүк. Шуниң үчүн кенгурулар сәкрәп орун йөткәйду вә қуйруқлири арқилиқ тәңпуңлуқни сақлайду. Алимлар тиркигән кенгуруларниң әң узақ сәкрәш жирақлиғи – 13 *м* 63 см. Максимал сәкрәш егизлиги – 3 *м* 20 см. Кенгуру 13 *м* 63 *см* максимал сәкрәш егизлигигә йетиш үчүн йәрдин қандақ илдамлиқ билән сәкриши һаҗәт? Кенгуру упуққа 30° булуң ясап сәкрәйду дәп елиңлар (*31-сүрәт*).



31-сүрәт. *Кенгуруниң сәкриши – упуққа булуң ясап ташланған җисимниң мисали*

Экспериментлиқ тапшурма

Упуққа булуң ясап ташланған җисим траекториясиниң бузуп көрситилиш дәриҗисини җисим һәрикитиниң илдамлиғи вә ташлаш булуңи арқилиқ ениқлаш үчүн тәтқиқат жүргүзүңлар. Җисимниң орниға су еқимини елишқа болиду.

Иҗадий тапшурма

Төвәндики мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Заманавий баллистикиниң утуқлири.
2. Баллиста, униң тәркиви вә қоллинилиши.
3. Оттура әсирләрдики атқучи машинилар.

2-бапниң йәкүни

Ньютонниң I қануни	Ньютонниң II қануни	Ньютонниң III қануни
$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = 0$ $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n = 0,$ $a = 0,\ \upsilon = const$	Илгирилимә һәрикәт үчүн $\vec{F} = m\vec{a},$ $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Пүткүл аләмлик тартилиш қануни	
Бир-биридин жирақлитилған жисимлар үчүн $F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$	Башқа жисимниң бетидә орунлашқан жисим үчүн $F = mg$

Гравитациялик мәйданниң күчиниши	
Асман жисиминиң бетидин h егизликтики бошлуқниң чекити үчүн $g = \frac{GM_Д}{(R_A + h)^2}$	Асман жисиминиң бетидә $g = \frac{GM_Д}{R_A^2}$

Динамика қанунлири

Ньютонниң I қануни

Жисимға күч тәсир қилмиса яки жисимға чүширилгән күч тәсири тәңләштүрүлгән болса, жисим бирхил түз сизиқлиқ һәрикәтлинидиған инерциялик санақ системилири болиду.

Ньютонниң II қануни

Жисимниң алидиған иштиклиши униңға чүширилгән тәң тәсирлик күчкә тоғра пропорционал вә униң массисиға әкси пропорционал.

Ньютонниң III қануни

Жисимлар модули бойичә тәң, йөнилишлири қариму-қарши күчләр билән өз ара тәсирлишиду.

Улар бир сизиқниң бойи билән һәртүрлүк жисимға тәсир қилидиған тәбиити бирдәк күчләр болуп һесаплиниду.

Глоссарий

Динамика (грек. dynamic – күч) – жисимға тәсир қилидиған күчләрниң тәсиридин болидиған һәрикәтни қараштуридиған механикиниң бөлүми.

Пәйтлик илдамлиқ – жисимниң һәрқандақ вақит мәзгилидики илдамлиғи.

Иштикләш – илдамлиқниң өзгириш чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар.

МЕХАНИКА

1

3-БАП

СТАТИКА ВӘ ГИДРОСТАТИКА

Статика (грек. στατός – тәңпуңлуқ һәққидә илим) – материялик җисимларниң күч тәсиридин болидиған тәңпуңлуқ һалитини оқуп-үгитидиған механика бөлүми.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:

- абсолют қаттиқ җисимларниң массилар мәркизини ениқлашни вә һәртүрлүк тәңпуңлуқ түрлирини чүшәндүрүшни;
- Паскаль қанунини вә униң қоллинилишини тәрипләшни;
- Гидростатикилиқ бесим терминини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

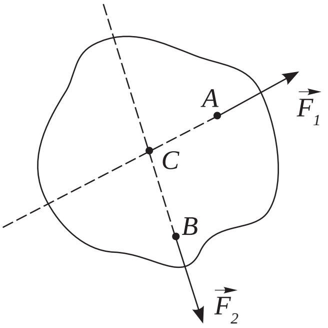
§ 7. Массилар мәркизи. Тәңпуңлуқ түрлири

Кутүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *абсолют қаттиқ жисимларниң массилар мәркизини тепишни вә һәр түрлүк тәңпуңлуқ түрлирини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Өз тәҗрибәңлар

Дурус әмәс шәкиллик жисимниң массилар мәркизини тепиңлар (32-*сүрәт*).



32-сүрәт. *Жисимниң массилар мәркизини ениқлаш*

1-тапшурма

Жисимниң массилар мәркизи координатилирини ениқлайдиған әмәлий тапшурмиларни йешишниң алгоритмини түзүңлар.

I. Җисимниң массилар мәркизи

Силәр 7-синипта физика курсидин м*ассилар мәркизи* вә *еғирлиқ мәркизи* дегән чүшәнчиләр билән тонуштуңлар.

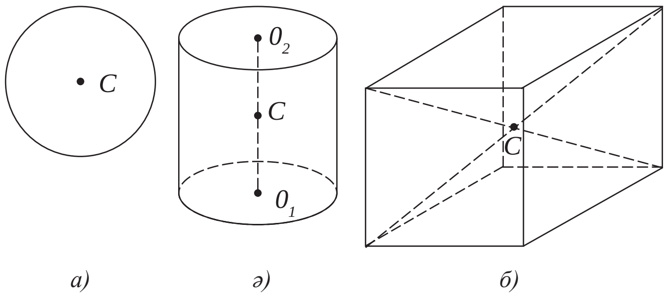
Еғирлиқ мәркизи – һәрқандақ әһвалда жисимға тәсир қилидиған еғирлиқ күчиниң чүшүш чекити.

Массилар мәркизи – жисимниң илгирилимә һәрикәткә чүширидиған күч сизиқлириниң қийлишиш чекити.

Йәр бетидики барлиқ өз ара тәсирлишишләрдә еғирлиқ мәркизи массилар мәркизигә мувапиқ келиду, сәвәви барлиқ җисимларниң һәҗими Йәргә нисбәтән хелә кичик болиду.

Дурус шәкиллик жисимниң массилар мәркизи униң симметриялик мәркизигә мувапиқ келиду. Шар, дүгләк, диск үчүн бу уларниң геометриялик мәркизи *(33, а-сүрәт)*, цилиндр вә труба үчүн оқ оттуриси болуп һесаплиниду *(33, ә-сүрәт)*. Квадрат, тик булуңлуқ параллелепипед үчүн бу диагональлириниң қийлишиш чекити болиду *(33, б-сүрәт)*.

Жисимларниң бир нәччә күч тәсиридин болған илгирлимә һәрикитини қараштурғанда, биз уларни жисимниң барлиқ массиси топланған материялик чекит билән авуштурдуқ, у массилар мәркизи болуп һесаплиниду.



33-сүрәт. *Дурус шәкиллик фигурилирниң массилар мәркизи уларниң геометриялик мәркизидә орунлашқан*

II. Абсолют қаттиқ жисимниң айланма һәрикитиниң шәртлири

Бизни қоршиған жисимлар илгирилимә вә айланма һәрикәт ясайду. Жисимға чүширилгән күч тәсири яки барлиқ күчләрниң тәң тәсирлик массилар мәркизи арқилиқ өтсә, жисим һәрикити илгирилимә болидиғанлиғи мәлум. Күчниң тәсиридин һәрикәт сизиғи массилар мәркизи арқилиқ өтмәйдиған жисим айланма һәрикәт ясайду.

Имарәтләр вә көрүкләргә, һәр түрлүк курулушларға түрлүк тәбиий вә техникилиқ күчләр тәсир қилиду, бирақ улар тиничлиқ һалитини сақлиши лазим. Тиничлиқтики жисимни тәңпуңлуқ һаләттики жисим дәп атайду. *Статикида абсолют қаттиқ жисимниң тәңпуңлуқ һалити тәтқиқ қилиниду.*

Өз тәжрибәңлар

Жисимға күч сизиғи массилар мәркизи арқилиқ өтмәйдиған күч чүшириңлар. Һәрикәт түрини тәрипләңлар.

III. Абсолют қаттиқ жисимниң тәңпуңлуқ шәрти

Келәси икки шәртни пайдиланғанда жисим тәңпуңлуқ һаләттә болиду:

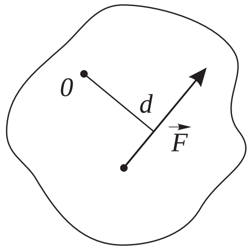
1. Жисимға чүширилгән сиртқи күчләрниң қошундиси нөлгә тәң болғанда:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n = 0. \quad (1)$$

2. Барлиқ сиртқи күчләрниң моментиниң қошундиси һәрқандақ айлиниш оқиға нисбәтән нөлгә тәң болғанда:

$$M_1 + M_2 .... + M_{м.т.} = 0, \quad (2)$$

$$M = Fd$$



34-сүрәт. *Мүрә һәрикәт қилидиған күч сизиғи билән тик булуң түзиду*

бу йәрдә M – күч моменти, d – күч мүриси (*34-сүрәт*).

Әгәр күч жисимни саат тилиниң йөнилишигә қарши айландурса, у чағда күч моменти иҗабий, әгәр саат тилиниң йөнилиши бойичә айландурса иҗабий болиду.

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин тәсир қилиш сизиғи жисимниң массилар мәркизи арқилиқ өтмәйдиған күч тәсиридин жисим айланма һәрикәт ясайду?*
2. *Немишкә узун стерженьни бир учидин тутқанға қариғанда горизонтал қоюп, оттуридин тутқан оңай?*

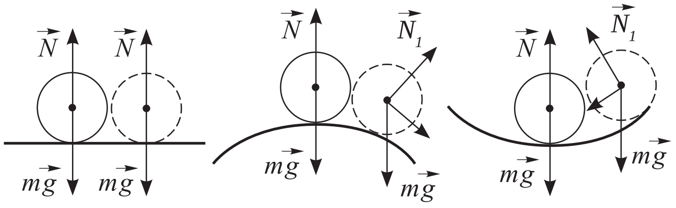
IV. Тәңпуңлуқ түрлири

Тәңпуңлуқ – жисимниң яки жисимлар системисиниң чүширилгән күч тәсиридин тиничлиқ һалитини сақлиши.

Тәңпуңлуқниң үч түри болиду – *турақлиқ, турақсиз вә әһмийәтсиз* (*35-сүрәт*).

2-тапшурма

35-сүрәттә көрситилгән тәңпуңлуқ түрлирини атаңлар.



а) ә) б)

35-сүрәт. *Тәңпуңлуқ түрлири*

Әгәр җисим тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилған дәсләпки һалитигә қайтип кәлсә, у чағда тәңпуңлуқ турақлиқ дәп атилиду.

Җисим турақлиқ тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилғанда җисимни тәңпуңлуқ һалитигә қайтуридиған күчләр пәйда болиду. Турақлиқ тәңпуңлуқ һалитидә җисимниң еғирлиқ мәркизи барлиқ мүмкин болған әһвалларниң әң төвәнкисидә болиду. Турақлиқ тәңпуңлуқ һалитидә җисим әң төвәнки потенциаллиқ энергиягә егә болиду. Мәсилән, тәврәнмә кресло турақлиқ тәңпуңлуққа егә.

Әгәр җисим тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилғандин кейин техиму тәңпуңлуқ һаләттин чәтнәп кәтсә, у чағда мундақ тәңпуңлуқ турақсиз дәп атилиду.

Турақсиз тәңпуңлуқ һалитидики җисим орнидин сәл чәтнәп кәтсә, җисимға тәсир қилидиған күчләрниң тәң тәсирлик күчи униң чәтнишини арттуриду. Турақсиз тәңпуңлуқ һалитидә еғирлиқ мәркизиниң егизлиги әң чоң болиду, демәк, җисимниң потенциаллиқ энергияси максимум мәнаға егә болиду. Турақсиз тәңпуңлуқ һаләткә арқандин (канаттин) җүрүп өткүчи мисал болиду (*36-сүрәт*).

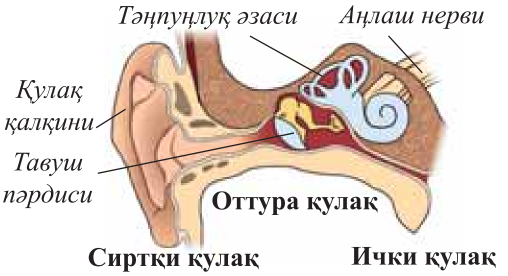
Әгәр тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилған җисим өзиниң һалитини өзгәртмисә, тәңпуңлуқ әһмийәтсиз дәп атилиду.

Әһмийәтсиз тәңпуңлуқ пәйтидә җисимниң потенциаллиқ энергияси өзгәрмәйду, сәвәви еғирлиқ мәркизиниң дәсләпки дәрижиси қалиду. Әһмийәтсиз тәңпуңлуқ горизонтал тәкшиликтә дүгләп кетип барған чаққа, шар тәхлит җисимларға мувапиқ.

36-сүрәт. *Канаттин җүрүп өткүчи турақсиз тәңпуңлуқ һалитидә*

Бу қизиқ!

Адәмләр вә җаниварларниң қулиғи пәқәт аңлаш хизмитинила атқурмайду, шундақла қулақниң ички бөлигидә тәнниң тәңпуңлуғиға җавап беридиған әза бар (37-сүрәт).



37-сүрәт. *Аңлаш әзасиниң түзүлүши*

3-тапшурма

Турақлиқ, турақсиз вә әһмийәтсиз тәңпуңлуқта болидиған җисимларға мисал кәлтүрүңлар.

Бу қизиқ!

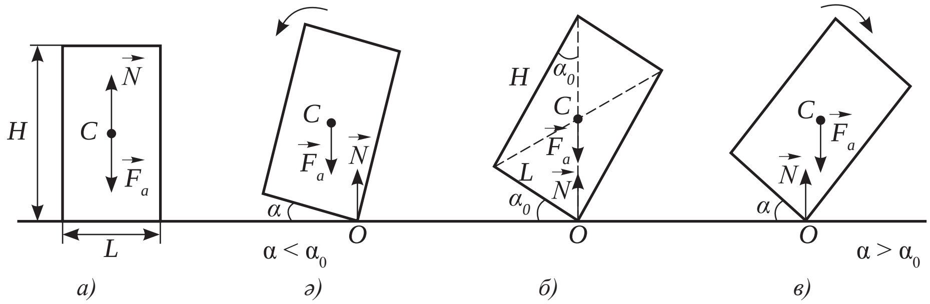
Майкл Грэб тастан әҗайип конструкциялик һәйкәлтарашлиқни өзләштүргән америкилиқ рәссам *(38-сүрәт)*. У һечқандақ бәкитидиған материалларни пайдиланмай таштин әҗайип нәрсиләр ясиған.

38-сүрәт.
Һәйкәлтараштики ташлар турақсиз тәңпуңлуқ һаләттә орунлашқан

V. Тирәктики җисимниң тәңпуңлуқ пухтилиғи. Ағдурулуш

Бизни қоршиған җисимлар, йәни имарәтләр, җиһазлар вә күндилик һаяттики нәрсиләр, машинилар, гүләңгүчләр, һәтта адәмләрму мәлум бир тирәккә тайиниду. Қандақ әһвалда имарәтләрниң мәһкәмлиги артидиғанлиғини ениқлайли. Брусок тәңпуңлуғиниң пухтилиғини караштурайли (*39-сүрәт*). Брусокни мәлум бир чәклик булуңғичә бурушқа болиду, униңдин нери у ағдурулуп чүшиду. Чәклик бурулуш булуңини геометриялик түрдә ениқлайду: $tg\alpha_0 = \dfrac{L}{H}$ (*39, б-сүрәт*). Тәҗрибә йүзидә тирәккә тирәлгән җисимни униң еғирлиқ мәркизи арқилиқ өткән вертикал тирәк мәйдани билән кийилишқанғичә бурушқа болидиғанлиғиға көз йәткүзүшкә болиду *(39, ә-сүрәт)*. Бу әһвалда җисим саат тилиниң йөнилишигә каримуқарши йөнилиштә айлиниду, дәсләпки һалитигә қайтип келиду. Вертикал тирәк мәйданидин сирт аймаққа өткәндә җисим ағдурулуду *(39, в-сүрәт)*. Демәк, тирәк мәйдани қанчилик көп вә җисим пака болғансери, у шунчә турақлиқ болиду.

Брусокниң массилар мәркизи турақлиқ тәңпуңлуқ пәйтидә әң кичик егизликтә болиду, H/2-тәң *(39, а-сүрәт)*. Турақлиқ тәңпуңлуқта массилар мәркизиниң егизлиги максимум мәнасиғичә көтирилиду *(39, б-сүрәт)*.



39-сүрәт. *Тирәккә тирәлгән җисимниң ағдурулуш шәртлири*

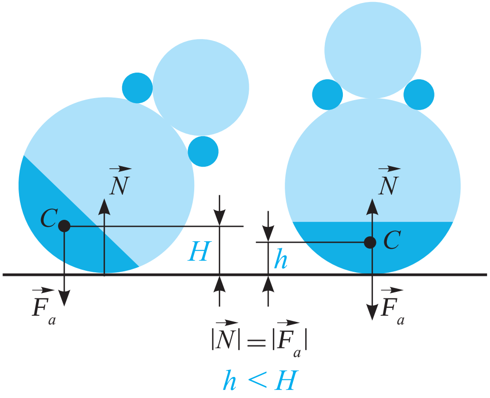
Әгәр жисимниң еғирлиқ мәркизи арқилиқ өтидиған вертикаль түз шу жисимниң тирәк мәйданидин сирт аймаққа чиқмиса, у чағда тирәк мәйдани бар жисим тәңпуңлуқ һаләттә болиду.

Жавави қандақ?

1. *Немишкә интайин чоң имарәтләрниң жуқурқи бөлиги учлуқ болуп келиду (40-сүрәт)?*

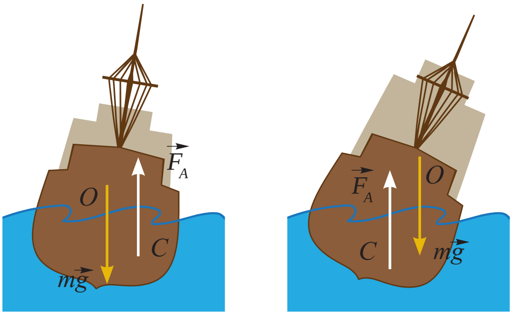
40-сүрәт. *Дубайдики 163 қәвәтлик чоң имарәт, егизлиги 828 м.*

2. *«Ятмас» оюнчуқниң һәрикәтлиниш принципини чүшәндүрүңлар (41-сүрәт).*



41-сүрәт. *«Ятмас» оюнчуқ турақлиқ тәңпуңлуқ һаләткә егә*

3. *Немә сәвәптин жүкни кеминиң үстигә (палуба) әмәс, бәлки кеминиң жүк қоюлидиған астиңқи қәвитигә (трюм) бесиш керәк (42-сүрәт)?*



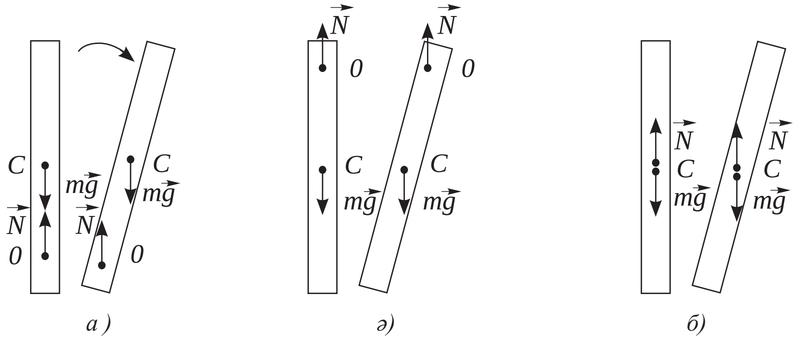
42-сүрәт. *Кеминиң турақлиқ вә турақсиз тәңпуңлуқ һаләтлири*

VI. Илмәктики җисимниң тәңпуңлуғи

Әгәр җисимниң *C* еғирлиқ мәркизи арқилиқ өтидиған вертикал түз сизиқ 0 айлиниш оқи арқилиқ өтидиған болса, айлиниш оқи бар җисим тәңпуңлуқ һаләттә болиду (*43, а-сүрәт*). *C* еғирлиқ мәркизи айлиниш оқидин жуқури болса, бу тәңпуңлуқниң турақсиз һалити болуп санилиду.

Әгәр еғирлиқ мәркизи айлиниш оқидин төвән болса, у чағда тәңпуңлуқ турақлиқ болиду (*43, ә-сүрәт*). Һәрқандақ чәтнәштә җисим тәңпуңлуқ һалитигә қайтип келиду.

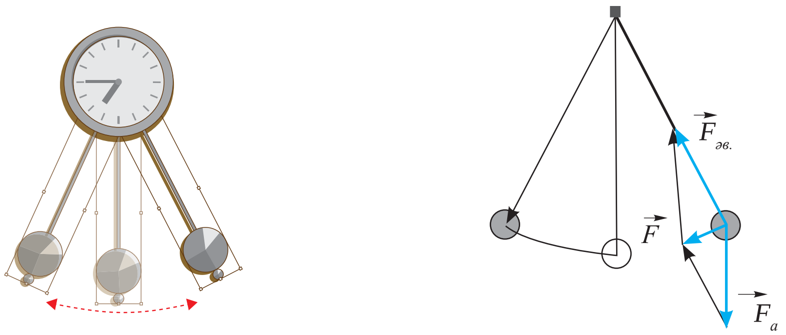
Әгәр еғирлиқ мәркизи айлиниш оқиға мувапиқ кәлсә (*43, б-сүрәт*), у чағда тәңпуңлуқ һалити әһмийәтсиз болиду.



43-сүрәт. *Айлиниш оқидики җисим тәңпуңлуғи*

Әһмийәтсиз тәңпуңлуқ деңиз җаниварлири иштбелиқларға, китларға, моржларға тән.

Турақлиқ тәңпуңлуққа механикилиқ саатниң маятниги ятиду (*44-сүрәт*). Маятникниң тәңпуңлуқ һалитидин чәтниши үчүн күч сәрип қилиш һаҗәт.



44-сүрәт. *Саат маятниги турақлиқ тәңпуңлуқ һаләткә чүшмәктә*

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ шәртләрдә җисим айланма һәрикәткә чүшиду?
2. Статика немини тәтқиқ қилиду?
3. Қандақ әһвалда җисим тәңпуңлуқ һаләттә болиду?
4. Тәңпуңлуқниң қандақ түрлири болиду?

5. Қандақ əһвалда җисим турақлиқ, турақсиз вə əһмийəтсиз тəңпуңлук һалəттə болиду?
6. Қандақ əһвалда тирəктики җисим ағдурулиду?

Көнүкмə 7

1. Узунлуғи 12 *м* лим яғачни униң келин бөлигидин 3 *м* жирақликта турған тирəктə горизонтал тəңпуңлук һалəткə чүширишкə болиду. Əгəр тирəк лим яғачниң келин бөлигидин 6м жирақликта орунлишип, инчикə бөлигигə массиси 60 кг ишчи олтарса, уни тəңпуңлук һалəткə чүширишкə болиду. Лим яғачниң массисини ениқлаңлар.
2. Массиси 10 кг, узунлуғи 40 *см* стерженьниң учлириға массиси 40 кг вə 10 кг жүклəр илинған. Стержень тəңпуңлук һалəттə болуш үчүн, уни қайси йəридин тирəп қоюш керəк?
3. Цилиндрлиқ стерженьниң бир бөлиги полаттин, қалған бөлиги алюминийдин тəркип тапиду. Əгəр стерженьниң узунлуғи 30 *см* болса, еғирлиқ мəркизи қандақ?

Иҗадий тапшурма

1. Қолда бар материалдин пеқирғуч оюнчуқ ясаңлар.
2. Келəси мавзулар бойичə əхбарат тəйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичə бир мавзуни таллап елиңлар):
   - «Цирк трюклириниң тəңпуңлук түрлири».
   - «Һəртүрлүк спорт түрлиридики тəңпуңлуқниң роли».

§ 8. Қатнаш қачилар. Паскаль қанунининң қоллинилиши

Кутүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

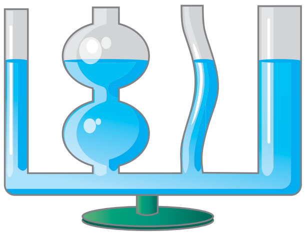
- *Паскаль қанунини вә униң қоллинилишини тәрипләшни билисиләр.*

I. Қатнаш қачилар

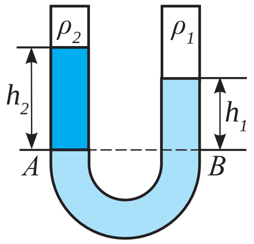
Силәр 7-синиптин шәкиллири вә һәҗимлири һәр түрлүк өз ара уланған қачилар қатнаш қачилар дәп атилидиғанлиғини билисиләр. Улар мәлум бир хусусийәткә егә. Әгәр қатнаш қачиларға бирхил суюқлуқни қуйса, у чағда қачидики суюқлуқниң бош бети бир сәвийәдә болиду.

Суюқлуқтики бесим қийма майданиға, қача формисиға бағлинишлиқ әмәс. Суюқлуқниң бош бети һәҗими вә формиси һәртүрлүк қачиларда бир сәвийәдә болиду (47-сүрәт).

Әгәр қачиға жуқмайдиған бир хил әмәс суюқлук қуюлса, у чағда уларниң әркин бети һәртүрлүк сәвийәдә болиду *(48-сүрәт)*.



47-сүрәт. *Қатнаш қачилардики бирхил суюқлуқ сәвийәси қача шәклигә бағлиқ әмәс*



48-сүрәт. *Бирхил әмәс суюқлақлар үчүн келәси шәрт орунлиниду:* $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$

Җавави қандақ?

1. *Мөлдүр ПХВ трубкиниң (45-сүрәт), суниң вә акварель бояқниң ярдими арқилиқ туташ пәрдини қандақ горизонталь илишқа болиду?*

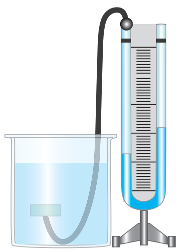
45-сүрәт. *Мөлдүр ПХВ трубкиси*

2. *«Уровень» қурали немә үчүн һаҗәт? Уни қандақ пайдилиниду (46-сүрәт)?*

46-сүрәт. *«Уровень» әсвави*

1-тапшурма

Су манометри көрсәткүчи бойичә қачидики бесимни ениқлаңлар (49-сүрәт), сизғучниң бөләк қиммити 1мм.



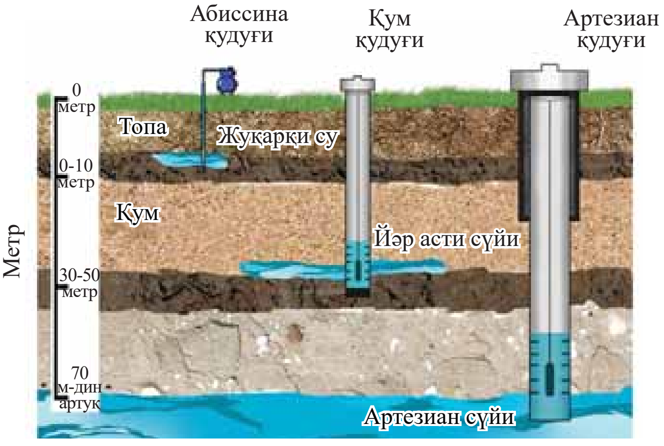
49-сүрәт. *Суюқлуқниң бесимини манометр арқилиқ өлчәш*

2-тапшурма

51 вә 52-сүрәтләрни қараңлар. Фонтанларниң түзүлүшидики охшашлиқларни атаңлар. Улар қандақ принцип бойичә ишләйду?

Җавави қандақ?

1. *p = ρgh формулисини пайдилинип, қандақ миқдарни һесаплидиңлар?*
2. *Әгәр атмосферилиқ бесим 101 300 Па болса, у чағда қача ичидики бесим немигә тәң болиду?*
3. *Атмосферилиқ бесим 780 мм.сим.түврүги болғанда, қачиниң бесимини һесаплаңлар.*
4. *Суюқлуқ манометриниң ярдими билән атмосферилиқ бесимдин аз бесимни өлчәшкә боламду?*



53-сүрәт. *Қудуқларниң чоңқурлуғи*

Җавави қандақ?

Немишкә артезиан қудуқлирини ойман йәргә салиду (50-сүрәт)?

3-тапшурма

57 вә 58-сүрәтләрни селиштуруңлар. Сүрәттики су трубилириниң алаһидиликлири билән охшашлиқлирини ениқлаңлар.

50-сүрәт. *Артезиан қудуғи*

51-сүрәт. *Версаль фонтанлири*

52-сүрәт. *Петергоф фонтанлири*

Бу қизиқ!

Артезиан сулири – «әң тәмлик» тузсиз су, шундақла организмға пайдилиқ минералларға, микроэлементларға вә башқиму биологиялик маддиларға бай (51-сүрәт).

Җавави қандақ?

Немә сәвәптин артезиан сүйи әң таза су?

Бу қизиқ!

Хәлиқни су билән тәминләш үчүн римлиқлар бирнәччә километрға созулған ***тағдин су йәткүзидиған акведук – су трубилирини салған (54, 55-сүрәт)***. Улар су трубилириниң бойи билән төвән қарап бирдәк янту ясиди. Җиралар арисиға ландшафтни безәлләп, толуқтурип туридиған пухта арка орнатти.

54-сүрәт. *ПондюГар–қедимий римлиқ акведук (су берилидиған канал). Ремулан әтрапидики Гарфран цуз департаментидики Гардон дәрияси арқилиқ өтиду. Узунлуғи 275метр, егизлиги 47метр. ЮНЕСКОниң пүткүл аләмлик ядикарлиғи*

55-сүрәт. *Акведук, жуқуридин чүширилгән көрүнүш. Каталония, Испания. ЮНЕСКОниң пүткүл аләмлик ядикарлиғи*

Бу қизиқ!

Қазақстанда дәсләпки су трубиси 1911-жили Шәмәй шәһиридә селинди. Су трубисиниң қурулушини Д.В.Елисеев башқурди. Лайиһә Москва шәһириниң «Нептун» ширкити билән бирлишип ясалди. Су қобул қилғучи Иртыш дәриясиниң тармиғида орнитилди, насос станцияси Шәмәй дәриясиниң қирғиғиға селинди, су һайдиғучи мунарә болса шәһәрниң әң егиз йери Дальняя вә Новосельская кочилириниң арилиғиға орнитилди (Жамақаев кочисиға) (*56*-сүрәт).

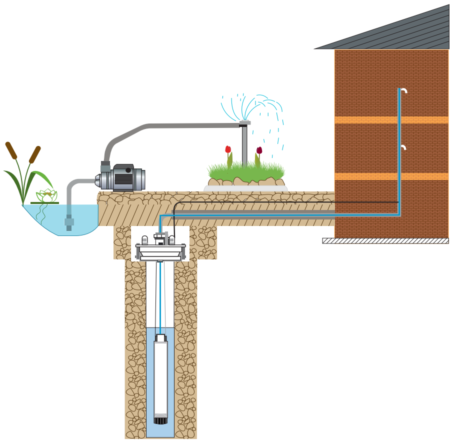
56-сүрәт. *Су һайдиғучи мунарә, Шәмәй шәһири*

Әстә сақлаңлар!

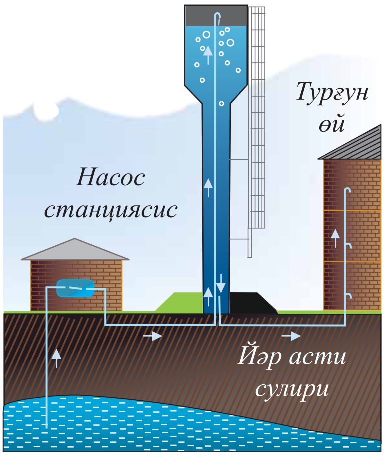
Рим трубилириниң бири Аква Марцианниң узунлуғи 100 км, бу униң икки четиниң арилиғидин икки һәссә артуқ. Римлиқлар қатнаш қачилар қанунини билмигән. Аддий физика қанунини билмәслик ақиветидин улар 50 км артуқ таш турғузди.

Җавави қандақ?

Немишкә су һайдиғучи мунариләр тарихий объект болуп санилиду?



57-сүрәт. *Бәтлик вә чөкирилгән насослири бар трубилар*



58-сүрәт. *Су һайдиғучи мунаридики су трубилири*

4-тапшурма

Паскаль қануни асасида қатнаш қачиларниң хусусийитини чүшәндүрүңлар..

II. Паскаль қануниниң қоллинилиши

Паскаль қануни кәң қоллинишқа егә. Паскаль қануниға асасланған үскүниләр вә имарәтләргә мисал кәлтүрәйли, гидравликилиқ пресс, гидравликилиқ домкрат, пневматикилиқ машинилар вә үскүниләр (бурға болқа вә искинә). Тосмилардики кемиләрни-шлюзларни көтиришкә вә чүширишкә беғишланған су қурулушлири. Өлчигүчи әсвап – суюқлуқ манометри.

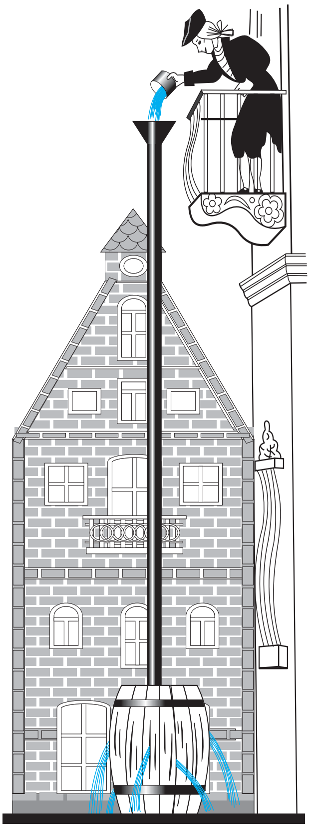
Пүвдигүч резинка мәһсулатлири – поңзәкләр, батутлар, велосипед камерилири, пүвдәлмә шарлар. Су билән тәминләш системилири – фонтанлар, артезиан қудуқлири, су һайдиғучи мунарилар, су аткучилар, пүркигүчиләр, гидрозәмбирәкләр.

Есиңларға чүшириңлар!

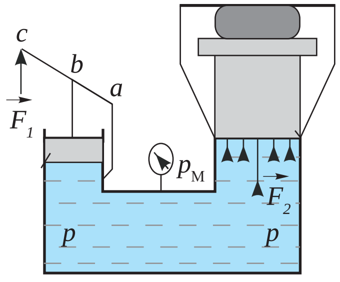
Суюқлуқ бесиминиң униң столбисиниң егизлиги вә зичлиғиға бағлинишлиқ екәнлигини 1648-жили Б.Паскаль тәжрибә нәтиҗисидә испатлиған. У диаметри 1 *см* вә егизлиги 5 *м* трубка ичидә сүйи бар йепиқ емән туңға салди. 2-қәвәт балконидин Паскаль мошу трубиға бир чинә су қуйди. Туң ичидики бесимниң көтирилгәнлиги шунчилик, һәтта су туң ичидики төшүкләрдин еқишқа башлиған (*59-сүрәт*).

5-тапшурма

ПХВ трубрини, сизғуч вә скотчни пайдилинип, манометр қураштуруңлар. Уни капсула билән бириктүрүп, ичидә сүйи бар қачиниң бесимини һесапләңлар.



59-сүрәт. *Б. Паскаль тәҗрибиси*

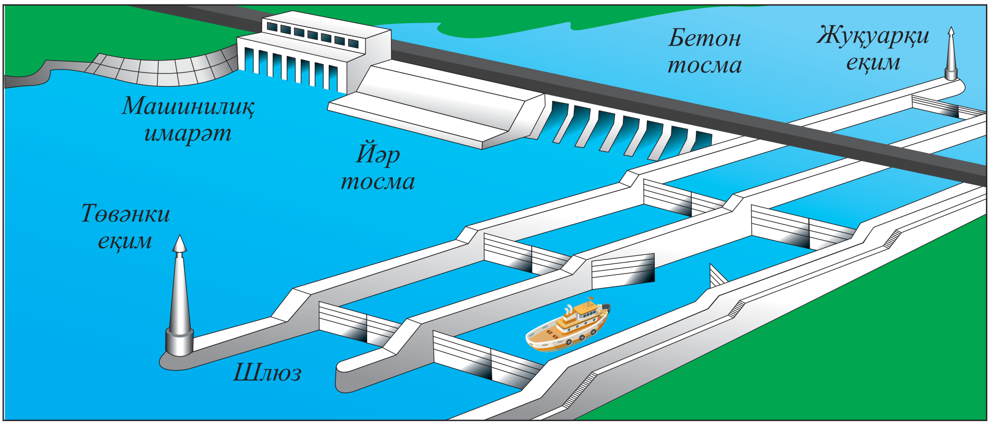


60-сүрәт. *Гидравликилиқ пресс*

61-сүрәт. *ШҚВ Иртыш дәриясидики Шульбинск ГЭСниң бир камерилиқ шлюзи*

6-тапшурма

60–62-сүрәтләрни караштуруңлар. Гидравликилиқ пресс вә шлюзниң һәрикәтлиниш принципини чүшәндүрүңлар.



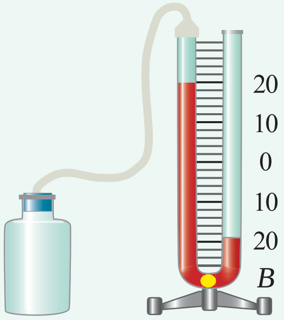
62-сүрәт. *Шлюзниң принциплиқ схемиси*

Тәкшүрүш соаллири

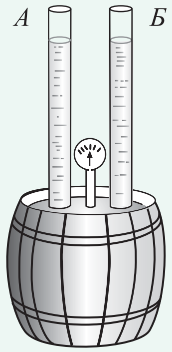
1. Қандақ қачиларни қатнаш қачилар дәп атайду?
2. Қатнаш қачилар қандақ хусусийәткә егә?
3. Паскаль қанунининң асаси немидә?
4. Паскаль қанунининң иш йүзидә қоллинилишиға мисаллар кәлтүрүңлар.

Көнүкмә 8

1. Манометр көрсәткүчии бойичә қачидики газ бесимини ениқлаңлар (63-сүрәт). Атмосферилиқ бесимни 100 кПа дәп елиңлар.
2. Паскальниң атақлиқ тәжрибисидә сүйи бар туңдики бесим трубкидики су салмиғидин пәйда болиду. Жисимға тәсир қилидиған күчни ашурсақ, у чағда бесим ашиду. Демәк, бир трубкиниң орниға иккини алсақ (64-сүрәт), у чағда туң қәвитидики су бесими икки һәссә ешиши керәк. Суюқлуққа тәсир қилидиған бесимни өлчәйдиған манометр бир трубкини иккисигә алмаштурғанда көрсәткүчисини өзгәртмәйду. Ой-пикирниң хаталиғи немидә?
3. Поршеньларниң мәйдани 5 $см^2$ вә 0,5 $м^2$ болидиған гидравликилиқ пресниң күч тәрипидин максимал утушини ениқлаңлар.



63-сүрәт. *8-көнүкминиң 1-һесавиға*



64-сүрәт. *8-көнүкминиң 2-һесавиға*

Экспериментлиқ тапшурма

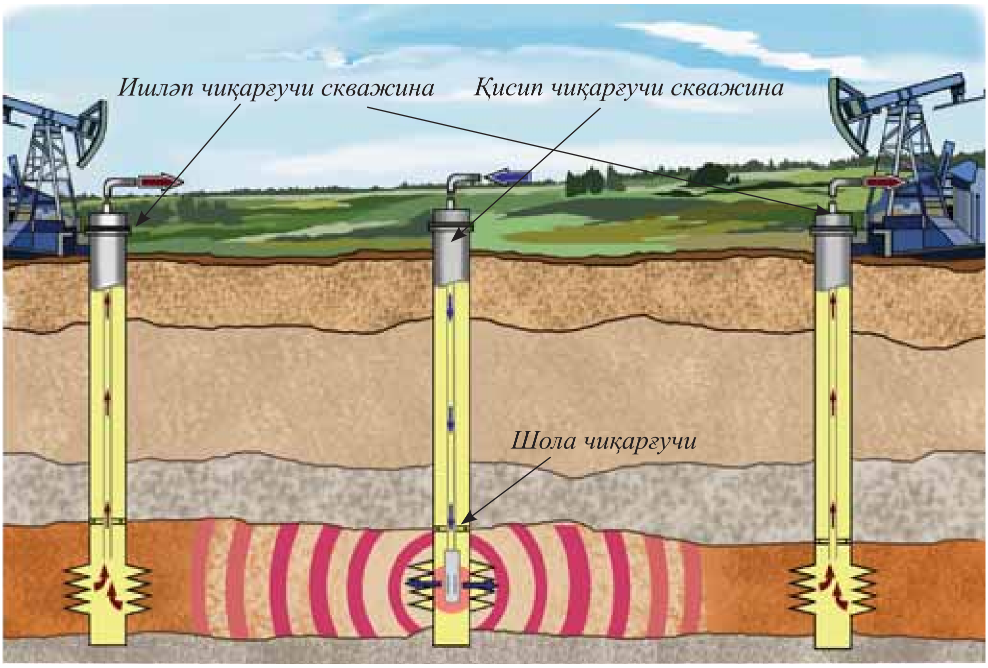
1. Алдин-ала ушшақ төшүкләр ясалған полиэтиленлиқ қапқа су қуюп, бесимниң барлиқ йөнилиштә бирдәк тарилидиғанлиғиға көз йәткүзүңлар (*65-сүрәт*).

65-сүрәт. *1-экспериментлиқ тапшурма үчүн*

2. Қолуңларға қапни кийип, қолуңларни сүйи бар қачиға селиңлар. Су қолиңларни һәр тәрәптин түгәл қаплап алидиғанлиғиға нәзәр селиңлар.
3. Сүйи бар йепиқ қачиға трубкини селиңлар. Трубкидин су төкүлүши үчүн немә қилиш керәк (66-сүрәт)?

Ясалған тәҗрибә асасида скважина бойи билән нефтьниң көтирилиш технологиясини чүшәндүрүңлар (*67-сүрәт*).

66-сүрәт. *3-экспериментлиқ тапшурма үчүн*



67-сүрәт. *3-экспериментлиқ тапшурма үчүн*

Иҗадий тапшурма (өз хаһишиңлар бойичә таллап елиңлар)

1. «Паскаль қанунининң техникида қоллинилиши» мавзусида презентация тәйярлаңлар.
2. Фонтан моделини қураштуруңлар.

§ 9. Торричелли тәжрибиси. Атмосферилиқ бесим

Кутүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *гидростатикилиқ бесим аталғусини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Әл Хайсам – әрәб аммибап-алими, математик, физик вә астроном (*XI* әсир).

I. Атмосфера вә униң хусусийәтлири һәққидә алимларниң пикри. Торричелли тәжрибиси

Аристотель һаваниң салмиғи бар вә у төрт материаллиқ элементниң бири дәп санийди. У шалаң бошлуқниң шориғучи тәсири бар екәнлигини билди вә «тәбиәттә бош орун болмайду» дегән хуласигә кәлди.

Әл-Хайсам һаваниң салмиғи бар екәнлигигә вә һаваниң зичлиғи егизлигәнсери кемийдиғанлиғиға ишәнчә билдүргән. Гугум вақтиниң узақлиғини назарәтләп туруп, әл-Хайсам атмосфера егизлиги тәхминән 40 километр дәп молҗалиди.

Италиялик устамаһирларниң қудуқ селиш мабайинида насос ишини байқап туруп, Галилей су түврүгиниң чәклик егизлиги 18 җәйнәк (тәхминән 10 м) екәнлигини ениқлиди. У атмосферилиқ бесимни ениқ дәллик билән баһалиди.

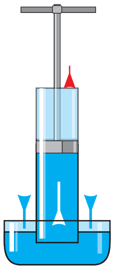
Һава насосини ойлап тапқандин кейин О. Герике һаваси бар қача билән һаваси шоруп чиқирилған качини өлчиди. У «һава, шүбһисиз, бир нәрсидур» дәп атап өтти. Атақлиқ магдебурглиқ йерим шарлар

Җавави қандақ?

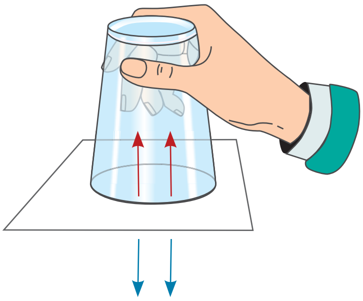
1. *Атмосферилиқ бесимни қандақ өлчәйду?*
2. *Адәттики атмосферилиқ бесим немигә тәң?*
3. *Адәм қандақ нәпәс алиду?*
4. *Йәрниң һава қәвитиниң массиси немигә тәң?*

Өз тәжрибәңлар

1. Суниң поршень билән бирлә көтирилишини назарәт қилиңлар (68-сүрәт). Суниң поршень билән биргә көтирилишигә немә тәсир қилиду?
2. Стаканға толғичә су қуюп, бетини қәғәз билән йепиңлар. Қәғәзни қол билән тутуп, стаканни дүм қилиңлар (69-сүрәт). Қәғәздин қолуңларни елиңлар. Немә үчүн қәғәз стакандики суни тутуп турғанлиғини чүшәндүрүңлар.



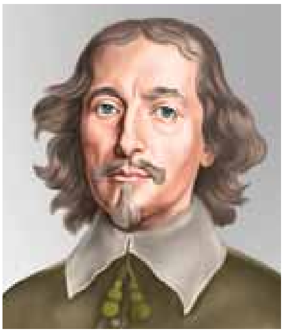
68-сүрәт. *1-тәжрибә үчүн*



69-сүрәт. *2-тәжрибә үчүн*

арқилиқ ясалған тәҗрибиләр нәтиҗисидә у атмосферилиқ бесимниң болидиғанлиғиға көз йәткүзди (*70-сүрәт*).

70-сүрәт. *1654-ж. О. Герикениң магдебурглиқ йерим шарлар арқилиқ жүргүзгән тәҗрибиси*



Отто фон Герике – немис физиги, инженер вә философи. (*XVII* әсир).

Сәккиз атларниң җүпи ичидики һаваси шорилған йерим шарларни бир-биридин аран дегәндә ажратқан. Шар ажриғанда милтиқ етилғандәк аваз аңланған. Йерим шар бошлуғиға һава әвәтилгәндә, уларни ажритиш оңайға чүшкән.

1646-жили Паскальниң су барометри билән ясиған тәҗрибиси атмосферилиқ бесимда су 10,13 *м* егизликкә көтирилидиғанлиғини испатлиди. Шундақ қилип, у Торричелли хуласилирини тәстиқлиди.

Эванджели́ст Торриче́лли – италиялик математик вә физик, Галилейниң шагирти. *XVII* әсир

Торричелли симап түврүгиниң (столбисиниң) бесими билән селиштуруп, атмосфера бесимини һесаплап чиқти. Тәҗрибә күтүлгән нәтиҗини бәрди, симап берилгән егизликтә тохтап, үстидин «торричелли бошлуғи» пәйда болди (*73-сүрәт*).

Җавави қандақ?

1. *Немә үчүн су пипеткидин еқип кәтмәйду (71-сүрәт)?*
2. *Автонаваниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар (72-сүрәт).*

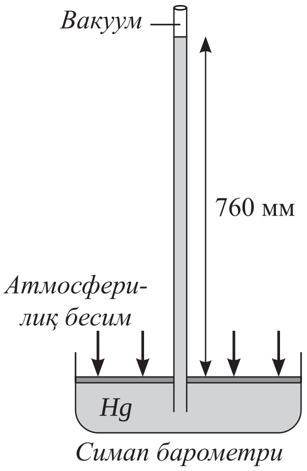
71-сүрәт. *1-соал үчүн*

72-сүрәт. *Тохуларға беғишланған автонава*

Алим симап түврүгиниң егизлигиниң өзгирип туридиғанлиғини байқиди: у күн очуқ қурғақ һава райида көтирилиду, шамаллиқ вә нәмлик һава райида төвәнләйду. Бу түврүк егизлигиниң атмосфера бесимиға бағлинишлиқ екәнлигигә испат болди. Трубкидики суюқ бесими *гидростатикилиқ бесим* дәп атилиду.

Муһим әхбарат

Торричелли тәҗрибиси 1643-жили атмосферилиқ бесимниң бар екәнлигини испатлаш үчүн ясалди *(73-сүрәт)*. У бир чети кәпшәләнгән нәйчини симап билән толтуруп, очуқ тәрипи билән симап қуюлған қутиға патурди; нәйчидин симапниң бир бөлиги қутиға төкүлди, нәйчидә атмосферилиқ бесимни тәңләштүридиған симап түврүги қалди. Симап түврүги бетидики бошлуқ *Торричелли* бошлуғи дәп аталди.



73-сүрәт. *Торричелли тәҗрибиси*

II. Атмосферилиқ бесим

Торричелли нәйчиси дәсләпки барометр болди. Тағдики, шахтидики, су астидики атмосферилиқ бесим өлчинип, 12 *м* егизликкә көтирилгәндә бесим тәхминән 1 мм.сим.түв. төвәнләйдиғанлиғи ениқланди.

Торричелли тәҗрибисидин кейин асасий тәриплимилири бесим вә температура болуп һесаплинидиған һава райини илмий түрдә тәтқиқат қилиш башланди. Вақит өтүши билән симап барометриниң орниға барометр-анероид кәлди (*74-сүрәт*).

74-сүрәт. *Барометр-анероид*

Есиңларға чүшириңлар!

1. Суюқлук түврүгиниң бесимини мундақ формула бойичә ениқлайду: $p = \rho g h$.
2. Силҗимайдиған суюқлуқниң бесими гидростатикилиқ бесим дәп һесаплиниду.
3. Атмосферилиқ бесим 12 *м* егизликкә көтирилгәндә 1 мм.сим.түв. кемийду.
4. Адәттики атмосферилиқ бесим дәп деңиз бетидин 760 мм.сим.түв. тәң бесимни атайду.

Әстә сақлаңлар!

Атмосферилиқ бесимниң өлчәм бирликлири 1 Па, 1 гПа, 1 мм.сим.түв.

Өлчәм бирликлириниң бағлиниши:

1 гПа = 100 Па;

1 мм сим.түв. ≈ 133,3 Па.

75-сүрәт. *Аләмдики әң чоңқур шахта Тау-Тона, ЖАЖ. 5000 метр*

1-тапшурма

1. Барометр анероид шкалисиниң көрсәткүчини вә бөләк қимитини ениқлаңлар.
2. Чоңқурлиғи 600 *м* (Қарағанда көмүр шахтилири) шахта түвигә чүшкәндә әсвап көрсәткүчи қандақ өзгириду?
3. Чоңқурлуғи 5000 метр ЖАРдики әң чоңқур Тау-Тона шахтисидики атмосферилиқ бесимни ениқлаңлар (*75-сүрәт*).

Бу қизиқ!

Водолаз вә кессон (су астида мәхсус қурулушлар селишқа беғишланған конструкцияләр) ишчилирға жуқури қисим һалитидә ишләшкә тоғра келиду. 10 *м* чоңқурлуққа чүшкәндә, бесим икки һәссә көпәйсә, 100 *м* чоңқурлуқта 11 һәссә көпийиду.

2-тапшурма

1. 760 мм.сим.түв. = 101 300 Па екәнлигини испатлаңлар.
2. Бесимни гПа-да ипадиләңлар.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Һесап: Самолет 2100 м егизликтә учмақта, самолетниң сиртидики вә ичидики һава бесимини семештуруңлар. Самолетниң ичидики бесим адәттики атмосферилиқ бесимға мувапиқ келиду. Көрситилгән егизликтики атмосферилиқ бесимни ениқлаңлар.

Берилгини:
$h = 2100$ *м*
$p_1 = 760$ мм сим.түв.

$\Delta p - ?\ \ p_2 - ?$

Йешилиши:
12 м егизликкә көтирилгән чағда атмосферилиқ бесим
1 мм.сим.түв – 12 м Δр, мм.сим.түв. 11900 м.
Көрситилгән егизликкә көтирилгән пәйтидики атмосферилиқ бесимниң өзгиришини ениқлаймиз.

$$\Delta p = \frac{1\ мм\ сим.\ түв. \cdot 2100 м}{12 м} = 175\ мм\ сим.\ түв. \approx 23327{,}5\ Па$$

Бу мәнә – самолетниң ичидики вә сиртидики һава бесиминиң айримиси.
Берилгән егизликтики бесимни ениқлаймиз. $p_2 = p_1 - \Delta p$
p_2=760 мм сим.түв. – 175 мм сим.түв. = 585 мм сим.түв. ≈ ≈ 77980,5 Па

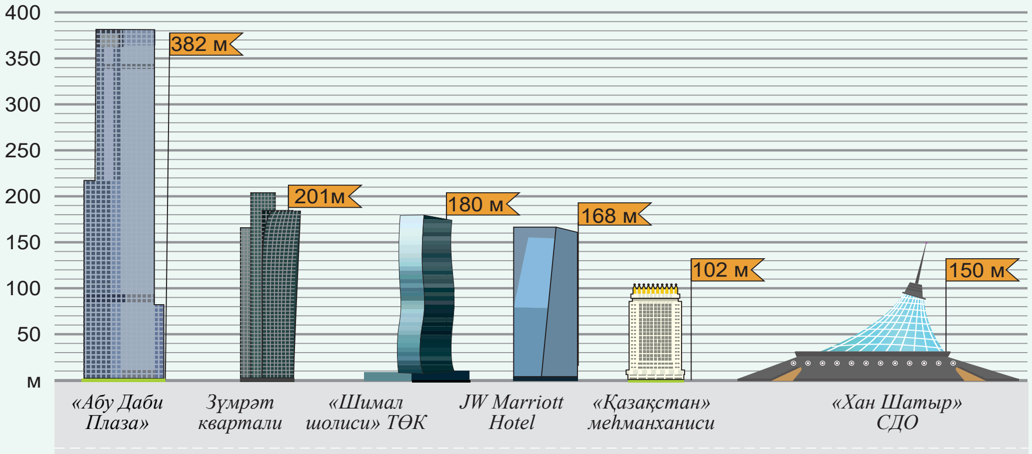
Жавави: $\Delta p \approx 23327{,}5\ Па$; $p_2 \approx 77980{,}5\ Па$

Тәкшүрүш соаллири

1. Немишкә атмосферилиқ бесимни қача түвидики суюқлуқниң бесимидәк һесаплашқа болмайду?
2. Торричелли тәҗрибисиниң мәнаси немидә?
3. Атмосферилиқ бесимни өлчәйдиған әсвап қандақ атилиду?
4. Барометрларниң қандақ түрлири болиду? Немишкә металл барометр кәң қоллинишқа егә болди?
5. Қандақ бесимни адәттики атмосферилиқ бесим дәп атайду? У немигә тәң болиду?
6. Атмосферилиқ бесим Йәр бетидики егизликкә көтирилгәндә қандақ өзгириду? Йәр астиға чүшкәндики өзгиришни тәрипләңлар.

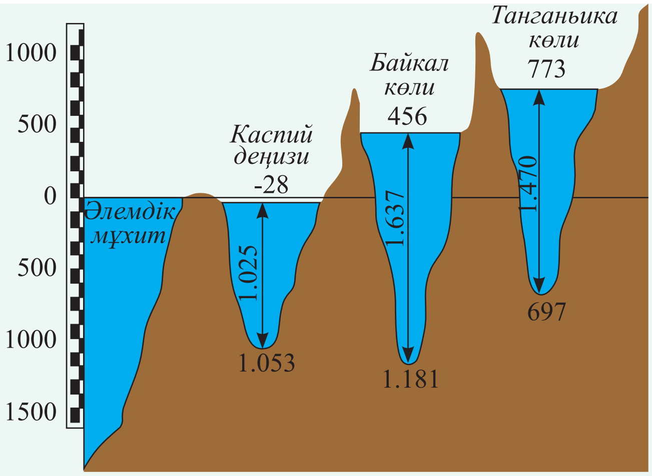
Көнүкмә 9

1. Қазақстанда селиниватқан «Абу-Даби Плаза» имаритиниң лайиһә бойичә егизлиги 382 метр *(76-сүрәт)*. Имарәтниң жуқури тәрипидики бесимни ениқлаңлар. Униң төвәнки тәрипидики атмосферилиқ бесимни 760 мм.сим.түв. дәп елиңлар.

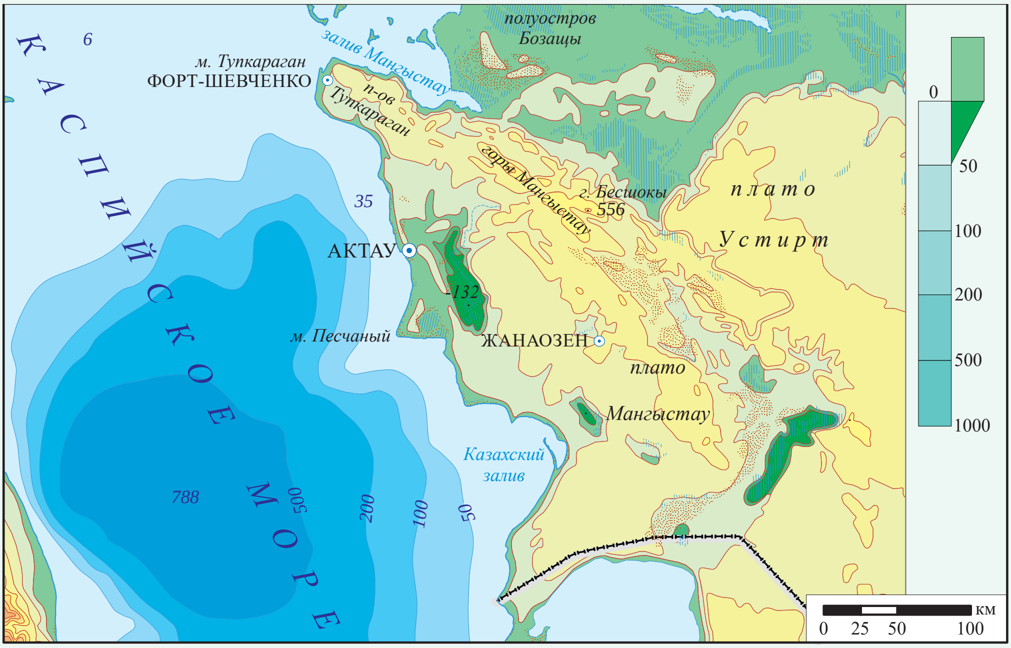


76-сүрәт. *Нур-Султан вә Алмута шәһәрлиридики егиз имарәтләр диаграммиси*

2. Егиз имарәтләрниң ахирқи қәвитидики бесимниң егизликкә бағлинишлик диаграммисини түзүңлар.
3. Каспий деңизиниң түвидики гидростатикилиқ бесимни ениқлаңлар *(77-сүрәт)*. Атмосферилиқ бесимни инавәткә елип, әркин бәт сәвийәси вә деңиз бетиниң сәвийәсини селиштуруп, һәқиқий бесимни һесаплаңлар.
4. Ақтав шәһири Каспий деңизиниң яқисида жайлашқан. Ақтав қирғиғиға йеқин йәрләрдики бесимни ениқлаңлар (*78-сүрәт*).



77-сүрәт. *Каспий деңизи чоңқурлуғи җәһәттин пәқәт Байкал вә Танганьика (Африка) көллиридин кейинки орунда*



78-сүрәт. *Каспий деңизиниң гидрографикилиқ хәритиси. Қазақстан, Ақтав*

Иҗадий тапшурмилар

Келәси мавзулар бойичә презентация тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Су асти ишиға беғишланған кессонлар.
2. Барокамераниң атқуридиған хизмити вә түзүлүши.
3. Кессон ағриғи вә униң зәрдави.

3-бапниң йәкүни

Қаттиқ җисимниң тәңпуңлуқ шәртлири	Күч моменти
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n = 0$ $M_1 + M_2 + \ldots + M_n = 0$	$M = Fd$
Гидростатикилиқ бесим	**Бир хил әмәс суюқлуқниң қатнаш қачилиридики тәңпуңлуқ шәртлири**
$p = \rho gh$	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$

Глоссарий

Еғирлиқ мәркизи – җисимға униң һәрқандақ келипида тәсир қилидиған еғирлиқ күчиниң чүшүш чекити.

Массилар мәркизи – җисимни илгирлимә һәрикәткә чүширидиған күч сизиқлириниң қийилишиш чекити.

Тәңпуңлуқ – җисимниң яки җисимлар системисиниң чүширилгән күч тәсиридин тиничлиқ һалитини сақлиши.

Турақлиқ тәңпуңлуқ – тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилған җисим, өзи билән өзи қалғанда, дәсләпки қелпиға қайта келидиған тәңпуңлуқ.

Турақсиз тәңпуңлуқ – тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилған җисим, өзи билән өзи қалғанда, техиму тәңпуңлуқ қелпидин чәтнәйдиған тәңпуңлуқ.

Әһмийәтсиз тәңпуңлуқ – тәңпуңлуқ һалитидин чиқирилип, өзи билән өзи қалған җисим һалитини өзгәртмәйдиған тәңпуңлуқ.

Суюқлуққа яки газға чүширилгән бесим барлиқ йөнилиштә һәрқандақ чекиткә өзгиришсиз берилиду.

МЕХАНИКА

1

4-БАП

САҚЛИНИШ ҚАНУНЛИРИ

Сақлиниш қанунлири системидики җисимларға тәсир қилидиған күчләрни қараштурмастинла вә җисимниң һәрикитиниң бир һаләттин иккинчи һаләткә авушишини назарәт қилмастинла динамика һесаплирини йешишкә имканийәт бериду. Толуқ механикилиқ энергия вә импульсниң сақлиниш қанунлири һәрқандақ өлчәмни туюқ системидики җисимларға (мәйли у микроаләмниң зәррилири яки космос җисимлири болсун) тән орунлиниду. Системидики җисимларға сиртқи күчләр тәсир қилғанда вә уларниң тәң тәсири нөлгә тәң болған әһвалдиму қанунлар адил, тоғра болуп санилиду. Йәрдә мундақ күчләргә Йәрниң тартилиш күчи, тирәкниң реакция күчи ятиду.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- Сақлиниш қанунлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

§ 10. Механикидики импульс вә энергияниң сақлиниш қанунлири

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *сақлиниш қанунлирини чүшәндүрүшни үгинисиләр.*

Рене Декарт (1596 – 1650) – француз философи, математик, физик вә физиолог, һәрикәт *мөлчәри чүшәнчисини* киргүзди. Декарт һәрикәт мөлчәриниң сақлиниш қанунини иҗат қилди, күч импульсиға чүшәнчә бәрди.

Муһим әхбарат

Σ – дискретлиқ миқдарларниң қошундисиниң бәлгүси.

I. Җисим импульси

Партлаш һәммимизгә яхши тонуш һадисә болғанлиқтин, «Снаряд тиничлиқ һалда еди, сунуқлар һәрикити нәдин пәйда болди?» дегән соал пәйда болмайду. Сунуқлар пүтүн снаряд түзидиған экси җәриянни көз алдимизға кәлтүрәйли. Физика қанунлириға қарши келидиған мундақ җәриян мүмкин әмәс. Бирақ мошуниңға охшаш җағдайниң үлгисини ясашқа болиду. Бир-биригә қариму-қарши бирдәк илдамлиқ билән һәрикәтлинип келиватқан, массилири бирдәк әвришимсиз икки җисим урулған чағда тохтайду. Һәрикәтниң йоқап кетиши вә қайтидин пәйда болуш қабилийити көплигән алимларға ой ташлиди.

Француз алими Р.Декарт аталған хусусийәтләрни чүшәндүрүш үчүн «һәрикәт мөлчәри» дегән чүшәнчә киргүзди. У чағда массиниң физикилиқ чүшәнчиси болмиғанлиқтин, алим импульсни «җисим миқдариниң униң һәрикәт илдамлиғиға көпәйтиндиси» ретидә ениқлиди. Кейинирәк бу ениқлимини И.Ньютон чоңқурирақ ениқлиди, «һәрикәт мөлчәри дегинимиз – масса вә илдамлиққа пропорционал орунлашқан өлчәм»:

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad (1)$$

Җисим импульс – векторлиқ миқдар, униң йөнилиши җисим илдамлиғиниң $\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{v}$ йөнилишигә мувапиқ келиду. ХБС-да җисим импульсиниң өлчәм бирлиги: $[p] = 1\frac{кг \cdot м}{с}$.

Җисим импульси күч импульси билән импульслиқ түрдә Ньютонниң иккинчи қануни арқилиқ бағлинишқан.

Күч импульси җисим импульсиниң өзгиришигә тәң.

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}\,, \qquad (2)$$

бу йәрдә $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ – җисим импульсиниң өзгириуи, $\vec{F}\Delta t$ – күч импульси.

Күч импульсиниң өлчәм бирлиги $[\vec{F}\Delta t] - 1H \cdot c$.

Елинған (2) нисбәттин чиқидиғини, җисимға тәсир қилидиған күчниң йөнилиши җисим импульсиниң өзгириш йөнилишигә $\vec{F} \uparrow\uparrow \Delta\vec{p}$ мувапиқ келиду.

II. Туюқ системиға беғишланған импульсниң сақлиниш қануни

Импульсниң сақлиниш қануни Ньютонниң иккинчи вә үчинчи қанунлириниң нәтиҗиси болуп һесаплиниду.

Әгәр системидики жисимға тәсир қилидиған сиртқи күчләрни қошундиси нөлгә тәң болса, у чағда өз ара тәсирлишидиған жисимларниң туюқ системисиниң импульси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

$$\vec{p}_{жс} = \sum_{i-1}^{n} m_i \vec{\upsilon}_i = const\,, \qquad (3)$$

бу йәрдики $\vec{p}_{жс}$ – системиға киридиған жисимларниң импульслириниң геометриялик қошундиси, n – системидики жисимлар сани, i – жисимниң рәтлик сани.

Үч жисимниң әвришим өз ара һәрикәтлиниши пәйтидә (3) формула мундақ түргә келиду:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 + m_3\vec{\upsilon}_3 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 + m_3\vec{u}_3 \qquad (4)$$

бу йәрдә $\vec{\upsilon}_1$, $\vec{\upsilon}_2$, $\vec{\upsilon}_3$ – жисимларниң тоқунушқичә болған илдамлиқлири, $\vec{u}_1$, $\vec{u}_2$, $\vec{u}_3$ – жисимларниң урулғандин кейинки илдамлиқлири.

Әвришим тоқунуштин кейин жисимлар бир-биридин ажирап, бөләк һәрикәтлиниду.

Өз ара әвришимсиз һәрикәтлиниш пәйтидә сақлиниш қануни төвәндикичә түргә келиду:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m\vec{\upsilon}_2 + m_3\vec{\upsilon}_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\vec{u} \qquad (5)$$

бу йәрдики $\vec{u}$ – жисимларниң өз ара һәрикәтлинишидин кейинки илдамлиғи.

Өз ара әвришимсиз һәрикәтлиништин кейин жисимлар бирикип, кейин бир жисим ретидә һәрикитини давамлаштуриду.

Әстә сақлаңлар!

Партлаштин кейинки сунуқлар һәрикити пәйтидә өз ара әвришимсиз һәрикәтлиниш үчүн импульсниң сақлиниш қануни (5) қоллинилиду.

Константин Эдуардович Циолковский (1857 – 1935) – Россия алими, һүнәр тапқуч, мәктәп муәллими. Теориялик космонавтикиниң асасини салғучи. Космосқа учуш үчүн ракетиларни қоллинишни қелиплаштурди, көп басқучлуқ ракетиларниң прототипи – «ракетилиқ поездлар» қоллиниш һаҗәт дегән хуласә ясиди. Асасий әмгәклири космонавтика, ракета динамикисиға вә аәроди намикиға беғишланған.

Жавави қандақ?

1. *Сақлиниш қанунлири немә сәвәптин пәқәт туюқ системилар үчүнла орунлиниду?*
2. *Немә сәвәптин милтиқтин оқ атқанда мүригә зәрбә бериливду? Зәрбини азайтиш үчүн немә қилиш керәк?*

III. Реактивлиқ һәрикәт. Йеқилғуниң пәйтлик йениши мәзгилидики ракетиниң илдамлиғи

Адәм йәрдин иштирилип берип һәрикәтлиниду, машиниму йәрдин иштирилиду. Қолвақчилар суни қалақ билән иштәргәнликтин кейиқ дәриядә үзиду. Һәрикәт үчүн тирәктин иштирилиши муһим шәрт охшаш. Бу һәқиқәттиму мошундақму? Һәрикәтни башлашниң башқа мүмкинчилиги барму? Өзәңларни муз сарийида туримиз дәп ойлап, қолуңлардики рюгзакни достуңларға ташлаңлар.

Бу чағда аяқ билән муздин иштирилишни ойлимисаңларму, кәйниңларға қарап чекинисиләр. Бу һәрикәт ташлаштин пәйда болған *реактивлиқ һәрикәт* дәп атилиду.

Реактивлиқ һәрикәт дегинимиз – жисимниң бир бөлүги униңдин қандақту бир илдамлиқ билән бөлүниши нәтиҗисидә пәйда болған һәрикәт.

Җисимниң реактивлик һәрикитини һесаплаш импульсниң сақлиниш қануни асасида әмәлгә ашиду.

Йеқилғуниң пәйтлик йениши мәзгилидики ракета һәрикитини қараштурайли (*79-сүрәт*). Газ ракетиға нисбәтән $\vec{u}$ илдамлиқ билән учуп чиққанда, ракетиға қошумчә импульс $\Delta\vec{p} = -m\vec{u}$ берилиду, шундақ қилип реактивлиқ күч һасил қилиду:

$$\vec{F}_p = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = -\frac{m\vec{u}}{\Delta t}. \qquad (6)$$

Җисим импульсиниң сақлиниш қануни асасида ракетиниң илдамлиғини ениқлаймиз. Йеқилғуси бар ракетиниң һәрикәткичә болған импульси нөлгә тәң, һәрикәт башланғандин кейин униң импульси йеқилғусиз массиси вә һәрикәт илдамлиғиниң көпәйтиндисигә тәң. Импульсниң сақлиниш қанунидиң векторлуқ түри мундақ болиду: $(M-m)\vec{\upsilon} - m\vec{u} = 0$.

Векторларниң 0*y* оқиға проекциялирини ениқлап, монуни алимиз: $(M-m)\upsilon = mu$

яки
$$\upsilon = \frac{m}{M-m}u, \qquad (7)$$

бу йәрдәки $\vec{\upsilon}$ – йеқилғуниң пәйтлик йениши вақтидики ракетиниң илдамлиғи.

IV. Энергияниң сақлиниш қануни

Кинетикилиқ вә потенциаллиқ энергияларниң қошундисиға тәң механикилиқ энергия системиға өз ара һәрикәтлинидиған җисимларниң яки маддиниң өз зәррилириниң арилиғиға бағлинишлиқ күчләр тәсир қилғандила сақлиниду. Уларға еғирлиқ күчи вә эвришимлик күчи ятиду. Бу күчләрниң иши сәлбий бәлгү билән елинған потенциаллиқ энергияниң түрлиниши түридә йезилиши мүмкин:

$$A = -(mgh_2 - mgh_1); \quad A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) \text{ яки}$$

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}). \qquad (8).$$

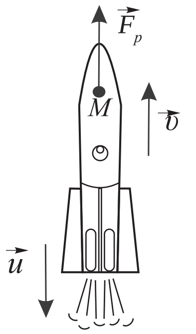
Һәрқандақ күчниң ишини кинетикилиқ энергияниң өзгириши һәққидә теорема бойичә ениқлашқа болиду: $A = Fs = ma\dfrac{\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2}{2a} = \dfrac{m\upsilon_2^2}{2} - \dfrac{m\upsilon_1^2}{2}$

яки
$$A = W_{k2} - W_{k1}, \qquad (9)$$

бу йәрдә $W_k = \dfrac{m\upsilon^2}{2}$ – һәрикәттики җисимниң кинетикилиқ энергияси.

1-тапшурма

Реактивлиқ һәрикәтниң тәбиәттә вә техникида қоллинилимиға мисал кәлтүрүңлар.



79-сүрәт. *Реактивлиқ күч пәйда қилидиған газ еқими*

Бу қизиқ!

Циолковскийниң ракета динамикисидики вә космонавтикидики илмий әмгәклири.

1903-жили К.Э. Циолковский «Аләмлик бошлуқни реактивлиқ әсваплар арқилиқ тәтқиқат қилиш» намлиқ мақалисини тәвсийә қилди. Суюқ йеқилғуни қоллинидиған ракетиниң дәсләпки үлгисини ойлап чиқарди.

1911-жили ракетини Күн системисиға чиқириш үчүн һаҗәтлик илдамлиқни ениқлиди. Бир басқучлуқ вә көп басқучлуқ ракета һәрикитиниң теориясини ишләп чиқарди.

1926–1929-жиллири ракетини Күн системисиға чиқириш үчүн һаҗәтлик йеқилғуни һесаплиди.

(8) вә (9) тәңлимиләрдин:

$$W_{к1} + W_{p1} = W_{к2} + W_{p2} \qquad (10)$$

демәк: $$W = W_к + W_p = const, \qquad (11),$$

энергияниң сақлиниш қануни болуп һесаплиниду.

Туюқланған жисимлар системисиниң толуқ механикилиқ энергияси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Әстә сақлаңлар!

Жисимларниң арисиға сүркүлүш күчи тәсир қилидиған туюқ система үчүн сүркүлүш күчиниң иши толуқ механикилиқ энергияниң өзгириши билән ениқлиниду:

$$A = W_{II} - W_{I} = \Delta W.$$

Жавави қандақ?

1. *Ракетиниң һәрикәт илдамлиғини жисимниң импульсиниң сақлиниш қануни асасида һесаплаш немишкә тәхминән миқдарни бериду?*
2. *Космос бошлуғида инерция билән һәрикәтлинип келиватқан ракетиниң илдамлиғи, әгәр униң шумигигә (сопло) чиқиш учи һәрикәт йөнилишигә қарап егилгән трубини кийгизип, двигательларни ишқа қошса, өзгирәмду?*

V. ҚР Миллий космос мәркизи

Қазақстанниң Миллий космос агентлиғи Нур-Султанда Миллий космос мәркизини қурмақта. Йеңи мәркәзниң тәркивигә космос техникисиниң конструкторлуқ-технологиялик бюроси космос аппаратлирини жиғиштуруш-синаш комплекси, космос технологиясиниң миллий лабораторияси вә космос аппаратлирини чиқиришқа беғишланған мәһкимиләр кириду. Қурулуши жүриватқан объектниң территориясидә мутәхәссисләрниң ихтисас дәрижисини көтириш вә қайта тәйярлаш, спутниклиқ жуқури дәлликтики навигация вә дифференциялик түзитиш мәркәзлири орунлишиду. 81-сүрәттә Қазақстан Республикиси Миллий космос мәркизиниң макети тәсвирләнгән. Космос мәркизи барлиғи йәттә имарәттин туридиған болиду.

2008-жили *EADS Astrium* француз компанияси икки чоң масштаблиқ космослуқ лайиһәни космос аппаратлирини жиғиштуруш-синаш комплекси вә жирақлиқтин назарәтләш космослуқ системисини әмәлгә ашуруш үчүн «Қазақстан Космос Сәпири» АЖ-ниң стратегиялик шериги ретидә талап елинди.

Бу қизиқ!

Perpetuum Mobile яки мәңгүлүк двигатель – сирттин һечқандақ энергия: йеқилғу энергияси, адәмниң күчи, суниң ғулаш энергияси берилмәй өзлүгидин иш атқуридиған машина. Мәңгүлүк двигательни қураштурушниң мүмкин әмәслиги энергияниң сақлиниш қануниниң тоғра ақивәтлири болуп һесаплиниду.

2-тапшурма

80-сүрәт бойичә мәңгүлүк двигательни ойлап тапқан һүнәр тапқучниң ойини чүшәндүрүңлар.

80-сүрәт. *Мәңгүлүк двигатель модели*

81-сүрәт. *ҚР Миллий космос мәркизиниң макети*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Массиси m_1 болған, $\upsilon_1 = 10$ *м/сек* илдамлиқ билән һәрикәтлинип келиватқан зәррә массиси m_2 болидиған тиничлиқ һаләттики зәррә билән абсолют әвришим тоқунушиду. m_2/m_1 массилириниң нисбитини ениқлаңлар. Тоқунуш бәтму бәт болған вә зәрриләр бирдәк 20 *м/сек* илдамлиқ билән ажриған дәп елиңлар.

Берилгини:
$\upsilon_1 = 10$ *м/сек*
$\upsilon_2 = 0$
$u_1 = u_2 = u = 20$ *м/сек*
$\vec{u}_1 = -\vec{u}_2$

m_2 / m_1-?

Йешилиши:
Зәрриләрниң мәркизий абсолют әвришим тоқунушиға беғишланған импульсниң сақлиниш қанунини пайдилинимиз. Сақлиниш қанунини векторлиқ түрдә язимиз: $m_1\vec{\upsilon}_1 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$.
Таллап елинған $0x$ координата оқиға чүширилгән проекция йөнилишлири $\vec{\upsilon}_1$ илдамлиқ йөнилиши билән мувапиқ екәнлигини $u_1 = u_2 = u$ инавәткә елип, монуни алимиз:

$$m_1\upsilon_1 = -m_1u + m_2u = u(m_2 - m_1);$$

$$\frac{\upsilon_1}{u} = \frac{m_2}{m_1} - 1;$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\upsilon_1}{u} + 1 = \frac{10}{20} + 1 = 1,5.$$

Жавави: $m_2/m_1 = 1,5$.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ шәртләрдә сақлиниш қанунлири орунлиниду?
2. Жисим импульси дегән немә? Немә билән өлчиниду?
3. Күч импульси дегән немә?
4. Импульсниң сақлиниш қанунини тәрипләңлар.
5. Қандақ һәрикәтни реактивлиқ һәрикәт дәп атайду? Мисал кәлтүрүңлар.
6. Толуқ механикилиқ энергияниң сақлиниш қанунини тәрипләңлар.

Көнүкмә 10

1. Массиси 10 кг болған қуми бар һарву тәкши, силиқ горизонтал тәкшиликтә 1 *м/сек* илдамлиқ билән серилип келиду. Һарвуға қарши горизонтал 2 *м/сек* илдамлиқ билән учуп келиватқан массиси 20 кг шар қумға чүшүп, шу йәрдә туруп қалди. Униңдин кейин һарву қайси йөнилиштә вә қандақ илдамлиқ билән серилиду?
2. Һарву горизонтал йолда 18 *км/сек* илдамлиқ билән һәрикәтлинип келиду, андин кейин жуқури чиқиду. Һарву йол бетидин қандақ егизликтә тохтайду? Сүркилишни инавәткә алмаймиз.
3. Қаттиқлиғи 100 *Н*/м, массиси 400 *г* болидиған пружина йәргә 5 *м* егизликтин ғулайду. Әгәр ғулиған чағда оқи вертикал һаләттә қолса, у қанчилик сиқилиду?

Ижадий тапшурма

1. Келәси мавзулар бойичә реферат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә төвәндики мавзуларниң бирини таллап елиңлар):
   1. Тәбиәттики реактивлиқ һәрикәт.
   2. Реактивлиқ вә ракета двигательлириниң ясилиш тарихи. Заманивий ракета-тошиғучилар.
   3. К.Э. Циолковский – язғучи-фантаст.
   4. Мәңгүлүк двигательларниң ясилиш тарихи.
   5. Космостики һаят.
   6. Байқоңур космодроми.

2. Автоматлиқ планета арилиқ станциясиниң (АПС) хронологиялик учуш җәдвилини түзүңлар. Елинған нәтиҗини тәһлил қилиңлар. Қайси әлләр космосни өзләштүрүшкә паал қатнашмақта? Күн системисидики қандақ асман җисимлири көпирәк тәтқиқ қилинған? Диаграмма түзүңлар.

4-бапниң йәк үни

Сақлиниш қанунлири	Энергия	Иш
Импульсниң сақлиниш қануни	Кинетикилиқ энергия	$A = \frac{m\upsilon_2^2}{2} - \frac{m\upsilon_1^2}{2}$ $A = -(W_{p2} - W_{p1})$ $A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right)$ $A = -(mgh_2 - mgh_1)$
$\vec{p}_я = \sum_{i-1}^{n} m_i\vec{\upsilon}_i = const$	$W_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$	
Энергияниң сақлиниш қануни	Потенциаллиқ энергия	
$W = W_k + W_p = const$	$W_p = \frac{kx^2}{2}$ $W_p = mgh$	

Динамика қанунлири

Импульсниң сақлиниш қануни

Әгәр системидики жисимға тәсир қилидиған сиртқи күчләрниң қошундиси нөлгә тәң болса, у чағда өз ара һәрикәтлинидиған жисимларниң туюқ системисиниң импульси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Энергияниң сақлиниш қануни

Пәқәт консервативлиқ күчләр тәсир қилидиған жисимларниң туюқ системисида толуқ механикилиқ энергия турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Импульсниң сақлиниң қануни

Әгәр системидики жисимға тәсир қилидиған сиртқи күчеләрниң қошундиси нөлгә тәң болса, у чағда өз ара тәсирлишидиған жисимларниң туюқ системисиниң испульси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Энергияниң сақлиниң қануни

Туюқланған жисимлар системисиниң толуқ механикилиқ энергияси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Глоссарий

Реактивлиқ һәрикәт дегинимиз – жисимниң бир бөлүги униңдин қандақту бир илдамлиқ билән бөлүнүши нәтижисидә пәйда болған һәрикәт.

Толуқ механикилиқ энергия – жисимниң потенциаллиқ вә кинетикилиқ энергиялириниң қошундиси.

МЕХАНИКА

1

5-БАП

ГИДРОДИНАМИКА

Интайин зор массилиқ атмосферилиқ һаваниң һәрикити, дәриядики яки су трубилиридики суниң һәрикити, қанниң қан томурлар бойи билән һәрикити гидродинамика вә аэродинамика қанунлириға бекиниду.
Суюқлуқлар вә газларниң һәрикитини тәтқиқ қилишта уларниң қәвәтлири арисидики ички сүркилишигә вә газларниң сиқилишиға бағлинишлиқ һадисиләр тосалғулиқ пәйда қилиду. Мәзкүр бапта биз идеал суюқлуқтики қаттиқ җисимларниң һәрикити билән уларниң еқимини қараштуримиз.
X*VIII* әсирдә Даниил Бернулли, Жан Лерон Даламбер, Леонард Эйлерниң әмгәклиридә гидродинамикиниң асаси селинди. «Гидродинамика» аталғусини Бернулли ойлап тапқан.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:
- суюқлуқлар вә газларниң еқимини тәрипләшни;
- бекинда, бекинда әмәс вә турақлиқ физикилиқ миқдарларни ениқлашни вә өлчәш дәллигини һесапқа елишни;
- эксперимент нәтиҗисигә тәсир қилғучи факторларни ениқлашни вә уни яхшилаш йолини тәвсийә қилишни үгинисиләр.

§ 11. Суюқлуқ кинематикаси

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *газлар вә суюқлуқларниң еқимини тәсвирләшни билисиләр.*

Даниил Бернулли (1700–1782) – швед физиги вә математиги, 1725 – 1733-жиллири Петербург Илим академиясиниң академиги, 1748-жилдин башлап, Париж Илим академиясиниң әзаси, гидродинамика вә математикилиқ физикиниң, газларниң кинетикилиқ теориясини түзгүчиләрниң бири, «Гидродинамика» монографиясиниң муәллипи.

I. Гидро- вә аэродинамика

Гидро- вә аэродинамикини тарихи җәһәттин караштуридиған болсақ, улар деңизларда үзүш сапасини ашуруш мабайнида кемә һәрикәтлирини тәкшүрүш, йәлкәнниң, бурғиниң, қанатларниң, насос вә башқиму курулмиларниң ишләш принципини байқап, оқуп-үгиниш җәриянида пәйда болди.

Гидро- вә аэродинамика – суюқлуқлар вә газларниң һәрикитини, шундақла суюқлуқлар вә газларниң қаттиқ җисимлар билән өз ара һәрикәтлинишини тәкшүрәйдиған механикиниң бөлүми.

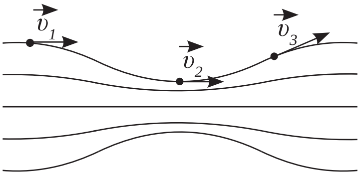
Гидродинамика түрлүк саһаларда – кемиләр вә учуш аппаратлирини, су трубилири вә нефть трубилирини, насослар вә гидротурбиниларни лайиһәләш мабайнида қоллинилиду. Гидродинамикиниң вәзиписигә һәрикәттики җисимға тәсир қилидиған көтириш күчи вә қаршилиқ күчини һесаплаш ятиду. Гидродинамика һесапларни йешишни йениқлаштүрүш үчүн «идеал суюқлуқ», «ток элементи» чүшәнчилири киргүзүлди.

Идеал суюқлуқ – тутқурлуғи вә сиқилишини һесапқа алмаслиққа болидиған суюқлуқ

Идеал суюқлуқта униң қәвәтлири арисида сүркилиш болмайду.

Ток элементи – һәрикәт вақтида шәклини һесапға алмаслиққа болидиған суюуқлуқниң (газниң) шәртлик түрдә бөлүнгән аз һәҗими.

II. Суюқлуқларниң һәрикитини байқаш. Ток сизиқлири. Ток трубкиси



82-сүрәт. *Ток сизиқлири*

Суюқлуқ һәрикитини оқуп-үгинишниң бир усули суюқлуққа металл пақирақлирини арилаштуруп, қаттиқ йоруқландурушта чапсан сүрәткә чүшириду. Сүрәттики пақирақлар узунлуғи суюқлуқ еқими илдамлиғиға пропорционал болидиған кичиккинә сизиқчилар түридә көрүниду. Пақирақларниң һәрикәт йөнилишигә қарап, суюқлуқниң бәтлик қәвитидики һәрқандақ чекитидики суюқлуқ еқиминиң йөнилишини ениқлашқа болиду. Сүрәткә чүшириш вақтини сәл узартсақ, сизиқчилар

туташ сизиққа бирикиду, бу сизиқлар ток сизиқлири дәп атилиду (*82-сүрәт*).

Ток сизиқлири – бошлуқниң һәрқандақ чекитлиридики яндашмилириниң йөнилиши мошу чекитләрдики суюқлуқниң илдамлиқ йөнилишигә мувапиқ келидиған сизиқлар.

83-сүрәт. *Бухтурма дәрияси, ламинарлиқ еқим*

Суюқлуқ һәрикитини тәкшүрүш пәйтидә еқим трубкисини қараштурушқа болиду.

Ток трубкиси – газниң яки суюқлуқниң ток сизиғи билән чәкләнгән һәжими.

Еқим сизиғиниң һәрбир чекитидики газниң яки суюқлуқниң илдамлиғи яндашма бойи билән йөнәлгән, униңға мувапиқ, *еқим трубкисиниң ичидики суюқ униң биқин тәрипидики бети билән қийлашмайду*.

84-сүрәт. *Ламинарлиқ еқим вақтида еқим трубкисиниң қийисиниң мәйдани сақлиниду*

III. Ламинарлиқ вә турбулентлиқ еқим

Гидродинамика қанунлири ламинарлиқ еқимлиқ суюқлук үчүн орунлиниду.

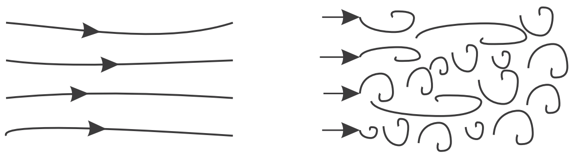
Әгәр суюқлуқ қәвәтлири арилишип кәтмәй, бир-биригә нисбәтән серилса, еқим ламинарлиқ дәп атилиду.

Ламинарлиқ яки қәвәтлик еқим дәп аста ақидиған дәриялардики суниң еқимини атайду *(83-сүрәт)*. Фонтанниң ламинарлиқ еқими әйнәк стерженьға охшаш болуп көриниду *(84-сүрәт)*. Ламинарлиқ еқим ясашқа бeғишланған қурулмилар йоруқ динамикилиқ вә йоруқ музикилиқ фонтанларда қоллинилиду *(85-сүрәт)*.

Суюқлуқниң еқим илдамлиғини арттуруш пәйтидә қуюн пәйда болиду, еқим турбулентлиқ болиду (*86-сүрәт*).

85-сүрәт. *Фонтанниң ламинарлиқ еқими*

Суюқлуқ қәвәтлири арилишип, қуюн пәйда болидиған болса, еқим турбулентлиқ болиду.



86-сүрәт. *Турбулентлиқ еқим пәйтидики ток сизиқлири*

Турбулентлиқ еқимда газниң яки суюқлуқниң берилгән чекитидики бесим билән пәйтлик илдамлиқниң мәнаси туюқсиз өзгириду. Бу миқдарларни бирдәк шәртләрдә суюқлуқниң барлиқ һәҗимигә тарқитиш һәртүрлүк болиду вә тәкрарланмайду. Турбулентлиқ еқим үчүн бесим вә илдамлиқниң оттура мәнаси қоллинилиду. Турбулентлиқ еқимни тәҗрибә йүзидә тәтқиқ қилиду.

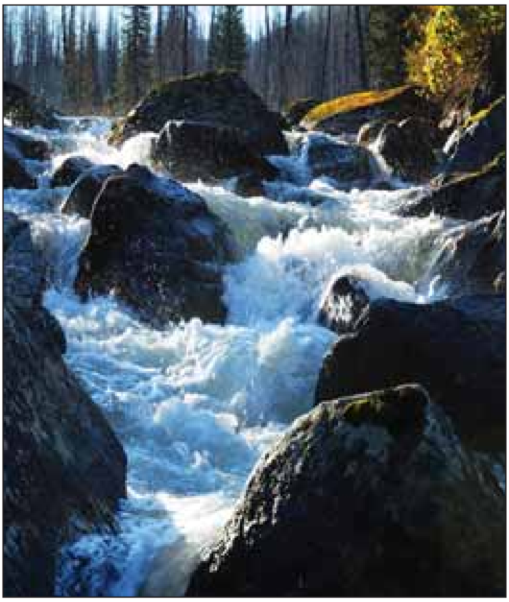
Газ билән суюқлуқниң еқими һәртүрлүк болуши мүмкин: қелиплашқан вә қелиплашмиған. *Қелиплашқан* яки стационар һәрикәт дәп бошлуқниң берилгән чекитидә бесими вә илдамлиғи вақит бойичә өзгәрмәйдиған суюқлуқ һәрикитини ейтимиз.

Бошлуқниң барлиқ чекитлиридики суюқлуқ элементлириниң илдамлиғи вақит бойичә өзгәрмәйдиған болса, еқим стационар болиду.

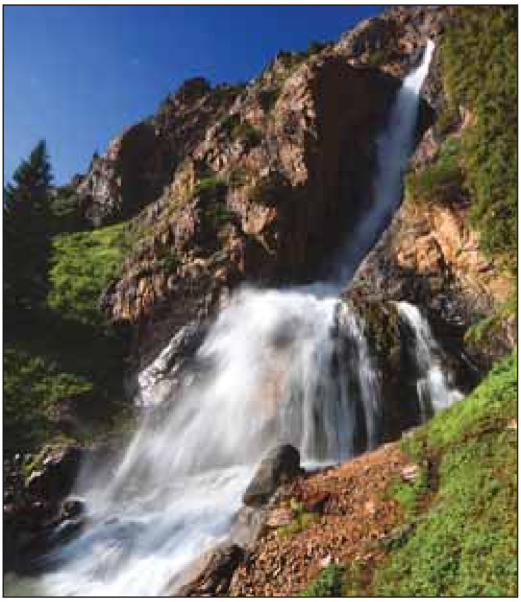
Илдамлиғи вә бесими бошлуқниң координатилириға бағлинишлиқла әмәс, шундақла вақит бойичиму өзгиридиған һәрикәтни қелиплашмиған яки стационар әмәс дәп атайду.

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин дәрияниң еқими кәң йеридә ламинарлиқ, тар йеридә турбулентлиқ болиду? Немә сәвәптин су трубисидики суниң еқими турбулентлиқ (87–88-сүрәтләр)?*
2. *Немишкә һава вә су машинилири үчүн турбулентлиқ еқим ховуплуқ?*



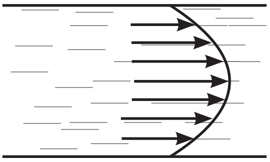
87-сүрәт. *Шәрқий Қазақстандики Рахман дәрияси*



88-сүрәт. *Бурхан-Булақ шақиратмиси. Йәттису Алатеғи*

IV. Жуқушлуқ суюқлуқ еқими

Түрлүк суюқлуқ қәвәтлириниң трубидики яки дәриядики еқим илдамлиғи бирдәк әмәс. Трубиниң четидики яки дәрия қирғиғидики вә түвидики илдамлиқ оттурисидики илдамлиққа нисбәтән аз. 89-сүрәттә труба қийилмиси бойичә суюқлуқ илдамлиғиниң бөлүнүши тәсвирләнгән: илдамлиқ там йенида нөлдин башлинип, трубиниң оттурисида максимал мәнағичә өзгириду. Илдамлиқниң һәртүрлүк болуши суюқлуқниң жукушлуғи билән яки униң қәвәтлириниң арисидики ички сүркилиш күчиниң һәрикити арқилиқ чүшәндүрүлиду.

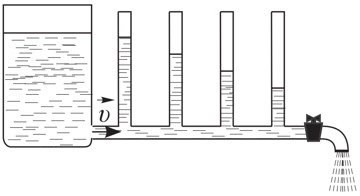


89-сүрәт. *Трубиниң оттурисида суниң еқим илдамлиғи максимал мәнаға егә болиду*

Жуқушлуқлиқ – реал суюқлуқниң бир бөлүгиниң иккинчисигә нисбәтән орун авуштурушиға қаршилиқ кәлтүрүш хусусийити.

Температура төвәнлигәнсери суюқлуқниң жукушлиғи көпийиду. Күз кәлгәндә дәриядики суниң еқим илдамлиғи азийиду, қишта болса тамамән тохтиши еһтимал.

Ички сүркилиш күчиниң болуши вә труба тамлириға сүркилиш труба бойи билән аққан суюқлуқ еқиминиң йөнилиши бойичә бесимниң төвәнлишигә елип келиду, трубиниң четидин жирақлиғансери, суюқлуқ еқиминиң бесимиму азийиверидү. Буниңға 90-сүрәттә тәсвирләнгән әсвапни пайдилинип, тәҗрибә ясаш арқилиқ көз йәткүзүшкә болиду.



90-сүрәт. *Суюқ бесиминиң еқим йөнилиши бойичә төвәнлиши*

V. Газлар билән суюқлуқлардики жисимларниң һәрикити. Стокс формулиси

Газлар вә суюқлуқлардики жисимларниң һәрикити пәйтидә қаршилиқ күчи пәйда болиду. Уларниң пәйда болушиниң икки сәвәви бар:

1) муһитниң жисимниң бәтлик қәвитигә сүркилиши;
2) жисимниң айлинип еқип өтүш мәзгилидики газ вә суюқлуқ еқиминиң өзгириши.

Муһитниң маңлайлиқ қаршилиқ күчи муһитниң жуқушқақлиғиға вә җисимниң һәрикәт илдамлиғиға, униң өлчәмлири билән шәкиллиригә бағлинишлиқ.

Жуқушқақ суюқлуққа яки газға ғулиған шарға тәсир қилидиған маңлайлиқ қаршилиқ күчи Стокс формулиси арқилиқ ениқлиниду. Стокс формулиси гидродинамикиға чоң үлүш қошқан инглиз физиги Джордж Габрие́ль Стоксниң һөрмитигә аталған.

$$F = 6\pi\eta r v,$$

бу йәрдә η – газниң яки суюқлуқниң ички сүркилиш коэффициенти яки динамикилиқ жуқушқақлиқ, өлчәм бирлиги $[\eta]$ – 1 Па·с; r – шарниң радиуси; v – шарниң илдамлиғи.

Стокс формулиси суюқлуқниң жуқушқақлиғини ениқлашқа имканийәт бериду. Суюқлуқниң жуқушқақлиғини ениқлашқа беғишланған әсвап вискозиметр дәп атилиду. Гепплер вискозиметриниң һәрикити Стокс қануниға асасланған, у жуқушқақ муһит орунлишишидиған труба *(91-сүрәт)* түридә ясалған. Жуқушқақлиқ ғулиған шарниң вискозиметр трубкисидики бәлгүләр арисидин өтүш илдамлиғи бойичә ениқлиниду, у 1-дин 3% һәҗимидә өлчәм жүргүзүшкә мүмкинчилик бериду.

91-сүрәт. *Вискозиметр*

Тәкшүрүшсоаллири

1. Қандақ суюқлуқни идеал суюқлуқ дәп атайду?
2. Еқим сизиқлири дегинимиз немә? Еқим трубкисичу?
3. Газлар вә суюқлуқлар еқиминиң қандақ түрлирини билисиләр? Уларниң қандақ айримчилиғи бар?
4. Ички сүркүлүш күчи трубидики суюқлуқниң еқим илдамлиғиға қандақ тәсир қилиду?
5. Газлар вә суюқлуқлар һәрикитигә қаршилиқ күчиниң пәйда болуш сәвәвини атаңлар.
6. Суюқлуқниң жуқушқақлиғини қандақ ениқлайду? Уни немә билән өлчәйду?

Көнүкмә **11**

Диаметри 1 мм полат шар 0,185 см/сек турақлиқ илдамлиқ билән сүргү (касторовое масло) мейи толтурулған йоған қутиға ғулайду:

а) полат шарға тәсир қилғучи еғирлиқ күчини ениқлаңлар, полатниң зичлиғи 7800 кг/м^3, $g \approx 10$ м/сек^2;

ә) архимед күчини ениқлаңлар, сүргү мейиниң зичлиғи 900 кг/м^3;

б) еғирлиқ күчи Архимед вә Сток күчлириниң қошундисиға тәң дәп елишқа боламду? Күчләрниң нисбитини йезиңлар;

в) шарикка тәсир қилғучи күчләрни селиңлар;

г) стокс күчини ениқлаңлар;

д) сүргү мейиниң динамикилиқ жуқушлуғини ениқлаңлар.

Ижадий тапшурма

Кәлгуси мавзулар бойичә доклад тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Гидродинамикиниң асасини салғучилар.
2. Гидро-вә аэродинамика қанунлирини һава райини молжалашта қоллиниш.
3. Ламинар еқимлиқ башқурулидиған фонтанлар, уларниң ишләш принципи вә түзүлүми.

5-бапниң йәкүни

Стокс формулиси	$F = 6\pi\eta r\upsilon$

Глоссарий

Вискозиметр – суюқлуқниң жуқушлуғини ениқлашқа беғишланған әсвап.

Гидро- вә аэродинамика – суюқлуқлар билән газларниң һәрикитини, суюқлуқлар вә газларниң қаттиқ жисимлар билән өз ара һәрикәтлинишини тәтқиқ қилидиған механика бөлүми.

Идеал суюқлуқ – жуқушлуғи вә сиқилишини һесапқа алмаслиққа болидиған суюқлуқ.

Еқим сизиқлири – бошлуқниң һәрқандақ чекитлиридики яндашмилириниң йөнилиши мошу чекитләрдики суюқлуқниң илдамлиқ йөнилиши билән мувапиқ елидиған сизиқлар.

Еқим трубкиси – газниң яки суюқлуқниң еқим сизиғи билән чәкләнгән һәжими.

Әгәр суюқлуқ қәвәтлири арилишип кәтмәстин, бир-биригә нисбәтән силжиса, еқим **ламинарлиқ** дәп атилиду.

Суюқлуқ қәвәтлири арилишип, қуюн пәйда болидиған болса, у чағда еқим **турбулентлиқ** болиду. Бошлуқниң барлиқ чекитидики суюқлуқ элементлириниң илдамлиғи вақит бойичә өзгәрмәйдиған болса, еқим **стационар** болиду.

Молекулилиқ физикида иссиқлиқ һадисилирини оқутушта статистикилиқ вә термодинамикилиқ усуллар қоллинилиду.
Статистикилиқ усул молекулакинетикилиқ нәзәрийәгә асасланған. Аталған нәзәрийәдә физикилиқ һадисиләр маддиниң ички түзүлүши һәққидә билим асасида қараштурулиду.
Термодинамикилиқ усул иссиқлиқ һадисилирини маддиниң ички түзүлүши һәққидә билимни пайдиланмай, термодинамика қанунлири вә системини тәрипләйдиған параметрлар – температура, бесим вә һәҗим асасида оқутушни өз ичигә алиду.

6-БАП

МОЛЕКУЛИЛИҚ ФИЗИКА

Маддиниң атомлиқ түзүлүши һәққидә гипотезини дәсләпки қетим Демокрит тәвсийә қилди. XX әсирдә һәртүрлүк маддиларниң молекулилириниң өлчәмлири, массилири, илдамлиқлири, молекулидики атомларниң җайлишиши ениқланди, йәни мадда түзүлүшиниң молекулакинетикилиқ нәзәрийәси толуқ аяқлашти. Молекулакинетикилиқ нәзәрийәни ясашта рус алими М. Ломоносов, немис физиги Р.Клаузиус, инглиз физиклири Дж.Джоуль, Дж.Максвелл, австрия физиги Л.Больцман муһим роль атқурди. Қаттиқ җисимларниң түзүлүшидики айримчилиқ мундақ хусусийәтләрни ениқлашқа мүмкинчилик бериду: әвришимлик, чүрүклүк, пухтилиқ, қаттиқлиқ, аққучлиқ.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

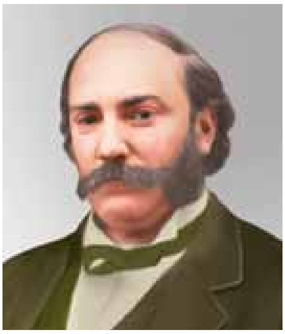
- молекула кинетикилиқ нәзәрийәни вә идеал газ моделини тәрипләшни;
- молекулакинетикилиқ нәзәрийә асасида қаттиқ җисимниң, суюқлуқ билән газниң модельлирини тәрипләшни;
- кристалл вә аморфлиқ қаттиқ җисимларниң түзүлүшини ажритишни үгинисиләр.

§ 12. МКН асасий қаидилири. Термодинамикилиқ параметрлар

Күтүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *молекула-кинетикилиқ нәзәрийәни вә идеал газ моделини тәрипләшни;*
- *молекула-кинетикилиқ нәзәрийә асасида қаттиқ жисимниң, суюқлуқ билән газниң модельлирини тәрипләшни билисиләр.*



Джон Уильям Стретт, лорд Рэлей (1842–1919) – 1904 жили «газ тәхлит элементларниң зичлиғини тәтқиқ қилғини вә шуниға бағлиқ аргонни ачқанлиғи үчүн» Нобель мукапитини алған инглиз физиги вә механиги. Рэлей 1879 жили Кембридж университетиниң профессори унваниға муйәссәр болди. Шундақла Кавендиш лабораториясиниң директори болди. 1908–1919 жиллири Кембридж университетиниң прези денти хизмитини атқурди.

I. Молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң асасий қаидилири

7, 8-синиплардики физика курсида «Маддиниң түзүлүши» вә «Иссиқлиқ һадисилири» мавзулирини оқуп-үгиниш мабайнида молекулилар вә атомлар һәққидә, уларниң өз ара бағлиниши вә һәрикити һәққидә дәсләпки чүшәнчиләрни алдиңлар. Диффузия вә броунлуқ һәрикәт, суюқлуқниң капилляр бойи билән көтирилиши вә еқиши, қайнаш һәм һоға айлиниш, ериш вә кристаллиниш охшаш һадисиләрни МКН – молекула-кинетикилиқ нәзәрийә вә униң үч қаидиси асасида оңай чүшәндүрүшкә болиду:

1. *Барлиқ маддилар интайин ушшақ зәрриләрдин – арисида бош арилиқлири бар молекулилар һәм атомлардин тәркип тапиду.*
2. *Мадда зәррилири үзлүксиз вә рәтсиз һәрикәтлиниду.*
3. *Мадда зәррилири бир-бири билән өз ара электрлик тәбмити бар күчләр билән тәсирлишиду.*

II. МКН I қаидисиниң тәҗрибилик испати

Инглиз физиги Дж. Рэлейниң молекулиниң массиси вә өлчәмлирини баһалиши МКН I қаидисиниң ишәшлик испати болуп һесаплиниду.

Бир тамчә зәйтүн мейиниң суниң бетидә бир молекула қелинлиғиға тәң қәвәт билән йейилидиғанлиғини тәхминләп, униң өлчимини ениқлиди:

$$d = \frac{V}{S},$$

бу йәрдә d – молекулиниң диаметри, V – йейилған тамчиниң һәҗими, S – тамчиниң мәйдани.

Молекулиниң һәҗимини $V_0 = d^3$ дәп елип, униң маддиниң пүткүл һәҗимидики санини тапти:

$$N = \frac{V}{V_0}.$$

Май тамчисидики молекулилар саниниң вә униң массисиниң мәнаси мәлум болған жағдайдики бир молекулиниң массисини һесаплиди:

$$m_0 = \frac{m}{N}$$

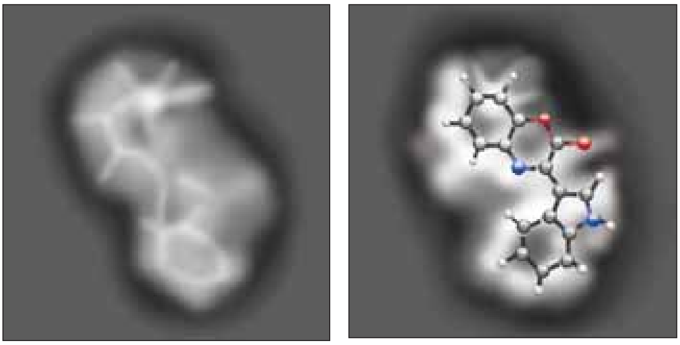
Рэлей усули бойичә жүргүзүлгән тәҗрибиләрниң нәтиҗилири молекулилар өлчими 10^{-9} *м,* массаси болса 10^{-26} *кг* екәнлигини көрситиду.

Алимлар электронни, андин кейин туннельлиқ микроскоплар ясап чиқарғандин кейин, МКН *I* қаидисиниң тоғра екәнлигигә һеч бир гуман қалмиди.

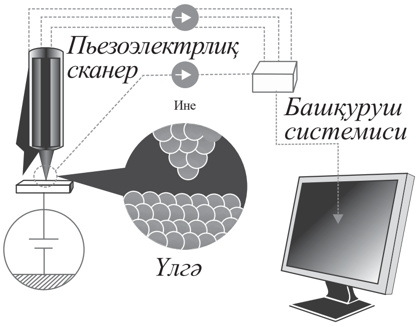
Һәрикәтлиниш принципи маддиниң бәтлик қәвитини чүширип елишқа асасланған туннельлиқ микроскопниң ярдими арқилиқ атомлар вә молекулиларниң орунлишиши тәсвирләнгән сүрәт елинди (*92-сүрәт*). Сканерлигүчи туннельлиқ микроскопниң металл жигиниси бетидә нанометрдинму аз арилиқта серилип жүриду (*93-сүрәт*).

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин молекулилар атомларға нисбәтән һәртүрлүк болуп келиду?*
2. *Һавадики исниң йоқап кетиш сәвәвини чүшәндүрүңлар.*
3. *Немишкә икки қоғушун парчисигә нисбәтән икки пластилин парчисини бириктүрүш оңай?*



92-сүрәт. *Маддилардики молекулиларниң орунлишиши тәсвирләнгән сүрәт*



93-сүрәт. *Туннельлиқ микроскопниң ишләш принципи*

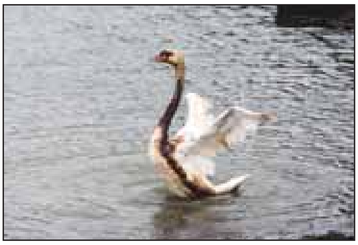
Һәрикәт мабайинида бир аз потенциал берилиду, нәтиҗисидә жигинә билән үлгиниң арисида туннельлиқ еқим пәйда болиду – үлгидики электронлар жигинигичә болған арилиқни бесип өтүп, жигинигә өтиду. Электронларниң сани жигининиң учиғичә болған арилиққа бағлинишлиқ, шуниң үчүн туннельлиқ еқимниң миқдарини ениқлаш мабайинида

Өз тәҗрибәңлар

1. Молекула өлчимини 10^{-9} $м^3$ дәп елип, дәрисликниң бир вариғидики молекулилар санини ениқлаңлар.
2. Қолдин ясалған палеткиниң ярдими арқилиқ нефть дeғиниң мәйданини ениқлаңлар. Сүрәткә елиш һәҗиминиң масштаби М1:100000 (*94-сүрәт*) дәп елиңлар.

94-сүрәт. *Төкүлгән нефть*

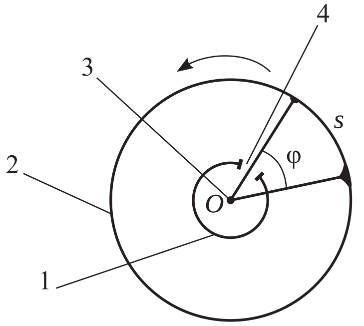
алимлар үлгә бетиниң рельефи қандақ екәнлигини чүшиниду. Туннельлиқ микроскопниң ясилиши наноаләмни өзләштүрүшкә болған еник қәдәм болди. Мошу утуқлири үчүн 1986-жили Цюрихтики *IBM* компаниясиниң тәтқиқат мәркизиниң хизмәткарлири Г. Бинниг билән Г. Рорерға Нобель мукапити берилди.



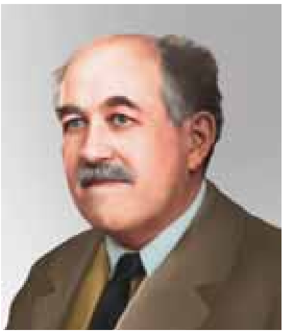
95-сүрәт. *Нефть төкүлгән аймақтики җаниварлар билән қушларниң қирилиши*

III. Штерн тәҗрибиси молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң иккинчи қаидисиниң испатлимиси ретидә

1920-жили немис физиги Отто Штерн молекулилар һәрикитиниң оттура илдамлиғини ениқлашқа беғишланған тәҗрибә ясиди. Тәкши горизонтал тирәккә OO_1 оқи әтрапида (*96-сүрәт*) айнилидиған икки коаксиаллиқ цилиндрлиқ (1) бәтни орунлаштурди. Ички цилиндрда (4) тар йочуқ (2) бар. Барлиқ система вакуумда орунлашқан. OO_1 оқи бойичә күмүч билән капланған платина сим (3) орунлашқан, уни жуқури температуриғичә қиздуриду. Күмүч атомлири бәтлик қәвәттин һоға айлинип, ички цилиндрниң тамлиридики тар йочуқ арқилиқ сиртқи цилиндрниң тамлириға учуп берип, йочуққа қарши инчикә полоска түридә тиниду.



96-сүрәт. *Штерн тәҗрибисини ясашқа беғишланған қурулминиң схемиси*



Отто Штерн (1888–1969) – немис физиги. 1923-жилдин башлап, Гамбургтики университетниң физика-химиялик лабораториясиниң профессори вә директори болған. 1933-жилдин башлап Питсбургтики (АҚШ) Карнеги Технологиялик институтиниң профессори. 1943-жили Штерн физика бойичә Нобель мукапитини алған.

Цилиндрларниң ω булуңлуқ илдамлиқ билән айлиниши пәйтидә, атомларниң иккинчи цилиндрниң тамлириға йетиш үчүн һаҗәтлик t вақит арилиғида, цилиндрлар φ булуңиға бурулиду. Нәтиҗисидә атомлар алдиңқи сизиқтин s арилиқта булуңғур сизиқ түридә тиниду. Штерн цилиндрлар арисидики күмүч атомлириниң оттура илдамлиғини мундақ һесаплайду:

$$v = \frac{R - r}{t}, \qquad (1)$$

Тапшурма

Идеал газниң вә қаттиқ, суюқ, газ тәхлит һаләттики маддиларниң моделини тәсвирләңлар.

бу йәрдә R – сиртқи цилиндрниң радиуси, r – ички цилиндрниң радиуси.

Күмүч сизиқниң орун авуштурушини цилиндрниң айнилиш илдамлиғи арқилиқ көрситәйли:

$$s = \upsilon_ц t = \omega Rt, \qquad (2)$$

бу йәрдә $\upsilon_ц$ – сиртқи цилиндрниң айнилишиниң сизиқлиқ илдамлиғи, Штерн цилиндрлар арисидики атомларниң учуш вақтини ениқлиди:

$$t = \frac{s}{\omega R}. \qquad (3)$$

Бу формулини инавәткә елип, (1) формулидин келәси ипадини (3) алди:

$$\upsilon = \frac{\omega R(R-r)}{s}. \qquad (4)$$

Тәҗрибә арқилиқ елинған s вә R, r, ω мәналири мәлум болғанда, күмүч атомлириниң оттура илдамлиғи ениқланди, у 650 м/сек тәң болди.

IV. Молекулилар арисидики өз ара тәсирлишиш күчи – молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң үчинчи қаидисиниң испатлимиси ретидә

Молекулилар атомлири иҗабий зарядланған ядролардин вә сәлбий зарядланған электронлардин тәркип тапиду. Сиқилиш деформацияси яки созулуш пәйтидә җисимниң өлчими вә шәклини дәсләпки қелпиға кәлтүрүшкә интилидиған күч пәйда болиду. Бу күч маддиниң атомлири вә молекулилири арисида өз ара электромагнитлиқ тәсирлишиш ақиветидин пәйда болиду.

97-сүрәттә графиклар берилгән: 1-график – атомлар арисидики тепилиш күчиниң уларниң арисидики арилиққа бағлинишлиғиға, 2-график – атомлириниң тартилиш күчиниң уларниң арисидики арилиққа бағлинишлиғиға мувапиқ келиду, 3-график – молекулилиқ өз ара тәсирлишишниң нәтиҗилик күчи. Графикқа қарап, мундақ хуласә чиқиришқа болиду: $r \leq r_0$ болса, тепилиш күчи артиду, әгәр $r \geq r_0$ болса, тартилиш күчи артиду. $r = r_0$ арилиққа тепилиш күчи билән тартилиш күчи тәң, шуниң үчүн тәң тәсирлик күч нөлгә тәң: $F = 0$.

Күчниң арилиққа бағлинишлиқ графиги молекула арилиқ күчләрниң молекулилар өлчәмлиригә тәң арилиқларда пәйда болидиғанлиғини испатлайду. 2–3 молекула өлчимигә тәң арилиқта молекулиларниң өз ара тәсирлишиш күчи йоқайду.

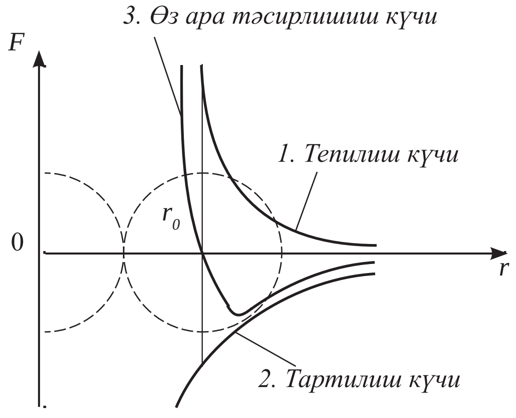
Җавави қандақ?

1. *Тәсвирлигән модельлириңларниң қандақ өзгичиликлири бар?*
2. *Маддиларниң газ тәхлит һаләттики моделиниң идеал газдин қандақ айримчилиғи бар?*

Әстә сақлаңлар!

Шалаңлитилған реал газлар идеал газларға охшайду. Төвән бесимда вә жуқури температурида барлиқ газларниң хусусийити идеал газға йеқин болиду.

Жуқури бесим жағдийида газ молекулилири бир-биригә йеқинлайду, бу әһвалда уларниң өз өлчәмлирини инавәткә алмисақ болиду. Температура төвәнлигәндә молекулиларниң кинетикилиқ энергияси азийиду, нисбий түрдә потенциаллиқ энергияға тәң болиду.



97-сүрәт. *Атомларниң өз ара тәсирлишиш күчлириниң уларниң арилиғиға бағлинишлиқ графиги*

V. МКН асасидики суюқ, газ вә қаттиқ җисимларниң модели. Идеал газ

Силәргә мадиларниң һәртүрлүк агрегатлиқ һаләтләрдики хусусийәтлири 7-синиптин мәлум. Уларниң асасийлирини әскә чүширәйли: қаттиқ җисим өзиниң шәклини вә һәҗимини сақлайду. Суюқлуқлар һәҗимини сақлайду, лекин шәклини оңай өзгәртиду, улар аққуч болуп келиду. Газлар берилгән һәҗимни толуқ егиләйду, уларниң шәкли вә һәҗими болмайду. Маддиларниң һәртүрлүк агрегатлиқ һаләтләрдики хусусийәтлири вә МКН үч қаидиси һәққидә билим асасида уларниң түзүлүшини модельләш қийинчилиқ пәйда қилмайду.

Газларда жүридиған иссиқлиқ һадисилирини математикилиқ көз-қараш асасида тәрипләш үчүн идеал газ чүшәнчиси киргүзүлди.

Идеал газ – молекулилар арисидики өз ара тәсирлишишниң потенциаллиқ энергиясини инавәткә алмаслиққа болидиған газниң физикилиқ модели; молекулилар арисидики арилиқ молекулилар өлчимидин хелила артуқ. Молекулилар арисида тепилиш вә тартилиш күчлири болмайду, зәрриләрниң өз ара вә тамларға тоқунуши абсолют әвришим болиду.

Төвәнки бесим вә жуқури температура җағдийидики реал газни идеал дәп һесаплашқа болиду.

VI. Молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң (МКН) мәхсити вә вәзиписи. Термодинамикилиқ параметрлар. МКН асасий тәңлимиси

Молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң мәхсити – барлиқ җисимлар хаослиқ һәрикәтлинидиған айрим зәрриләрдин тәркип тапиду дегән чүшәнчә асасида иссиқлиқ һадисилириниң қанунийити билән макроскопиялик җисимларниң хусусийәтлирини чүшәндүрүш.

Молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң асасий вәзиписи – маддиларниң микроскопиялик вә макроскопиялик параметрлири арисида бағлиниш орнитиш, аталған мадда һалитиниң тәңлимисини тепиш.

Молекулилиқ аләмни тәрипләйдиған өлчәмләр, мәсилән молекулиниң илдамлиғи, униң массиси, энергияси *микроскопиялик* (грек тилидин тәрҗимә қилғанда «микрос» – кичик) параметрлар дәп атилиду.

Макроскопиялик (грек тилидин тәрҗимә қилғанда «макрос» – йоған) дәп өлчәмләр билән параметрлар җисимларниң һалитини, уларниң ички түзүлүшини инавәткә алмай тәрипләйдиған өлчәмләрни атайду.

Җисимларниң һалитини тәрипләйдиған макроскопиялик өлчәмләрни термодинамикилиқ параметрлар дәп атайду. V һәҗим, p бесим вә T температура – термодинамикилиқ параметрлар болуп санилиду.

Алимлар идеал газниң макроскопиялик вә микроскопиялик параметрлири арисидики бағлинишни ениқлиди. Миқдарлар арисидики бағлиниш молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң асасий тәңлимиси дәп аталди.

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{\upsilon}^2 \qquad (5)$$

бу йәрдики p – газ бесими, n – концентрация, m_0 – атом массиси, υ – оттура квадратлиқ илдамлиқ.

Молекулилар концентрацияси газниң зичлиғи билән $nm_0 = \rho$ нисбити арқилиқ бағлинишини (5) формулиға қойсақ:

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{\upsilon}^2 . \qquad (6)$$

Әгәр молекулиларниң оттура кинетикилиқ энергияси $\overline{E} = \frac{m_0 \bar{\upsilon}^2}{2}$ екәнлигини инавәткә алсақ, у чағда (5) тәңлимини мундақ түрдә йезишқа болиду:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{\upsilon}^2 \cdot \frac{2}{2} = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{\upsilon}^2}{2}$$

яки

$$p = \frac{2}{3} n \overline{E} . \qquad (7)$$

(5), (6) вә (7) нисбәтләрни *молекула-кинематикилиқ теорияниң асасий тәңлимиси* дәп атайду.

Молекула-кинематикилиқ теорияниң асасий тәңлимиси макроскопиялик параметрларни микроскопиялик параметрлар билән бағлаштуриду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң асасий қаидилирини тәрипләңлар.
2. Штерн тәҗрибисиниң әһмийити немидә?
3. Молекулилиқ өз ара тәсирлишиш күчлири қандақ хусусийәтләргә егә?
4. Идеал газ модели қандақ болиду?

Көнүкмә 12

1. Зичлиғи $\rho = 920 \frac{кг}{м^3}$, массиси 0,023 мг болған су бетигә төкүлгән минерал мейиниң тамчисиниң мәйдани 60 см^2 болидиған қәвәт ясап йейилди. Қәвәттики молекулилар бир қатарға орунлашти дәп һесаплап, униң тоғри өлчәмлирини ениқлаңлар.
2. Әгәр Штерн тәҗрибисидә әсвапниң айлиниш чапсанлиғи 150 сек$^{-1}$ болғанда, уларниң булуңлуқ силҗиши 5,4° болса, күмүч һориниң молекулилириниң илдамлиғи қандақ болиду? Сиртқи вә ички цилиндрларниң арилиғи 2 см.

3. Һəжими $V = 1$ *л* қачида массиси 2 *г* водород бар. Əгəр водород молекулилириниң оттура квадратлиқ илдамлиғи $\upsilon = 400$ *м/сек* болса, униң бесими қандақ?

Иҗадий тапшурмилар

1. Нефть трубилири вə нефть танкерлири билəн болған апəтлəр статистикисини тəкшүрүңлар. Əллəр вə кəсипорунлар бойичə селиштурма җəдвəллəр (графиклар, диаграммилар) қураштуруңлар.
2. Келəси мавзулар бойичə доклад тəйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичə бир мавзуни таллап елиңлар):
   1) Қедимий философларниң маддилар түзүлүшигə дегəн көз-қариши. Маддилар түзүлүшигə дегəн атомистикилиқ көз-қараш.
   2) Тəбиəттики, турмуштики вə санаəттики диффузия.

§ 13. Кристаллиқ вә аморфлуқ җисимлар

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *кристалл вә аморфлуқ қаттиқ җисимларниң түзүлүмини ажритишни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин монокристаллар поликристалларға нисбәтән баһалиқ?*
2. *Немишкә таш билән хиш бетидә сизиқ қалдурушқа болиду, әнди эксичә хиш билән ташта из қалдуралмаймиз?*
3. *Немә үчүн қериндашниң графитлиқ стержени пәқәт униң оқиға перпендикуляр йөнилиштә оңай ахлиниду?*

I. Кристаллиқ вә аморфлуқ җисимлар. Қаттиқ җисимларниң изотроплуқлиғи вә анизотроплуқлиғи

Шәкли билән һәҗимини сақлайдиған җисимларни *қаттиқ җисим* дәп атайду. Физикида қаттиқ җисимлар *кристаллар* вә *аморфлуқ җисимлар* дәп бөлүниду. Кристаллар *монокристаллар* вә *поликристаллар* болуп бөлүниду.

Аморфлуқ җисимлар кристалл җисимлардин ениқ суюлуш температурисиниң йоқлуғи билән алаһидилиниду. Физикида аморфлуқ җисимларни йепишқақ суюқлуқ ретидә караштуриду. Аморфлуқ җисимларға мом, пластилин, янтарь, әйнәк, қатқан смолани яткузушқа болиду. Аморфлуқ җисимларниң кристаллиқ тори болмайду, улар изотроплуқ болуп келиду.

Изотроплиқ – маддиниң физикилиқ хусусийитиниң талланған йөнилишкә бағлинишлиқ әмәслиги.

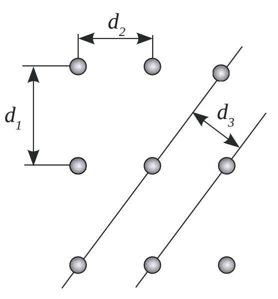
Монокристалл түридики кристалл җисимлар анизотроплуқ.

Анизотроплуқ – маддиниң физикилиқ хусусийитиниң таллап елинған йөнилишкә бекиндилиғи.

Тәбиий җағдайда кварц (*98-сүрәт*), топаз, алмаз, тағлиқ хрусталь, графит геометриялик дурус формиси бар йоған монокристаллар түрлирини тәшкил қилиду.

Кристалларниң механикилиқ, иссиқлиқ, электрлиқ вә оптикилиқ хусусийәтлириниң анизотроплуқ һалитини матда зәррилириниң өз ара тәсирлишиш күчиниң кристаллиқ тордики йөнилиш таллишиға бағлинишлиқ екәнлиги билән оңай чүшәндүрүшкә болиду. Уларниң һәртүрлүк йөнилиштики ариліқлирида айримчилиқ болиду: $d_1 > d_2 > d_3$ (*99-сүрәт*).

98-сүрәт. *Тағ хрустали вә ис рәңлик кварцниң монокристаллири*

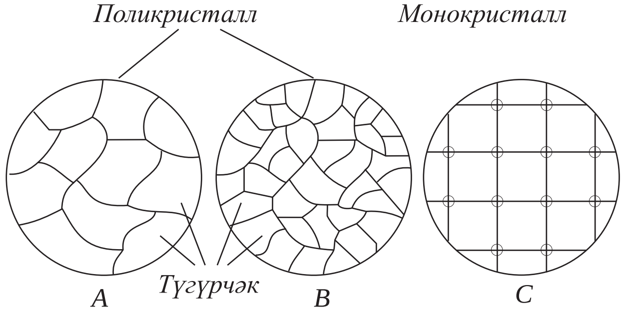


99-сүрәт. *Монокристаллар анизотроплуқ*

Поликристаллиқ жисим – өлчәмлири 1-2 мкм-дин бир нәччә мм-ғичә өзгирип туридиған бир-биригә нисбәтән рәтсиз йөнәлгән монокристалларниң жиғиндиси түридә болиду (*100-сүрәт*). Поликристаллиқ жисим изотроплуқ. Әгәр поликристалда монокристаллиқ түгүрчәкләрниң йөнилиш артуқчилиғи болса, у чағда поликристалл текстурилиқ болиду вә анизотроплуқ хусусийәткә егә болиду. Узақ вақит қайта ишләш мабайинида поликристалларда интайин чоң кристаллиқ блоклар пәйда болиду. Рекристализация, йәни айрим түгүрчәкләрниң башқа түгүрчәкләр арқисида хелә көпийиш һадисиси орун алиду. Поликристаллиқ жисимларға металлар, поликристаллиқ алмазлар, керамика ятиду.

Жавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин монокристаллар анизотроплуқ, поликристаллар болса изотроплуқ?*
2. *Немишкә аморфлуқ жисимларниң бәлгүлүк бир суюлуш температуриси болмайду?*
3. *Торниң ионлуқ, атом луқ, молекулилиқ вә металлиқ түрлириниң бир-биридин пәрқи немидә?*



100-сүрәт. *Поликристалниң түзүлүши*

Есиңларға чүшириңлар!

Сиртқи күчләрниң һәрикити тохтиғанда йоқайдиған деформация *әвришим деформация* дәп атилиду.

Сиртқи күчләрниң һәрикити тохтиғанда йоқалмайдиған деформация *әвришимсиз (пластикилиқ) деформация* дәп атилиду.

II. Кристаллиқ тор. Кристалдики дефектлар

Кристалниң ички түзүлүшини көрнәклик түрдә көрситиш үчүн уни кристаллиқ тор түридә тәсвирләйду.

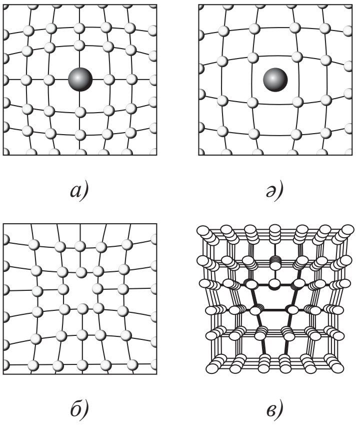
Кристаллиқ тор – түгүчлири кристалдики атомлар билән молекулиларниң тәңпуңлуқ мәркизигә мувапиқ келидиған бошлуқтики тор.

Кристаллиқ тордики түгүчләрниң орунлишишини ионлуқ микроскопниң ярдими арқилиқ көрүшкә болиду.

Барлиқ кристаллар төрт түргә бөлүниду: ион луқ, атомлуқ, молекулилиқ вә металлиқ.

III. Кристалл жисимларниң пухтилиғи вә қаттиқлиғи

Жисимниң сиртқи күчләрниң тәсиридин бузулушиға чидамлиқ болуши униң пухтилиғини билдүриду. Дефектлири бар кристалларниң пухтилиғи таза кристалларниң пухтилиғиға он һәссә, һәтта йүз һәссигичә орун бериду. *Дефектниң чекитлик вә сизиқлиқ түрлири*



101-сүрәт. *Дефект түрлири (камчилиқ түрлири)*

болиду. Чекитлик дефектқа өзлүк атомниң башқа атомға авушиши (*101, а-сүрәт*), тор түгүчлири арисидики бошлуққа атомларниң кириши (*101, ә-сүрәт*), кристаллиқ тор түгүчлириниң биридә атомларниң болмаслиғи (*101, б-сүрәт*) ятиду. Сизиқлиқ дефектлар кристалл тәкшилигидә атомларниң орунлишиш тәртиви бузулғанда көрүнүш тапиду (*101, в-сүрәт*).

Техникида барлиқ материаллар пухтилиғи билән биллә қаттиқлиғи биләнму алаһидилиниду. *Қаттиқлиқ – материалларниң башқа материалниң бетини бузуш хусусийити.* Қайси материал башқисиниң бетини сизип өтсә, шу қаттиқ болуп санилиду. Қайта ишлинидиған металға нисбәтән металл кесидиған кәскүч вә бурғиларниң қаттиқлиғи жуқури болуши шәрт. Уларни кобальт билән цементланған титан яки вольфрам карбиди түгүрчәклиридин тәркип тапидиған интайин қаттиқ еритиндилардин ясайду.

Бу қизиқ!

Кристалл пухтилиғини ашуруш үчүн мәхсус дефектлар пәйда қилиду. Улар күтүлмигән дефектлар тизмисидики бағлинишниң үзүлмәслигини рәтләйду. Мәсилән, полат тәркивидә үч һәссә вольфрам, хром болғандила интайин пухта болиду.

IV. Жисимларниң әвришим вә пластикилиқ деформацияси. Қаттиқ жисимларниң әвришимлиги вә пластикилиқлиғи

Сиртқи күчләрниң тәсиридин кристалл зәррилири силжийду, шуниң тәсиридин жисим *деформациялиниду, йәни һәжими вә шәкли өзгириду.*

Жисимниң өзиниң дәсләпки шәклигә қайтип келиш хусусийитини жисимниң әвришимлиги дәп атайду. Барлиқ кристалл жисимлар, резинка әвришим хусусийәткә егә.

Жисимниң сиртқи күчләр тәсиридин өзгәргән шәклини сақлаш хусусийитини жисимниң пластикилиғи дәп атайду. Мундақ пластикилиқ хусусийәт аморфлуқ жисимларға тәәллуқ.

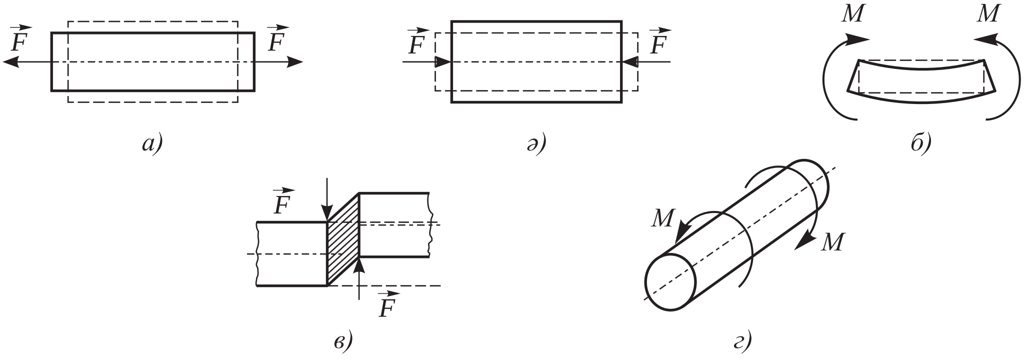
V. Әвришим деформацияниң түрлири

Қаттиқ жисимларниң деформацияси сиртқи күчләрниң чүшүш чекити вә йөнилишигә бағлинишлиқ төрткә бөлүниду: *созулуш яки қисилиш, егилиш, силжиш вә бурулуш.*

Тапшурма

Әвришим вә пластикилиқ деформациягә мисал кәлтүрүңлар.

Жисим оқи бойи билән қариму-қарши йөнилишләргә йөнәлгән миқдарлири бирдәк икки күчниң тәсир қилишидин жисим узунлуғиниң ешишини созулуш деформацияси дәп атайду (102, а-сүрәт). Созулуш деформацияси симларда, каната жиплирида болиду.



102-сүрәт. *Әвришим деформация түрлири*

Җисим оқи бойи билән бир-биригә қариму-қарши йөнәлгән күчләрниң тәсиридин җисим узунлуғиниң кичиклиши қисилиш деформацияси дәп атилиду (102, ә-сүрәт). Қисилиш деформацияси өйниң тамлирида, тирәк түврүклиридә болиду.

Егилиш – бир вақитта җисим бетиниң қариму-қарши училириниң созулуш вә қисилиш деформацияси (102, б-сүрәт). Мундақ егилиш имарәтләрниң, көрүкләрниң балкилирида болиду.

Җисим қәвәтлириниң аз тәсиргә егә күчләрниң тәсиридин бир-биригә нисбәтән орун йөткишини силҗиш деформацияси дәп атайду (102, в-сүрәт). Силҗиш деформацияси бәкитиш қисимлирида, бир-биригә нисбәтән сүркилиш билән һәрикәтилинидиған җисимларда болиду.

Җисим оқиға перпендикуляр тәкшиликкә чүширилгән күчләрниң тәсиридин җисим қәвәтлириниң бир-биригә нисбәтән бурулушини бурулуш деформацияси дәп атайду (102, г-сүрәт). Отверткиниң тутқуси, машина вали бурулуш деформациясигә чүшиду.

VI. Монокристаллар вә поликристалларниң қоллинилиши

Қедимдин тәбиий монокристаллардин түрлүк пақирайдиған баһалиқ буюмлар ясилип кәлмәктә. Алмаз, тағ хрустали, малахит, зумрәт, қизил яқут вә башқиму тәбиий монокристаллардин ясалған зәргарлиқ буюмлар бүгүнки күндиму жуқури иһтияжға егә. Оптика, лазерлиқ техника, йеримөткүзгүчлүк электроникиниң тәрәққий етиши арқисида монокристалларға дегән илмий-техникилиқ қизиқиш көпәйди. Һак шпатиниң хусусийәтлирини тәкшүрүш арқилиқ йоруқ поляризацияси, поляризациялик әсваплар вә 3*D* сүрәтләр пәйда болди. Спектроскопта кварц әйнәктин ясалған призмиларни йоруқни спектрлиқ ажритиш үчүн қоллинилишқа башлиди. Барлиқ заманивий электр үскүнилиридә интайин таза монокристалл материаллардин ясалған детальлар болди. Пухтилиғи жуқури тәбиий монокристалл алмаз қурулушта, еғир машина ясашта, пайдилиқ қезилмилар санаәтидә пайдилинилиду. Алмаздин бурға, һәрә, метални кесидиған қайчилар вә тәкшиләйдиған дүгләкләр ясилиду. Алмаз тәбиәттә аз учришиду. Сүнъий монокристалларни ишләп чиқириш нәтиҗисидә, санаәттә ясалма алмазни пайдилиниш 97%-қа көпәйди.

103-сүрәт. *Монокристаллардин ясалған күн панельлири*

Электр энергиясиниң альтернативлиқ мәнбәлиригә авушқандин бери күн панельлирини ясашта қоллинилидиған материал таза кремний чоң иһтияжға егә болушқа башлиди. Кремний монокристалиниң стерженини ясалма түрдә кремний еритмисидин алиду, андин кейин қелинлиғи 0,2–0,4 мм болидиған бөлүкләргә бөлүп, қайта ишләнгән материални күн панельлири тәркивидә болидиған фотоэлектрлиқ элементлар ясаш үчүн пайдилиниду (*103-сүрәт*). Кремний еритмисини аста совутқанда униңдин поликристаллиқ кремний чиқиду. У күн панельлирини ясаш үчүн пайдилинилиду (*104-сүрәт*). Поликристаллиқ кремнийниң камчилиғи – униң сапасини төвәнлитидиған түгүрчәкләрниң болушида. Монокристаллиқ панельларни сериялап чиқириш күн

104-сүрәт. *Поликристаллардин ясалған күн панели*

энергиясини қайта ишләштә 22%-ғичә үнүмлүк, поликристаллиқ панельларни сериялап чиқириш 18% үнүмлүк. Бу кремний монокристалиниң таза хам әшия болуши билән чүшәндүрүлиду, күн батареялирида 100%-ғичә йетиду.

VII. Қазақстан Республикисида кремнийниң ишләп чиқирилиши

Дуния йүзи энергияниң альтернативлиқ мәнбәлирини пайдилинишқа өтүшигә бағлинишлиқ күн батареялиригә дегән иһтияжлиқ өсмәктә.

Қазақстан Республикисида кремний санаитини қелиплаштуруш мәмликәтлик программа асасида 2014-жилдин башлап Чимкәнт шәһиридә «Стекло К» ТОО ишләп чиқириш базисида жуқури сапалиқ кремний шуләп чиқириш лайиһәси қураштурулип, ишқа қошулди. Бу лайиһә Билим вә һән министрлигиниң «Инновациялик нәтиҗигә йөнәлгән университетлиқ алимларни тәрәққий әткүзүш» программисиға кирди. Лайиһәниң икки басқучини бириктүрүп, завод үч мәһсулат чиқириду: ферросилиций, техникилиқ кремний вә ақ күйә. 300 тонна ақ күйидин 200 тонна интайин таза кремний елишқа болиду. Интайин таза кремний елиш җәриянини тәрәққий әткүзүп, фотоэлектрлиқ түрләндүргүчләр вә күн батареялири панельлирини қуруштуруш санаитини қолға елиш планланмақта.

105-сүрәт. *Металлургиялик кремний шуләп чиқириш санаити, Қарағанда шәһири*

2016-жили Қарағанда шәһиридә металлургиялик кремний санаити ишқа қошулди (*105-сүрәт*). Тазилиғи 98,5% йетидиған қазақстанлиқ кремний немис ширкитиниң технологияси билән ишләп чиқирилиду. Бу ширкәт кремнийниң иһтияжға егә болидиғанлиғиға кепил болмақта. Қарағанда шәһиридики металлиқ кремний шуләп чиқириш заводиниң қурулушини 2007-жили *Silicium Kazakhstan* ширкити башлиған еди.

Тәкшүрүш соаллири

1. Аморфлуқ җисимларниң кристаллиқ җисимлардин өзгичилиги немидә?
2. Кристаллиқ тор дегинимиз немә? Торниң қандақ түрлирини билисиләр?
3. Кристалл пухтилиғини ашуруш үчүн қандақ усул қоллинилиду?
4. Қаттиқ җисимларда болидиған деформация түрлирини атаңлар. Деформацияниң һәрбир түридә болидиған сиртқи күч тәсириниң йөнилиши вә чүшүш чекитини көрситиңлар.

Иҗадий тапшурма

Кәлгүси мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Кристалл өсүрүш усуллири.
2. ҚР хәлиқ егилигиниң һәртүрлүк саһалирида кристаллар вә поликристалларниң қоллинилиши.

6-бапниң йәкүни

Молекула өлчими	Молекула сани	Бир молекула салмиғи
$d = \frac{V}{S}$	$N = \frac{V}{V_0}$	$m_0 = \frac{m}{N}$
Штерн тәҗрибиси бойичә молекула илдамлиғи	**МКН-ниң асасий тәңлимиси**	**Молекулиларниң өзара һәрикәтлиниши**
$\upsilon = \frac{\omega R(R-r)}{s}$	$P = \frac{1}{3} n m_0 \bar{\upsilon}^2$; $P = \frac{2}{3} m \bar{E}$; $P = \frac{1}{3} \rho \bar{\upsilon}^2$	$r \le r_0$ болғанда теплиш күчи артиду. $r \ge r_0$ болғанда тартилиш күчи артиду.

МКН асасий қаидилири вә қанунлири

МКН үч қаидиси

1. Барлиқ маддилар интайин ушшақ зәррилирдин – арисида бош ариликлири бар молекулилар вә атомлардин тәркип тапиду.
2. Мадда зәррилири үзлүксиз вә тәртипсиз һәрикәтлиниду.
3. Мадда зәррилири бир-бири билән өз ара тәсирлишиду.

Глоссарий

Анизотроплуқ – маддиниң физикилиқ хусусийитиниң таллап елинған йөнилишкә бағлинишлиғи.

Бурулуш деформацияси – җисим оқиға перпендикуляр тәкшиликкә чүширилгән күчләрниң тәсиридин җисим қәвәтлириниң бир-биригә нисбәтән бурулуши.

Созулуш деформацияси – җисим оқиниң бойи билән қариму-қарши йөнәлгән миқдарлири бирдәк икки күчниң тәсир қилишидин җисим узунлуғиниң ешиши.

Силҗиш деформацияси – җисим қәвәтлириниң аз тәсиргә егә күчләрниң тәсиридин бир-биригә нисбәтән орун йөткиши.

Қисилиш деформацияси – җисим оқи бойи билән бир-биригә қарши йөнәлгән күчләрниң тәсиридин җисим узунлиғиниң қисқириши.

Җисим деформацияси – җисимниң шәкли вә өлчәмлириниң өзгириши.

Идеал газ – өлчәмлири кичик болған әвришим шар тәхлит молекулилар арисидики өз ара һәрикәтлинишниң потенциаллиқ энергиясини инавәтсиз қалдурушқа болидиған газниң физикилиқ модели.

Егилиш – бир вақитта җисим бетиниң қариму-қарши училириниң созулуш вә қисилиш деформацияси.

Изотроплуқ – маддиниң физикилиқ хусусийитиниң таллап елинған йөнилишигә бағлинишлиқ әмәслиги.

Кристаллиқ тор – түгүнлири кристалдики атомлар вә молекулилар тәңпуңлуқ мәркизи билән мувапиқ келидиған бошлуқ тор.

Макроскопиялик параметрлар – җисимларниң һалитини, уларниң ички түзүлүшини һесапқа алмай тәрипләйдиған өлчәмләр.

Пластика деформацияси – сиртқи күчләр тәсири тохтиғандин йоқалмайдиған деформация.

Пластикилиқ – җисимниң сиртқи күчләр тәсиридин шәклини өзгәртиш хусусийити.

Пухтилиқ – җисимниң сиртқи күчләр тәсиридин бузулушиға чидамдилиғи.

Қаттиқлиқ – материалларниң өзгә материал бетини бузуш хусусийити.

Термодинамикилиқ параметрлар – җисимларниң һалитини тәрипләйдиған макроскопиялик өлчәмләр V һәҗим, p бесим вә T температура.

Термодинамикилиқ тәңпуңлуқ – җисимларниң туюқланған системисиниң макроскопиялик параметрлири узақ вақит бойи турақлиқ миқдар болуши.

Әвришим деформация – сиртқи күчләр тәсири тохтиғандин кейин йоқайдиған деформация.

Әвришимлик – җисимниң өзиниң дәсләпки шәклигә қайтип келиш хусусийити.

7-БАП

ГАЗ ҚАНУНЛИРИ

Газ қанунлири молекула-кинетикилиқ нәзәрийәниң ечилишидин хелә жиллар илгири тәҗрибә түридә испатланған еди. Аталған қанунлар идеал газ моделигә йеқин, йәни жуқури температура билән төвән бесимда реал газ билән тәҗрибә жүргүзүш арқилиқ бәкитилгән. Йәр атмосферисини тәшкил қилидиған азот вә кислород охшаш газлар адәттики жағдайда идеал газ түридә қараштурулуши мүмкин.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:

- һесапларни йешиштә идеал газ һалитиниң тәңлимисини қоллинишни;
- газ җәриянлириниң графиклирини ажритишни үгинисиләр.

§ 14. Идеал газ һалитиниң тәңлимиси. Изопроцеслар. Адиабатилиқ җәриян

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

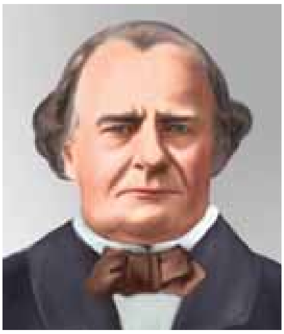
- *идеал газ һалитиниң тәңлимисини һесапларни йешиштә қоллинишни; газ җәриянлириниң графиклирини ажритишни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин учи кәпшәрләнгән инчикә узун трубкиниң ичидики суюқ трубкини ағдурғанда толуғи билән төкүлмәйду?*
2. *Немишкә су бетигә ләйләп чиқидиған һава көвүкчилириниң һәҗими йоғарайду?*

Әстә сақлаңлар!

Идеал газ турақлиғиниң мәнаси $R = 8,31\frac{Дж}{К \cdot моль}$.



Бенуа Поль Эмиль Клапейрон (1799–1864) – франциуз физиги вә инженери. 1834-жили идеал газ һалитиниң тәңлимисини ойлап тапти. pV – диаграммисиға термодинамикилиқ җәриянни тәсвирләп, термодинамикиға графикилиқ усулни киргүзди.

I. Идеал газ һалитиниң тәңлимиси

Газниң берилгән массидики һалити үч параметр – бесим p, һәҗим V вә температура T арқилиқ ениқлиниду. Аталған параметрларниң бириниң өзгириши башқилириниң өзгиришигә елип келиду.

Термодинамикилиқ параметрларни бағлаштуридиған тәңлимә *идеал газ һалитиниң тәңлимиси* дәп атилиду.

Газ һалити параметрлириниң бағлинишини МКН-ниң асасий тәңлимисидин алимиз:

$$p = nkT. \qquad (1)$$

(1) тәңлимигә молекулиларниң концентрациясини һесаплаш формулисини қойсақ:

$$n = \frac{N}{V} \qquad (2)$$

вә мадда мөлчәри арқилиқ ипадиләнгән маддидики молекулилар санини қойсақ:

$$N = \nu N_A, \qquad (3)$$

$$pV = \frac{m}{M}kN_AT \text{ формулисини алимиз.} \qquad (4)$$

Больцман турақлиғиниң Авогадро саниға көпәйтиндисини амимбап газ турақлиғиға алмаштуримиз:

$$R = kN_A = 8,31\frac{Дж}{К \cdot моль}. \qquad (5)$$

(5) һесапқа елип, (4) тәңлимини мундақ түрдә язимиз:

$$pV = \frac{m}{M}RT. \qquad (6)$$

(6) нисбәт газ һалитиниң тәңлимиси, уни *Менделеев – Клапейрон* тәңлимиси дәп атайду.

II. Газ һалитиниң тәңлимиси вә бириккән газ қануни

Қандақту бир массиси m газниң икки түрлүк һалитини қараштурайли. Дәсләпки параметрлири p_1, V_1, T_1. Ахирқи параметрлири p_2, V_2, T_2. Дәсләпки газ һалитиниң тәңлимиси мундақ болиду: $p_1V_1 = \frac{m}{M}RT_1$. Өзгәрмә миқдарларни тәңлиминиң сол тәрипигә қойсақ, келәси тәңлимини алимиз:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{m}{M}R. \qquad (7)$$

Ахирқи газ һалитиниң тәңлимисини елиш үчүн охшаш миқдарларниң бағлинишини язимиз:

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{m}{M}R. \qquad (8)$$

(7) вә (8) тәңлимиләрниң сол тәрәплирини тәңләштүримиз:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \qquad (9)$$

яки

$$\frac{pV}{T} = const \qquad (10)$$

Әстә сақлаңлар!

Идеал газ тәңлимиси берилгән бәлгүлүк һаләт параметрлириниң бағлинишини тәрипләйду. Газ қанунлири газ һалитиниң өзгиришини, дәсләпки вә ахирқи газ һалитиниң параметрлири арисидики бағлинишни көрситиду.

Елинған (9) вә (10) ипадини француз физиги Бенуа Клапейронниң һөрмитигә *Клапейрон тәңлимиси* дәп атайду.

Берилгән газ массиси үчүн абсолют температуриға бөлүнгән бесимниң һәжимгә көпәйтиндиси газ һалитигә бағлинишлиқ болмайдиған турақлиқ миқдар болуп һесаплиниду.

III. Изопроцеслар

Физика вә техникида изопроцеслар кәң қоллинишқа егә болди.

Изопроцесс (грекчә isos – тәң, бирдәк) – система параметрлириниң бириниң турақлиқ мәнасида массиси өзгәрмәйдиған системида өтидиған жәриян.

Изопроцеслардики икки өзгиридиған термодинамикилиқ параметрларниң бекиндилиқ тәңлимисини газ қанунлири дәп атайду. Газ қанунини Клапейронниң бириккән газ қанунининң (9) айрим әһвали дәп караштурушқа болиду.

IV. Бойль – Мариотт қануни

Турақлиқ температурида газ бесиминиң униң һәжимигә бекиндилиғини орнитидиған газ қануни Бойль – Мариотт қануни дәп атилиду. Газ қанунининң тәңлимисини тәжрибә йүзидә 1662-жили инглиз физиги Роберт Бойль вә 1676-жили өз алдиға француз физиги Эдмон Мариотт тәжрибә йүзидә алди. Бойль – Мариотт қануни изотермиялик жәриянни тәсвирләйду. *Изотермиялик жәриян – турақлиқ температурида термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш жәрияни.*

$T = const$ болғанда $m = const$, $M = const$ газ үчүн Клапейрон тәңлимисидин (9) чиқидиғини:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \qquad (11)$$

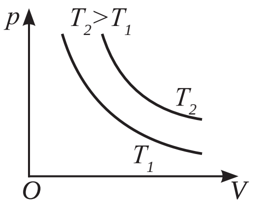
яки

$$pV = const. \qquad (12)$$

Турақлиқ температура пәйтидә берилгән массидики газ бесиминиң һәжимгә көпәйтиндиси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

(11) формулидин идеал газ бесиминиң униң һәжимигә әкси пропорционал екәнлиги келип чиқиду:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}. \qquad (13)$$



106-сүрәт. *Изотермилар*

Мошундақ бағлинишниң графиги – изотерма дәп атилидиған гипербола. 106-сүрәттә һәртүрлүк температуриларда орунланған икки түрлүк изожәрияниң изотермиси көрситилгән. Газ температуриси қанчилик жуқури болса $T_2 > T_1$, изотерма pV-диаграмма тәкшилигидә шунчилик жуқури орунлишиду.

V. Гей–Люссак қануни

Изобарилиқ жәрияни тәрипләйдиған газ қануни Гей–Люссак қануни дәп атилиду. 1802-жили француз физиги Жозеф Гей–Люссак газ һәҗиминиң температуриға бекиндилиғини ениқлашта экспериментлик тәтқиқат жүргәзди.

Изобарилиқ җәриян – турақлиқ бесимда термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш җәрияни.

$p = const$ болғанда Клапейрон (9) тәңлимисидин:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad (14)$$

яки

$$\frac{V}{T} = const . \qquad (15)$$

Турақлиқ бесим пәйтидә берилгән массидики газ һәҗиминиң температуриға нисбити турақлиқ миқдар болуп қалиду.

(14) тәңлимидин һәҗимниң температуриға бағлинишлиғи тоғра пропорционал екәнлигини көримиз $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$. VT – диаграммисида бағлинишлиқ графиги координата бешидин өтидиған түз сизиқ түридә болиду (*107-сүрәт*). *Изобарилиқ җәриян графигини изобара дәп атайду.* Һәртүрлүк бесимға һәр түрлүк изобара мувапиқ келиду. Турақлиқ температурида бесим артқансери газ һәҗими азийиду, шуниң үчүн бесими жуқури җәрияниң изобариси температура оқиға йеқин. *Идеал газ үчүн орунлинидиған газ қанунлири төвәнки төмпературиларда орунланмайду.* Шуңлашқа, VT – диаграммисида төвәнки температуридики график үзүк сизиқлар арқилиқ тәсвирләнгән.

VI. Шарль қануни

Турақлиқ һәҗимдә бесимниң температуриға бағлинишлиғи 1787-жили француз физиги Жан Шарль тәҗрибә йүзидә испатлиди, қанун *Шарль қануни* дәп аталди. *Изохорилиқ җәриян – турақлиқ һәҗимдики термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш җәрияни.*

$V = const$ болғанда Клапейрон тәңлимисидин чиқиду:

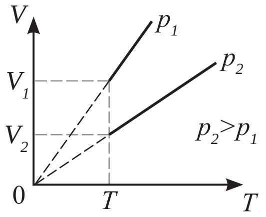
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \qquad (16)$$

яки

$$\frac{p}{T} = const \qquad (17)$$

Җавави қандақ?

Немишкә һаләт тәңлимисини қолланғанда миқдарларни ХБС-да ипадиләш керәк, газ қанунини қолланғанда физикилиқ миқдарларниң өлчәм бирликлири мувапиқ келиши керәк, мәсилән һәҗим литрда һесаплиниду?



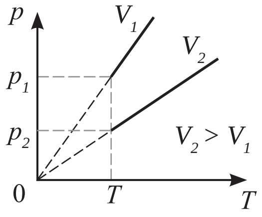
107-сүрәт. *Изобарилар*

Есиңларға чүшириңлар!

1. Бәлгүсиз көпәйткүчни ениқлаш үчүн көпәйтиндини бәлгүлүк көпәйткүчкә бөлүш керәк.
2. Пропорцияниң бәлгүсиз оттура әзасини ениқлаш үчүн чәтки икки әзасини көпәйтип, бәлгүлүк оттура әзасиға бөлүш керәк.
3. Әкси пропорционал бағлинилиқ графиги гипербола, тоғра пропорционал бағлинишлиқ графиги түз сизиқ болуп һесаплиниду.

Һәҗим турақлиқ болғанда берилгән массидики газ бесиминиң температуриға нисбити турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Бесим абсолют температуриға тоғра пропорционал бағлинишлиқ: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$. *p*-ниң *T*-ға бағлинишлиқ графиги – изохора 108-сүрәттә көрситилгән. Газ һәҗими артқансери $V_2 > V_1$, турақлиқ температуридики бесим аз болиду. Газ һәҗими чоң изохора температура оқиға йеқин орунлашқан.



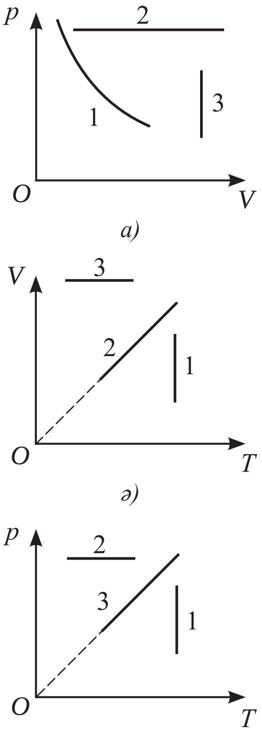
108-сүрәт. *Изохорилар*

1-тапсырма

109, а, ә, б-сүрәтләрдә берилгән диаграммиларға қараңлар. Һәрбир диаграммида қандақ җәриянниң графиги тәсвирләнгән? Җававиңларни асаслаңлар.

VII. Һәртүрлүк диаграммиларда изопроцесларниң графиклиқ тәсвирлиниши

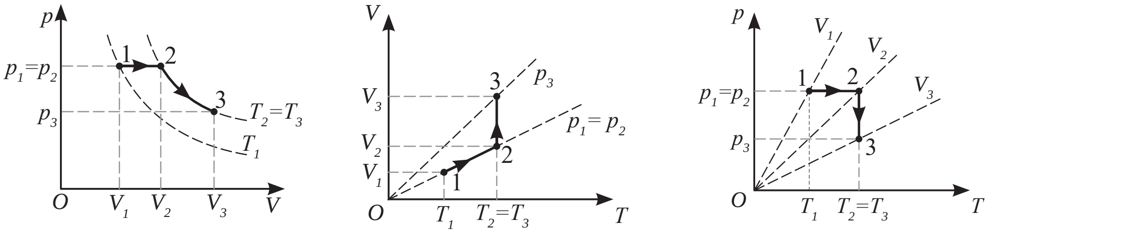
Диаграммидики һәрқандақ чекит газ һалитигә, сизиқ термодинамикилиқ җәриянға мувапиқ келиду. *pV* – диаграммисида $p_1T_1V_1$, $p_2T_2V_2$, $p_3T_3V_3$ параметрлириға мувапиқ болидиған газниң үч һалитиниң чекитини бәлгүләйли (*110, а-сүрәт*). Бир һаләттин иккинчи һаләткә авушуш йөнилишлири стрелкилар билән бәлгүләнгән. Диаграммини пайдилиниш қолайлиқ болуш үчүн қошумчә сизиқ, йәни биринчи һаләттики газ температурисиға T_1 тәң температурида изотерма жүргүзәйли. Диаграммидин 1-чекиттин 2-чекиткә авушуш изобарилиқ болидиғанлиғи көрүнүп туриду: $p_1 = p_2$, газ температуриси жуқурилайду $T_2 > T_1$, һәҗими артиду, демәк газ 1-һаләттин 2-һаләткә авушқанда изобарилиқ улғийиду. 2-һаләттин 3-һаләткә авушуш – изотермилиқ, газ бесими төвәнләйду $p_3 < p_2$, һәҗими артиду, газ изотермилиқ улғийиду.



а) *ә)* *б)*

110-сүрәт. *Изопроцеслар диаграммилири*

Газниң 1-һаләттин 2-һаләткә, кейин 3-һаләткә өтүшини *VT* – диаграммисида (*110, ә-сүрәт*) вә *pT* – диаграммисида тәсвирләшкә болиду (*110, б-сүрәт*).



а) *ә)* *б)*

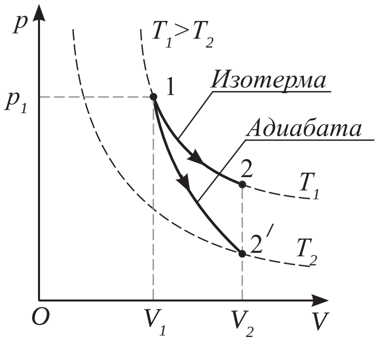
109-сүрәт. *Һәртүрлүк диаграммидики термодинамикилиқ җәриянларниң тәсвирлиниши: 1–2 изобарилиқ улғийиш, 2–3 изотермилиқ улғийиш*

VIII. Адиабатилиқ җәриян

Қоршиған муһит газ билән иссиқлиқ алмишалмайдиған қисқа вақит арилиғида жүридиған җәриянни *адиабатилиқ җәриян* дәп атайду. Адиабатилиқ җәриян иссиқлиқ өткүзмәйдиған газларда жүрүши мүмкин.

Адиабатилиқ җәриян – термодинамикилиқ системида қоршиған җисимлар билән иссиқлиқ алмишиш болмиғанда орунлинидиған җәриян.

Температуриси көтирилгән адиабатилик җәриянға ИСҺ цилиндрида йеқилғу қошулмиси билән яки һава чақмақ тешида янғучи мадда һори билән һава сиқиш җәрияни ятиду. Тәркивидә су һори бар һаваниң адиабатилиқ улғийиши нәтиҗисидә булут пәйда болиду. 111-сүрәттә адиабатилиқ җәриян графиги тәсвирләнгән.



111-сүрәт. *Адиабатилиқ җәрияндики газ иш изотермилиқ җәриянға нисбәтән аз*

2-тапшурма

1. Санаәттики сиқилған вә шалаңлитилған газниң қоллинилишиға мисал кәлтүрүңлар.
2. Адиабатини изотерма билән селиштуруңлар (111-сүрәт). Графикларниң асасий айримчилиқлирини көрситиңлар.

Җавави қандақ?

Немишкә изопроцеслар графиги нөлдин башланмайду?

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Массиси 10 *г* кислородқа 10 °*С* температурида р = 0,303 МПа бесим берилгән. Турақлиқ бесимда қиздурулған кислород 10 л һәҗимгә егә болди. Униң дәсләпки һәҗимини вә ахирқи температурисини ениқлаңлар.

Берилгини:	ХБС
$m = 10$ *г*	$10 \cdot 10^{-3}$ кг
$p = 0{,}303$ МПа	$0{,}303 \cdot 10^{6}$ Па
$t_1 = 10$ °*С*	283 К
$V_2 = 10$ л	$10 \cdot 10^{-3}$ м^3
V_1 – ?	
T_2 – ?	

Йешилиши:

Менделеев – Клапейрон тәңлимисидин $pV_1 = \dfrac{m}{M}RT_1$

биринчи һаләттики газ һәҗимини ениқлаймиз:

$$V_1 = \frac{mRT_1}{Mp};$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3}\,кг \cdot 8{,}31\,\dfrac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 283K}{0{,}032\,\dfrac{кг}{моль} \cdot 0{,}303 \cdot 10^{6}\,Па} = 2{,}4 \cdot 10^{-3}\,м^{-3}.$$

Менделеев – Клапейрон тәңлимисидин газниң иккинчи һалитиниң ахирқи температурисини ениқлаймиз:

$$pV_2 = \frac{m}{M}RT_2,\ T_2 = \frac{pV_2M}{Rm};$$

$$T_2 = \frac{0,303 \cdot 10^6\, Па \cdot 0,032 \frac{кг}{моль} \cdot 2,4 \cdot 10^{-3}\, м^3}{8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K} 10 \cdot 10^{-3}\, кг} = 1,18 \cdot 10^3\, K$$

Жавави: $V_1 = 2,4 \cdot 10^{-3}$ м^3; $T_2 = 1,18 \cdot 10^3\, K$.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ тәңлимини газ һалитиниң тәңлимиси дәп атайду?
2. Қандақ шәрт пәйтидә Клапейрон усули арқилиқ елинған термодинамикилиқ параметрларниң нисбити орунлиниду?
3. Газ һалити тәңлимисиниң газ қанунинидин асасий өзгичилиги немидә?
4. Изожәриян дегинимиз немә?
5. Изотермилиқ, изобарилиқ, изохорилиқ жәриянлар дегинимиз немә?
6. Газ қануни дегинимиз немә?
7. Газ қанунини тәриплəңлар.

Көнүкмә 13

1. Газни қисқанда, униң һәжими 8 л-дин 5 л-ға азайди, бесими болса 60 кПа-ғичә өсти. Дәсләпки бесимини ениқлаңлар.
2. 27 °C температурида йепиқ қачидики газ бесими 75 кПа-ға йәтти. –13 °C температурида газ бесими қандақ болиду?
3. Абсолют температура 1,4 һәссә көтирилгәндә газ бесими 40 см^3-қа өсти. Газниң дәсләпки һәжимини ениқлаңлар.
4. Һәжими 2 һәссә кемигәндә газ бесими 120 кПа-ға йәтти, температуриси болса 10 % өсти. Дәсләпки бесими қандақ болди?

Экспериментлиқ тапшурма

Тәтқиқат жүргүзүңлар:
Тар трубкини пайдилинип, ичидә сүйи бар қачиға көвүкчиләр пувдәңлар. Немә үчүн көвүкчә су бетигә ләйләп чиққанда мөлчәри йоғарайду?

Ижадий тапшурма

Келәси мавзулар бойичә доклад тәйярлаңлар:
1. Компрессорлар вә уларниң қоллинилиши.
2. Чоңқур вакуумни қандақ елишқа болиду? У немә үчүн һажәт?

7-бапниң йәкүни

Менделеев-Клапейронниң һаләт тәңлимиси	Бириккән газ қануни Клапейрон тәңлимиси	
$pV = \frac{m}{M}RT$	$m = const$ болғанда $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$; $\frac{pV}{T} = const$	
Изожәриянслар үчүн газ қанунлири		
Бойль-Мариотт қануни	**Гей-Люссак қануни**	**Шарль қануни**
$m = const$, $T = const$ $p_1V_1 = p_2V_2$ $pV = const$	$m = const$, $p = const$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{V}{T} = const$	$m = const$, $V = const$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $\frac{p}{T} = const$

МКН қанунлири

Бойль-Мариотт қануни:

Турақлиқ температурида берилгән массидики газ бесиминиң униң һәжимигә көпәйтиндиси турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Гей-Люссак қануни: Берилгән массида вә турақлиқ бесимда газ һәжиминиң униң температурисиға нисбити турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Шарль қануни: Берилгән массида вә турақлиқ һәжимдә газ бесиминиң униң температурисиға нисбити турақлиқ миқдар болуп қалиду.

Клапейронниң бириккән газ қануни:

Берилгән газ массиси үчүн абсолют температуриға бөлүнгән бесимниң һәжимгә көпәйтиндиси газ һалитигә бағлинишлиқ болмайдиған турақлиқ миқдар болуп санилиду.

Глоссарий

Адиабатилиқ жәриян – термодинамикилиқ системида қоршиған жисим билән иссиқлиқ алмишиш болмиғанда орунлинидиған жәриян.

Газ қануни – изожәриянлар үчүн икки өзгәрмә термодинамикилиқ параметри бар бағлинишлиқ тәңлимиси.

Изожәриян – система параметрлириниң бириниң турақлиқ мәнасида массиси өзгәрмәйдиған системида жүридиған жәриян.

Изобарилиқ жәриян – турақлиқ бесимда термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш жәрияни.

Изотермиялик жәриян – турақлиқ температурида термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш жәрияни.

Изохорилиқ жәриян – турақлиқ һәжимдики термодинамикилиқ система һалитиниң өзгириш жәрияни.

Газ һалитиниң тәңлимиси – термодинамикилиқ параметрларни бағлаштуридиған тәңлимә.

Изобара – турақлиқ бесимда берилгән газ массиси һәжиминиң униң температурисиға бағлинишлиқ графиги.

Изотерма – турақлиқ температурида берилгән газ массиси бесиминиң униң һәжимигә бағлинишлиқ графиги.

Изохора – турақлиқ һәжимдә берилгән газ массиси бесиминиң униң температурисиға бағлинишлиқ графиги.

8-БАП

ТЕРМОДИНАМИКА АСАСЛИРИ

Термодинамика җисимларниң иссиқлиқ энергияси машиниларниң механикилиқ энергиясигә айнилиш усуллири һәққидә экспериментлиқ илим ретидә пәйда болди. Иссиқлиқ машинилири қол әмгигини механизацияләштә асасий роль атқуруп келиду. Иссиқлиқ алмишиш адәм һаятидики асасий җәриян болғанлиқтин, термодинамика асаслири физикиниң көплигән бөлүмлиригә кирди.
Термодинамика – ички энергияниң бир җисимдин иккинчи җисимға берилишини, ички энергияниң механикилиқ энергияға вә әксинчә айнилиш һадисисини қараштуриду.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:

- термодинамикиниң биринчи вә иккинчи қануниниң мәзмунини чүшәндүрүшни;
- иссиқлиқ двигательниң қоллинилиши вә ишләш принципини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

§ 15. Термодинамика қанунлирини қоллиниш

Күтүлидиған нәтиҗә

Мәзкүр параграфни өзләштүргәндә
- *термодинамикиниң биринчи вә иккинчи қанунлириниң мәнасини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Җавави қандақ?

Иссиқлиқ вә иссиқлиқ мөлчәри дегинимиз немә? I вә II рәтлик мәңгүлүк двигатель дегинимиз немә? Немишкә мундақ двигательларни караштуруш мумкин әмәс?

Бу қизиқ!

Теплород чүшәнчиси асасида «иссиқлиқ мөлчәри», «җисимниң иссиқлиқ сиғдурушлуғи» охшаш чүшәнчиләр келиплашти.

Җавави қандақ?

Немә сәвәптин физиклар теплород һәққидә гипотезидин баш тартти?

1-тапшурма

1. Ички энергияниң икки түрлүк усул арқилиқ өзгиришигә мисаллар кәлтүрүңлар.
2. Иссиқлиқ берилишниң һәрбир түригә ениқлима берип, мисаллар кәлтүрүңлар.

I. Иссиқлиқ тәбиити

XVII әсирдин башлап иссиқлиқ тәбиити һәққидә икки гипотеза болди. Биринчисигә асаслансақ, *иссиқлиқ материяниң алаһидә түри – бир җисимдин иккинчисигә өтидиған теплородни* билдүриду. Җисим қизған чағда теплород шу җисимға кирип, совуғанда сиртқа чиқирилиду дәп һесаплиниду. Җисим қизған чағда һәҗиминиң улғийиши аталған нәзәриийәниң һәқиқәт екәнлигини көрсәтти, җисимға берилгән иссиқлиқ пәқәт қандақту бир һәҗимгә егә болиду дәп һесапланди. Немишкә бәзи бир маддиларниң қизғанда қисилип, совуғанда улғийиши җавапсиз қалди. Униң үстигә әгәр иссиқлиқ мадда болса, у чағда иссиқ җисимниң салмиғи салқин җисимниң салмиғиға нисбәтән ошуқ болуши керәк. Бирақ тәҗрибиләр җисим қизғанда массиси өзгәрмәйдиғанлиғини көрсәтти.

Иссиқлиқ тәбиити һәққидә иккинчи гипотеза – корпускулярлиқ, у барлиқ иссиқлиқ һадисилирини маддини тәшкил қилидиған зәрриләрниң һәрикити арқилиқ чүшәндүрди. Инглиз алими Бенджамин Томпсон, граф Румфорд, зәмбирәк стволини учи йоқ бурға билән бурғилиғанда, теплород нәзәрийәси билән чүшәндүрәлмәйдиған һәҗимдә иссиқлиқ бөлүнидиғанлиғини ейтип өткән. Румфорт замандашлириға сүйи бар ящик зәмбирәк стволиға селинип, 2,5 саат бурғилаштин кейин су отун йеқилғусиз қайниғанлиғини көрсәткән тәҗрибә чоң тәсир қалдурди. Бу тәҗрибиниң асасида Румфорт мундақ хуласигә кәлди: «Мән ясиған барлиқ тәҗрибиләр нәтиҗисидә иссиқлиқ җисим зәррилириниң тәврәнмә һәрикити болуп санилиду».

XIX әсирниң оттурисиға йеқин алимлар «энергия», «иссиқлиқ мөлчәри», «иш» охшаш чүшәнчиләрниң альтернатив екәнлигини тәҗрибә йүзидә испатлиди.

Иш, ички энергия вә иссиқлиқ мөлчәриниң альтернативлиғиниң испатини немис физиги Р.Майер вә инглиз физиги Д.Джоуль көрсәтти. Бу миқдарларниң өлчәм бирлигини инглиз алиминиң һөрмитигә джоуль дәп атиди:

$$[A] = 1 \text{ Дж}, [Q] = 1 \text{ Дж}, [U] = 1 \text{ Дж},$$

Иссиқлиқ мөлчәриниң өлчәм бирлиги 1 калорий вә ишниң өлчәм бирлиги 1 *джоуль* арисида келәси бағлиниш орнитилди: 1 кал ≈ 4,2 Дж

II. Термодинамикиниң биринчи қануни

Ички энергияни өзгәртишниң икки усулини әстә сақлап, термодинамикиниң биринчи қанунини тәрипләйли.

Бир һаләттин иккинчи һаләткә өткән пәйттики жисимниң ички энергиясиниң өзгириши ΔU жисимға берилгән иссиқлиқ мөлчәри Q билән сиртқи күчниң атқурған ишиниң A' қошундисиға тәң.

$$\Delta U = A' + Q. \qquad (1)$$

Термодинамикиниң биринчи қануни иссиқлиқ жәриянлири үчүн сақлиниш вә айлиниш қануни болуп һесаплиниду. Жисимниң ички энергиясиниң өзгиришини униң һалитигә қарап байқашқа болиду. Ички энергияниң өсүшини жисим температурисиниң өсүшидин, униң майдилиниши яки чачриши, суюлуши, қайниши, һәжиминиң улғийишидин көрүшкә болиду. *Бир яки бирнәччә жисим һалитиниң өзгиришигә энергия сәрип қилинса, у чағда уларниң ички энергияси өсиду.*

5-жәдвәл. *Физикилиқ миқдар вә уларниң өлчәм бирликлири*

Физикилиқ миқдар	Бәлгүлиниши	Өлчәм бирлиги
Маддиниң хас иссиқлиқ сиғдурушлуғи	c	$[c]=1\dfrac{Дж}{кг\cdot K}$
Суюлушниң хас иссиқлиғи	λ	$[\lambda]=\dfrac{Дж}{кг}$
Һоға айлинишниң хас иссиқлиғи	r	$[r]=1\dfrac{Дж}{кг}$
Йеқилғуниң йенишиниң хас иссиқлиғи	q	$[q]=1\dfrac{Дж}{кг}$

III. Ички энергия. Ички энергияниң өзгириши

МКН көз-қариши асасида *жисимниң ички энергияси дегинимиз – жисимни тәшкил қилидиған зәрриләрниң өз ара һәрикәтлинишиниң потенциаллиқ энергияси билән иссиқлиқ һәрикәтниң оттура кинетикилиқ энергиясиниң қошундиси.*

Қандақту бир һәжимдики идеал газниң ички энергиясини ениқлайли. Идеал газларда өз ара һәрикәтлинишниң потенциаллиқ энергияси аз, шуниң үчүн жисимниң ички энергияси униң барлиқ молекулилириниң оттура кинетикилиқ энергиясиниң қошундисиға

Есиңларға чүшириңлар!

(8-синипниң физика курсидин) жисимниң ички энергиясини өзгәртишниң икки усули:
1) механикилиқ иш орунлаш;
2) иссиқлиқ алмишиш.

Энергия – жисимларниң өз ара һәрикәтлинишиниң вә иш орунлаш мүмкинчилигиниң; һәртүрлүк һәрикәт формилириниң миқдари.

Иш – энергияниң бир түрдин иккинчи түргә айлиниш миқдари.

Иссиқлиқ мөлчәри – иссиқлиқ алмишиш нәтижисидә жисимниң ички энергиясиниң өзгиришини өлчәш миқдари.

Иссиқлиқ берилишниң үч усули:
1) иссиқлиқ өткүзгүчлүк;
2) конвекция;
3) шолилиниш.

Есиңларға чүшириңлар!

Иссиқлиқ мөлчәрини һесаплаш формулиси

процесс	формула
қизиш вә совуш	$Q = cm(t_2 - t_1)$
суюлуш	$Q = \lambda m$
қетиш	$Q = -\lambda m$
қайнаш	$Q = r \cdot m$
конденсация	$Q = -r \cdot m$
йеқилғуниң көйүши	$Q = qm$

2-тапшурма

5-жәдвәлдики миқдарларға ениқлима бериңлар.

тәң. Җисимниң ички энергиясини U бир молекулиниң оттура кинетикилиқ энергияси $\bar{E} = \frac{3}{2}kT$ арқилиқ ипадиләйли:

$$U = N\bar{E} = \nu N_A \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}\nu RT. \quad (2)$$

бу йәрдә $N = \nu N_A$ – берилгән һәҗимдики молекулилар сани. Мадда мөлчәрини массиниң молярлық массиға нисбити билән алмаштурсақ:

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

Бир атомлуқ идеал газниң ички энергиясини һесаплаш формулисини алимиз:

$$U = \frac{3}{2}\cdot\frac{m}{M}RT. \quad (4)$$

(4) формулидин массиси m җисимниң ички энергияси пәқәт температуриға бағлинишлиқ екәнлигини билимиз, демәк, ички энергияниң өзгириши температуриниң өзгириши билән ениқлиниду:

$$\Delta U = \frac{3}{2}\cdot\frac{m}{M}R\Delta T \quad (5)$$

Жавави қандақ?

Немишкә газниң иши билән сиртқи күчләрниң иши мәнаси җәһәттин тәң, бәлгүлири болса қариму-қарши?

IV. Газниң яки һониң улғайғандики иши

8-синип физика курсидин силәргә улғайған чағдики газниң иши $A = F(h_2 - h_1) = pS(h_2 - h_1)$ (*112-сүрәт*) яки

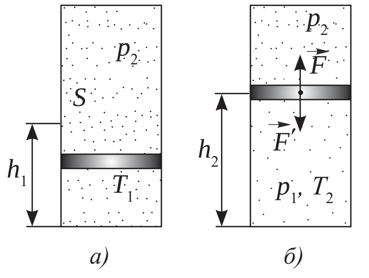
$$A = p\Delta V, \quad (6)$$

тәң болидиғанлиғи мәлум. Бу йәрдики p – газ бесими.

Сиртқи күчниң иши $A' = -F(h_2 - h_1) = -A$.

Сиртқи күчниң иши қариму-қарши бәлгүдә елинған газ яки һо ишиға тәң.

$$A' = -A \quad (7)$$



112-сүрәт. *Газ улғайғанда иш орунлиниду*

V. Термодинамикиниң биринчи қануни вә газ иши

(7) ипадини пайдилинип, термодинамикиниң биринчи қанунини (1) ипадиләйли:

$$Q = A + \Delta U. \quad (8)$$

Газға берилгән иссиқлиқ мөлчәри ички энергияниң өзгиришигә вә газниң иш орунлишиға сәрип қилиниду.

3-тапшурма

Кәңәйгән чағда газ иши иҗабий $A > 0$, сиртқи күчиниң иши сәлбий $A' < 0$ кәнлигини испатлаңлар. Қисилиш пәйтидә әксинчә газ иши сәлбий, сиртқи күчниң иши иҗабий болиду.

VI. Изожәриянлар үчүн термодинамикиниң биринчи қануни

Кәңийиш пәйтидә пәқәт һәҗими өзгиридиған болғанлиқтин, қаттиқ җисимлар үчүн җисимға берилгән иссиқлиқ мөлчәри униң ички энергиясиниң өзгириши билән ениқлиниду:

$$V = const \text{ болғанда } Q = \Delta U. \quad (9)$$

Изобарилиқ җәриян пәйтидә газниң һәҗими вә температуриси өзгәрмәйду, демәк, елинған иссиқлиқ мөлчәри газниң ички энергиясини өзгәрмисә вә газниң иш атқуришиға сәрип қилиниду:

$$Q = \Delta U + A. \quad (10)$$

Әгәр газ температуриси өзрәрмисә, униң ички энергияси турақлиқ миқдар болуп қалиду, у чағда термодинамикиниң биринчи қануни мундақ түргә келиду:

$$Q = -A. \quad (11)$$

4-тапшурма

1. Һәртүрлүк температуридики җисимниң нисбитидә пәйда болған иссиқлиқ җәриянининң йөнилишини көрситиңлар.
2. Сиртқи сүркүлүш күчиниң һәрикитидин механикилиқ энергияниң ички энергияға айлиниши қайтмайдиған җәриян екәнлигини испатлаңлар.
3. Қайтмайдиған җәриянларға мисал кәлтүрүңлар.

VII. Термодинамикиниң биринчи қанунининң қоллинилиши

Механикилиқ һадисиләрдин кейин кәң тариған һадисә иссиқлиқ һадисилири болуп һесаплиниду. Биз уларни тәбиәттә назарәт қилимиз, күндиликтики һаятта вә техникида қоллинимиз. Иш атқурулмайдиған иссиқлиқ алмишиш суюқлуқлар билән қаттиқ җисимларда болиду, мәсилән, иситқучи қураллар яхши иссиқлиқ өткүзгүчлүги бар маддилардин ясалған, иссиқлиқ энергиясини сақлаш үчүн иссиқлиқ изоляторлири қоллинилиду, иситиш системисида жуқури иссиқлиқ сиғдурушлуғи бар мадда – суни қоллиниду.

Һо билән газни пәқәт иссиқлиқ алмишиштила қолланмайду, иссиқлиқ энергиясини механикилиқ энергиягә алмаштурушқа вә иш орунлашқа қоллиниду. Иссиқлиқ двигательларниң иш һәрикитиниң асасида һо (газ) кәңийиши үчүн ясилидиған иши ятиду. Дәсләпки һо машинилирини кемиләр билән паровозларда қолланди. Кейинирәк автомашина, деңиз, төмүр йол машинилириниң тәрәққий етишигә йол ачқан ичидин йениш двигательлири билән дизельлар кәң қоллинишқа егә болди. Қазақстанда 1982-жили двигательларни чиқиридиған Қостанай дизель заводиниң һули селинди, 2010-жилдин башлап, «Сарыарқа Автопром» ЖЧШ асасида «Группа компаний «Аллюр» АЖ холдинг компанияси иш атқуриду. Завод 7 аләмлик брендниң – *Ssang Yong*, *Peugeot*, *Toyota*, *Iveco*, *Hyundai*, *Jac*, *Geely* 44 автомашина моделини қураштуриду (*113-сүрәт*). Толуқ цикл усули бойичә ясалған дәсләпки автомашинилар *Nomad* вә *Toyota* болди. Завод Мәркизий Азия аймиғида биринчи

113-сүрәт. *«Сарыарқа Автопром» ЖЧШ заводидики яш мутәхәссисниң автомашинини қураштуруши, Қостанай шәһири*

114-сүрәт. *«АвиаМастер Эйркрафт» қураштурған «Арай» пухралиқ самолети, Алмута шәһири*

вә ТМД әллиридики иккинчи *Toyota* ишләп чиқарғучи объект болди. *AllurGroup* йеник вә *JAC* коммерциялик техникилирини ясаш лайиһәсини тәвсийә қилди, «Сарыарқа Автопром» ЖЧШ вә *PSA Peugeot Citroën* бирикип ишләшкә вә *Peugeot* 301 автомашинисини қураштурушниң толуқ циклиға көчүшкә шәртнамә ясиди. Экологиялик дизель билән жабдуқланған йоған *Iveco Urbanway* шәһәрлик автобусларни ясашни башлиди.

Газ турбиниси вә ракета двигательлириниң пәйда болуши, самолет вә ракета қураштуруш космослуқ санаәтниң тәрәққий етишигә тәсир қилди. 2012 жили апрель ейида дәсләпки қетим «Арай» вәтәнлик самолети ишқа қошулди (*114-сүрәт*), бу «хусусий авиация» үчүн қазақстанлик самолет қураштурушниң тәрәққий етишиниң башланмиси болди.

5-тапшурма

Интернет торини пайдилинип, қайси алимларниң термодинамикиниң иккинчи башланмисиниң тәриплимисини тәвсийә қилғанлиғини ениқлаңлар.

Тәриплимиләрни селиштуруп, қайсиси чүшинишлик болғанлиғини ейтиңлар.

VIII. Термодинамикиниң иккинчи қануни

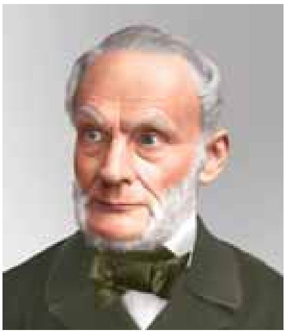
Термодинамикиниң биринчи қануни термодинамикилиқ жәрияндин қандақту бир энергетикилиқ балансниң болушини тәләп қилиду вә мундақ жәриянниң мүмкин яки мүмкин әмәс екәнлиги һәққидә һеч нәрсә ейтмайду. Өзлүгидин болидиған жәриянларниң йөнилишини термодинамикиниң иккинчи қануни қаруштуриду, у иссиқлиқ жәриянниң әксигә қайтмаслиғиға бағлинишлиқ.

Әксигә қайтмайдиған жәриян – системиниң қоршиған муһитта қандақту бир өзгиришсиз дәсләпки һалитигә өзлүгидин қайтип айлинишиға мүмкинчилик бәрмәйдиған термодинамикилиқ системидики жәриян.

1850-жили йоруқ көргән «Иссиқлиқниң һәрикәтләндүргүчи күчи һәққидә вә униңдин иссиқлиқ теорияси үчүн елишқа болидиған қанунлар һәққидә» әмгигидә Р. Клаузиус *иссиқлиқ аксиома* дәп атиған пикирни тәстиқлиди: «Иссиқлиқ өзлүгидин соғ жисимдин иссиқ жисимға берилмәйду».

Толуқ тәрипләнгән пикир Клаузиус термодинамикисиниң иккинчи башлиниши яки иккинчи қануни ретидә мәлум:

Температуриси төвән жисим температуриси жуқури жисимға иссиқлиқ алмишиш арқилиқ энергия беридиған жәриян мүмкин әмәс.



Рудольф Клаузиус (1822–1888) – немис физиги, механиги вә математиги. Асасий әмгәклири нәзәрийәвий термодинамикиға беғишланған. Илмий тәтқиқатлири үчүн Франция илим академиясиниң корреспондент-әзаси болуп сайланған.

IX. Мәңгүлүк двигательлар

Термодинамика қанунлириға қаримастин алимлар «мәңгүлүк двигатель» ясап чиқишқа та бүгүнки күнгичә интилмақта.

Термодинамика қанунлириға мувапиқ мәңгүлүк дивагательниң I вә II рәтлик түрлири болиду.

> **Биринчи рәтлик мәңгүлүк двигатель – сирттин энергияни қобул қилмастинла чәксиз узақ вақит иш орунлайдиған хиялдики машина.**

> **Иккинчи рәтлик мәңгүлүк двигатель – барлиқ иссиқлиқ мөлчәрини ишқа айландуридиған хиялдики механизм.**

Есиңларда сақлаңлар!

Термодинамикиниң иккинчи қануни көплигән тәтқиқатлар нәтиҗисини өз ичигә алидиған постулат болуп санилиду. Униң көплигән тәҗрибилик испатлимилири бар.

Нәзәр селиңлар!

Энергияниң һәрқандақ түри механикилиқ, химиялик, электр энергияси болсун һәрқандақ вақитта энергияниң башқа түригә айлиналайду. Ички энергия қисмән башқа энергияға айлиналайду. Җисим молекулилири энергиясини толуқ берип, һәрикәтни тохтиталмайду.

Көплигән һүнәртапқучлар «мәңгүлүк двигатель» қураштурушқа тиришти. Барлиқ тәлпүнүшләр нәтиҗисиз аяқлишип, термодинамика қанунлириниң орунлинишиниң тәҗрибә йүзидики испатлимиси болди. Термодинамикиниң биринчи қануни бойичә $A = Q - \Delta U$ екәнлигини инавәткә алсақ, демәк, һәрқандақ двигатель сирттин кәлгән Q энергия сәрип қилиш арқилиқ иш орунлайду яки $Q = 0$ болғанда өзиниң ички энергиясиниң азийиши $A = -\Delta U$ һесавидин иш орунлайдиғанлиғини байқаймиз. Термодинамикиниң иккинчи қануни иссиқлиқ һәрикәтниң тохтиши вә температуриниң абсолют нөлгә йетиши мүмкин әмәслигини асас қилип алиду.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Цилиндрдики поршень астидики идеал газни қиздуриду, газ мошу пәйттә 600 Дж иш орунлайду. Газға қанчилик иссиқлиқ мөлчәри берилди?

Берилгини:
$A = 600$ Дж

$Q - ?$

Йешилиши:

Термодинамикиниң биринчи қанунининиң формулисини язимиз:

$$Q = \Delta U + A \qquad (1)$$

Бир атомлуқ газниң ички энергияси:

$$\Delta U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT = \frac{3}{2}p\Delta V \qquad (2)$$

Газниң иши: $$A = p\Delta V \qquad (3)$$

(1), (2) вә (3) тәңлимиләрни бириктүрүп, төвәндикини алимиз:

$$Q = \frac{3}{2}A + A = \frac{5}{2}A.$$

Ишниң санлиқ мәнасини қоюп һесаплисақ:

$$Q = \frac{5}{2}\cdot 600\ Дж = 1500\ Дж.$$

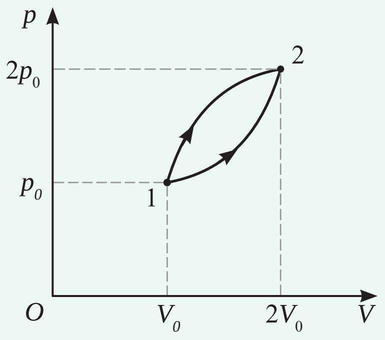
Җавави: $Q = 1500$ Дж.

Тәкшүрүш соаллири

1. Ички энергия дегинимиз немә? У қандақ параметрларға бағлинишлиқ?
2. Җисимниң яки җисимлар системисиниң ички энергиясини қандақ усуллар арқилиқ өзгәртишкә болиду?
3. Иссиқлиқ берилишниң қанчә түри бар? Уларниң ениқлимилирини ейтиңлар.
4. Иссиқлиқ мөлчәри дегинимиз немә? Иссиқлиқ мөлчәрини һесаплашниң қандақ формулилирини билисиләр?
5. Ясалған ишниң физикилиқ мәнаси немидә?
6. Термодинамика қанунлирини тәрипләңлар.
7. Термодинамикиниң икки башланмиси қандақ қоллинишқа егә болди?

Көнүкмә 14

1. $27°C$ температурида елинған мөлчәри 5 моль бир атомлуқ идеал газниң ички энергиясини ениқлаңлар.
2. Газниң ички энергиясиниң өзгириши 1-һаләттин 2-һаләткә авушуш усулиға бағлинишлиқму (*115-сүрәт*)? Газ бир атомлуқ болғандики 1-һаләттин 2-һаләткә авушуш пәйтидики ички энергиясиниң өзгиришини ениқлаңлар; $p_0 = 10^5$ Па, $V_2 = 2$ л.



115-сүрәт. *14-көнүкминиң 2-һесавиға*

Иҗадий тапшурма

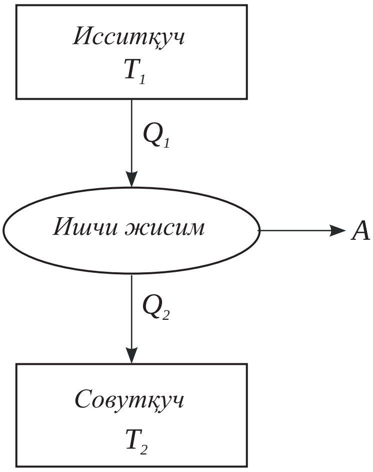
Кәлгүси мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар)

1. Қостанай дизель заводиниң тарихи.
2. «Агромашхолдинг» АҖ тәрққий етиш перспективилири.
3. ҚЖ самолет вә ракета қураштурушниң тәрәққий етиш перспективилири.

§ 16. Иссиқлиқ двигательлири

Күтүлидиған нәтиҗә

Мәзкур параграфни өзләштүргәндә
- *иссиқлиқ двигательлириниң ишләш принципи вә уларниң қоллинилишини тәсвирләшни билисиләр.*



***116-сүрәт.** Иссиқлиқ машинисиниң принциплиқ схемиси*

I. Иссиқлиқ двигательлириниң ишләш принципи

Һәр бир иссиқлиқ двигатель үч бөлүктин: исситкучидин, совуткучидин вә кәңийидиған ишчи жисимдин тәркип тапиду (*116-сүрәт*). Адәттә ишчи жисим ретидә поршени бар қачиниң ичигә толтурулған газ яки һо елиниду. Техникилиқ тапшурма ички жисимниң пәйдин-пәй исситкучи вә совуткучи билән яндишишиға мүмкинчилик бериш болуп һесаплиниду. Ишчи жисим исситкучи билән яндашқанда кәңийиду вә иш орунлайду. Ишчи жисим совуткучи билән яндашқанда қисилип, поршень дәсләпки қелипиға келиду, цикл бешидин қайтидин башлиниду, ишчи жисим исситкучидин энергия елип, қайта кәңийиду.

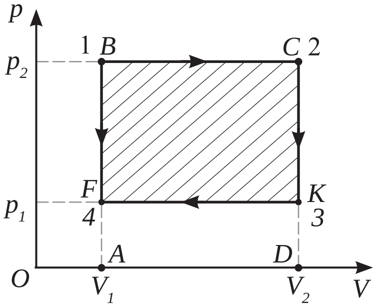
II. Цикллиқ җәриян. Бир цикл ичидики газниң иши

Икки изобаридин вә изохоридин тәркип тапқан дүгләк җәриянни қараштурайли (*117-сүрәт*).

> **Дүгләк җәриян яки цикл – система бирнәччә арилиқ һаләттин өтүп, нәтиҗидә қайтидин дәсләпки қелипиға қайтип келидиған җәриян.**

Диаграммида көрүп турғинимиздәк, газ кәңийип, санлиқ мәнаси *ABCD* фигурисиниң мәйданиға тәң $A_1 > 0$ иҗабий иш орунлайду. Қисилған чағда газ иши *AFKD* фигурисиниң мәйданиға тәң $A_2 < 0$ сәлбий мәнаға егә. Демәк, бир цикл ичидә газниң ясиған иши циклниң барлиқ авушушлириниң графиклири билән чәкләнгән *BCKF* фигурисиниң мәйданиға тәң:

$$A = A_1 - A_2. \quad (1)$$



***117-сүрәт.** Икки изобара вә икки изохоридин тәркип тапқан цикллиқ җәриянниң диаграммиси*

III. Иссиқлиқ машинилири. Машиниларниң ПИК

Әгәр дүгләк җәриян түз сизиқлиқ цикл бойи билән өтсә, 1-һаләттин 3-һаләткә өтиду, андин кейин саат тили билән қайта 1-һаләткә қайтип кәлсә, у чағда машина *иссиқлиқ машиниси* дәп атилиду. Бу йәрдә исситкучидин ишчи жисимға берилгән энергия механикилиқ энергияға айлинип, иш орунлиниду.

> **Иссиқлиқ машиниси – газ яки һониң ички энергиясини механикилиқ энергияға айландуруш үчүн қоллинилидиған қурулма.**

Иссиқлиқ двигательниң ПИК газ ишиниң исситқучтин берилгән иссиқлиқ мөлчәриниң нисбитигә тәң:

$$\eta_T = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}. \qquad (2)$$

бу йәрдики Q_1 – газға исситқучтин берилгән иссиқлиқ мөлчәри;
Q_2 – газ совутқучқа бәргән иссиқлиқ мөлчәри.

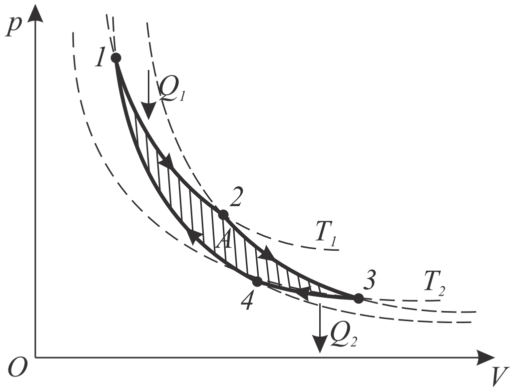
IV. Карно цикли. Идеал иссиқлиқ машиниси

Дәсләпки иссиқлиқ машинилириниң ПИК интайин аз болди, у пәқәт 8−9% болди. 1924-жили француз инженери **Сади Карно** иссиқлиқ двигательлириниң ишидики асасий қанунийәтләрни бәкитти вә максимал ПИК мәнаси бар циклни тәвсийә қилди. Карно цикли билән иш атқуридиған машинини *идеал машина* дәп атайду.

Карнониң дүгләк жәрияни икки изотермидин вә икки адиабатидин тәркип тапиду (118-сүрәт).

С.Карно өз һесаплашлиридин идеал двигательниң ПИК 100% болуши мүмкин әмәс дегән хуласигә кәлди, униң исситқуч вә совутқуч температуриси билән ениқлинидиған чеки болиду:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \text{ яки } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \qquad (3)$$



118-сүрәт. *Идеал машининиң цикллиқ жәриянлар диаграммиси*

Жавави қандақ?

Немә үчүн идеал машининиң ПИК 100% болалмайду, тәхминән 70% йетиду?

Елинған (3) формулидин иссиқлиқ двигательларниң пайдилиқ иш коэффициентини арттурушниң икки йоли бар екәнлигини көримиз: исситқучиниң температурисини T_1 ашуруш яки совутқучниң температурисини T_2 абсолют нөлгичә төвәнлитиш.

V. Иссиқлиқ двигательлириниң классификацияси

Иссиқлиқ двигательлирида қоллинилидиған газ яки һо энергиясини һәртүрлүк йеқилғу түрлирини йеқиш арқилиқ алиду. *Әгәр йеқилғуниң көйүши цилиндр сиртида болса, двигатель сирттин яндиған двигатель дәп атилиду.* Сирттин йениш двигательлириға һо машиниси, һо турбиниси, Стирлинг двигатели ятиду.

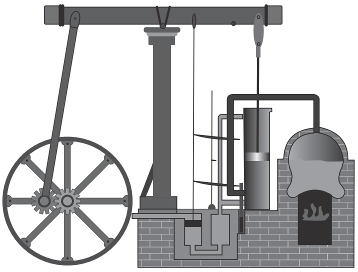
Әгәр йеқилғу кәңийиш камерисиниң ичидә көйсә, у чағда двигатель ичидин йениш двигатели дәп атилиду. Мундақ двигательларға ИКД, дизель, ротор-поршеньлиқ двигатель, турбореактивлиқ вә реактивлиқ двигатель ятиду.

VI. Иссиқлиқ машинилириниң түрлири вә уларниң қоллинилиши

Һо машинилири. Һо машинисиниң асасий артуқчилиғи – түзүлүшиниң аддийлиғи вә яхши таритиш күчиниң болуши. Шуниң үчүн һо машинилири тартиш двигательлири һесавида, мәсилән, паровозларда пайдилинишқа интайин қолайлиқ. Һо машинилириниң әң чоң камчилиғи – ПИК төвән болуши (10%), селиштурма түрдә жуқури әмәс максимал илдамлиқ, салмиғиниң еғирлиғи вә йеқилғу билән су чиқими. 119-сүрәттә чақлирини һәрикәткә кәлтүргән һо машинисиниң умумий көрүнүши тәсвирләнгән. Бу двигательниң ишчи җисими су һори болуп һесаплиниду.

> **1-тапшурма**
> Дәрислик мәтинини вә интернет торини пайдилинип, «Иссиқлиқ машинилириниң түрлири» җәдвилини қураштуруңлар. Җәдвәлдә төвәндикиләрни көрситиңлар:
> 1. Двигатель нами;
> 2. Түзүлүши;
> 3. Һәрикәт етиш принципи;
> 4. Қоллиниш даирси;
> 5. ПИК-ниң максимум мәнаси.

Ичидин янидиған двигательлар. Ичидин йениш двигательлирида иссиқлиқ мәнбәси йеқилғу энергияси болуп һесаплиниду. Йеқилғу толуқ көйгәндә, бир килограмм бензинға кам дегәндә 15 килограмм һава һаҗәт болиду. Көйидиған қошулмиларниң қисилиш дәриҗиси йеқилғуниң толуқ йенишини вә двигательниң жуқури ПИК ениқлайдиған муһим тәриплимә болуп санилиду. Жуқури қисилишниң дәриҗисигә (8–9 һәссә) детонациясиз қол йәткүзүш бензинға тәркивидә қоғушини бар мәхсус қошулмиларни қошуш арқилиқ мүмкин болди. Ичидин янидиған двигательларниң ПИК тәхминән 20–30 % арилиғида.



119-сүрәт. *Һо машиниси*

120-сүрәттә төрт цилиндрлиқ ИЯД тәсвирләнгән, у 4 такт билән иш атқуриду: көйидиған қошулмиларни киргүзүш, қисиш, иш мабайини, пайдилинилған газни чиқириш. Иккинчи тактниң ахириға қарап туташтуруш пилтисидин йеқилғуниң көйүши әмәлгә ашиду. Һәрбир цилиндрда тактлар нөвити билән орунлиниду. Ичидин янидиған двигательлар автомашиниларда кәң қоллинишқа егә.

Дизель двигатели. Немис инженери Рудольф Дизель 1892-жили ичидин янидиған двигательниң ПИК ашуруш үчүн иш җисиминиң қисилиш дәриҗисини ашурушни тәвсийә қилди. Детонациясиз қисишниң жуқури дәриҗисигә һавани янғучи қошулмиларсиз қисиш арқилиқ қол йәткүзүшкә болиду. Қисилиш җәрияни пүткәндин кейин цилиндрға бензин пүркилиду. Дизельлиқ двигетельларға оталдуруш системиси һаҗәт әмәс, бензинни алдин-ала пүркүш қийинчилиқ пәйда қилмайду вә селиштурма түрдә әрзән дизельлиқ йеқилғуларни пайдилинишқа болиду (*121-сүрәт*). Йеқилғуни алдин-ала һава билән арилаштуруш болмиғанлиқтин,

120-сүрәт. *Ичидин янидиған двигатель*

карбюраторни һаҗәт қилмайду. Бирақ қисилишниң жуқури дурижиси болғанлиқтин, түзүлүм пухта болуши керәк. Дизельни двигательларда қисишниң жуқури дәрижиси 20:1 болғанда, ПИК жуқури мәнаға егә болиду. Заманавий дизельларниң ПИК тәхминән 40% болиду.

Дизельлиқ двигательлар күчлүк жүк машинилирида, деңиз машинилирида, тракторларда, төмүр йол локомативлирида болиду.

Стирлинг двигатели. 1816-жили шотландиялик Р.Стирлинг ичидин янидиған поршенлиқ двигательни ойлап тапти. Иш цикли 4 такт бойичә жүриду: қисилиш, исситиш, иш мабайини, совутуш. Иш гази һо машинисидикидәк сиртқи иссиқлиқ мәнбәсидин қизиду (*122-сүрәт*), двигательда дайим айнилимда болидиған су арқилиқ салқинлайду. Һо машиниси билән селиштурғанда Стирлинг двигателиниң ПИК хелә жуқури – тәхминән 30%. Стирлинглар тавушсиз режимда иш орунлиши, үнүмлүклиги билән алаһидилиниду, улар һәрқандақ йеқилғу билән: отун, көмүр, газ, һәтта күн энергияси биләнму иш орунлайду. Уларни автономлуқ өйләрни исситиш вә электр энергияси билән тәминләш үчүн қоллиниду. Стирлинг двигательлириниң түзүлүши әң үнүмлүк, кемиләр үчүн, су асти кемилири вә жүк машинилири үчүн ясалди. Мәхсус радиоизотоплуқ энергия мәнбәси бар стирлинг генератори *NASA* 2020-жили Сатурн һәмралириға уюштуридиған космос экспедициясида пайдилинилиду.

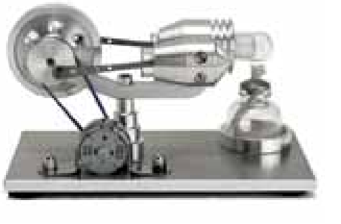
Газ турбинилири – қисилған яки иссительған газ энергиясини механикилиқ ишқа айландуридиған үзлүксиз һәрикәт двигательлири (*123-сүрәт*). Йеқилғу турбина сиртида вә униң ичидә көйүши мүмкин. Турбина түзүлүшиниң асасий қисимлири ротор вә статор болуп санилиду. Газтурбинилиқ двигательларниң артуқчилиғи – ПИК жуқури мәнасиға егә болуши вә поршеньни двигательлар билән селиштурғанда, зиянлиқ маддиларни аз чиқириши, тозаңға айландурушқа болидиған һәрқандақ йеқилғу түрини: газни, нефть мәһсулатлирини, тозаң түридики көмүрләрни пайдилиниши. Газ турбинилирини тавуштин чапсан самолетларда, суюқ йеқилғулиқ ракетиларда пайдилиниду.

121-сүрәт. *Дизель двигатели*

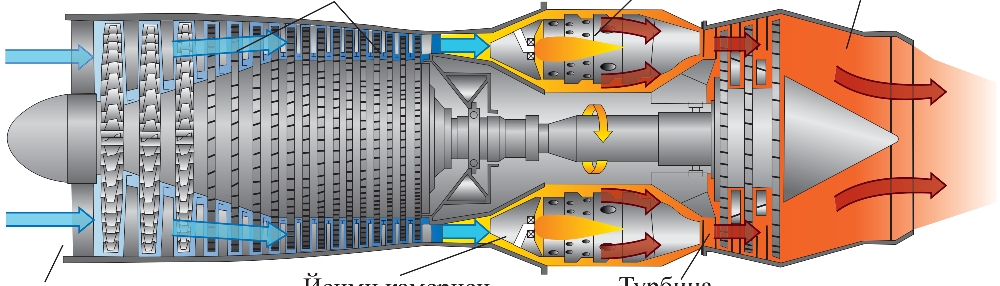
2-тапшурма

1. Иссиқлиқ машинилириниң қоршиған муһитқа тәсирини тәкшүрүшп, қоршиған муһитни қоғдаш иш-чарилирини қураштуруңлар.
2. Қазақстанниң 5 чоң шәһәрлиридә вә өзәңларниң шәһириңлардики йеник машинилардин атмосфериға жилиға бөлүнидиған зиянлиқ маддилар һәҗимини ениқлаңлар.

Һесаплаш нәтиҗилири асасида селиштурма диаграмма қураштуруңлар.



122-сүрәт. *Стирлинг двигатели*



123-сүрәт. *Газ турбиниси*

VII. Иссиқлиқ машинилириниң қоршиған муһитқа тәсири

Иссиқлик машинилири қоршиған муһитқа сәлбий тәсир қилиду. Йеқилғу янғанда атмосферилиқ һавадики кислород пайдилинилип, атмосфериға карбонат гази чиқирилиду. Йәр бетидин чиқирилидиған инфрақизил шолилиниш көп мөлчәрдә атмосферида жутулиду. Бу атмосферидики карбонат гази концентрациясиниң өсүши вә температуриниң жуқурилишиға елип келиду. Көмүр вә нефть янғанда, атмосфера адәм саламәтлигигә зиянлиқ азот вә гунгут қошулмилири билән булғиниду.

Атмосферининң булғуинишиниң йеримидин көп бөлүгини машинилар тәшкил қилиду. Углерод оксиди билән азот қошулмилиридин бөләк автомашинилар һәр жилда атмосфериға 2–3 млн. т қоғушун чиқириду. Двигательда йеқилғу детонациясиға йол қоймаслиқ үчүн йеқилғуға қоғушун қошулмисини қошиду.

Есиңларда сақлаңлар!

Оттура жиллиқ жүрүши 15 миң км болидиған йеник машина атмосфериға 250 кг карбонат газини, 27 кг азот кислотасини бөлиду.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Идеал иссиқлиқ машинисида ишчи жисим бир циклда исситқучидин 10^3 Дж иссиқлиқ алиду вә 300 Дж иш орунлайду. Совутқучиниң температуриси 280 K болса, машининиң ПИК-ни вә исситқучиниң температурисини ениқлаңлар.

Берилгини:
$Q_1 = 10^3$ Дж
$A = 300$ Дж
$T_2 = 280\ K$

$T_1 - ?$
$\eta - ?$

Йешилиши:
Иссиқлиқ машинисиниң ПИК-ни ениқлаш үчүн бәлгүлүк формулини қоллинимиз:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \qquad (1)$$

вә

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}. \qquad (2)$$

ПИК һесаплаймиз $\eta = \dfrac{300\,Дж}{10^3\,Дж} = 0,3;\ \eta = 30\%.$

Исситқучиниң температурисини ениқлаш үчүн (2) формулини түрләндүримиз:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{1-\eta}.$$

Һесаплашлар жүргизимиз:

$$T_1 = \frac{280K}{1-0,3} = 400\ K.$$

Жавави: 30%, 400 *K*.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ жәриянни дүгләк цикл дәп атайду?
2. Һәрқандақ иссиқлиқ машинисиниң асасий бөлүклирини атаңлар.
3. Иссиқлиқ машинисида энергияниң қандақ түрлиниши орунлиниду?
4. Қандақ жәриянни Карно цикли дәп атайду?
5. Қандақ иссиқлиқ двигательлирини билисиләр?
6. Иссиқлиқ двигательлириниң артуқчилиқлири вә камчилиқлирини атаңлар.
7. Иссиқлиқ машинилири атмосфериға қандақ зиянлиқ маддиларни чиқириду?
8. Иссиқлиқ двигательлирини пайдилиништики экологиялик мәсилини йешишниң қандақ усуллири бар?

Көнүкмә 15

1. Иссиқлиқ машиниси туюқ цикл бойичә иш орунлайду. Циклда берилгән иссиқлиқ мөлчәри Q_1 = 0,1 МДж, совутқучида берилгини Q_2 = 80 кДж. Циклдики пайдилиқ иш вә иссиқлиқ машинисиниң ПИК қандақ?
2. Әгәр иситқучи билән совутқучниң температурилири мувапиқ $t_1 = 200°C$ вә $t_2 = 17°C$ болса, идеал иссиқлиқ машинисиниң ПИК ениқлаңлар.
3. Идеал иссиқлиқ машиниси бир циклда A = 73,5 кДж иш орунлайду. Иситқучиниң температуриси $t_1 = 100°C$, совутқучниң температуриси $t_2 = 0°C$. Циклниң ПИК вә бир циклда совутқучқа берилгән иссиқлиқ мөлчәрини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

«Иссиқлиқ двигательлири вә қоршиған муһитни қоғдаш» мавзусида доклад тәйярлаңлар.

8-бапниң йәкүни

Ички энергия, ички энергияниң өзгириши	Газниң иши	Иссиқлиқ мөлчәри
$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT$ $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$	$A_p = p\Delta V$ $A = \frac{m}{M}R\Delta T$ Сиртқи күчләрниң иши билән газниң ишиниң бағлиниши $A' = -A$	исситиш (совутуш) $Q = cm(t_2 - t_1)$ суюлуш (қетиш) $Q = \lambda m$ қайнаш (конденсациялиниш) $Q = r \cdot m$ Йеқилғу янған пәйттики $Q = qm$
Термодинамикиниң I қануни	Машиниларниң ПИК	
	Иссиқлиқ машиниси	Идеал иссиқлиқ машиниси
$\Delta U = A' + Q$ $Q = A + \Delta U$	$\eta_T = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Термодинамика қанунлири

Термодинамикиниң биринчи қануни

Бир һаләттин иккинчи һаләткә өткән чағдики жисимниң ички энергиясиниң өзгириши ΔU жисимға берилгән иссиқлиқ мөлчәри Q билән сиртқи күчниң атқурған ишиниң A' қошундисиға тәң.

Газға берилгән иссиқлиқ мөлчәри ички энергияниң өзгиришигә вә газниң иш атқурушиға сәрип қилиниду.

Термодинамикиниң иккинчи қануни

Клаузиус тәриплимиси: «Иссиқлиқ температуриси жуқури жисимлардин температуриси төвән жисимларға өзлүгидин берилиду».

Глоссарий

Адиабатилиқ жәриян – термодинамикилиқ системида қоршиған жисим билән иссиқлиқ алмишиш болмиғанда орунлинидиған жәриян.

Биринчи рәтлик мәңгүлүк двигатель – сирттин энергияни қобул қилмайла чәксиз узақ вақит иш атқуридиған хиялдики машина.

Иккинчи рәтлик мәңгүлүк двигатель – барлиқ иссиқлиқ мөлчәрини ишқа айландуридиған хиялдики механизм.

Жисимниң ички энергияси – жисимларниң өз ара һәрикәтлинишиниң, һәрикитиниң вә иш орунлаш мүмкинчилигиниң һәртүрлүк шәкиллириниң миқдари.

Иссиқлиқ мөлчәри – иссиқлиқ алмишиш нәтижисидә жисимниң ички энергиясиниң өзгиришини өлчәш миқдари.

Конвекция – иссиқлиқниң газниң яки суюқлуқниң иссиқ вә соғ қәвәтлириниң арилишиши арқилиқ берилиши. Конвекция әркин вә мәжбурий түрдә болиду.

Дүгләк жәриян яки цикл – система бир нәччә арилиқ һаләттин өтүп, нәтижидә қайтидин дәсләпки қелипиға қайтип келидиған жәриян.

Иссиқлиқ машина – газниң яки һониң ички энергиясини механикилиқ энергияға айландуридиған қурулма**.**

Термодинамика – механикилиқ вә ички энергияларниң өз ара айлиниш җәриянини вә ички энергияниң бир җисимдин иккинчи җисимға берилиш һадисисини қараштуридиған физикиниң бөлүми.

Қайтмас җәриян – «Цикллиқ иш орунлайдиған иссиқлиқ машинисида нәтиҗиси исситкучидин елинған иссиқлиқ мөлчәрини толуғи билән механикилиқ энергияға айландуруш җәрияни мүмкин әмәс».

МОЛЕКУЛИЛИК ФИЗИКА

2

9-БАП

СУЮҚ ВӘ ҚАТТИҚ ҖИСИМЛАР

Суюқ вә қаттиқ җисимларниң хусусийәтлири маддиниң ички түзүлүшигә, йәни зәрриләрниң арилиғи билән уларниң орунлишиш тәртивигә бағлинишлиқ. Суюқлуқларниң молекулилириниң қаттиқ җисимларниң молекулилири билән өз-ара һәрикәтлиниш алаһидиликлиригә қарап биз капиллярлиқ һадисини, суюқлуқларниң қаттиқ җисимларға жуқушини байқаймиз. Һоға айлиниш нәтиҗисидә суюқлуқлар билән қаттиқ җисимларниң бетидә хусусийәтлири сиртқи жағдайларға бағлинишлиқ һо пәйда болиду.
Бу бапта биз суюқлуқлар билән уларниң һориниң бәзи бир хусусийәтлирини қараштуримиз.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:

- гигрометр вә психрометр ярдими арқилиқ һаваниң нисбий нәмлигини ениқлашни;
- бәтлик керилиш тәбиитини вә капиллярлиқ һадисиниң күндилик һаяттики ролини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

§ 17. Һаваниң нәмлиги. Шәбнәм чекити

Күтүлидиған нәтиҗә

Мәзкүр параграфни өзләштүргәндә
- *гигрометр вә психрометр ярдими билән һаваниң нисбий нәмлигини ениқлашни билисиләр.*

I. Қениққан вә қениқмиған һо

Әгәр һоға айлиниш җәрияни турақлиқ температуридики йепиқ қачида өтсә, у чағда бир аз вақит өткәндин кейин суюқлуқ һори концентрациясиниң көпийиши тохтайду. Һоға айлиниш вә конденсация җәриянлириниң арисида динамикилиқ тәңпуңлуқ орнайду.

Динамикилиқ тәңпуңлуқ – бирдәк вақит арилиғида суюқлуқни ташлап кетидиған молекулилар сани вә суюқлуққа қайта келидиған молекулилар сани тәң болидиған термодинамикилиқ системиниң һалити.

Есиңларға чүшириңлар!

Маддиниң суюқ һаләттин газ һалитигә айлиниш җәриянини һоға айлиниш җәрияни дәп атайду.

Конденсация – һониң суюқлуққа айлиниш җәрияни.

Өз суюқлуғи билән динамикилиқ тәңпуңлуқта болидиған һо қениққан һо дәп атилиду.

Һониң бесими температура билән молекулилар концентрациясигә бағлинишлиқ:

$$p = nkT \qquad (1)$$

(1) тәңлимидин $T = const$ болғанда һониң бесими пәқәт молекула концентрация билән ениқлинидиғанлиғини көримиз.

Демәк, бу бирлик һәҗимдә мәлум бир молекула мөлчәри билән қениқиду. Температура өзгәргән жағдайда бесим икки параметр бойичә: температура вә молекулилар концентрацияси арқилиқ ениқлиниду.

Қениққан һо бесимидин төвән бесим пәйда қилидиған һо қениқмиған һо болуп санилиду.

Жавави қандақ?

1. *Һоға айлинишниң қандақ икки усули бар? Уларға ениқлима бериңлар.*
2. *Һоға айлиниш илдамлиғи немигә бағлинишлиқ болиду?*

Өз суюқлуғи билән динамикилиқ тәңпуңлуқта болмайдиған һо қениқмиған һо дәп атилиду.

Әгәр суюқлуқ бетидики һо қениққан болмиса, у чағда һоға айлиниш конденсациядин жуқури болиду.

Есиңларда сақлаңлар!

1. Метрологияда *абсолют нәмлик* дәп һаваниң тәркивидә мм.сим.түв. түридә берилгән су һори бесимини атайду.
2. Су һориниң мольлуқ массиси:

$$M = 18 \cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{моль}.$$

II. Һаваниң абсолют нәмлиги. Шәбнәм чекити

Бизни қоршиған һавада һәр дайим су һори болиду.

1 $м^3$ һава һәҗимидә болидиған су һориниң мөлчәрини һаваниң абсолют нәмлиги дәп атайду.

Әгәр һәҗими V һавада массиси m һо болса, у чағда һаваниң һәрбир бирлик һәҗимидики су һори төвәндики формулиға тәң болиду:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

ρ – абсолют нәмлик.

Һава тәркивидә болидиған су һори кеникмиған болуп һесаплиниду.

> **Есиңларда сақлаңлар!**
> ХБС бойичә абсолютлик нәмликниң өлчәм бирлиги: $[\rho]-1\frac{кг}{м^3}$.
> Әң көп қоллинилидиған өлчәм бирлиги: $1\frac{г}{см^3}$.

Атмосферилиқ һавадики су һориниң кениққан һаләткә айлинидиған температура шәбнәм чекити дәп атилиду.

Шәбнәм чекити һава тәркивидә су һориниң болушиға бағлинишлиқ. Әгәр һаваниң абсолют нәмлиги жуқури болса, у чағда конденсация нисбий түрдә жуқури температуриларда әмәлгә ашиду.

III. Нисбий нәмлик

Суниң һоға айлиниш җиддийлиғи нисбий нәмлик билән тәриплинидиған су һолириниң кеникиш дәриҗисигә бағлинишлиқ.

Һаваниң нисбий нәмлиги – һаваниң абсолют нәмлигиниң берилгән температурида 1 м³ һавани кениқтуруш үчүн һаҗәтлик һо мөлчәригә пайиз түридә берилгән нисбити.

> **Җавави қандақ?**
> *Немишкә су һори бар һаваниң кеникиш дәриҗисини абсолют нәмлик билән ениқлаш мумкин әмәс?*

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_қ}\cdot 100\%, \quad (3)$$

бу йәрдә φ – нисбий нәмлик, ρ – һониң абсолют нәмлиги, ρ – берилгән температуридики кениққан һониң абсолют нәмлиги.

Абсолют нәмликләрниң нисбити бесимларниң нисбитигә тәң екәнлигини испатлаш қийин әмәс, демәк,

Берилгән температурида һава тәркивидә болидиған су һори тәркивидә болидиған су һори бесиминиң шу температуридики кениққан су һориниң бесиминиң пайиз түридә берилгән бесимиға нисбити һаваниң нисбий нәмлиги дәп атилиду.

$$\varphi = \frac{p}{p_қ}\cdot 100\%, \quad (4)$$

бу йәрдә p – су һориниң бесими, $p_қ$ – шу температуридики кениққан һо бесими.

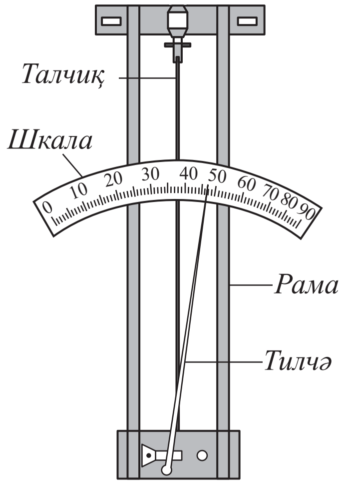
IV. Гигрометр. Талчиқлиқ гигрометр

Һава нәмлигини ениқлайдиған әсвапни гигрометр дәп атайду (грек. *«гигрос»* – нәм). Гигрометрларниң бирнәччә түрлири бар: талчиқлиқ, конденсациялик, психрометрикилиқ, электронлуқ, термогигрометрлар.

Талчиқлиқ гигрометрниң ишләш һәрикити һава нәмлиги көпәйгәндә ат қилчиғиниң яки адәм чечиниң узиришиға асасланған. Нәмлик 0-дин 100%-ғичә өзгәргәндә, чачниң узираш узунлуғиниң 2,5% тәшкил қилиду. Гигрометрда чач деформацияси рычаглар системисиниң ярдими арқилиқ тилчә көрсәткүчисигә (*124-сүрәт*), гигрографларда айланмилиқ барабан лентисида язма язидиған қәләмгә берилиду. Еник дәллик билән иш атқуридиған қураллар төвән температуриларда иш атқуралмиғанлиқтин, қиш мәзгилидә талчиқлиқ гигрометр –10°С вә униңдинму төвән температуриларда асасий қурал болуп санилиду.

Гигрографлар талчиқлиқ пленкилиқ болиду (*125-сүрәт*). Барабан айлиними тәвликлик яки һәптилик болиду.

Талчиқлиқ гигрометр ярдими арқилиқ һаваниң нисбий нәмлигини ениқлайду.



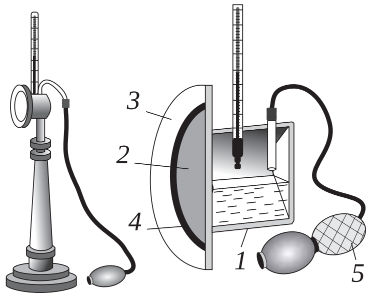
124-сүрәт. *Талчиқлиқ гигрометр*

V. Конденсациялик гигрометр. Шәбнәм чекити бойичә һаваниң нәмлигини ениқлаш

Конденсациялик гигрометрни шәбнәм чекитини ениқлаш үчүн қоллиниду. У штативқа бәкитилгән металл камера түридә болиду (*126, а-сүрәт*). Камерида икки төшүк болиду: биринчиси термометр үчүн, иккинчиси һавани пүвдәш үчүн (*122, ә-сүрәт*). Камериниң алдиңқи теми (2) вә чәмбәрлик рамкиси әйнәк бетидәк тәкшиләнгән. Рамка билән камера бир-биридин иссиқлиқ изоляцияләйдиған материал арқилиқ бөлүнгән (4). Камерини (1) спирт яки эфир билән йерим толтуриду, андин кейин резинка пүркүгүчи (5) арқилиқ суюқлуқ бетигә һава пүвдәйду. Һоға айлиниш мабайинида суюқлуқ совуп, коробка тамлирида һо конденсациялиниду. Рамка бети билән селиштурғанда, коробкиниң тәкшиләнгән бети қарийиду. Шәбнәм пәйда болған чағда термометр көрсәткүчлирини – шәбнәм чекитини һесаплайду.

125-сүрәт. *Пленкилиқ гигрограф*

Шәбнәм чекити арқилиқ имарәттики һаваниң нәмлигини ениқлайду. Униң үчүн қениққан һо зичлиғи жәдвилидин шәбнәм чекитигә мувапиқ келидиған абсолют нәмлик ρ мәнасини тапиду. Дәл шу жәдвәл бойичә қоршиған муһит температурисидики қениққан һониң зичлиғини $\rho_қ$ ениқлап, нисбий нәмликни (2) формула арқилиқ һесаплайду. Қениққан һо бесиминиң жәдвили бойичә парциаллиқ бесим билән қениққан һо бесимини ениқлаш арқилиқ охшаш һесаплашларни жүргүзүшкә болиду.



126-сүрәт. *Конденсациялик гигрометр*

VI. Электронлуқ термогигрометр

Термогигрометр – һава температуриси билән нәмлигини ениқлайдиған янчуқ әсвави болуп һесаплиниду.

Термогигрометр икки метеорологиялик қурулмини – һава температурисини өлчәйдиған санлиқ термометр арқилиқ тәкшүрүлидиған объектниң зонд билән нисбити арқилиқ жисим нәмлигини өлчәйдиған санлиқ гигрометрни бағлаштуриду. Имарәтниң нәмлигини өлчәш үчүн термогигрометрлар исситиш қураллиридин, кондиционерлар вә нәмлигүчиләрдин бир йерим метрдин кам әмәс ариликта орунлаштуриду (*127-сүрәт*). Имарәткә әсваптин бөләк орунлаштурушқа болидиған елинидиған қурали бар санлиқ термогигрометрлар болиду. Термогигрометрниң асасий қоллинилиш мәхсити – һаваниң нәмлик дәрижисини вә шәбнәм чекитини ениқлаш болуп һесаплиниду. Уни турмушта вә санаәттә (мәсилән, қурулуш материаллириниң, силақниң, яғачниң нәмлигини баһалаш үчүн), қойма ичиниң нәмлигини баһалашта, яғачтин ясалған буюмларни сақлаш үчүн, медицинилиқ бөлүмчиләрниң, китапханиларниң, музейларниң нәмлигини баһалашта қоллиниду. Улар аддий һәм пайдилинишқа қолайлиқ, суюқ кристаллиқ дисплей билән жабдуқланған. Шундақла, көплигән қошумчә хизмәтләрниму атқуриду, мәсилән, компьютерға қошулуши, башқурулидиған күн тизмисиниң вә термометриниң болуши. Көпинчә машинида вә бөлмидә қоллинилидиған термогигрометрлар кәң иһтияжға егә (*128-сүрәт*).

128-сүрәт. *Санлиқ термогигрометр*

Тапшурма

1. Параграфтики конден сациялик гигрометр вә психрометрниң ишләш принципи һәққидә оқуңлар.
2. Қуралларни қоллиниш арқилиқ нисбий нәмликни ениқлаш алгоритмини қураштуруңлар.
3. Физика кабинети, мәктәп коридори вә фойедики һаваниң нәмлигини өлчәңлар.

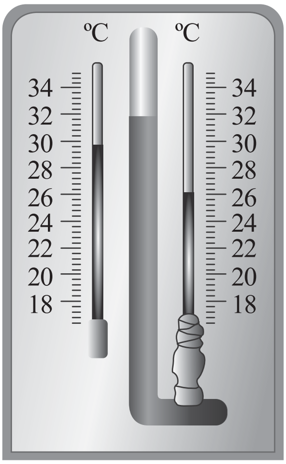
127-сүрәт. *Термогигрометр*

Жавави қандақ??

Һава нәмлиги көпәйгәндә психрометр көрсәткүчи қандақ өзгириду?

VII. Психрометр

Психрометр һаваниң нисбий нәмлигини ениқлаш үчүн пайдилинилиду. У бир корпусқа бәкитилгән икки бирдәк термометрдин тәркип тапиду (*129-сүрәт*). Термометрниң бириниң резервуари дака билән орилип, су қуюлған қачиға селинған (2). Дакидики су һоға айланғанда термометр салқинлайду, униң көрсәткүчи қурғақ термометр көрсәткүчидин төвән болиду (1). Психрометр билән һаваниң нисбий нәмлигини ениқлаш үчүн һава температурисини вә қурғақ, нәм термометрниң температура көрсәткүчилириниң айримчилиғини ениқлайду. Психрометрлиқ жәдвәл бойичә (9-жәдвәл) һаваниң нисбий нәмлигини ениқлайду.



129-сүрәт. *Психрометр*

130-сүрәт. *Бурабай көлидики сәһәрлик туман*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә туман көпинчә таң сәһәрдә байқилиду (130-сүрәт)?*
2. *Немә сәвәптин һава температуриси төвәнлигәндә бөлмидә нәмлик байқилиду?*
3. *Немә үчүн күн қаттиқ иссиғандин кейин шәбнәм һәссилинип чүшиду?*

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ һони қениққан дәп атайду?
2. Һаваниң абсолют нәмлиги дегинимиз немә? Қандақ өлчәм бирлиги билән өлчиниду?
3. Қандақ температурини шәбнәм чекити дәп атайду?
4. Нисбий нәмлик дегинимиз немә?
5. Һаваниң нәмлигини қандақ вә қайси әсвап билән ениқлайду?

Көнүкмә 16

1. Температуриси 50°С қениққан су һори зичлиғини ениқлаңлар.
2. Дәсләпки температуриси 20°С қениққан су һорини суюқлуқтин бөлүп елип, турақлиқ һәҗимдә 30°С-қичә исситти. Һо бесимини ениқлаңлар. Һониң бу түри қандақ атилиду?
3. Әгәр су һориниң бесими 8 кПа болса, 50°С температурида һаваниң абсолют нәмлиги қандақ?
4. Температуриси 300 К һаваниң абсолют нәмлиги 12,9 г/м^3. Һаваниң нисбий нәмлигини ениқлаңлар.

Экспериментлиқ тапшурма

Икки бөлмә термометрини пайдилинип, өй бөлмилиридики һава нәмлигини ениқлаңлар. Нәтиҗиләрни селиштуруңлар.

Иҗадий тапшурма

Доклад тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар)

1. Метрологиялик хизмәттә қоллинилидиған заманивий гигрометрлар.
2. Нәмликни ениқлайдиған қуралларниң қоллинилиш даириси.
3. Тирик организмларниң тирикчилигидә нәмликниң атқуридиған рөли.

§ 18. Суюқлуқниң бәтлик керилиши. Жуқуш, капиллярлиқ һадисә

Күтүлидиған нәтижә

Мәзкүр параграфни өзләштүргәндә

- *бәтлик керилишниң тәбиити вә капиллярлиқ һадисиниң күндилик өмүрдики ролини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Жавави қандақ?

1. *Немишкә сулуқ қумдин ясалған шар су астида чечилип кетиду?*
2. *Немә үчүн су пәләйни йешиш қийин?*

Өз тәҗрибәңлар

Симдин ясалған төңгә билән жипниң ярдими арқилиқ тәҗрибә жүргүзүңлар (*132-сүрәт*). Төңгини совунлуқ еритмиға селиңлар. *Һәртүрлүк аймақлирида пленкиниң туташлиғини бузуп, нәтиҗисини байқаңлар.*

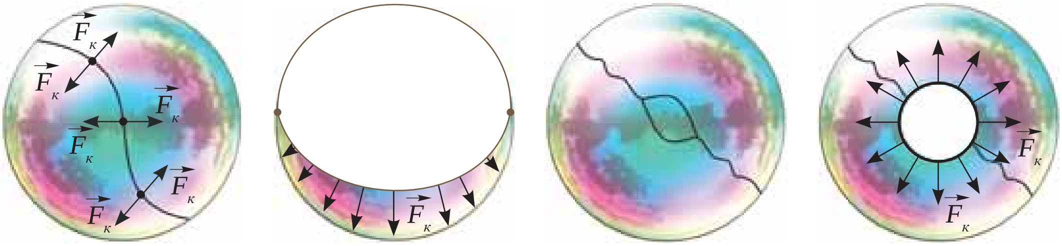
Немә сәвәптин адәм су бетигә үзүп чиққанда су чачлар бир-биригә йепишиду, су астида болса бир-биридин оңай ажрайду (*131-сүрәт*)?

131-сүрәт. Бәтлик керилиш күчиниң тәсири

I. Бәтлик керилиш күчи

Суюқлуқниң әркин бети билән параллель молекулилиқ өз ара һәрикәтлиниш күчиниң түзгүчилири бәтлик қәвәттики молекулиларни йеқинлаштуришқа тиришиду. Бу күчләрниң тәсирлири нәтиҗисидә бәтлик қәвәт керилиш һалитигә чүшиду. Суюқлуқ билән қаттиқ жисим чегарисида бәтлик керилиш күчи қаттиқ жисим билән униң бетигә перпендикуляр тәсир қилиду (*132-сүрәт*). Бәтлик керилиш күчиниң тәсиридин аддий тәҗрибиләрдин байқашқа болиду. Совун еритиндисиға чәтлиригә тартилмай бағланған жиплири бар симдин ясалған төңгини салимиз.

Төңгә ичидә жип әркин орунлишидиған совунлуқ пленка пәйда болиду (*132, а-сүрәт*). Әнди пленкини жипниң бир тәрипидин тешимиз. Қалған пленка қисқирап, жипни тартип, униңға доға тәхлит шәкил бериду (*132, ә-сүрәт*). Әнди рамкиға жиптин ясалған илмәкни бағлап, тәҗрибини тәкрарлаймиз (*132, б-сүрәт*). Илмәк



а) *ә)* *б)* *в)*

***132-сүрәт.** Бәтлик керилиш күчиниң һәрикитини байқаш*

ичидики пленкини тешәйли, нәтижисидә пленкиниң сиртқи бөлүги илмәкни созуп, төңгини қелпиға кәлтүриду (*132, в-сүрәт*).

Бәтлик керилиш күчи дегинимиз – суюқлуқниң бәтлик қәвитиниң мәйдани ни кемитидиған вә мошу бәткә яндашма бойи билән йөнәлгән суюқлуқниң бәтлик қәвәтлириниң молекулилириниң өз ара тәсирлишиш күчи.

II. Бәтлик керилиш коэффициенти. Тамчини ажритиш усули арқилиқ бәтлик керилиш коэффициентини ениқлаш

Бәтлик керилиш һадисисигә санлиқ ениқлима бериш үчүн *бәтлик керилиш коэффициенти* киргүзүлгән.

Бәтлик керилиш коэффициенти – бәтлик керилиш күчиниң суюқлуқниң бәтлик қәвитиниң узунлиғиға нисбити.

Бәтлик керилиш коэффициенти σ (сигма) һәрипи билән бәлгүлиниду. Ениқлима бойичә:

$$\sigma = \frac{F_к}{l}, \qquad (1)$$

Бу йәрдики l – бәтлик қәвәтниң узунлуғи, $F_к$ – керилиш күчи.

Диаметри кичиккинә трубкидин бөлүнидиған суюқ тамчиси үчүн бәтлик қәвәтниң чегариси радиуси трубкиниң ички радиусиға тәң чәмбәр узунлуғи болуп һесаплиниду (133, *а-сүрәт*):

$$l = 2\pi r = \pi d. \qquad (2)$$

Тамчә салмиғи керилиш күчигә тәң болған чағда бөлүниду:

$$P = F_к \qquad (3)$$

(1), (2), (3) формулилардин:

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d} \qquad (4)$$

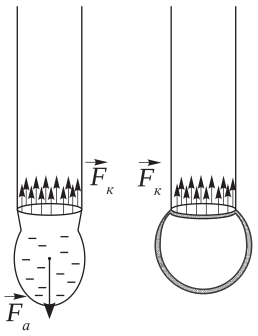
екәнлиги келип чиқиду.

Әгәр трубкидин совунлук көвүкчини пүвдисәк, у чағда икки бәтлик қәвәт пәйда болиду (*133, ә-сүрәт*), демәк, совунлук көвүкчә трубкидин сиртқи күч бәтлик қәвәтниң икки чегарисида пәйда болған бәтлик керилиш күчигә тәң болғанда бөлүниду:

$$F_{сирт} = 2F_к. \qquad (5)$$

Бәтлик керилиш коэффициентиниң өлчәм бирлиги: $[\sigma] - 1\frac{Н}{м}$.

Бәтлик керилиш коэффициенти суюқлуқниң тегигә, температурисиға вә униң тәркивидә қошулминиң бар болушиға бағлинишлиқ . Суюқлуқ температуриси артқанда вә униң тәркивидә қошулма болған жағдайда бәтлик керилиш коэффициенти азийиду.



***133-сүрәт.** Бәтлик қәвәтниң чегариси трубка чәмбириниң узунлиғи болуп санилиду*

Өз тәжрибәңлар

Бәтлик керилиш коэффициентиниң суюқлуқниң тегигә, температурисиға вә тәркивидә қошулминиң болушиға бағлинишлиғини тәкшүрүңлар (*133-сүрәт*). Тамчә бөлүнгән чағда бәтлик керилиш коэффициенти көпәйгәндә тамчиниң һәҗими қандақ өзгириду?

III. Жуқуш. Чәтлик булуң

Суюқлуқларниң қаттиқ жисимлар билән чегарисида орунлашқан молекулилар суюқлуқ молекулилири билән биргә, қаттиқ жисим молекулилири билән му өз ара һәрикәтлишиду.

Әгәр қаттиқ жисим зәррилириниң керилиш күчи суюқлуқларниң молекулилириниң керилиш күчидин көп болса, у чағда суюқлуқ жисимға жуқиду. Суюқлуқниң бош бети егилип, ойман шәкилгә егә болиду (*134, а-сүрәт*).

Әгәр суюқлук қаттиқ жисимға жуқмиса, у чағда суюқлуқниң бош бети томпақ келипқа кириду (*134, ә-сүрәт*). Суюқлуқниң бош бетиниң егилишини *мениск* дәп атайду.

Қаттиқ жисим бети арқилиқ менискқа жүргүзилгән яндашма сизиқниң қаттиқ жисим билән қийлишиш чекитини чәтлик булуң θ дәп атайду.

Қаттиқ жисимға жуқидиған суюқлуқлар үчүн чәтлик булуң – тар, жуқмайдиған суюқлуқлар үчүн кәң болиду.

IV. Капиллярлиқ һадисә

Жуқидиған вә жуқмайдиған суюқлуқларниң қаттиқ жисимларниң бети билән өз ара һәрикәтлиниши капиллярлиқ һадисиниң сәвәви болуп һесаплиниду.

Капилляр дегинимиз – ички диаметри интайин кичик трубкилар.

Латин тилидин тәржимә қилғанда «капиллус» – қил. Әгәр качидики суюқлуқ трубкиниң тамлириға жуқидиған болса, суюқлуқниң көтирилиши капилляр ичидики суюқлуққа тәсир қилидиған еғирлиқ күчи бәтлик керилиш күчигә тәң болғичә давамлишиду:

$$F_а = F_к, \qquad (6)$$

бу йәрдә
$$F_а = mg = \rho Shg = \rho \cdot \pi r^2 hg, \qquad (7)$$

$$F_к = \sigma l = \sigma 2\pi r. \qquad (8)$$

(7) вә (8) формулиларни (6) формулиға қойсақ, $\rho\pi r^2 hg = \sigma 2\pi r$ болиду, буниңдин чиқидиғини:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r} \qquad (9)$$

яки
$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d} \qquad (10)$$

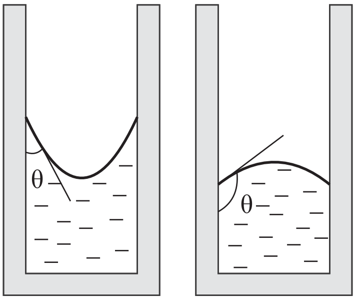
Капилляр диаметри қанчилик кичик болса, капилляр ичидики суюқлуқниң сәвийәси шунчилик жуқури болиду.

Суюқ трубка тамлириға жуқмайдиған жағдайда, суюқлук качидики суюқлуқ сәвийәсидин төвән болиду. Төвәнләш сәвийәсини (9) формула арқилиқ ениқлайду.

Есиңларда сақлаңлар!

Бәтлик керилиш коэффициентиниң өлчәм бирлиги:

$$[\sigma] = 1\frac{Дж}{м^2} = 1\frac{Н}{м}$$



а) ә)

134-сүрәт. *Капилляр ичидики суюқлуқниң әркин бети егилиду*

Өз тәжрибәңлар

1. Әйнәк капилляр ичидә суниң бош бети ойман болидиғанлиғиға;
2. Диаметри кичиккинә трубкиниң ичидә бәтниң егилиши хелә һәжимлик болидиғанлиғиға көз йәткүзиңлар.
   Байқалған һадисиләрни МКН асасида чүшәндүрүңлар.

Өз тәжрибәңлар

Һәртүрлүк заводтин чиқирилған салфеткиларниң сапасини тәкшүрүңлар.

V. Капиллярлиқ һадисиниң күндилик һаяттики роли

Капиллярлиқ һадисә күндиликтики һаятта муһим роль атқуриду. У – турмуштиму, тәбиәттиму көп учришидиған һадисә. Барлиқ өсүмлүкләр вә тирик организмларниң тоқумилирида организмниң барлиқ һүҗәйрилиригә озуқландуридиған маддилар йәткүзидиған капиллярлиқ трубкилар болиду. Өсүмлүкләрниң томур системиси көплигән капиллярлиқ трубка түридә болиду. Зичланған топа тәркивиму капиллярлиқ трубкилар системиси болуп һесаплиниду. Топини юмшитиш мошу капиллярлиқ трубкиларни йоқ қилиш үчүн һаҗәт.

Тапшурма

Жуқушни практика йүзидә қоллинишқа вә капиллярлиқ һадисигә мисаллар кәлтүрүңлар.

Җавави қандақ?

Немишкә өй салғанда, өйниң фундаментини тамлардин капиллярлири йоқ қәвәт билән изоляциялəйду?

Күндиликтики һаятта биз қолайлиқ оңай сиңиридиған салореткилар билән ләңгиләрни қоллинимиз. Фломастер билән маркерниң ишләш принципиму капиллярлиқ һадисә арқилиқ чүшәндүрүлиду. Әксичә язма қәғәзлириниң сапаси яхши болуши үчүн бәтлик қәвитини мәхсус қәвәт билән йепиш керәк болиду. Қурулуш материаллирини ишләп чиқарғанда, мәхсус су өткүзмәйдиған вә мәхсус иш кийимләрни тикиш пәйтидә капиллярлиқ һадисә вә мәхсус сиңдүрүш мәсилилирини қараштуруш керәк.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ күчләрни бәтлик керилиш күчи дәп атаймиз?
2. Суюқлуқларниң қаттиқ җисим билән чегарисида бәтлик керилиш күчи қандақ йөнилиду?
3. Бәтлик керилиш коэффициенти дәп қайси миқдарни ейтимиз? У қандақ өлчәм бирлик билән өлчиниду?
4. Қандақ һадисини жуқуш, қандақ һадисини капиллярлиқ һадисә дәп атаймиз?

Көнүкмә 17

1. Узунлуғи $l = 4$ *см* болидиған сәрәңгә дени су бетидә ләйләп жүриду. Әгәр сәрәңгиниң бир четигә сүргү мейини (касторовое масло) тамчитсақ, сәрәңгә һәрикәткә чүшиду. Сәрәңгигә тәсир қилидиған күчни вә униң йөнилишини ениқлаңлар. Су билән майниң бәтлик керилиш коэффициенти бир-биригә бенаән $\sigma_1 = 72$ мН/м вә $\sigma = 33$ мН/м.
2. Радиуси $R = 6$ *см* болидиған сим төңгә көкташ (медный купорос) мис еритмисиниң бетигә яндаштурулиду. Төңгини еритма бетидин жулуп елиш үчүн қандақ күч сәрип қилиниду? Көкташниң бәтлик керилиш коэффициенти $\sigma = 74$ мН/м.
3. Учиниң диаметри $d = 0{,}4$ мм пипеткиниң ярдими арқилиқ суни $m = 0{,}01$ *г* дәлликкичә өлчәп қуюшқа болидиған болса, суниң бәтлик керилиш коэффициенти немигә тәң?
4. Диаметрлири $d = 1$ мм вә $d = 2$ мм икки катнаш капилярлардики схеминиң сәвийәлириниң айирмисини ениқлаңлар.

Ижадий тапшурма

Кәлгүси мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Жуйғучи васитиләр дағ вә кирни қандақ йоқитиду?
2. Әң йоған совун көвүкчисини ясаш үчүн еритмини қандақ тәйярлашқа болиду (135-сүрәт)?
3. Еғир вә йеник санаәттә капиллярларниң қоллинилиш даириси.
4. Тәбиәттики капиллярлиқ һадисиләр.
5. Қазақстан Жумһурийитидә су өткүзмәйдиған гәзмаллар вә курулуш материаллирини ишләп чиқириш.

135-сүрәт. *Әң йоған совун көвүкчиси*

9-бапниң йәкүни

Һаваниң нәмлиги	Бәтлик керилиш коэффициенти	Капиллярдики суюқлуқниң көтирилиш егизлиги
Абсолют нәмлик $\rho = \frac{m}{V}$ Нисбий нәмлик $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{қ}} \cdot 100\%$ $\varphi = \frac{p}{p_{қ}} \cdot 100\%$	$\sigma = \frac{F_{к}}{l}$	$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$ $h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$

Глоссарий

Һаваниң абсолют нәмлиги – 1 $м^3$ һава һәҗимидә болидиған су һориниң мөлчәри.
Гигрометр – һаваниң нәмлигини ениқлайдиған әсвап.
Динамикилиқ тәңпуңлуқ – бирдәк вақит ичидә суюқлуқтин учуп чиқидиған молекулилар сани билән суюқлуққа қайтип келидиған молекулилар сани тәң болидиған термодинамикилиқ системиниң һалити.
Капиллярлар – ички диаметри интайин кичик трубкилар.
Конденсация – һониң суюқлуққа айнилиш җәрияни.
Бәтлик керилиш коэффициенти – бәтлик керилиш күчиниң суюқлуқниң бәтлик қәвитиниң узунлуғиға нисбити.
Чәтлик булуң – бу қаттиқ җисимниң бети вә менисққа жүргүзүлгән яндашма сизиқниң қаттиқ җисими билән қийлишиш чекитидики булуң.
Мениск – суюқлуқниң бош бетиниң егилиши.
Қениққан һо – өз суюқлуғи билән динамикилиқ тәңпуңлуқта болидиған һо.
Қеникмиған һо – өз суюқлуғи билән динамикилиқ тәңпуңлуқта болмайдиған һо.
Һаваниң нисбий нәмлиги – һаваниң абсолют нәмлигиниң берилгән температурида 1 $м^3$ һавани қениктуруш үчүн һаҗәтлик һо мөлчәригә пайиз түридә берилгән нисбити.
Бәтлик керилиш күчи – суюқлуқниң бәтлик қәвитиниң мәйданини кемитидиған вә мошу бәткә яндашма сизиқ бойи билән йөнәлгән суюқлуқниң бәтлик қәвәтлиридики молекулилириниң өз ара һәрикәтлиниш күчи.
Шәбнәм чекити – атмосферилиқ һавадики су һори қениққан һаләткә айлинидиған температура.

ЭЛЕКТР ВӘ МАГНЕТИЗМ

3

«Электр вә магнетизм» бөлүминиң асасий мәзмуни электромагнитлиқ мәйданниң хусусийәтлири вә униң зарядланған җисимлар билән өз ара тәсирлишишини тәсвирләш болуп һесаплиниду. Электродинамикида зарядланған җисимлар арисидики электрлиқ вә магнитлиқ өз ара тәсирлишишләр қараштурулиду.
Электромагнитлиқ мәйдан арқилиқ әмәлгә ашидиған һәрқандақ өз ара тәсирлишишләр электродинамикиниң асасий мавзуси болуп санилиду.

10-БАП

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Һәрикәтләнмәйдиған зарядлар арисидики өз ара тәсирлишишләрни тәтқиқ қилидиған электродинамикиниң бөлүми электростатика дәп атилиду. Заряд иҗабий мәналар билән биллә сәлбий мәналарниму қобул қилиду. Дәсләп «электр заряди» дегән чүшәнчә 1785-жили Кулон қануниға киргүзүлгән еди.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр:

- электр мәйданиниң хусусийәтлири билән униң күч сизиқлириниң тәриплимилирини ениқлашни;
- электростатикилиқ мәйданниң заряд һәрикитигә тәсирини тәрипләшни;
- электростатикилиқ вә гравитациялик мәйданларниң тәриплимилирини селиштурушни;
- аддий электр тизмисидики конденсаторниң ролини чүшәндүрүшни үгинисиләр.

§ 19. Электр мәйдани

Күтүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *электр мәйданиниң хусусийәтлирини вә униң күчлүк тәриплимисини ениқлашни;*
- *электростатикилиқ мәйданниң заряд һәрикитигә тәсирини тәрипләшни билисиләр.*

I. Электр заряди

Мүмкин болидиған әң минимал электр зарядиға электрон егә, уни *элементар заряд* дәп атайду. Җисимларниң зарядлири электронларниң ошуқ болушиға яки йетишмәслигигә бағлинишлиқ, йәни уларниң заряди *элементар зарядқа* бөлүниду. Һәрқандақ зарядланған әркин зәррә элементар заряднparam туташ санини елип җүриду:

$$q = N|e| \quad (1)$$

Заряднparam ХБС-дики өлчәм бирлиги $[q] = 1$ Кл.

Кулон – ток күчи 1 А болғанда өткүзгүчниң тоғра кәйилмисидин 1 с ичидә өтидиған электр заряди.

1843-жили инглиз физиги М.Фарадей заряднparam сақлиниш қанунини ачти.

Есиңларға чүшириңлар!

Атом бетәрәп.

Мәлум бир электронлирини җүтәргән атом иҗабий ион болуп қалиду.

Артуқ электронлири бар атомни сәлбий ион дәп атайду.

Һәрқандақ туюқ системида электр зарядлириниң алгебрилиқ қошундиси бу системидики һәрқандақ җәриянлар пәйтидә өзгиришсиз қалиду.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_n = const. \quad (2)$$

Заряднparam сақлиниш қануни энергия вә импульсниң сақлиниш қанунлири билән биллә тәбиәтниң асасий қануни болуп санилиду. У микроаләм билән биллә макроаләм җисимлириғиму қоллинилиду.

II. Кулон қануни

Икки чекитлик заряднparam өз ара тәсирлишиш қанунини 1785-жили француз алими Ш.Кулон ениқлиди. *Чекитлик зарядлар – өлчәмлири уларниң арисидики ариқлиқтин хелә кичик болидиған зарядланған җисимлар.*

Кулон тәҗрибә йүзидә төвәндикидәк тәстиқлимә ясиди:

Есиңларда сақлаңлар!

Электрон зарядиниң миқдарини өлчәшни дәсләпки қетим 1909–1913-жиллири америкилиқ физик Р.Милликен җүргәзди. У электр мәйданидики майниң микроскопиялиқ тамчиларниң һәрикитини назарәт қилған.

У тамчә зарядлириниң элементар зарядқа бөлүнидиғанлиғини ениқлап вә бу заряднparam миқдарини өлчиди: $e \approx 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл-ға тәң.

Икки чекитлик заряднparam өз ара тәсирлишиш күчи зарядларни қошидиған түз сизиқ бойи билән йөнәлгән, зарядларниң модульлириниң көпәйтиндисигә тоғра пропорционал вә уларниң арисидики ариқлиқниң квадратиға экси пропорционал.

$$F_K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2} \qquad (3)$$

яки
$$F_K = \frac{k|q_1|\,|q_2|}{\varepsilon r^2} \qquad (4)$$

бу йәрдики $|q_1|$, $|q_2|$ – өз ара тәсирлишидиған җисимларниң зарядлириниң модульлири, r – чекитлик зарядлар арисидики арилиқ, k – пропорционаллиқ коэффициенти, ε_0 – электр турақлиғи, ε – муһитниң диэлектрлиқ өткүзгүчлүги.

136-сүрәттә икки чекитлик заряднин өз ара тәсирлишиш күчлири тәсвирләнгән, Ньютонниң үчинчи қанунининң асасида улар:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}. \qquad (5)$$

Кулонлуқ күчләр *мәркәзлик* болуп һесаплиниду, улар чекитлик зарядни қошидиған түз сизиқ бойида тәсир қилиду.

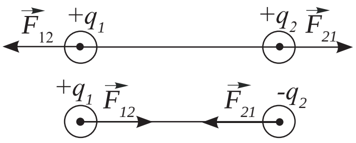
Есиңларда сақлаңлар!

Электронниң массиси
$m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг.

$$k = 9\cdot10^9\,\frac{Н\cdot м^2}{Кл^2}.$$

$$\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}\,\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.$$



***136-сүрәт**. Чекитлик зарядларни қошидиған түз сизиқ бойи билән тәсир қилидиған кулонлуқ күчләр*

III. Электр мәйдани

Зарядланған җисимларниң әтрапидики бошлуқ йеңи хусусийәткә егә болиду: униңға киргүзүлгән йеник яки зарядланған җисимлар тепилиш яки тартилиш күчлириниң тәсиригә учрайду. Күчниң тәсиридин җисимлар орун авуштуруп, бошлуқта мәлум бир тәртип билән орунлишиду. Майда ләйләп жүргән қилчиқларниң зарядланған җисимларниң әтрапида орунлишишини назарәтқилғанда сизиқларни көрүшкә болиду (137-сүрәт), һәртүрлүк шәкиллик җисимлар үчүн көрүнүш һәртүрлүк болиду.

Зарядланған җисимларниң әтрапидики бошлуқни *электр мәйдани* дәп атайду. Электр мәйдани чүшәнчисини дәсләпки қетим инглиз физиги М.Фарадей киргүзди. Фарадей электр мәйданининң тәсиридин зарядлар тартилиду яки тепилиду дәп тәстиқлиди.

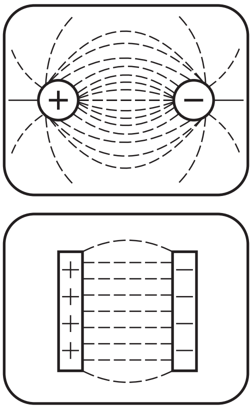
Электр мәйдани – зарядланған җисимлар өз ара тәсирлишидиған материяниң бир түри.

Һәрикәтләнмәйдиған вә вақит өтүши билән өзгәрмәйдиған заряднин электр мәйдани электростатикилиқ мәйдан дәп атилиду.

Зарядланған җисимниң әтрапидики электр мәйданини *иҗабий зарядланған чекитлик зарядниң* – синақ заряднин ярдими билән тәкшүрүшкә болиду.

Өз тәҗрибәңлар

Электростатикилиқ мәйданниң күч сизиқлирини назарәт қилидиған әсвапларни пайдилинип, зарядланған пластиниларниң вә чекитлик зарядларниң әтрапидики бошлуқни тәтқиқат қилиңлар (137-сүрәт).



***137-сүрәт**. Майда ләйләп жүргән қилчиқларниң зарядланған җисимларниң әтрапида орунлишиши*

IV. Электр мәйданиниң күчинишлиги. Чекитлик зарядниң күчинишлиги

Күчинишлик – электр мәйданиниң күчлик тәриплимиси.

Электр мәйданиниң күчиниши – мәйданниң бошлуқниң мәлум бир чекитигә орунлаштурулған иҗабий синақ зарядиға тәсир етиш күчигә тәң күчниң мошу заряд микдариниң нисбитигә тәң физикилик миқдар:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad (6)$$

Өз тәҗрибәңлар

Синақ зарядни пайдилинип, зарядланған металл шарниң электр мәйданини тәкшүрүңлар.
Шарға қандақ заряд берилгәнлигини ениқлаңлар.
Шардин жирақлитилғанда электр мәйдани қандақ өзгириду?

(6) формулидин мәйданға киргүзүлгән Q чекитлик зарядқа тәсир қилидиған күчни ениқлаймиз:

$$F = qE. \qquad (7)$$

Кулон қануни бойичә Q вә q чекитлик зарядларниң арисидики өз ара тәсирлишиш күчи:

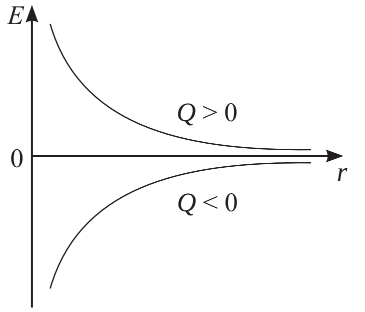
$$F = \frac{k|Q||q|}{\varepsilon r^2}. \qquad (8)$$

(7) вә (8) формулиға мувапиқ:

$$E = \frac{kQ}{\varepsilon\ r^2} \qquad (9)$$

Бу – *чекитлик зарядниң мәйдан күчинишлигини* һесаплаш формулиси. Бошлуқниң берилгән чекитидики күчинишлиги мәйданни һасил қилған җисимниң Q заряди билән ениқлиниду, у мәйданға киргүзүлгән q зарядқа бағлинишлиқ әмәс. Күчинишлик арилиқ функцияси болуп һесаплиниду, бошлуқниң чекити мәйдан мәнбәсидин қанчилик жирақ орунлашса, күчинишликниң модули шунчилик аз (138-сүрәт). (1) формулиға мувапиқ күчинишликниң өлчәм бирлиги:

$$[E] = 1\frac{Н}{Кл}.$$

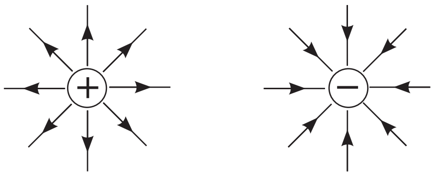


***138-сүрәт**. Чекитлик заряд мәйдани күчинишиниң арилиққа бағлинишлиқ графиги*

V. Күчинишлик векториниң йөнилиши вә күч сизиқлири

Электр мәйданиниң күчинишлиги векторлуқ миқдар болуп санилиду. *Күчинишлик векториниң йөнилиши бошлуқниң һәрқандақ чекитидә иҗабий синақ зарядқа тәсир қилидиған күч йөнилишигә мувапиқ келиду.*

Әгәр мәйданни иҗабий заряд һасил қилған болса, у чағда бошлуқниң һәрқандақ чекитидә мәйданниң күчинишлиги векториниң йөнилиши зарядтин радиал түзниң бойи билән йөнилиду. Сәлбий заряд пәйда қилған мәйданниң күчиниш векториниң йөнилиши радиал түз сизиқниң бойи билән зарядқа қарап йөнилиду. Радиал түз сизиқлар – күчләрниң тәсир қилиш сизиқлири, улар электр мәйданиниң күч сизиқлири болуп санилиду (139-сүрәт). Дәсләпки қетим күч сизиқлири чүшәнчисини М.Фарадей киргүзди. Андин кейин мәйданниң тәсвирини бериш чүшинишлик вә қолайлиқ болди.

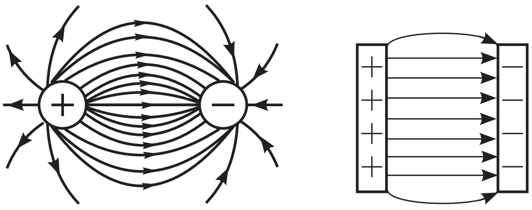


***139-сүрәт**. Иҗабий вә сәлбий чекитлик зарядларниң күч сизиқлири*

Икки параллель пластина һасил қилған күч сизиқлири – бир-биридин бирдәк ариликта орунлашқан параллель сизиқлар, уларниң зичлиқлири өзгәрмәйду (140-сүрәт). Мундақ мәйданни *бир хил* дәп атайду. Бир хил мәйданниң барлиқ чекитлиридә күчинишлик вектори турақлиқ болиду.

Җавави қандақ?

1. *Немә үчүн электр мәйданиниң күш сизиқлири қийилишмайду?*
2. *Немишкә бир хил мәйданға киргүзүлгән чекитлик зарядниң орун авуштуруши униңға тәсир қилидиған күч мәнасиға тәсир қилмайду?*



***140-сүрәт**. Һәрхил бәлгүлүк чекитлик зарядлар билән һәрхил бәлгүлүк пластинилар арисидики мәйданларниң күч сизиқлири*

Чекитлик зарядлар һасил қилған бир хил әмәс мәйданниң күч сизиқлириниң зичлиқлири зарядқа йеқин йәрдә зич болиду, зарядтин жирақлиғансери азийишни давамлаштуриду, йәни мәйдан күчиниши өзгириду. Күч сизиқлириниң зичлиғи мәйдан күчинишиниң жуқури екәнлигини билдүриду.

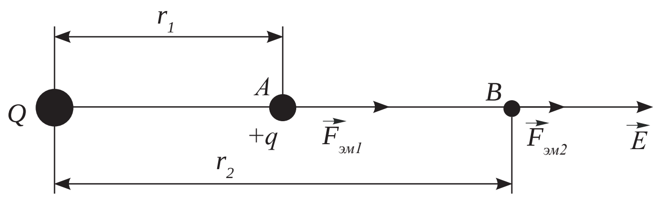
Электр мәйданиниң күч сизиқлири – һәрбир чекиттики яндашма сизиқлири мошу чекиттики күчиниш векториниң йөнилишигә мувапиқ келидиған сизиқлар.

Күш сизиқлириниң тәсвирлиниши:

1) *бошлуқниң һәрқандақ чекитидә күчиниш бир нәччә йөнилишкә егә болмиғанлиқтин, электр мәйданиниң күч сизиқлири қийилишмайдиғанлиғини көрситиду;*
2) *электр мәйданиниң сизиқлири иҗабий зарядтин чиқип, сәлбий зарядқа киридиғанлиғини көрситиду.*

VI. Бир хил әмәс электр мәйданида зарядниң орун йөткиши пәйтидә орунлинидиған иш. Чекитлик заряд мәйданидики җисимниң потенциаллиқ энергияси

q заряди Кулон күчлириниң тәсиридин *Q* иҗабий заряд һасил қилған мәйданниң күч сизиқлириниң бойи билән *A* чекитидин *B* чекитигә орун йөткиди дәп қараштурайли (*141-сүрәт*).



141-сүрәт. *Q заряди һасил қилған мәйданда q зарядиниң орун йөткиши пәйтидики электр мәйданиниң иши*

Зарядниң орнини йөткәйдиған күч зарядлар арисидики арилиққа бағлинишлиқ вә өзгәрмә миқдар болуп һесаплиниду. Шуниң үчүн, бир хил әмәс электр мәйданиниң ишини сәлбий бәлгү билән елинған зарядланған җисимниң потенциаллиқ энергиясиниң өзгириши арқилиқ ениқлаймиз:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1})\ . \qquad (10)$$

Бир хил әмәс гравитациялик мәйдан билән охшашлиғини инавәткә елип, һәрикәтләнмәйдиған Q зарядниң электр мәйданидики q зарядниң потенциаллиқ энергиясини язимиз:

$$W_p = \frac{kQq}{\varepsilon \cdot r}$$

Бу чағда зарядниң орун йөткиши пәйтидә электр мәйданиниң атқуридиған иши (10) мундақ түргә келиду:

$$A = \frac{kqQ}{\varepsilon \cdot r_1} - \frac{kqQ}{\varepsilon \cdot r_2} \qquad (11)$$

VII. Бир хил электр мәйданиниң потенциали. Потенциалниң күчинишлик билән бағлиниши

Мәйданниң потенциали зарядниң потенциаллиқ энергиясиниң мошу заряд миқдариға болған нисбитигә тәң:

$$\varphi = \frac{W_p}{q}\ . \qquad (12)$$

У иҗабий яки сәлбий мәнаға егә болиду.

Потенциаллар айримиси арқилиқ мәйданниң зарядниң орун йөткәш пәйтидә ясайдиған иши ениқлинидиған болғанлиқтин, униң физикилиқ мәнаси бар.

Бир хил электр мәйдани үчүн чекитниң потенциали:

$$\varphi = \frac{qEd}{q} = Ed. \qquad (13)$$

(11) вә (12) формулиларни хуласиләп, силәргә синиптин мәлум мәйданниң иши вә потенциаллар айримисиниң арисидики бағлиниш формулисини алимиз:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2). \qquad (14)$$

бу йәрдә $\varphi_1 = Ed_1$, $\varphi_2 = Ed_2$ – электростатикилиқ мәйданда зарядниң орунлишишиниң дәсләпки вә ахирқи чекитлири.

Җавави қандақ?

Бир хил мәйданниң бир хил әмәс мәйдандин өзгичилиги немидә?

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Зарядлири $q_1 = 6{,}6 \cdot 10^{-9}$ Кл вә $q_2 = 1{,}32 \cdot 10^{-8}$ Кл икки чекитлик заряднiң арилиғи $r_1 = 40$ см. Уларни $r_2 = 25$ см ариликқичә йеқинлитиш үчүн қандақ иш орунлаш керәк?

Берилгини:	**ХБС**	**Йешилиши:**
$q_1 = 6{,}6 \cdot 10^{-9}$ Кл $q_2 = 1{,}32 \cdot 10^{-8}$ Кл $r_1 = 40$ *см* $r_2 = 25$ *см*	 0,4 *м* 0,25 *м*	Сиртқи күчләрниң вә электр мәйданиниң иши бәлгүлири бойичә қариму-қарши, демәк уларни йеқинлитиш үчүн ишлинидиған иши $A = q_1(\varphi_2 - \varphi_1)$, бу йәрдә $\varphi_1 = \dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$, $\varphi_2 = \dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$. $A = \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{r_2} - \dfrac{1}{r_1}\right) \approx 1{,}3 \cdot 10^{-6}$ *Дж*. **Жавави:** $A \approx 1{,}3 \cdot 10^{-6}$ Дж.
$A - ?$		

Тәкшүрүш соаллири

1. Заряднiң сақлиниш қанунининң вә Кулон қанунининң тәриплимисини бериңлар.
2. Қандақ зарядни чекитлик заряд дәп атайду?
3. Электр мәйдани дегинимиз немә?
4. Электр мәйданининң күчинишлиги дегинимиз немә? Уни қандақ ениқлаймиз? У қандақ йөнәлгән?
5. Бир хил мәйдан дегинимиз немә? Бир хил әмәс мәйдан дегинимиз немә?
6. Мәйданниң потенциали дегинимиз немә?
7. Мәйданниң потенциали билән күчинишлигининң арисида қандақ бағлиниш бар?

Көнүкмә 18

1. Бир-бири дин 5 *см* арилиқта орунлашқан 10 нКл вә 15 нКл чекитлик зарядлар қандақ күч билән өз ара тәсирлишиду?
2. Бири иҗабий 15 мкКл заряд билән, иккинчиси сәлбий –25 мкКл зарядлар билән зарядланған икки бирдәк шарларни бир-биригә тәккүзүп, кейин қайтидин 10 см ариликқа жирақлитиду. Яндашқандин кейинки һәрбир шарниң зарядини вә уларниң өз ара тәсирлишиш күчини ениқлаңлар.
3. Электрон күчиниши 10 В/м мәйданда қандақ иштикләш билән һәрикәтлиниду?
4. 0,1 мкКл зарядтин 5 см арилиқтики мәйдан күчинишини ениқлаңлар.

§ 20. Электр сиғдурушлуқ. Конденсаторлар. Электр мөлчәри вә сиғдурушлуқниң өлчәм бирликлири

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

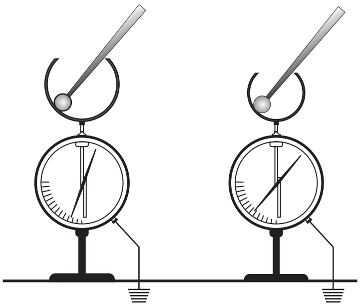
- *аддий электр тизмисидики конденсаторниң ролини чүшәндүрүшни билисиләр.*

I. Изоляцияләнгән өткүзгүчләрниң электр сиғдурушлуғи

Синақ зарядни сфериниң ички бетигә бирнәччә қетим яндаштуруп, q зарядини сфериға беримиз. Һәрбир яндиштин кейин электрометр тилчиси турақлиқ бир мәнаға чәтнәйду (*142, а-сүрәт*). Демәк, шар потенциали вә зарядиниң арисида тоғра пропорционал бағлиниш бар:

$$q = C\varphi,$$

бу йәрдә C – пропорционаллиқ коэффициенти. Мәйдан потенциали өткүзгүчниң өлчәмлиригә бағлинишлиқму? Буни ениқлайли. Буниң үчүн тәҗрибини радиуси кичик сфера билән тәкрарлаймиз. Берилгән заряднинң дәл шундақ мәнасида электрометрниң тилчиси чоң булуңға чәтнәйду (*142, ә-сүрәт*). Демәк, радиуси кичик сфериниң потенциали жуқури $\varphi_2 > \varphi_1$. Тәҗрибә көрсәткәндәк, C коэффициенти өткүзгүч сфериларниң тәриплимиси болуп санилиду, уни электр сиғдурушлук дәп атайду.



а) ә)

***142-сүрәт**. Радиуси чоң сфериниң электр сиғдурушлуғи көпирәк*

Изоляцияләнгән өткүзгүчниң электр сиғдурушлуғи – өткүзгүч зарядиниң униң потенциалиниң нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

$$C = \frac{q}{\varphi}. \qquad (1)$$

(1) формулиға өткүзгүч сфера потенциалини һесаплаш формулисини $\varphi = \dfrac{kq}{\varepsilon \cdot r}$ қойимиз, демәк,

$$C = \frac{\varepsilon \cdot r}{k} \qquad (2)$$

яки

$$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon r. \qquad (3)$$

Есиңларға чүшириңлар!

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

Изоляцияләнгән сфериниң радиуси қанчилик чоң болса, униң электр сиғдурушлуғи чоң болиду. Елинған хуласиләр шарғиму тегишлик, сәвәви өткүзгүчниң ичидә бош зарядлар болмиғанлиқтин, электр мәйданиму йоқ.

Электр сиғдурушлуқниң өлчәм бирлиги ретидә ***фарад*** қобул қилинған. У М.Фарадейниң һөрмитигә аталған.

Җавави қандақ??

Немә сәвәптин өткүзгүч шарниң сиғдурушлуғи сфериниң сиғдурушлуғи охшаш ениқлиниду: $C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon r$?

Фарад – заряд 1 кулонға өзгәргән чағда потенциали 1 вольтқа өсидиған өткүзгүчниң сиғдурушлуғи:

$$[C] = 1Ф = \frac{1Кл}{1В}.$$

Тәҗрибидә сиғдурушлуқниң өлчәм бирлигини үлүшлүк қошумчилар билән қоллиниду:

1 мкФ = 10^{-6} Ф, 1 nФ = 10^{-12} Ф.

II. Конденсатор

Алиқинимизни зарядланған сфериға йеқинлатсақ (142-сүрәт), электрометрниң көрсәткүчи азийиду, демәк, сфериниң потенциали азийиду. (1) формула асасида өткүзгүч қатлими бар сфериниң сиғдурушлуғи өсиду дәп тәрипләшкә болиду. Уларниң арилиқлири азайғансери сиғдурушлуғи өсиду. *Диэлектрик қатлими билән бөлүнгән икки өткүзгүчтин тәркип тапқан система конденсатор дәп атилиду.*

Диэлектрик қатлими билән бөлүнгән икки япилақ параллель пластинидин түзүлгән япилақ конденсатор кәң қоллинишқа егә болди. Конденсаторларниң пластинилирини *орамлар (обкладки)* дәп атайду.

Бу қизиқ!

Сиғдурушлуғи 1 Ф шарниң радиуси 9 млн км-ға тәң

$$r = Ck = 1Ф \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2} =$$

$$= 9 \cdot 10^9 м.$$

Мундақ шарниң радиуси Йәрниң радиусидин 1400 һәссә артуқ:

$$\frac{r}{R_Й} = \frac{9 \cdot 10^9 м}{6,4 \cdot 10^6 м} \approx 1400.$$

Атмосферисиз бизниң сәйяримизниң сиғдурушлуғи 0,71 мФ

$$C_Й = \frac{6,4 \cdot 10^6 м}{9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}} =$$

$$= 0,71 \cdot 10^{-3} Ф = 0,71 \; мФ$$

Конденсатор – электр мәйданиниң энергиясини вә зарядни топлашқа беғишланған қурулма. Япилақ конденсатор қелинлиғи орамларниң өлчәмлири билән селиштурғанда кичик диэлектрик арқилиқ бөлүнгән икки пластинидин тәркип тапиду.

Бу қизиқ!

Бизниң сәйяримиз – ионосфера сиртқи сфериси, һава диэлектрик болуп һесаплинидиған сферилиқ конденсатор.

Пластинилар арисидики бир хил мәйданниң күчиниши:

$$E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}.$$

Конденсатор пластинилириниң арисидики потенциаллар айримиси яки орамлириниң бириниң иккинчисигә бағлинишлиқ потенциали мундақ болиду:

$$\Delta\varphi = Ed = \frac{qd}{\varepsilon\varepsilon_0 S}. \quad (4)$$

(4) тәңлимини (1) тәңлимигә қоюп, япилақ конденсаторниң сиғдурушлуғини алимиз:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}. \quad (5)$$

(5) формулидин конденсаторниң сиғдурушлуғини ашуруш үчүн орамларниң мәйданини кәңәйтиш вә уларниң арилиқлирини азайтип, диэлектрикни киргүзүш керәк екәнлигини байқаймиз.

III. Электр мәйданиниң энергияси

Зарядланған конденсаторда уни зарядлаш пәйтидә ясалған ишқа тәң потенциаллиқ энергияниң запаси болиду. Зарядлаш пәйтидә ясалған ишни

пластиниларни нөллүк ариликтин d ариликқа авуштурушқа кәткән иш охшаш еницлашқа болиду. Икки пластина арисидики мәйдан күчинишиниң йеримини $E_1 = \frac{E}{2}$ тәшкил қилидиған q заряди бар пластинининң күчиниши E_1 болидиған иккинчи пластина мәйданидики һәрикитини қараштурайли. Пластинининң орун йөткишигә сәрип қилинидиған күч: $F = qE_1 = \frac{qE}{2}$,

орунланған иш:

$$A = Fd = \frac{qEd}{2}.$$

$U = Ed$ екәнлиги инавәткә елип, $A = \frac{qU}{2}$ алимиз.

Демәк, конденсатор орамлири арисида пәйда болған мәйданниң энергияси:

$$W = \frac{qU}{2}. \quad (6)$$

Заряднин вә күчинишниң бағлиниш формулисини $q = CU$ пайдилинип, мәйдан энергиясини мундақ түрдә язимиз:

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad (7)$$

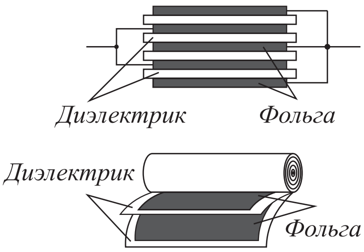
вә

$$W = \frac{q^2}{2C}. \quad (8)$$

(7) формула конденсатор ток мәнбәсигә қошулуп, орамлиридики күчиниш өзгәрмәйдиған чағда қоллинилиду. (8) формулини конденсатор ток мәнбәсидин ажритилип, униң заряд миқдари бойичә турақлиқ болуп қалидиған чағда қолланған қолайлиқ.

***8-җәдвәл.** Конденсаторларда қоллинилидиған материалларниң диэлектрлик өтүшлүклүги*

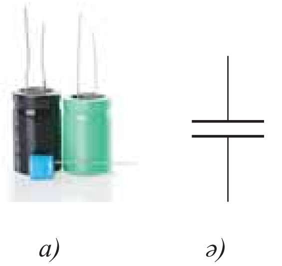
Мадда	ε
Һава	1,0005
Қәғәз	2,5-тин 3,5-кичә
Әйнәк	3-тин 10-ғичә
Слюда	5-тин 7-гичә
Металларниң оксид порошоклири	6-дин 20-гичә



***143-сүрәт**. Япилақ конденсатор*

IV. Конденсаторларниң түрлири

Конденсаторларниң сиғдурушлуғи турақлиқ вә өзгәрмә түрдә болиду. Турақлиқ сиғдурушлуғи бар конденсаторлар бир-биридин диэлектрик арқилиқ изоляцияләнгән икки яки бирнәччә пластинидин тәркип тапиду (*143-сүрәт*). Пластинилар ретидә металл фольга, диэлектрик ретидә қәғәз, слюда, лак қоллинилиду. Қоллинилған материалларға бағлинишлиқ конденсаторлири қәғәзлик, слюдилиқ, электролитлиқ (*144-сүрәт*) дәп бөлүниду. Өзгәрмә сиғдурушлуқ конденсаторлири оқ билән қошулған пластиниларниң икки топидин тәркип тапиду (*145-сүрәт*). Оқ айланған чағда пластиниларниң ариликлири вә улар өз ичигә алидиған мәйдан өзгириду. Мундақ түзүлүшниң

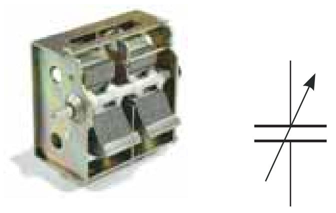


***144-сүрәт**.а) Металл-қәғәзлик вә алюминийлик электролитлиқ конденсатор; ә) Конденсаторни схемида бәлгүләш*

ярдими билән конденсаторниң сиғдурушлуғини бир келиплик өзгәртишкә болиду.

Қазақстанда конденсаторларни вә конденсаторлуқ қурулмиларни қураштуруш вә ишләп чиқириш билән Өскәмән конденсатор заводи шуғуллиниду. Заводта чиқирилған қурулмилар машина ясаш, металлургия, энергетика, нефть-газ, тамақ санаитидә кәң қолинилмақта. Һазирқи вақитта әң керәк конденсаторлар түрлиригә (*146, а, ә-сүрәт*).

– мәхсус конденсаторлар (импульслиқ, жуқури вольтлик);
– косинуслуқ конденсаторлар (жуқури вольтлиқ, төвән вольтлик);
– күчиниш бөлгүчләр вә бағлиниш конденсаторлири;
– электротермиялик конденсаторлар ятиду.



а) *ә)*

***145-сүрәт**. а) Өзгәрмә сиғдурушлуқ конденсатори; ә) Конденсаторни схемида бәлгүләш*

? Жавави қандақ??

Немишкә көпинчә сферилиқ конденсаторлар әмәс, япилақ конденсаторлар кәң қоллинилиду?

а)

ә)

***146-сүрәт.** Өскәмән конденсатор заводида ясалған а) жуқури вольтлиқ импульслиқ конденсаторлар; ә) төвән вольтлиқ косинуслиқ конденсатор КПС–0,44–2,5*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Япилақ һава конденсаториниң энергияси: $W_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ Дж.

1) конденсатор ток көзидин ажритилған:

2) конденсатор ток көзигә қошулған жағдайларда уни диэлектрлик өтүшлүклүги $\varepsilon = 2$ диэлектрик билән толтурғандики энергияни ениқлаңлар.

Берилгини:	**Йешилиши:**
$W_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ Дж $\varepsilon = 2$ 1) $q = const$ 2) $U = const$	Диэлектрик билән толтурғандин кейин конденсаторниң сиғдурушлуғи 2 һәссә артиду: $C_2 = 2C_1$. Биринчи жағдайда конденсатор ток мәнбәсидин ажритилған, демәк, униң заряди өзгәрмәйду, у чағда конденсаторниң энергиясини мундақ формула арқилиқ ениқлаймиз:
$q = const$ болғанда $W_2 - ?$ $U = const$ болғанда $W_2 - ?$	$W_2 = \dfrac{q^2}{2C_2} = \dfrac{q^2}{2 \cdot 2C_1} = \dfrac{W_1}{2}$.

Конденсаторниң энергияси 2 һəссə азайди: $W_2 = 10^{-7}$ Дж.
Иккинчи жағдайда конденсатор ток мəнбəсигə қошулған, конденсатор орамлиридики күчиниш турақлиқ миқдар болуп қалиду. Конденсаторниң энергияси:

$$W_2 = \frac{C_2U^2}{2} = \frac{2C_1U^2}{2} = 2W_1 .$$

Конденсаторниң энергияси 2 һəссə өсти: $W_2 = 4 \cdot 10^{-7}$ Дж.

Җавави: $q = const$ болғанда, $W_2 = 10^{-7}$ Дж.
$U = const$ болғанда, $W_2 = 4 \cdot 10^{-7}$ Дж.

Тəкшүрүш соаллири

1. Электр сиғдурушлуқ дегинимиз немə? У немə билəн өлчиниду?
2. Зарядни топлаш үчүн қандақ қурулмини қоллиниду? У немидин тəркип тапиду?
3. Конденсаторларниң қандақ түрлирини билисилəр?
4. Электр мəйданиниң энергияси қандақ ениқлиниду?

Көнүкмə 19

1. Икки пластинидин тəркип тапқан конденсаторниң электр сиғдурушлуғи 5 пФ. Əгəр орамлириниң потенциаллар айримиси 1000 В болса, униң һəрбир орамида қандақ заряд мөлчəри бар?
2. Пластинилирниң өлчəмлири 25×25 см вə арилиқлири 0,5 мм япилақ конденсатор потенциаллар айримиси 10 В-қичə зарядлинип, ток мəнбəсидин ажритилиду. Əгəр конденсатор пластинилирини 5 мм арилиққа жирақлатсақ, униң потенциаллар айримиси қандақ болиду?
3. Сиғдурушлуғи 20 мкФ конденсаторға 5 мкКл заряд берилди. Зарядланған конденсаторниң энергияси қандақ?
4. Күчиниши 1000 В турақлиқ ток мəнбəсигə қошулған конденсаторниң электр сиғдурушлуғи C_1 = 5 пФ. Униң орамлириниң арилиғи 3 һəссə азайтилиду. Конденсатор орамлиридики зарядни вə электр мəйданиниң энергиясини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

Кəлгүси мавзулар бойичə əхбарат тəйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичə бир мавзуни таллап елиңлар):
1. Өскəмəн конденсатор заводиниң пəйда болуш тарихи.
2. Конденсаторларни ишлəп чиқириш технологияси вə экологиялик проблемилар.

10-бапниң йәкуни

Қанунлар	Электр мәйданиниң тәриплимилири	
	Күчинишлик	Потенциал
Заряднинң сақлиниш қануни: $q_1 + q_2 + q_3 + ... + q_n = const$. $q = N\|e\|$. Кулон қануни: $F_K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\frac{\|q_1\|\|q_2\|}{r^2}$; $F_K = \frac{k\|q_1\|\|q_2\|}{\varepsilon r^2}$.	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Чекитлик заряд мәйданиниң күчинишлиги: $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}$; $E = \frac{kq}{\varepsilon r^2}$. Һәр хил бәлгүлүк пластинилар арисидики мәйдан күчинишлиги: $E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$; $E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$.	$\varphi = \frac{W_p}{q}$. Чекитлик заряд мәйданиниң потенциали: $\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$; $\varphi = \frac{kq}{\varepsilon r}$. Бир хил мәйданниң потенциали: $\varphi = Ed$.

Мәйдандики заряднинң потенциаллиқ энергияси, заряднинң орун йөткиши пәйтидә ишлинидиған иш		Мәйданниң потенциали вә иши
Бир хил мәйданда	Бир хил әмәс мәйданда	
$W_p = qEd$. $A = -(qEd_2 - qEd_1)$.	$W_p = \frac{kQq}{r}$. $A = \frac{kQq}{r_1} - \frac{kQq}{r_2}$.	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$. $U = \varphi_1 - \varphi_2$. $A = qU$.

Өткүзгүчләрниң сиғдурушлуғи	Муһитниң диэлектрлик өтүшлүклүги	Конденсаторниң электр мәйданиниң энергияси
Изоляцияләнгән өткүзгүчниң сиғдурушлуғи: $C = \frac{q}{\varphi}$. Изоляцияләнгән шарниң сиғдурушлуғи: $C = 4\pi\varepsilon_0 r$. Япилақ конденсаторниң сиғдурушлуғи: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$.	$\varepsilon = \frac{F_0}{F}$. $\varepsilon = \frac{E_0}{E}$.	$W = \frac{qU}{2}$. $W = \frac{CU^2}{2}$. $W = \frac{q^2}{2C}$.

Қанунлар

Заряднинң сақлиниш қануни

Һәрқандақ туюқ системида электр зарядлириниң алгебрилиқ қошундиси мошу системидики һәрқандақ җәриянлар пәйтидә өзгиришсиз қалиду.

Кулон қануни

Икки чекитлик заряднинң өз ара тәсирлишиш күчи зарядларни қошидиған түз сизиқ бойи билән йөнәлгән зарядларниң көпәйтиндисигә тоғра пропорционал вә уларниң арилиғиниң квадратиға экси пропорционал.

Глоссарий

Диэлектриклар – тәркивидә әркин зарядланған зәррилири йоқ маддилар.

Конденсатор – электр мәйданиниң энергиясини вә зарядни топлашқа беғишланған қурулма. Япилақ конденсатор қелинлиғи орамларниң өлчәмлири билән селиштурғанда инчикә диэлектрик арқилиқ бөлүнгән икки пластинидин тәркип тапиду.

Кулон – ток күчи 1 А болғанда өткүзгүчниң тоғри өткән кесими арқилиқ 1 с ичидә өтидиған электр заряди.

Электр мәйданиниң күчинишлиги – бошлуқниң мәлум бир чекитидә орунлашқан иҗабий синақ зарядқа мәйдан тәрипидин тәсир қилидиған күчниң шу зарядниң миқдариниң нисбитигә тәң физикилиқ миқдар.

Мәйданниң потенциали – мәйданниң энергетикилиқ тәриплимиси. У мәйданниң мәлум бир чекитидики иҗабий зарядниң потенциаллиқ энергиясини тәрипләйду.

Электр мәйданиниң күч сизиқлири – һәрбир чекиттики яндашмилири мошу чекиттики күчинишлик векториниң йөнилишигә мувапиқ келидиған сизиқлар.

Чекитлик зарядлар – өлчәмлири уларниң арилиғидин хелә кичик зарядланған җисимлар.

Фарад – заряд 1 кулонға өзгәргән чағда потенциали 1 вольтқа өсидиған өткүзгүчниң сиғдурушлуғи.

Электр заряди – зарядланған җисимларниң башқа җисимлар билән өз ара тәсирлишиш қабилийитини ениқлайдиған физикилиқ миқдар.

Электродинамика – электромагнитлиқ мәйданни вә униң электр заряди бар җисимлар билән тәсирлишишини тәтқиқат қилидиған физикиниң бөлүми.

Электр мәйдани – зарядланған җисимлар өз ара тәсирлишидиған материяниң түри.

Электростатика – һәрикәтләнмәйдиған зарядлар арисидики өз ара тәсирлишишләрни тәтқиқ қилидиған электродинамикиниң бөлүми.

ЭЛЕКТР ВӘ МАГНЕТИЗМ

3

11-БАП

ТУРАҚЛИҚ ТОК

Дәсләпки қетим зарядланған зәрриләрниң һәрикитини Италия алим-биологи Луиджи Гальвани байқиди. У һәрхил металл пластина билән бағлинишқа чүшкәндә, өлүк пақиниң тапанлириниң импульслиқ қисқиришини байқиди. Гальвани тәтқиқатлирини Александр Вольт давамлаштурди. У тәҗрибә йүзидә һәрхил металл пластиниларни туз, кислота вә щелочь еритмилириға салғанда, уларниң арисида ток пәйда болидиғанлиғини испатлиди. Зарядланған зәрриләрниң һәрикити көплигән физика-лимларниң диққитини өзигә җәлип қилди. Һәртүрлүк муһитларда һәрикәтлинидиған зарядланған зәрриләр бекинидиған қанунлар эксперимент йүзидә ечилған. Алимларниң тәтқиқат нәтиҗилири санаәт саһалири билән турмушта кәң қоллинишқа егә болди. Һазирқи аләмни электр токини пайдилинидиған һәртүрлүк қураллар вә қурулмиларсиз тәсәввур қилиш мүмкин әмәс.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- электр һәрикәтләндүргүчи күч вә ички қаршилиқ аталғулирини чүшәндүрүшни;
- электр һәрикәтләндүргүчи күч вә сиртқи тизмидики күчинишниң төвәнлиши (энергиялик көз-қараш җәһәттин) арисидики өзгичиликни ениқлашни;
- толуқ тизма үчүн Ом қанунини пайдилинишни вә қисқа қошулушниң ақиветини чүшәндүрүшни;
- турмушлуқ әсвапларниң қувитини вә ишини һесаплашни үгинисиләр

§ 21. Электр һәрикәтләндүргүчи күч вә ток мәнбәсиниң ички қаршилиғи. Күчиниш, потенциаллар айримиси

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *электр һәрикәтләндүргүчи күч вә ички қаршилиқ чүшәнчилирини;*
- *электр һәрикәтләндүргүчи күч билән сиртқи тизмидики күчинишниң төвәнлиши арисидики айримчилиқларни чүшәндүрүшни билисиләр.*

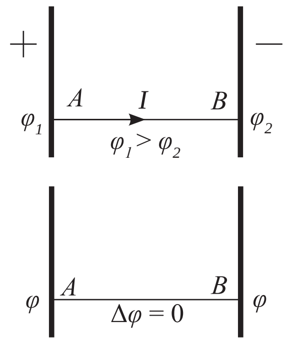
Җавави қандақ?

1. *Силәргә қандақ турақлиқ ток мәнбәлири мәлум?*
2. *Немишкә турақлиқ токни өзгәрмә токқа түрләндүргүчиләргә еһтияҗ үстүн болмақта?*
3. *Уларни қандақ атайду?*

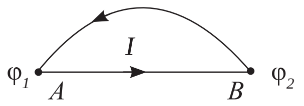
I. Турақлиқ электр токиниң пәйда болуши вә бар болуш шәртлири

Зарядланған конденсатор пластинилирини *AB* өткүзгүчиси билән қошайли, өткүзгүчтә электр токи пәйда болиду. Конденсатор разрядланғандин кейин, өткүзгүчниң училиридики потенциаллар айримиси нөлгә тәң болиду, ток тохтайду *(147-сүрәт)*. Тизмидики токни сақлап туруш үчүн зарядларни башқа өткүзгүч арқилиқ әксичә тошуп, туюқ система түзүп, униң училирида потенциаллар айримисини һасил қилиш һаҗәт *(148-сүрәт)*. Зарядни *B* чекитидин *A* чекитигә тошуш пәқәт электрлик әмәс сиртқи күчләрниң ярдими арқилиқ мүмкин болиду, сәвәви *B* чекитиниң потенциали *A* чекити потенциалидин кичик.

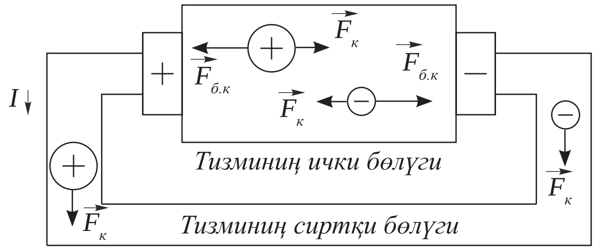
149-сүрәттә электр тизмисиниң принциплиқ схемиси көрситилгән. Ток мәнбәсиниң ичидә зарядларни полюсларға тошуш пәйтидики ишни сиртқи күчләр атқуриду. Кулонлиқ күчләрниң ишиниң мәнаси сәлбий. Иҗабий зарядлар ток мәнбәсиниң иҗабий полюсидин сәлбий полюсиға, сәлбий зарядлар сәлбий полюстин иҗабий полюсқа орун йөткәйду.



147-сүрәт. *Конденсатор орамлириниң арисидики қисқа пәйтлик ток*



148-сүрәт. *Электр тизмисиниң ишләш принципи*



149-сүрәт. *Электр тизмисиниң принциплиқ схемиси*

Демәк, турақлиқ ток елиш үчүн һаҗәтлик шәрт – ток мәнбәси билән туюқ өткүзгүч тизма болуши. Тизма тәркивигә ток мәнбәси, ток истимал қилғучи, қошқучи симлар, ачқуч вә өлчәш әсваплири кириду.

II. Электр энергияси мәнбәсиниң электр һәрикәтләндүргүчи күчи, ток мәнбәсиниң ички қаршилиғи

Электр тизмисида энергияниң өз ара түрлиниши икки қетим орунлиниду. Ток мәнбәсидә һәртүрлүк энергия түрлири электр энергиясигә айнилиду. Сиртқи тизмида электр энергияси энергияниң

башқа түрлиригә механикилиқ энергияға яки иссиқлиқ энергиясигә айнилиду. Энергияниң сақлиниш қануниға мувапиқ сиртқи күчләрниң иши тизминиң ички вә сиртқи бөлүклиридики кулонлуқ күчләрниң ишиға тәң:

$$A_{б.к} = A_r + A_R.$$

Тәңлиминиң икки тәрипини туюқ контур бойичә берилгән зарядқа бөлүп, мундақ ипадини алимиз:

$$\frac{A_{б.к.}}{q} = \frac{A_r}{q} + \frac{A_R}{q}$$

яки: $\varepsilon = U_r + U_R$,

бу йәрдә ε – электр һәрикәтләндүргүчи күч, U_r – тизминиң ички бөлүгидики күчинишниң чүшүши, U_R – тизминиң сиртқи бөлүгидики күчинишниң чүшүши.

Электр һәрикәтләндүргүчи күч – бирлик зарядни тошушта сиртқи күчләрниң атқуридиған ишиға тәң физикилиқ миқдар.

$$\varepsilon = \frac{A_{б.к.}}{q}.$$

ε (ЭһК) өлчәм бирлиги – вольт, [ε] = 1 В.

ЭһК – ток мәнбәсиниң энергетикилиқ тәриплимиси.

Барлиқ ток мәнбәлиридә *r* ички қаршилиқ болиду.

III. ЭһК вә һәртүрлүк иш режимидики ток мәнбәсиниң күчиниши

1. *Бош журүш режими*

Ток мәнбәсиниң ЭһК-ни бош жүрүш тәртивидә сиртқи туюқланмиған тизмида униңға уттур вольтметрни улаш арқилиқ өлчәйду *(150-сүрәт)*. Туюқланмиған тизмида ток болмайду, демәк, тизминиң сиртқи бөлүгидә күчиниш чүшүши йоқ, ички бөлүгидә у интайин аз:

$$U_R = 0,\ U_r = 0.$$

Вольтметр қаршилиғи чәксиз чоң, уни ток мәнбәсигә қошуш ток мәнбәси полюслириниң потенциаллар айримисиға иш йүзидә тәсир қилмайду. Вольтметрдики күчиниш ЭһК-кә тәң:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon.$$

2. *Ишләш режими.* Ишләш режимидә туюқланған ачқучта *AB* чекитлири арисидики потенциаллар айримиси мундақ болиду:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon - U_r$$

яки

$$\varphi_A - \varphi_B = U_R.$$

Җавави қандақ?

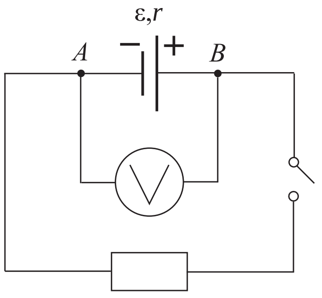
Немишкә A вә B чекитлириниң (148-сүрәт) потенциаллар айримисини қелипиға кәлтүрүш үчүн сиртқи күчләрниң иши һаҗәт болиду?

Җавави қандақ?

1. *Немә үчүн ток мәнбәсидә зарядларни таритиш пәйтидә атқурулидиған ишни кулонлуқ күчләр һесавидин орунлаш мумкин әмәс?*
2. *Немишкә ток мәнбәсидики сиртқи күчләрниң иши тизминиң сиртқи вә ички бөлүклиридики кулонлуқ күчләрниң ишиниң қошундисиға тәң?*

Есиңларда сақлаңлар!

Әгәр ток күчиниң мәнаси вә йөнилиши өзгәрмисә, ток турақлиқ болиду.



150-сүрәт. *Ток мәнбәсиниң ЭһК-ни өлчәш*

Җавави қандақ?

Немишкә ток мәнбәсигә вольтметрни қошқанда ички қаршилиқтики күчиниш интайин аз болиду?

Вольтметр тизминиң сиртқи участкисидики күчинишниң чүшүшини көрситиду. Тизминиң ички бөлүгидики күчинишниң чүшүши электр күчиниң сәлбий ишиниң тәсиридин болиду.

3. Қисқа қошулуш режими. Әгәр жүклимә қаршилиғи интайин аз болса, у чағда ток мәнбәси қисқа қошулуш режимида иш атқуриду. Тизминиң ички участкисидики күчиниш ЭһК-гә тәң болиду:

$$U_r = \varepsilon.$$

Ток күчи ток мәнбәсидә бирдин өтүп, максимал мәнасиға йетиду:

$$I_{қ.қ} = \frac{\varepsilon}{r}.$$

Қисқа қошулуш вә бош жүрүш режимлири ток мәнбәсиниң чәклик ишләш режимлири дәп атилиду.

IV. Электр токи. Ток күчи

Сиртқи электр мәйданиниң тәсиридин өткүзгүчтики әркин зарядларниң рәтләнгән һәрикити электр токини һасил қилиду.

Өткүзгүчтики электр токини тәрипләш үчүн *ток күчи* дәп атилидиған физикилиқ миқдар киргүзүлди.

Ток күчи – бирлик вақит ичидә өткүзгүчниң тоғра қийилмиси арқилиқ өтидиған заряд мөлчәригә тәң миқдар:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

V. Турақлиқ токтин өзгәрмә ток елиш

Альтернатив ток мәнбәлири – күн батареялири вә шамал генераторлири турақлиқ ток һасил қилиду. Ешип қалған энергия аккумулятор батареялириға топлиниду. Өзгәрмә ток тизмисида ишләшкә беғишланған электр әсваплирини қошуш үчүн турақлиқ токни өзгәрмә токқа айналдуридиған түрләндүргүчләр – инвертор керәк *(151-сүрәт)*. Автомашина аккумуляторидин күчиниши 220 В өзгәрмә ток елишқа мүмкинчилик беридиған инверторлар көп иһтияжға егә. «Солнечный свет» ЖЧШ күн батареясиниң энергиясини түрләндүридиған инверторлар ишләп чиқармақта.

1-тапшурма

Ток күчиниң өлчәм бирликлирини һәссилик вә үлүшлүк қошумчилар арқилиқ йезиңлар.

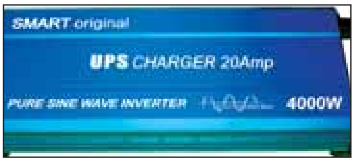
Өз тәҗрибәңлар

1. 150-сүрәттә көрситилгәндәк тизма қураштуруңлар. Ачқучниң очуқ вә туюқланған пәйтлиридә вольтметрниң көрсәткүчлирини йезивелиңлар. Немә үчүн ачқуч туюқланған чағда вольтметрниң көрсәткүчи төвәнләйду?
2. Тизмиға пәйдин-пәй резистор вә реостатни қошуңлар. Ползунокниң орнини авуштуруп, тизминиң сиртқи вә ички бөлүгидики күчинишниң бөлүнишини тәкшүрүңлар. Елинған нәтиҗә бойичә хуласә ясаңлар.

Есиңларға чүшириңлар!

Электр токи – электр зарядлириниң йөнәлгән һәрикити. Өлчәм бирлиги

$$1\,A = 1\frac{Кл}{с}$$



151-сүрәт. *Инвертор – күчиниш түрләндүргүчи 12 В-лиқ турақлиқ токни 220 В-лиқ қувити 400 Вт өзгәрмә токқа айландуридиған вәтәнлик мәһсулат, Алмута ш.*

Тәкшүрүш соаллири

1. Электр токи мүмкин болидиған шәртләрни көрситиңлар.
2. Қандақ күчләр ток мәнбәлиридә зарядларни бөлүш хизмитини атқуриду?
3. Ток мәнбәсиниң ЭҺКни қандақ өлчәйду?
4. Ток мәнбәси тизма участкисидики күчинишниң кемишигә қандақ тәсир қилиду?
5. Тизминиң ички вә сиртқи участкилиридики күчинишниң тарилиши уларниң қаршилиқлириға қандақ бағлинишлиқ?

Көнүкмә 20

1. Янчуқ фонари лампочкисиниң қиздуруш қили арқилиқ $t = 2$ мин ичидә $q_1 = 20$ Кл заряд өтиду. Қиздуруш арқилиқ $q_2 = 60$ Кл заряд өтидиған вақитни вә ток күчини ениқлаңлар.
2. ЭҺК-и 12 В вә ички қаршилиғи 0,2 Ом аккумулятор үчүн қисқа қошулуш пәйтидики ток күчини ениқлаңлар.

Экспериментлиқ тапшурма

Мис симни, металл қәғәз скрепкисини вә мультиметрни пайдилинип, аталған йәл-йемишләрниң қайсиси гальвани элементи ретидә иш атқуридиғанлиғини ениқлаңлар: банан, яңию, нәшпүт, помидор, тәрхәмәк, пияз, алма. Йәл-йемишләрниң қайсиси электродлар арисида нурғун күчинишниң һасил болушиға тәсир қилиду?

Иҗадий тапшурма

Вәтәнлик турақлиқ ток мәнбәлири базирини тәтқиқ қилиңлар: ток мәнбәлириниң түрлири вә бу мәһсулатни чиқиридиған ширкәтләрни ениқлаңлар. Тәтқиқатлар нәтиҗисиниң йәкүни бойичә әхбарат тәйярлаңлар.

§ 22. Толуқ тизма үчүн Ом қануни

Күтүлидиған нәтиҗә

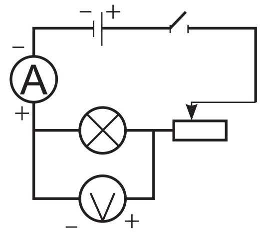
Параграфни өзләштүргәндә:

- *толуқ тизма үчүн Ом қанунини қоллинишни вә қисқа қошулушниң ақивәтлирини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Өз тәҗрибәңлар

Бир-бири билән пәйдинпәй қошулған турақлиқ ток мәнбәси, ачқуч, янчуқ фонариниң лампочкиси, реостат вә амперметрдин тәркип тапқан тизмини қураштуруңлар. Лампочкиға вольтметрни қошуңлар (152-сүрәт).

Реостаттики ползунокниң орнини авуштуруп, лампочкиниң йенишини вә өлчигүчи әсваплирниң көрсәткүчлирини байқаңлар. Байқиған һадисини тизма участкиси үчүн Ом қануни асасида чүшәндүрүңлар.



152-сүрәт. *Эксперименттлиқ тапшурмиға*

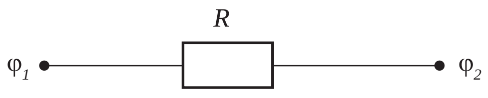
I. Тизма участкиси үчүн Ом қануни

Пәқәт активлиқ қаршилиқтин тәркип тапқан тизма участкиси үчүн Ом қануни силәргә 8-синиптин мәлум *(152-сүрәт)*.

Ток күчи тизма участкисиниң учлиридики потенциаллар айримисиға тоғра пропорционал вә қаршилиққа әкси пропорционал:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = \frac{U}{R}. \qquad (1)$$

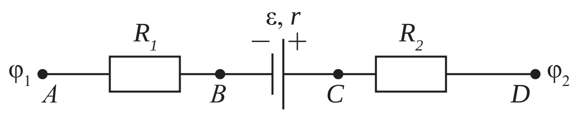
Ток тизма участикиси билән потенциали жуқури чекиттин потенциали төвән чекиткә қарап жүриду. Әгәр $\varphi_1 > \varphi_2$ болса, 153-сүрәттики ток солдин оңға қарап жүриду.



153-сүрәт. *Тизминиң актив қаршилиқтин тәркип тапқан участкиси.*

II. Ток мәнбәси бар тизма участкиси үчүн Ом қануни

Тәркивидә электр һәрикәтләндүргүчи күчи ε вә ички қаршилиғи r ток мәнбәси бар тизма участкисини қараштурайли (*154-сүрәт*). Көрситилгән тизма участкисида потенциалниң кемиши R_1, R_2 қаршилиқлирида вә ток мәнбәсиниң r ички қаршилиға болса, потенциалниң өсүши ток мәнбәсиниң полюслирида болиду. Мундақ һадисини дәрия бойида платина селинған чағда байқаймиз: дәрияниң барлиқ бөлүклиридә су дәрижиси төвәнләйду, платинада көтирилиду.



154-сүрәт. *Тәркивидә ток мәнбәси бар тизма участкиси*

Җавави қандақ?

1. *Аддий тизма участкиси немиләрдин тәркип тапиду?*
2. *Ток мәнбәси бар тизма участкиси қандақ түрдә болиду?*
3. *Қандақ тизмини толуқ тизма дәп атайду?*
4. *Тизма участкиси үчүн вә толуқ тизма үчүн Ом қануниниң охшашлиғи вә өзгичилиги немидә? Венн диаграммисини түзүңлар.*

Тизма участкисиниң училиридики потенциаллар айримиси һәрбир участкидики потенциалниң кемиши билән ток мәнбәсидики потенциалларниң көпийишиниң қошундилириниң айримисиға тәң

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (U_1 + U_r + U_2) - \varepsilon$$

яки

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (IR_1 + Ir + IR_2) - \varepsilon. \qquad (2)$$

Елинған тәңлимидин ток күчини ипадиләймиз:

$$I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon}{(R_1 + R_2) + r}. \qquad (3)$$

Умумий әһвалда (3) ипадини мундақ түрдә йезишқа болиду:

$$I = \frac{U + \varepsilon}{R + r}, \qquad (4)$$

бу йәрдә R – тизма участкисиниң умумий қаршилиғи, r – тизма участкисидики ток мәнбәсиниң ички қаршилиғи, $U = \varphi_1 - \varphi_2$ – тизма училиридики потенциаллар айримиси, ε – берилгән участкидики ток мәнбәсиниң ЭҺК-и.

Елинған формула ток мәнбәси бар тизма участкиси үчүн Ом қанунини ипадиләйду.

III. Толуқ тизма үчүн Ом қануни

154-сүрәттә көрситилгән тизма участкисиниң учлирини қошсақ, туюқланған тизма алимиз *(155-сүрәт)*. *A* вә *D* чекитлириниң потенциаллири тәң болиду, у чағда (4) формула $U = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$ мундақ түргә келиду:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}. \qquad (5)$$

Елинған ипадә толуқ тизма үчүн Ом қануни дәп атилиду.

Тизмидики ток күчи ток мәнбәсиниң ЭҺК-гә тоғра пропорционал, сиртқи вә ички қаршилиқлириниң қошундисиға экси пропорционал.

IV Толуқ тизма үчүн Ом қанунуниң ақивәтлири

(5) ипадидин монуни алимиз:

$$\varepsilon = IR + Ir$$

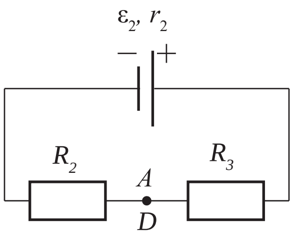
яки

$$\varepsilon = U_R + U_r. \qquad (6)$$

ЭҺК зарядларниң орнини авуштуруш пәйтидә сиртқи күчләрниң атқуридиған иши болғанлиқтин, (6) тәңлимидин чиқидиғини *сиртқи күчләр тизминиң ички участкилиридиму, сиртқи участкисидиму иш орунлайду.*

Есиңларға чүшириңлар!

Икки чекитниң потенциаллар айримиси – мошу икки чекит арисидики тизма участкисиниң күчиниши.



155-сүрәт. Туюқланған толуқ тизма

Тапшурма

Толуқ тизма үчүн Ом қанунидин (5) ЭҺК, сиртқи тизминиң вә ток мәнбәсиниң ички қаршилиғини һесаплаш формулилирини хуласиләп чиқириңлар.

Есиңларға чүшириңлар!

Бөлүнгүчни тепиш үчүн бөлүндини бөлгүчкә көпәйтимиз.

Бөлгүч бөлүнгүчниң бөлүндигә болған нисбитигә тәң.

Бәлгүсиз қошулғучни тепиш үчүн қошундидин бәлгүлүк қошулғучни азайтиш керәк.

Есиңларда сақлаңлар!

$$1\,A = \frac{1\,В}{1\,Ом}$$

Ички қаршилиқниң аз мәнасида $r \to 0$ ток көзиниң барлиқ энергияси тизминиң сиртқи участкисида сәрип қилиниду: $\varepsilon = U$. Ички қаршилиқларниң аз мәналирида вә жүклимә болмиған пәйттә $R = 0$ туюқланған тизмидики ток күчиниң мәнаси артиду, қисқа қошулуш болиду. Тизмидики ток күчи чоң мәналарға егә болиду:

$$I_{қ.қ.} = \frac{\varepsilon}{r}, \qquad (7)$$

бу ток мәнбәсиниң, қошқучи симларниң каттиқ қизишиға вә өткүзгүч симларниң көйүп кетишигә елип келиду.

Жавави қандақ?

1. *Тизма участкисиға қошулған ток мәнбәси у йәрдики ток күчигә қандақ тәсир қилиду?*
2. *Немишкә A вә D чекитлирини қошқанда уларниң потенциаллири тәң болиду?*
3. *Қандақ жағдайда тизмида қисқа қошулуш йүз бериду?*
4. *Немә үчүн қисқа қошулуш һадисиси ховуплуқ дәп санилиду?*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Плеерни қошқанда ток мәнбәсиниң қисқучлиридики күчинишниң мәнаси 2,8 В. Элемент батареялириниң ЭҺК-и 3 В, ички қаршилиғи 1 Ом. Тизмидики ток күчини ениқлаңлар.

Берилгини:
U = 2,8 Ом
ε = 3 В
r = 1 Ом

I – ?

Йешилиши:
Плеерниң қаршилиғини тизминиң участкиси вә толуқ тизма үчүн Ом қанунини қоллинип ениқлаймиз:

$$I = \frac{U}{R}, \qquad (1),$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}. \qquad (2)$$

вә (2) тәңлимиләрниң оң тәрәплирини тәңләштүрүп, пропорция хусусийитини пайдилинип, қаршилиқни һесаплаш формулисини чиқиримиз

$$\frac{U}{R} = \frac{\varepsilon}{R+r}. \qquad (3)$$

$$UR + Ur = \varepsilon R,$$

бу йәрдә
$$R = \frac{Ur}{\varepsilon - U}. \qquad (4)$$

(4) формулини (1)-гә қоюп, һесаплаш формулисини алимиз:

$$I = \frac{\varepsilon - U}{r}.$$

Ток күчиниң мәнасини һесаплаймиз:

$$I = \frac{3\,B - 2,8\,B}{1\,Ом} = 0,2\,A.$$

Жавави: I = 0,2 A.

Тәкшүрүш соаллири

1. Аддий тизма участкиси үчүн вә ток мәнбәси бар тизма участкиси үчүн Ом қанунини тәрипләңлар.
2. Толуқ тизма үчүн Ом қанунини тәрипләңлар.
3. Қандақ токни қисқа қошулуш токи дәп атайду?
4. Ток мәнбәсиниң ички қаршилиғиниң мәнаси аз тизминиң қисқа қошулушиниң ақивети қандақ?

Көнүкмә 21

1. Батареяниң ЭҺК-и $\varepsilon = 4,5$ В, ички қаршилиғи $r = 2$ Ом. Батарея қаршилиғи $R = 7$ Ом резисторда туюқланған. Тизмидики ток күчини вә батарея қисқучлиридики күчинишни ениқлаңлар.
2. ЭҺК-и $\varepsilon = 1,1$ В ток мәнбәсигә қошулған қаршилиғи $R = 2$ Ом өткүзгүчтики ток күчи $I = 0,5$ А. Ток мәнбәсиниң қисқа қошулуши пәйтидики ток күчини ениқлаңлар.
3. Ток мәнбәси бар вә қаршилиғи $R_1 = 4$ Ом, тизмидики ток күчи $I_1 = 0,2$ А. Әгәр сиртқи қаршилиқ $R_2 = 7$ Ом болса, у чағда тизмидики ток күчи $I_2 = 0,14$ А. Әгәр ток мәнбәси қисқа туюқланса, тизмидики ток күчиниң мәнаси қанчигә тәң болиду?
4. Ток күчи $I_1 = 1,5$ А пәйтидә тизма участкисидики күчиниш $U_1 = 20$ В, ток күчи $I_2 = 0,5$ А болғанда, шу участкидики күчиниш $U_2 = 8$ В-қа тәң болди. Тизминиң мошу участкисида тәсир қилидиған ЭҺК қанчигә тәң?

Иҗадий тапшурма

1. Турмушлуқ электр қураллирини қоллиништа бехәтәрлик техникисини сақлаш қаидилирини қураштуруңлар.
2. Орунланған иш бойичә презентация тәйярлаңлар.

§ 23. Электр токиниң иши вә қувити

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *турмушлуқ әсвапларниң қувитини вә ишиниң баһасини практикилиқ түрдә һесаплашни билисиләр.*

I. Тизмидики турақлиқ токниң иши

Токниң иши зарядларниң электр мәйдани күчлириниң тәсиридин өткүзгүч бойи билән йөнәлгән һәрикитигә асасланған.

Ток иши – электр мәйдани тошиған зарядниң берилгән өткүзгүч участкисидики күчиниш көпәйтиндисигә тәң физикилиқ миқдар.

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU. \quad (1)$$

Қандақту бир вақит арилиғида йөткүзүлгән заряд мөлчәри ток күчигә бағлинишлиқ:

$$q = It.$$

Бу ипадини пайдилинип, (1) тәңлимини төвәндики түргә кәлтүримиз:

$$A = UIt. \quad (2)$$

Тизма участкиси үчүн Ом қануни асасида (2) формулини мундақ түрдә йезишқа болиду:

$$A = I^2Rt \quad (3)$$

яки

$$A = \frac{U^2}{R}t. \quad (4)$$

(3) нисбәт өткүзгүчләрни пәйдин-пәй қошқан чағда, (4) нисбәт өткүзгүчләрни параллель қошқан чағда ток ишини һесаплашқа қолайлиқ.

Есиңларға чүшириңлар!

Иш – энергияниң бир түрдин иккинчи түргә айлинишиниң өлчими.

II. Ток ишини өлчәш

Ток ишини үч өлчигүчи әсвапни – вольтметр, амперметр вә саатни пайдилинип өлчәшкә болиду. Адәттә ток ишини өлчәш үчүн электр энергиясиниң һесаплиғучи әсвави *(156-сүрәт)* қоллинилиду, у ишниң системидин сирт өлчәм бирлиги 1кВт · саат билән һесаплашқа асасланған.

156-сүрәт*. Қазақстанда ясалған электр һесаплиғучи. Ақтөбә ш.*

Электр энергиясиниң нәрқини тарифниң бәлгүлүк мәнаси бойичә мундақ формула билән һесаплайду:

$$Cm = T \cdot A,$$

бу йәрдики Cm – электр энергиясиниң нәрқи, T – тариф – 1 кВт · саат энергия нәрқи.

Қазақстанниң һәрбир вилайитидә тариф һәр түрлүк, у электр станциясиниң түригә вә униңдин

Әстә сақлаңлар!

Туюқ электр тизмисида энергияниң түрлиниши икки қетим орунлиниду. Ток мәнбәлиридә электрлик әмәс энергиялар электр энергиясигә айлиниду. Сиртқи тизмида электр энергияси қайтидин энергияниң башқа түрлиригә айлинишқа башлайду.

турушлуқ жайниң арилиғиға бағлинишлиқ. Электр энергиясини үнүмләш мәхситидә дәрижилик тариф киргүзүлгән, мәсилән, бәзи бир аймақларда 1 адәмгә 100 кВт · сааттин ашқан жағдайда төләш һәққи 2-дәрижилик тариф бойичә жүргүзүлиду.

9-җәдвәл.

2018-жилдики электр энергиясиниң тарифи, $\frac{тәңгә}{кВт \cdot саат}$			
Шәһәр	**1-дәрижә**	**2-дәрижә**	**3-дәрижә**
Қостанай	17,60	21,95	27,44
Алмута	16,65	21,99	27,48
Талдықорған	16,45	19,86	24,82
Көкшетау	15,46	19,33	24,16
Тараз	14,41	17,94	22,43
Чимкәнт	14,49	18,88	23,61
Петропавл	12,09	16,30	20,37
Орал	10,46	13,23	16,53
Павлодар	10,69	13,72	17,15
Нур-Султан	9,61	15,59	19,49
Актөбе	9,79	12,42	15,52
Қарағанда	10,12	13,37	16,72
Өскәмән	10,19	13,97	17,46
Атырау	5,67	7,13	8,93
Ақтау	19,42	-	-

III. Токниң қувити

Ток қувити – зарядниң орун йөткиши пәйтидики ишниң орунлиниш чапсанлиғини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар:

$$P = \frac{A}{t}. \qquad (5)$$

(2), (3) вә (4) – формулиларни (5)-кә қоюп, туюқланған тизминиң сиртқи участкисидики ток қувитини һесаплайдиған формулини алимиз:

$$P = UI, \ P = \frac{U^2}{R}, \ P = I^2R. \qquad (6)$$

Толуқ тизма үчүн электр токиниң қувити мундақ болиду:

$$P = \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} \cdot R. \qquad (7)$$

1-тапшурма

1. Электр тизмисидики энергияниң икки қетим түрлинишигә мисал кәлтүрүңлар.
2. Электр энергияси механикилиқ вә иссиқлиқ энергияға айлинидиған турмушлуқ вә санаәтлик әсвапларни атаңлар.

Есиңларға чүшириңлар!

Электр токи ишиниң өлчәм бирлиги – джоуль
1 Дж = 1 В · 1 *А* · 1 с = 1 Вт·с
Электр токи ишиниң системидин сирт өлчәм бирлигиниң Джоуль билән бағлиниши:
1 Вт · с = 1 Дж,
1 Вт · саҒ = 3600 Дж,
1 кВт·саҒ = 3600000 Дж = 3,6 МДж.

Есиңларға чүшириңлар!

Қувәтниң өлчәм бирлиги – ватт
[P] = 1 Вт = 1 А·1 В.

Әстә сақлаңлар!

Жуқури қувәтлик әсвапларниң қаршилиғи аз болиду.

Ток қувитини амперметр вә вольтметрниң яки ваттметрниң ярдими арқилиқ ениқлайду. «Медсервис» компаниясиниң заманивий қурали электр тизмисини тәрипләйдиған алтә өлчәмни – ток күчини, күчинишни, қувәтни, қувәт коэффицентини, сеттики ток чапсанлиғини, жиллиқ қувитини өлчәшкә мүмкинчилик бериду (*157-сүрәт*).

157-сүрәт. *Қазақстанда ясалған ваттметр, Алмута ш.*

IV. Ток мәнбәсиниң иши вә қувити

Тизмидики толуқ иш – сиртқи күчләрниң иши, у келәсигә тәң:

$$A_{б.к} = q\varepsilon$$

яки

$$A_{б.к} = I\varepsilon t.$$

Толуқ тизма үчүн Ом қанунини $I = \dfrac{\varepsilon}{R+r}$ елип, келәси ипадини алимиз:

$$A_{б.к} = \frac{\varepsilon^2}{R+r}\cdot t$$

яки

$$A_{б.к} = I^2(R+r)t.$$

Тизминиң толуқ қувитини мундақ формулилар бойичә ениқлашқа болиду:

$$P_{тол} = \frac{A_{б.к}}{t},$$

$$P_{тол} = I\varepsilon,$$

$$P_{тол} = \frac{\varepsilon^2}{R+r},$$

$$P_{тол} = I^2(R+r).$$

V. Ток мәнбәсиниң ПИК

Пайдилиқ иш коэффициенти – пайдилиқ ишниң толуқ ишқа нисбити. Электр тизмиси үчүн пайдилиқ иш – электр мәйданиниң иши, толуқ иш – сиртқи күчләрниң иши, шу чағда мундақ нисбәт орунлиниду;

$$\eta = \frac{A}{A_{б.к}} = \frac{UIt}{\varepsilon It} = \frac{P}{P_{тол}} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{IR}{I(R+r)} = \frac{R}{R+r}.$$

ПИК-ни һесаплашни төвәндики формулиларниң һәрқайсиси арқилиқ жүргүзүшкә болиду:

$$\eta = \frac{A}{A_{б.к}},\quad \eta = \frac{P}{P_{тол}},\quad \eta = \frac{U}{\varepsilon},\quad \eta = \frac{R}{R+r}.$$

2-тапшурма

Җәдвәлгә қараңлар. Силәрниң аймақлириңларда электр энергиясигә төләш һәққи қандақ тариф бойичә әмәлгә ашидиғанлиғини ениқлаңлар?
Немишкә энергияни көп сәрип қилғансери баһаси қиммәтләйду?

3-тапшурма

Электр мәнбәсиниң ишини вә қувитини һесаплайдиған формулини сиртқи күчләрниң ишини вә қувитини һесаплайдиған формула билән селиштуруңлар. Формулиларниң айримчилиғи қандақ?

Җавави қандақ?

1. *Ток мәнбәсиниң ПИК немә сәвәптин 100% ошуқ болмайду?*
2. *Немишкә электротехникида ток мәнбәсиниң ички қаршилиғини сиртқи тизма билән селиштурғанда кемитишкә тиришиду?*

Тәкшүрүш соаллири

1. Толуқ тизмида энергияниң қандақ түрлинишлири жүриду?
2. Электр токиниң иши вә қувити қандақ ениқлиниду?
3. Токниң иши вә қувитини қандақ әсваплар билән өлчәйду?
4. Тизмидики толуқ иш немигә тәң?
5. Электр энергиясиниң нәрқини қандақ ениқлайду?
6. Электр тизмисиниң ПИК қандақ ениқлиниду?

Көнүкмә 22

1. Әгәр күчиниш $U = 220$ В, ток күчи $I = 8$ A болса, һәжими $V = 1$ л, дәсләпки температуриси $t_1 = 20°C$ суни қанчә вақит арилиғида қайнаш температурисиға йәткүзүшкә болиду?
2. Қувити 1200 Вт электр мәши арқилиқ өтидиған ток күчини ениқлаңлар.
3. 4 адәмдин тәркип тапқан аилә Қостанай шәһиридә 700 кВт · с электр энергиясини истимал қилған болса, улар қанчә һәқ төләйду? Уни дәл мошу әһвалдики Ақтөбидә туридиған аилиниң төләш һәққи билән селиштуруңлар.
4. Ички қаршилиғи униңға қошулған электр әсвавиниң қаршилиғидин 4 һәссә аз ток мәнбәсиниң ПИК-ни ениқлаңлар.

Експериментлиқ тапшурма

Өйүңлардики йоруқ лампочкилириниң маркировкилири вә турмушлуқ әсвапларниң паспорти бойичә аиләңларниң бир ай ичидә сәрип қилған электр энергиясини һесаплаңлар. Һәрбир әсвап ишиниң энергия чиқимини селиштуруңлар. Баһасини ениқлап, ахирқи айлардики баһалар билән селиштуруңлар. Аиләңләрдики электр энергиясиниң чиқимини қандақ үнүмләшкә болидиғанлиғиға тәһлил ясаңлар.

Ижадий тапшурма

Кәлгиси мавзулар бойичә әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. Турмушлуқ электр әсваплири: конидин йеңиға.
2. Турмушлуқ электр әсваплирини қоллиништики техника бехәтәрлиги қаидилирини қураштуруңлар.
3. Интернет тори материаллирини пайдилинип, XXI әсир бойичә елимиздики электр энергиясини истимал қилиш диаграммисини қураштуруңлар. Шу жиллардики электр энергиясини истимал қилиш билән селиштуруңлар.

11-бапниң йәкуни

Электр тизмисини тәриплләйдиған миқдарлар	Ом қануни	Қисқа қошулушниң ток күчи
Ток күчи $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$, Күчиниш $U = \frac{A}{q}$ Электр һәрикәтләндүргүчи күч $\varepsilon = \frac{A_{б.к}}{q}$	Тизма участкиси үчүн $I = \frac{U}{R}$ Толуқ тизма үчүн $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$	$I_{қ.т.} = \frac{\varepsilon}{r}$ $R = 0$
Сиртқи күчниң вә ток күчиниң иши	**Ток қуввити**	**ПИК**
Токниң иши: $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$ $A = UIt$ $A = I^2 Rt$ $A = \frac{U^2}{R} t$ Сиртқи күчләрниң иши: $A_{б.к} = q\varepsilon$ $A_{б.к} = I\varepsilon t$	Токниң қуввити: $P = \frac{A}{t}$, $P = UI$. $P = \frac{U^2}{R}$, $P = I^2 R$. $P = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} \cdot R$. Тизминиң толуқ қуввити: $P_{тол} = \frac{A_{б.к.}}{t}$, $P_{тол} = I\varepsilon$, $P_{тол} = \frac{\varepsilon^2}{R + r}$, $P_{тол} = I^2 (R+r)$.	$\eta = \frac{A}{A_{б.к}}$, $\eta = \frac{P}{P_{тол}}$, $\eta = \frac{U}{\varepsilon}$, $\eta = \frac{R}{R + r}$.

Қаидиләр, қанунлар

Тизма участкиси үчүн Ом қануни

Ток күчи тизма участкисиниң училиридики потенциаллар айримисиға тоғра пропорционал вә қаршилиққа әкси пропорционал.

Толуқ тизма үчүн Ом қануни

Тизмидики ток күчи ток мәнбәсиниң ЭҺК тоғра пропорционал, сиртқи вә ички қаршилиқлириниң қошундисиға әкси пропорционал.

Глоссарий

Ток қуввити – зарядниң орун йөткиши пәйтидики ишниң орунлиниш чапсанлиғини тәриплләйдиған физикилиқ миқдар.

Ток күчи – бирлик вақитқа өткүзгүчниң тоғра кийилмиси арқилиқ өтидиған заряд мөлчәригә тәң миқдар.

Электр токи – электр зарядлириниң йөнәлгән һәрикити.

Электр һәрикәтләндүргүчи күч – бирлик зарядни тошушта сиртқи күчләрниң атқуридиған ишиға тәң физикилиқ миқдар.

ЭЛЕКТР ВӘ МАГНЕТИЗМ

3

12-БАП

ҺӘР ХИЛ МУҺИТЛАРДИКИ ЭЛЕКТР ТОКИ

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр үгинисиләр:

- һәртүрлүк муһитта электр токиниң пәйда болуш принциплирини селиштурушни;
- электролитларда токниң пәйда болуш шәртлирини тәҗрибә түридә ениқлашни;
- йерим өткүзгүч қуралларниң қоллинилишиға мисаллар кәлтүрүшни;
- адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисисини вә униң әмәлий қоллинилишини тәсвирләшни үгинисиләр.

§ 24. Металлардики, йерим өткүзгүчләрдики, электролитлардики, газлар билән вакуумдики электр токи

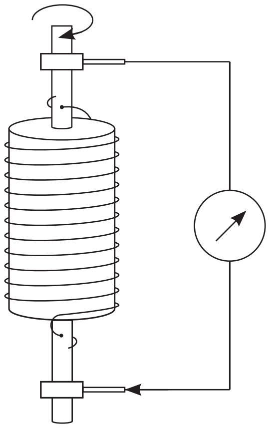
Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *һәр түрлүк муһитта электр токиниң пәйда болуш принциплирини селиштурушни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немә үчүн электротехникилиқ әсвапларни ясаш үчүн металларни қоллиниду?*
2. *Чақмақ дегән немә?*
3. *Вакуумда ток боламду? У немини билдүриду*



***158-сүрәт**. Р.Толмен вә Т.Стюарт тәҗрибисиниң принциплиқ схемиси*

Есиңларға чүшириңлар!

Металларниң кристаллиқториниң алаһидилиги немидә?

Җавави қандақ?

К.Рикке тәҗрибисидә қандақ зәррилләр заряд тошиған?

I. Металлардики заряд тошиғучиларни тәҗрибә йүзидә ениқлаш

Металлардики электронларниң һәрикити Америка алимлири **Р.Толмен** вә **Т.Стюартниң** тәҗрибилиридә испатланди. Улар 1913-жили Россия алимлири **С.Л.Мандельштам** вә **Н.Д.Папалексиниң** жүргүзгән тәҗрибилирини йетилдүрүп, 1916-жили ток тошиғучиларниң хас зарядини ениқлиди. Тәҗрибә училири гальванометрға серилма контакт арқилиқ туюқланған өзгәрмә соленоидни кәскин тохтитишқа асасланған (*158-сүрәт*). Соленоид тормоз бәргән чағда, гальванометр ток импульсини тиркәп турди. Орам узунлуғи 500 м вә сизиқлиқ айлиниш илдамлиғи 500 м/сек болғанда, ток тошиғучиларниң хас заряди:

$$\frac{q}{m} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{Кл}{кг}$$

екәнлигини жуқури дәллик билән ениқлашқа мүмкин болди, бу миқдар электронларға мувапиқ келиду.

II. Йерим өткүзгүчләр. Йерим өткүзгүчләрдики заряд тошиғучилар. Өзлүк өткүзгүчлүк

Йерим өткүзгүчләр – өзлириниң хас өткүзгүчлиги билән өткүзгүчләр вә диэлектриклар арисидики арилиқ орунға егә болидиған маддилар. Уларниң өткүзгүчләрдин айримчилиғи – йерим өткүзгүчләр хас өткүзгүчлиги қошулмиларниң концентрациясигә, температуриға вә һәртүрлүк шолилиниш түрлириниң тәсиригә бағлинишлиқ. Йерим өткүзгүчләрниң түрлиригә германий, селен, кремний ятиду.

Бөлмә температурисида йерим өткүзгүчтики *әркин электронлар* сани көп әмәс. Йерим өткүзгүчтики электронлар һәрикити уларниң металдики һәрикитигә охшаш электр мәйдани болмиған жағдайда һәрикәт хаослуқ болиду, сиртқи мәйдан бар болған әһвалда хаослуқ һәрикәт билән билләә йөнәлгән һәрикәт пәйда болиду. Әркин электронларниң өткүзгүчлигини электрлиқ өткүзгүчлүк яки *n-типлиқ* (*negativ* – сәлбий) өткүзгүч дәп атайду.

Рәтләнгән һәрикәттә әркин электронлардин бөләк *бағлинишқан электронлар* болиду. Германий атомлири арисидики электронлар бағлинишиниң

тәкшилик схемисини караштурайли (*159-сүрәт*). Сүрәттә атомларниң электронлуқ бағлиниши сизиқлар билән бәлгүләнгән. Германий атоми ядросиниң әтрапида һәрбири хошна атомларниң электронлири билән жүплүк бағлиниш орнитидиған төрт сиртқи электрон бар. Әгәр электрон әркин болса, у чағда бу бурунқи бағлиниш аймиғида электрон зарядиға тәң оң заряднин пәйда болушиға елип келиду, уни *төшүк* дәп атайду. Үзүлгән бағлиниш хошна бағлиниш сизиғидин электрон авушуши билән қайтидин келипиға келиши мүмкин, бу чағда башқа атомларниң бағлиниш сизиғида төшүк пәйда болиду. Электр мәйдани болған әһвалда төшүкләрниң һәрикити йөнәлгән вә электронлар һәрикитигә кариму-карши йөнилиштә болиду. Төшүкләрниң орун йөткиши асасида пәйда болған өткүзгүчлүк *р-типлиқ* (*positive* – ижабий) төшүклүк өткүзгүч дәп атилиду. *Шундақ қилип, йерим өткүзгүчләрдә энергия тошиғучилар әркин электронлар вә төшүкләр болуп һесаплиниду.*

Электронлуқ-төшүклүк өткүзгүчлүк дәп таза йерим өткүзгүчләрниң өзлүк өткүзгүчлүгини атайду.

Нәзәр селиңлар!

Өзлүк өткүзгүчлүктә әркин электронлар сани вә төшүкләр сани бирдәк.

III. Йерим өткүзгүчләрниң қошулмилиқ өткүзгүчлүги

Йерим өткүзгүчләр тәркивидә қошулминиң болуши униң өткүзгүчлүгигә тәсир қилиду. Әгәр қошулма Менделеев жәдвилиниң V, VI яки VII топиға ятидиған болса, у чағда йерим өткүзгүчни әркин электронлар билән бейитиду. Мундақ қошулмиларни *донорлуқ қошулма*, йерим өткүзгүчләрни *электронлуқ* яки *n-типлиқ* дәп атайду. Германий вә бәш валентлик мышьяк атомлириниң электронлуқ бағлинишини жәдвәлдин караштурайли (*160-сүрәт*). Мышьяк атоминиң төрт электрони германий атоми электронлири билән бағлинишиду, бәшинчиси бош қалиду.

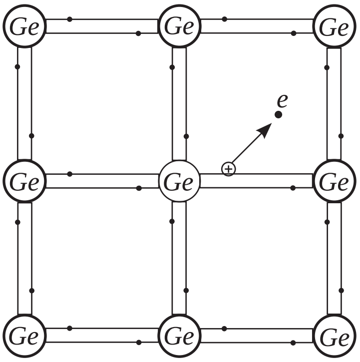
n-типлиқ йерим өткүзгүчләр электронлуқ өткүзгүчлүккә егә. Электронларниң ажриши атом арилиқ бағлинишни үзмәйду, төшүк пәйда болмайду,

10-жәдвәл. *Маддиларниң хас қаршилиғи*

Мадда	Хас қаршилик
Өткүзгүч	10^{-7} Ом · м
Йерим өткүзгүч	10^{-5} Ом · м-ден 10^{8} Ом · м-ғичә
Диэлектрик	10^{8} Ом · м

Нәзәр селиңлар!

Әркин электронларниң концентрацияси тәхминән $10^{28} - 10^{29}$ м$^{-3}$, атмосферидики һава молекулиси тәхминән 10^{25} м$^{-3}$.



159-сүрәт*. Йерим өткүзгүчләрдики заряд тошиғучилар – әркин электронлар вә төшүкләр.*

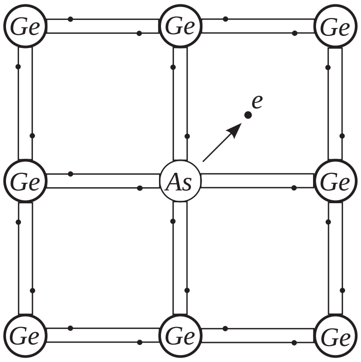
Жавави қандақ?

1. *Немишкә бөлмә температурисида йерим өткүзгүчләрниң өткүзгүчлүги аз болиду?*
2. *Немә үчүн қоршиған муһитниң температуриси билән йоруқландурулушини ашурғанда йерим өткүзгүчләрниң өткүзгүчлүги ашиду?*

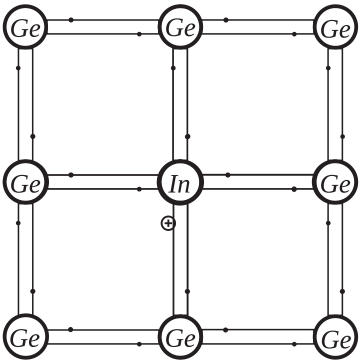
бағлинишқан электронлар йөнәлгән һәрикәт һасил қилмайду. Төвәнки температуриларда вә ажиз йоруқландурушта қошулмилиқ өткүзгүчлүк өзлүк өткүзгүчлүктин онлиған вә йүзлигән һәссигә артуқ болиду.

Төшүклүк өткүзгүчлүк Менделеев жәдвилидики I, II, III топтики мадда қошулмилирида бесим болиду. Бу топтики элементларниң валентлик электронлар сани йерим өткүзгүчләргә нисбәтән аз болғанлиқтин, жүплүк электронлуқ бағлиниш тәркивидики төшүк пәйда болиду. Мундақ қошулмиларни *акцепторлуқ*, йерим өткүзгүчләрни *төшүклүк* яки *р-типлиқ* дәп атайду. 161-сүрәттә германий атомлириниң вә үч валентлиқ индий атомлириниң бағлиниш схемиси тәсвирләнгән.

Қошулмилиқ өткүзгүчлүк – йерим өткүзгүчләрдики акцепторлуқ яки донорлуқ қошулминиң өткүзгүчлүги.



***160-сүрәт**. n-типлиқ йерим өткүзгүч*



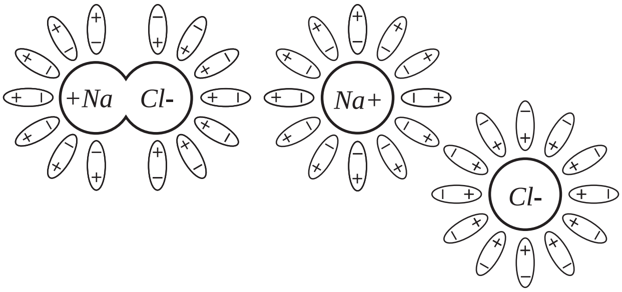
***161-сүрәт**. р-типлиқ йерим өткүзгүч*

IV. Электролиттики заряд тошиғучилар

Электролит вә су молекулилири түзүлүми жәһәттин полярлиқ болуп келиду. Кислоталарниң, щелочьларниң вә тузларниң молекулилири ионлириниң бағлиниши су молекулиси әтрапида һалсизлиниду, молекулилар ионларға парчилиниду, электролитлиқ диссоциация әмәлгә ашиду (*162-сүрәт*).

Электролитлиқ диссоциация – еритқучи тәсиридин молекулиларниң ионларға парчилиниши.

$$HCl \rightarrow H^{+} + Cl^{-},$$
$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{+2} + SO_4^{-2}.$$



***162-сүрәт**. Электролитлиқ диссоциация*

Электролитлардики ионлар хаослуқ һәрикәттә болиду. Анод вә катод арисида пәйда болған электр мәйдани тәсиридин электролитта ионларниң йөнәлгән һәрикити, йәни электр токи пәйда болиду

Жавави қандақ?

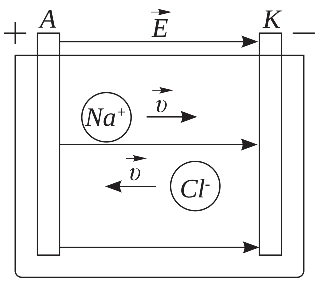
Немә үчүн йерим өткүзгүчләр n-типлиқ вә р-типлиқ йерим өткүзгүчләр дәп аталған?

Есиңларға чүшириңлар!

Электролитлар – судики еритмилири өткүзгүч болидиған маддилар.

(*163-сүрәт*). Электролитлардики электр токи – илдамлиғи анчә жуқури әмәс иҗабий вә сәлбий ионларниң йөнәлгән һәрикити. Водородниң әң чапсан иони $100\frac{В}{м}$ мәйдан күчинишлигидә $0,0325\frac{мм}{с}$ илдамлиқ билән һәрикәтлиниду.

Еритмидики диссоциация билән биргә иҗабий ионлар сәлбий ионлар билән урулғанда, экси җәриян – молекулиниң қелипиға келиши жүриду, уни рекомбинация дәп атаймиз.



163-сүрәт. *Сиртқи мәйдан һәрикити тәсиридин болған зарядланған зәррилирниң йөнәлгән һәрикити*

Рекомбинация – ионларниң нейтрал молекулиға бирикиш җәрияни.

V. Электролиз

Электролит түригә бағлинишлиқ электродларда һәртүрлүк җәриянлар орунлиниду:

1) *Суниң кислород вә водородқа парчилиниши.* Электр токи гунгут кислотасиниң судики еритмиси арқилиқ катодта газ тәхлит водородниң вә анодта кислородниң бөлүнүшигә елип келиду. Диссоциация нәтиҗисидә еритмида водород H^+, гидроксид OH^- вә сульфат SO_4^- ионлири түзүлиду (*172-сүрәт*).

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-;$$
$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}.$$

Катодқа йөнәлгән водород иони сәлбий ион елип, нейтрал һаләткә чүшүп, водород молекулисиға айлиниду:

$$4H^+ + 4e = 2H\uparrow.$$

Гидроксид иони анодқа артуқ электрон бериду, андин кейин нейтрал һаләткә чүшүп, кислород вә су молекулисини түзиду:

$$4OH \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow.$$

1-тапшурма

Дәптириңларға натрий гидроксиди NaOH диссоциацияси вақтида пәйда болған ионларни йезип, уларниң валентлиғини көрситиңлар.

Есиңларда сақлаңлар!

Электролитларда заряд тошиғучилар иҗабий вә сәлбий ионлар болуп һесаплиниду.

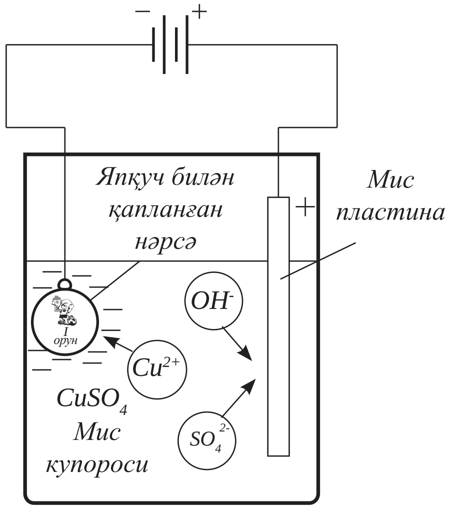
Электролит арқилиқ ток өткәндә кислотани қелипиға кәлтүрүш реакцияси нәтиҗисидә таза мадда түзүлиду, бу җәриянни *электролиз* дәп атайду.

Электролиз – электролит арқилиқ ток өткәндә электродларда таза маддиниң бөлүнүш һадисиси.

2) *Гальваностегия.* Әгәр суда көкташни (медный купорос) $CuSO_4$ еритсақ, у чағда еритмида водород H^+, гидроксид OH^-, мис Cu^{+2} вә сульфат SO_4^{-2} ионлири түзүлиду.

$$HOH \rightarrow H^+ + OH^-;$$
$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{+2} + SO_4^{-2}.$$

Гидроксид ионлири анодта водород түзиду, катодтики водород ионлири нейтрал водородқа айлиниду, мис ионлири нейтраллинип, катод түвигә тиниду (*164-сүрәт*). Катод таза металл қәвити билән қаплиниду. Гальваностегия мәһсулатларда антикоррозиялик яки буюмларда декоративлиқ япқуч ясаш үчүн қоллинилиду (*165-сүрәт*). *166-сүрәттә* мәһсулатни мис билән қаплаш үчүн қоллинилидиған гальваникилиқ ваннилар көрситилгән.



164-сүрәт. *Гальваностегия – мәһсулатни металл қәвити билән қаплаш*

165-сүрәт. *Вәтәнлик мәһсулат. Алтун ялитилған сувенир. «Алтун адәм», Алмута ш.*

166-сүрәт. *Мәһсулатни мис билән қаплашқа беғишланған ваннилар*

VI. Электролиз қанунлири

М.Фарадей 1834-жили токниң турақлиқ мәнасида, бир мәзгилдә катодта химиялик элементларниң бирдәк массилири бөлүнидиғанлиғини байқиди. Фарадей маддиниң электрохимиялик эквиваленти чүшәнчисини киргүзди:

$$k = \frac{m}{q} \tag{1}$$

Электрохимиялик эквивалент – бирлик заряднiң электролит арқилиқ өтүши пәйтидә электродта маддиларниң қандақ массисиниң бөлүнидиғанлиғини көрситидиған физикилиқ миқдар.

ХБС бойичә электрохимиялик эквивалентниң өлчәм бирлиги:

$$[k] = 1\frac{кг}{Кл}.$$

Фарадей өзиниң ачқан йеңилиқлирини қанунлар түридә тәриплиди. Фарадейниң биринчи қануни:

Электролиз пәйтидә бөлүнгән маддиларниң массиси еритма арқилиқ өткән зарядқа тоғра пропорционал.

$$m = kq. \tag{2}$$

$q = It$ заряднiң ток күчи билән бағлиниш формулисини инавәткә алсақ, Фарадейниң биринчи қануни келәси түргә келиду:

$$m = kIt. \tag{3}$$

Фарадейниң иккинчи қануни маддиларниң электрохимиялик вә химиялик эквивалентлириниң арисида бағлиниш орнитиду. Уни Фарадей тәҗрибә мабайинида тәриплиди:

$$k = \frac{M}{N_A |e| n} \tag{4}$$

(4) ипадисидә $\frac{M}{n}$ нисбити маддиниң химиялик эквиваленти, M – маддиниң мольлуқ массиси, n – ионниң валентлиғи, N_A – Авогадро сани, $|e|$ – элементар заряд.

Электрохимиялик вә химиялик эквивалентниң пропорционал коэффициенти тәң болиду:

$$\frac{1}{N_A |e|} = \frac{1}{F},$$

бу йәрдә F – Фарадей турақлиғи:

$$F = 9{,}65 \cdot 10^4 \frac{Кл}{моль}.$$

Фарадейниң иккинчи қануниниң математикилиқ ипадиси мундақ түргә келиду:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}. \tag{5}$$

Маддиларниң электрохимиялик эквивалентлири уларниң химиялик эквивалентлириға тоғра пропорционал.

VII. Газлардики заряд тошиғучилар

Адәттики әһвалда газ диэлектрик болуп санилиду, у нейтрал молекулилар вә атомлардин тәркип тапиду.

Иссиқлиқ, ультрагүлнәпшә, рентгенлик яки радиоактивлиқ шолилиниш тәсиридин ионлиниш мабайинида газ өткүзгүчкә айлиниду. Газ молекулилири бир яки бирнәччә электрон жүтирип, иҗабий ионларға айлиниду. Нейтрал газ молекулилири әркин электронлар билән урулғанда, сәлбий ионлар түзүлиду. Газларда ионлиниш билән биллә рекомбинация җәрияни биргә жүриду, электронлар иҗабий ионлар билән урулғанда, нейтрал молекулилар түзүлиду.

Есиңларда сақлаңлар!

Газлардики заряд тошиғучилар – иҗабий вә сәлбий ионлар, әркин электронлар.

Иссиқлиқ һәрикәттин бөләк сиртқи электр мәйдани бар болған жағдайда ионланған газларда электр токи пәйда болиду. Электронлар вә сәлбий ионлар электр мәйданиниң күчинишлик векториниң йөнилишигә қариму-қарши, иҗабий ионлар күчинишлик вектори билән бир йөнилиштә һәрикәтлиниду.

VIII. Зәрбидар ионизация

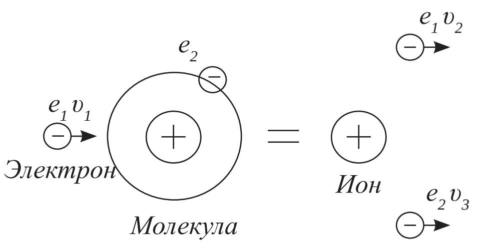
Электр мәйданиниң 10^3 В/м вә 10^5 В/м арилиғидики жуқури күчинишлигидә электронларниң тоқунуши пәйтидә нейтрал молекулиларни ионлашқа йетидиған энергияға егә болиду (*167-сүрәт*):

Есиңларда сақлаңлар!

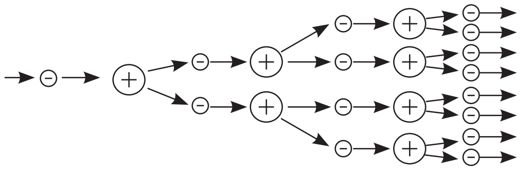
Вакуумдики заряд тошиғучилар – униңға киргүзүлгән зарядланған зәрриләр.

$$E_i = \frac{mv^2}{2} = qE\lambda$$

бу йәрдики E_i – ионизация энергияси, m – зарядланған зәрриләрниң массиси, v – зарядланған зәрриниң илдамлиғи, q – зәрриниң заряди, E – мәйданниң күчинишлиги, λ – әркин йол узунлуғи. Тоқунуш нәтиҗисидә түзүлидиған ионлар вә электронлар мәйдан бойиға йейилип, өз нөвитидә йеңи молекулиларни ионлайду. Зарядланған зәрриләр көчкин тәхлит өсүп, сиртқи ионизатор болмиған әһвалда газ өзлүгидин ионлиниду. Мундақ җәриян зәрбидар ионизация дәп атилиду (*168-сүрәт*).



***167-сүрәт**. Газ молекулисиниң ионлиниши*



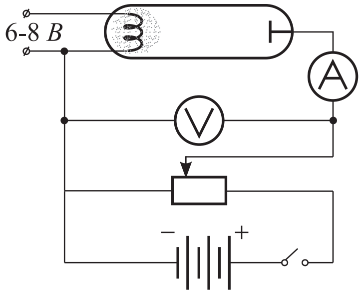
***168-сүрәт**. Урулуш ионизация*

Зәрбидар ионизация – атомларниң яки молекулиларниң чапсан электронлар билән тоқунуши нәтиҗисидә иҗабий зарядланған ионларниң түзүлүши.

IX. Вакуумдики заряд тошиғучилар. Термоэлектронлуқ эмиссия

Вакуум – һавасиз бошлуқ, униң ичидә заряд тошиғучи болидиғандәк зәрриләр йоқ. Вакуумда электр токини елиш үчүн униңға зарядланған зәрриләр киргүзүш һаҗәт. Әң аддий усул *термоэлектронлуқ эмиссия* болуп санилиду.

Термоэлектронлуқ эмиссия – жуқури температуриғичә қиздурулған металдин әркин электронларниң ажрап чиқиши.



***169-сүрәт**. Вакуум ичидики токни тәкшүрүш тизмисиниң схемиси*

Спираль түридики вакуумлуқ трубкиниң электродлириниң бирини күчиниши 6–8 В болидиған ток мәнбәсигә улайду (*169-сүрәт*). Ток өткән чағда электрод жуқури температуриғичә қиздурулиду вә электронларни ажритиду, улар электронлуқ булут һасил қилиду. Электронлар ажритилған чағда катод иҗабий зарядлиниду, әтрапидики электронларни тутуп туриду. Катод билән анод арисида электр мәйдани пәйда болғанда электронлар анодқа қарап силҗийду.

3-тапшурма

169-сүрәткә қараңлар. Тизма қандақ әсваплардин түзүлгәнлигини атаңлар. Ток мәнбәсини түз вә экси қошқан чағда тизмида қандақ өзгиришләр орунлиниду? Лампа электродлирида күчинишни ашурғанда амперметр көрсәткүчи қандақ өзгириду?

Тәкшүрүш соаллири

1. Металлардики заряд тошиғучилар қандақ зәрриләр?
2. П.Друде – Х.Лоренцниң электронлуқ нәзәрийәсиниң асасий принциплирини атаңлар.
3. Йерим өткәзгүчләргә қандақ маддилар ятиду?
4. Йерим өткәзгүчләрниң өзлүк өткүзгүчлүги дегинимиз немә?
5. Қандақ өткәзгүчләрни қошулмилиқ дәп атайду?
6. Қандақ қошулмиларни донорлуқ дәп атайду? Қандақ түрини акцепторлуқ дәп атайду?
7. Газларда заряд тошиғучи зәрриләр қандақ атилиду?

8. Газ ионизаторлирини атаңлар.
9. Қандақ жағдайда газниң өзлүгидин ионлиниши байқилиду?
10. Вакуумдики заряд тошиғучи зәрриләрни атаңлар.
11. Термоэлектронлуқ эмиссия дегинимиз немә?

Көнүкмә 23

1. Һәртүрлүк муһит үчүн селиштурма җәдвәл

Муһит	Заряд тошиғучилар	Ток пәйда болушиниң алаһидилиги
Металлар		
Йерим өткүзгүчләр		
Электролитлар		
Газдар		
Вакуум		

2. Электрон $1{,}83 \cdot 10^6$ м/сек илдамлиқ билән бир хил электр мәйданида мәйдан күчинишлигигә қариму-қарши йөнилиштә учуп кириду. Әгәр ионлаш энергияси $2{,}18 \cdot 10^{-18}$ Дж болса, водород атомини ионлаш үчүн электрон қандақ потенциаллар айримисидин өтүши керәк?

Иҗадий тапшурма

Әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар)

1. Тәбиәт билән техникидики разряд түрлири.
2. Плазма вә униң хусусийәтлири.
3. Чақмақ қайтурғучиниң ишләш принципи.
4. Электровакуумлуқ әсваплар – диод, триод, электронлуқ шолилиқ трубка вә уларниң қоллинилиш даири.

§ 25. Йерим өткүзгүчлүк әсваплар

Кутүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *йерим өткәзгүч әсвапларни қоллиниш мисаллирини кәлтүрүшни билисиләр.*

I. Термисторлар

Йерим өткүзгүчләр қаршилиқлириниң температуриға бағлинишлиғи қаршилик термометрлири – термисторларни ясашта кәң қоллинилиду.

Термистор дегинимиз – қаршилиғи температуриға бағлинишлиқ йерим өткәзгүч резистор.

170-сүрәт*. Датчиги бар термистор*

Термистор термометрниң қобул қилиш бөлүги болуп һесаплиниду. Йерим өткүзгүч термометрларниң артуқчилиғи термистор өзиниң сәзгүрлигини сақлап, миллиметрниң ондин бир бөлүгидәк өлчәмгә егә болиду (*170-сүрәт*). Бу суюқлуқ термометрлири қоллинилмайдиған кичиккинә җисимларниң температурисини өлчәшкә мүмкинчилик бериду. Термисторниң ярдими арқилиқ 1–1800 К диапазонида Кельвинниң миллиондин бир бөлүгидә температура өзгиришини ениқлашқа болиду.

Термисторларниң шәкли трубка, стержень, диск, мончақ, шайба түридә, өлчими болса бирнәччә микрометрдин бирнәччә сантиметрғичә болиду (*171-сүрәт*).

Термисторлар техникилиқ үскиниләрдә: от кетишкә қарши сигналларда, исситиш мәшлири билән қазанлирида қоллинилиду. Автомашина электроникисида антифризниң, майниң, пайдилинилған газларниң совуш дәрижисини, салон температурисини ениқлаш үчүн қоллинилиду. Электронлуқ санаәттә диодлар вә лазерлик фотоэлементларниң, катушкиниң мис орамлириниң температурисини турақландурушқа, янчуқ телефонлириниң қизишини рәтләш үчүн қоллинилиду.

171-сүрәт*. Термисторлар*

1-тапшурма

Термисторларниң қоллинилишиға мисал кәлтүрүңлар.

Термисторлар турмушлуқ техникиларда: музлатқучларда, фенда, тоңлатқучиларда, кондиционерларда кәң қоллинилиду.

II. Фоторезисторлар

Йерим өткүзгүчләрниң өткүзгүчлүгиниң йоруқлинишқа бағлинишлиғини фоторезисторларда кәң түрдә қоллиниш электр тизмисини автоматлиқ түрдә башқурушқа

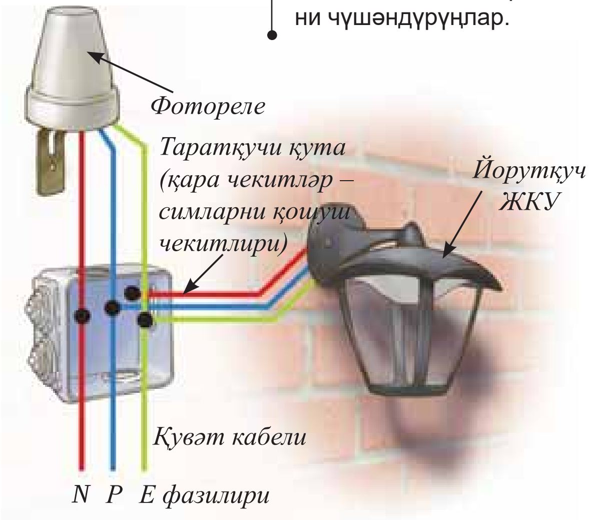
(172-сүрәт) имканийәт бериду. 173-сүрәттә кочини йоруқландурушни автоматлиқ түрдә башқурушқа беғишланған фоторезисторлири бар тизма көрситилгән.

> **Фоторезистор дегинимиз – қаршилиғи йоруқландурушқа бағлинишлиқ йерим өткүзгүчлүк резистор**

> **Җавави қандақ?**
> *Фоторезистор кочини йоруқландуруш системисини қандақ рәтләйду?*

> **2-тапшурма**
> 173-сүрәткә қараңлар. Тизминиң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

***172-сүрәт**. Фоторезистор*



***173-сүрәт**. Кочини йоруқландуруш үчүн фоторезисторни (фотореле) тизмиға қошуш схемиси.*

Фоторезисторларни аҗиз йоруқ сигналлирини тиркәш үчүн пайдилиниду. Фоторезисторларни йоруқландуридиған йоруқ еқинлириниң қийилишиши пәйтидә қаршилиқлириниң өзгириш хусусийити түрлүк һесаплиғучи әсвапларда, мәсилән, һәрикәтләнмә контейнерлардики буюмларни автоматлиқ түрдә санаш әсваплирида, уларниң һәҗимини назарәтләштә, турникетларда қоллинилиду (*174-сүрәт*).

Аддий фоторезисторлар билән биргә, тәсири адәм көзигә көрүнмәйдиған инфрақизил шолилинишқа асасланған фоторезисторларму болиду. Улар көпинчә имарәтләр билән аймақларни күзитишниң автоматлиқ системилирида қоллинилиду. Әгәр шола йолида қандақту бир җисим пәйда болса, у чағда фоторезисторға йоруқ чүшмәйду, андин кейин башқа система йолиға импульс чүшүп, бехәтәрлик сигнали қошулиду.

***174-сүрәт**. Турникет*

> **3-тапшурма**
> Электр симлирини автоматлиқ түрдә башқуруш үчүн фоторезисторни қоллиниш түригә мисаллар кәлтүрүңлар.

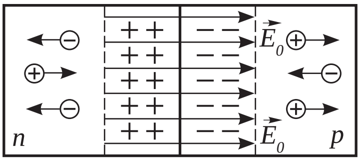
III. Йерим өткүзгүчлүк диод

Яндишиш бетидә әркин электронлар билән төшүкләрниң диффузияси орунлинидиған *p*-типлиқ вә *n*-типлиқ икки өткүзгүчниң бағлинишини қараштурайли. Диффузия нәтиҗисидә *n*-типлиқ йерим өткүзгүчниң чегарилиқ қәвити иҗабий, *p*-типлиқ йерим өткүзгүчниң чегарилиқ қәвити сәлбий зарядлиниду, *p-n* өтүши (*175-сүрәт*) түзулиду. *p-n* өтүши һасил қилған мәйдани асасий заряд тошиғучиларниң һәрикитигә қаршилиқ кәлтүриду.

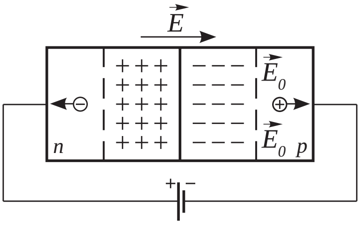
Пәйда болған чегарилиқ қәвити *япқучи қәвәт* дәп атилиду. У бир тәрәплик өткүзгүчлүккә егә вә йерим өткүзгүч диодниң асасий бөлүги болуп һесаплиниду. Йерим өткүзгүчни ток мәнбәсигә қошуп, иҗабий полюсни *n*-типлиқ йерим өткүзгүчкә, сәлбий полюсни *p*-типлиқ йерим өткүзгүчкә (*176-сүрәт*) қошимиз. Сиртқи мәйданниң күчинишлиги *p-n* өтүшиниң күчинишлиги билән мувапиқ келиду, япқучи қәвәт улғийип, қаршилиқ күчийиду.

Ток мәнбәсиниң полюслирини алмаштурсақ, сиртқи мәйдан күчинишлиги *p-n* өтүши йөнилишигә қарши йөнилиду (*177-сүрәт*). Япқучи қәвәтниң келинлиғи азийиду яки толуғи билән йоқап кетиду, *p-n* өтүшиниң күчинишлиги азийиду. Йерим өткүзгүч арқилиқ асасий ток тошиғучиларниң йөнәлгән һәрикитидин пәйда болған ток көпийиду. Шундақ қилип, япқучи қәвәт бир тәрәплик өткүзгүчлүккә егә, у өзгәрмә токни түзәш үчүн пайдилинилиду.

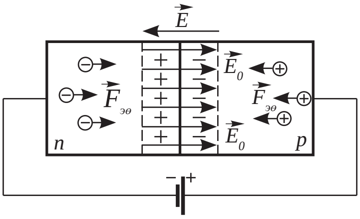
p-типлиқ вә n-типлиқ йерим өткүзгүчләрниң нисбити диодниң асасий бөлүги болуп һесаплиниду, 178-сүрәттә схемидики йерим өткүзгүч диод тәсвирләнгән.



175-сүрәт. *p-n-өтүши*



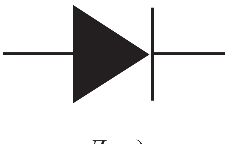
176-сүрәт. *p-n өтүшиниң әкси қошулуши*



177-сүрәт. *p-n өтүшиниң уттур қошулуши*

IV. Йоруқ диодлуқ лампа

Йоруқ диодлуқ лампа цокольдин, кураштурулған турақлиқ ток истимал блогидин, жуқури қувәтлик йоруқ диоди вә чачиратқучи бар мәхсус лайиһәләнгән плата драйвердин тәркип тапиду (*179-сүрәт*). *Йоруқ диод – электр энергияси көрүнидиған шолилинишқа айлинидиған p-n өтүши*. Демәк, йоруқ диодлуқ лампиниң асасий бөлүги – өлчәми 160×550×50 мкм-ғичә йетидиған йерим өткүзгүч чип болуп санилиду. Плата иссиқлиқ елип кетишни ашуридиған аллюминий корпус – радиаторниң ичидә орунлашқан. Чачиратқучта орнитилған дюминофор лампиниң йоруқлинишини ашуриду. Диодниң сиртқи көрүнүши вә схемида бәлгүлиниши. Лампиларға берилидиған күчинишниң



178-сүрәт. *Диодниң сиртқи көрүнүши вә схемида бәлгүлиниши*

12 В вә 220 В арилиғида бирнәччә нусхилири қараштурулған. Йоруқ диодлуқ лампиларниң энергия истимал қилиши аддий қиздуруш лампилириға нисбәтән 5–10 һәссә үнүмлүк. Йоруқ диодлуқ лампилар узақ вақит бойи иш орунлайду, 5 жил бойи үзлүксиз йоруқландуруши мүмкин.

Йоруқ диодниң асасида көплигән йоруқ мәнбәлири – прожекторлар, лампилар, сизиқлиқ светильниклар, йоруқ сигналлиқ әсваплар ясалди. Йоруқ диодлуқ қурулма йоруқландурғучи тармаққа қошулиду, өткүзгүчлүк қисқа қошулуштин вә күчинишниң көпийишидин қоғдалған. Қурулмилар истимал қилидиған қуват 200 Вт ашмайду, +40-тин –60 °С-ғичә болған арилиқтики температуриларда қоллинилиду. Йоруқ диодлуқ әсваплар йоруқ техникисида йоруқландурғучи лампиларни ишләп чиқиришта тәрәққий етип келиватқан келәчиги бар йоруқ мәнбәси ретидә тонулмақта.

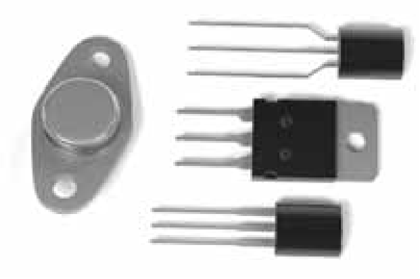
***179-сүрәт**. Йоруқ диодлуқ лампа*

V. Транзисторлардики күчәйткүч

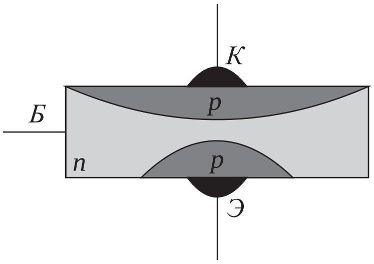
Икки p-n өтүши бар йерим өткүзгүчләр транзисторлар дәп атилиду (*180-сүрәт*). Улар *p-n-p* вә *n-p-n* типлиқ болуши мүмкин. *pnp* транзисторлирини ясаш үчүн *n*-типлиқ йерим өткүзгүчниң пластиниси керәк, уни Б база дәп атайду. Пластиниға *p*-типлиқ йерим өткүзгүчниң икки бөлүгини (*181-сүрәт*), коллектор К мәйдани эмиттер Э мәйданиға нисбәтән көп болиду. Икки өтүшни япқучи қәвәтләрни рәтләйдиған турақлиқ ток мәнбәсигә қошулиду (*182-сүрәт*). «Эмиттер – база» өтүши тоғра, «база – коллектор» өтүши экси болиду. Асасий тошиғучилар биринчи өтүштә эмиттер токини һасил қилиду. Базиға өткән төшүкләр иккинчи өтүш үчүн асасий әмәс тошиғучилар болуп һесаплиниду вә уни һечбир қаршилиқсиз өтиду. Коллектор тизмисиға қаршилиғи чоң резисторни қошқанда жуқури күчиниш сигналини елишқа болиду. Күчинишни күчәйтиш үчүн транзисторни қоллиниду.

Жавави қандақ?

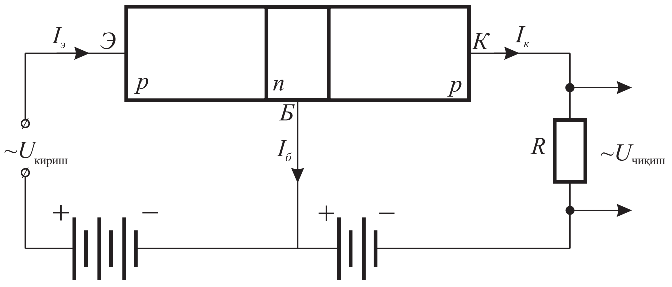
1. *Температура төвән болғанда йерим өткүзгүчләрдә немишкә қошулмилиқ өткүзгүчлүк, жуқури температурида болса өзлүк өткүзгүчлүк артуқ болиду?*
2. *Температуриниң көтирилиши диод ишиға қандақ тәсир қилиду?*



***180-сүрәт**. Транзисторлар*



***181-сүрәт**. p-n-p типлиқ транзистор*



182-сүрәт. *Транзистор чиқишиға ток мәнбәлирини қошуш*

Есиңларда сақлаңлар!

$I_к$ коллектор токи пәқәт $I_э$ эмиттер токиға бағлинишлик вә R коллектор тизмисиниң қаршилиғиға бағлинишлик әмәс:

$I_к = I_э - I_б$.

Транзистор күчәйткүчиниң чиқишидики күчиниш резистор қаршилиғиға бағлинишлиқ:

$U_{чиқ.} = I_к R$

Тәкшүрүш соаллири

1. Термистор дегинимиз немә вә уни қәйәрдә қоллиниду?
2. Фоторезисторниң ишләш принципи қандақ?
3. Фоторезисторлар қәйәрдә қоллинилиду?
4. Қандақ қурал бир тәрәплик өткүзгүчлүккә егә? У қандақ мәхсәттә қоллинилиду?
5. Транзисторниң түзүлүши қандақ?
6. Транзисторлар қәйәрдә қоллинилиду?

Көнүкмә 24

1. Қувити төвән кремний транзисториға қошулған резисторниң қаршилиғи 5 кОм болса, униң чиқишидики күчинишни ениқлаңлар (183-сүрәт). Эмиттердики ток күчи 1 мА, базидики ток күчи 0,2 мА.
2. 1-тапшурминиң шәртлирини қоллинип, транзистор киришигә күчиниши 0,8 В сигнал берилсә, транзисторниң күчиниши қанчә һәссә көпәйгәнлигини ениқлаңлар.

183-сүрәт. *Кремний-биполярлиқ транзистор*

Иждадий тапшурма

«Турмушта вә техникида қоллинилидиған йерим өткәзгүч қураллар» мавзусиға *ppt*–презентация тәйярлаңлар.

§ 26. Адәттин ташқири өткүзгүчлүк

Күтүлидиған нәтиҗә

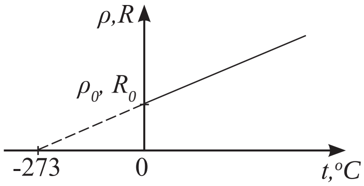
Параграфни өзләштүргәндә:
- *адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисиси вә униң тәҗрибә йүзидә қоллинилишини тәсвирләшни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә кристаллиқ торлири зич металлар жуқури хас қаршилиққа егә?*
2. *Өткәзгүчни қиздуруш мабайнида униң қаршилиғиниң көпийиш сәвәви немидә?*
3. *Немә сәвәптин қиздуруш лампилири тизмиға қошулған пәйттә көйүп кетиду?*

I. Өткүзгүч қаршилиғиниң температуриға бағлинишлиғи

Тәҗрибә йүзидә хас қаршилиқ билән температура арисида уттур бағлинишлиқ бар екәнлиги ениқланди (*184-сүрәт*):



***184-сүрәт**. Металниң хас қаршилиғиниң температуриға бағлинишлиқ графиги*

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta t),$$

бу йәрдики ρ_0 – 0 °*C* температуридики өткүзгүчниң хас қаршилиғи, α – қаршилиқниң температурилиқ коэффициенти, Δt – 0 °*C*-қа нисбәтән температура өзгириши.

Қаршилиғиниң температурилиқ коэффициенти – 1 К-ға қиздурулған өткәзгүч қаршилиғиниң өзгиришини көрситидиған физикилиқ миқдар.

ХБС бойичә қаршилиқниң температурилиқ коэффициентиниң өлчәм бирлиги: $[\alpha]=1\ K^{-1}$.

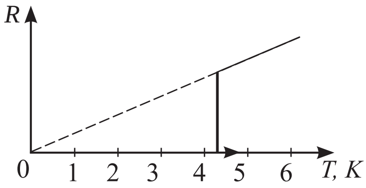
$R = \rho\dfrac{l}{S}$ болғанлиқтин, өткәзгүч қаршилиғиниң температуриға бағлинишлиғи мундақ түргә келиду:

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta t).$$

II. Адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисиси

Бәзи бир металларда температура абсолют 0 көрсәткүчигә йеқинлиғанда, уларниң қаршилиғи сәкрәтмә түрдә 0-ғичә чүшиду, мәсилән, симап үчүн мундақ температура 4,2 К (*185-сүрәт*). *Электр қаршилиғи нөлгә йеқин өткүзгүчниң һалити адәттин ташқири өткүзгүчлүк дәп атилиду, адәттин ташқири өткүзгүчлүк һалитидики маддилар адәттин ташқири өткүзгүчләр дегән намға егә болди.* Адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисисини 1911-жили дат алими **Хейке Камерлин-Оннес** ачти.

1957-жили Америка алимлири **Л.Купер, Дж. Бардин вә Дж.Шриффер** тәстиқлигән адәттин



***185-сүрәт**. 4,2 К-дин төвән температурида симап адәттин ташқири өткүзгүчкә айлиниду.*

ташқири өткүзгүчлүк теориясида адәттин ташқири өткүзгүчләрдә электронлар электр мәйдани тәсиридин кристаллиқ торлар арқилиқ қаршилиқсиз қозғилидиған «куперлиқ жүпләр» тәшкил қилиду, ток күчиниш берилиши тохтитилған жағдайдиму йоқалмайду дәп молжаланған.

Алимлар адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисисини тәтқиқ қилип, адәттин ташқири өткүзгүчлүк ток бәтлик ток болидиғанлиғини ениқлиди. 1986-жили жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткүзгүчләр елинип, лантан вә барийниң оксиди қошулмиси 100 *K* температурида адәттин ташқири өткүзгүчкә айлинидиғанлиғи мәлум болди.

Леон Нил Купер – Америка физиги, физика саһаси бойичә 1972-жили Нобель мукапитиға муйәссәр болған. Джон Бардин вә Джон Шриффер билән бирликтә адәттин ташқири өткүзгүчлүк теориясини қураштурди, уни бәзидә БКШ нәзәрийә дәпму атайду.

Жавави қандақ?

Немә сәвәптин металл өткәзгүч қаршилиғиниң бағлинишлиқ графигиниң хас қаршилиқниң вақитқа бағлинишлиқ графигидин айримчилиғи йоқ?

III. Адәттин ташқири өткүзгүчләрни қоллиниш

Адәттин ташқири өткүзгүчлүк қийилмилири кичик өткүзгүчләрдә чоң токлар елишқа мүмкинчилик бериду. Европилик ядролуқ тәкшүрүшләр жүргүзүш мәркизиниң (*CERN*) лабораториясидә 20000 *A* жуқури электр токини йәткүзидиған адәттин ташқири өткүзгүчләр қураштурулди (186-сүрәт).

***186-сүрәт**. CERN лабораторийлиридә ясалған адәттин ташқири өткүзгүч кабельлар*

Адәттин ташқири өткүзгүчләрдин суюқ гелий билән салқинлитилидиған электромагнитлар вә қувәтлик электрлиқ генераторларниң орамлири тәйярлиниду. Мундақ қурулмиларни турақлиқ түрдә салқинлитип туруш уларни қоллиништа қийинчилиқ пәйда қилиду.

Чоң токлар қувәтлик магнит мәйданлирини һасил қилиду. ҮАС адәттин ташқири өткүзгүч магнитлиридики ток күчи тәхминән 1200 А. Әгәр аддий магнитлар индукцияси 2 Тл ашмайдиған магнит мәйданини елишқа мүмкинчилик бәрсә, ҮАС адәттин ташқири өткүзгүч магнитлири билән индукцияси 8,3 Тл магнит мәйданини елишқа болиду. Адәттин ташқири өткүзгүчләрни салқинлитиш үчүн температуриси жуқури еқиш һалитидики 1,9 *K* суюқ гелий қоллинилиду (187-сүрәт).

Жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткүзгүчлүк келәчәктә радиоэлектроника вә радиотехникиниң тәрәққий етишиға елип келиду.

Тапшурма

Интернет торини пайдилинип, «магнитлиқ левитация» аталғусиниң мәнасини чүшәндүрүңлар.

187-сүрәт. *ҮАС криогенлиқ системисиниң суюқ гелий үчүн һаҗәт –271,25°С температурини тутуп туридиған бөлүги*

Квантлиқ левитация дәп аталған һадисигә алимлар қизиқиш тонутмақта. 2013-жили Тель-Авив университети вә илмий-техникилиқ мәркәзләр ассоцияси (*ASTC*) адәттин ташқири өткүзгүчләр билән турақлиқ магнитларниң тәсирлишишини тәтқиқ қилишқа бир қатар тәкшүрүшләр жүргүзди. Адәттин ташқири өткүзгүч ретидә әйнәк яки сапфир қәвәткә йеқилған иттрий-барий-мис оксиди ($YBa_2Cu_3O_7$) елинди. Адәттин ташқири өткүзгүчниң қелинлиғи 1 мкм болди. Температура –185°С болғанда уни суюқ азотқа чөктириш йоли билән адәттин ташқири өткүзгүчкә айландуриду. Адәттин ташқири өткүзгүчниң һәрикити вә турақлиқ магнит билән тәсирлишиш нәтиҗисидә адәттин ташқири өткүзгүчтә индукциялик ток вә униң тәсиридин магнит мәйдани пәйда болиду. Йеқилған қәвити бар япқучниң һәрқандақ бошлуқлуқ һәрикити ички магнит мәйданиниң силҗишини һасил қилиду, шуниң нәтиҗисидә адәттин ташқири өткүзгүч бошлуқтики өз орнини сақлап қалиду (188-сүрәт).

188-сүрәт*. Адәттин ташқири өткүзгүчниң турақлиқ магниттин ясалған рельслар билән һәрикәтлиниши*

Бир қатар мәмликәтләр магнитлиқ *ястуқлардики транспортлар* ясаш мәсилисини қайтидин көтәрмәктә.

2017-жили язда Пекинда узунлуғи 10 км *магнитлиқ* ястуқтики поезд йоли синақтин өткүзүлди, у Хитай пайтәхтиниң ғәрип бөлүгиниң аймақлирини қошиду.

Бу қизиқ!

«Келәчәккә әкси қайтиш» фильминиң иккинчи бөлүмидә көрситилгән ховербордни ясашқа тәлпүнгәнләр көп болди. Идеяни әмәлгә ашурушқа һәқиқий ховерборд ясашқа вәдә берип, *Lexus* автомобилини ишләп чиқарғучиму өз үлүшини қошти (189, 190-сүрәт). Германия вә Улуқбритания инженерлириниң икки топи 1,5 жил бойи әмгәк етип ясиған лайиһәсиниң декаси бамбук, умумий шәкли болса скейтбордларға охшайду. Ховербордта адәттин ташқири өткүзгүчләр вә суюқ азот билән салқинлитилидиған турақлиқ магнитлар қолланғанлиғи мәлум.

***189-сүрәт**. Квантлиқ левитация һадисисигә асасланған ховерборд, 2005-ж.*

***190-сүрәт**. Ховербордни синаш үчүн Барселонидики Кубельес скейт истраһәт бeғидики цемент астиға йүзлигән ихчам магнитлар қоюлди.*

Есиңларға чүшириңлар!

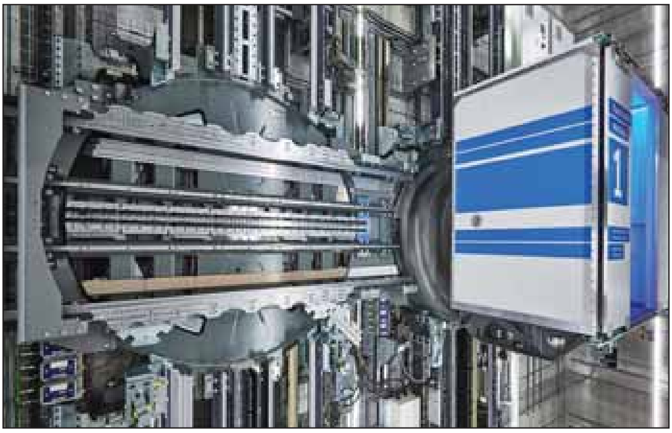
Поездларниң магнитлиқ илинишиниң үч технологияси бар: адәттин ташқири өткүзгүч магнитларда, электромагнитларда вә турақлиқ магнитларда.

Магнитлиқ ястуқтики поездлар XX әсирниң ахирида Хитай, Япония, Җәнубий Корея, Германия, Улуқбритания охшаш әлләрдә ясилип, синақтин өткүзүлди. Трассиниң узунлуғи Германияда 600 *м* болса, Хитайда 30 км-ға йәтти. Мундақ йолларни селиш қиммәткә тохтиғанлиқтин, аләм бойичә қоллиништики таш йол пәқәт Хитайдила, у «Пудун аэропорти – Лунъян Лу Шанхай метросиниң станциясини» қошиду. Барлиқ йолларда электромагнитлар қоллинилған (191-сүрәт).

***191-сүрәт**. Адәттин ташқири өткүзгүч магнитлардики поездлар*

«Маглев» дәп атилидиған *магнитлиқ ястуқтики* поезд һәрикәтләнгәндә рельсларға яндашмайду. Поезд магнитларниң жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткүзгүчләр билән тәсирлишиши нәтижисидә көтирилиду вә һәрикәтлиниду.

ThyssenKrupp немис инженерлиқ ширкити йеңи *MULTI* лифт ишләп чиқарди. У магнитлиқ ястуқтики поездға охшаш, «маглев»-лифт болуп санилиду. У һәрикәт үчүн сим тросни әмәс, шахта тамлиридики рельсларға орнитилған сизиқлиқ двигательларни пайдилиниду. У пәқәт вертикальла әмәс, шундақла горизонтальму һәрикәтлинәләйду. Горизонталь вә вертикаль рельсларниң қийлишишидики диск айлиниду (*192-сүрәт*). Йеңи лифтлиқ система күтүш вақтини азайтишқа, тосалғуларни айлинип өтүшкә вә имарәтләрниң һәртүрлүк «қанатлириниң» арисида орун йөткәшкә мүмкинчилик яритиду.



***192-сүрәт**. MULTI лифтиниң рельслири вә кабининиң қийлишишидики айланма диск*

Аддий лифтниң көтирилидиған максимал егизлиги чәкләнгән, у 550 метрдин ашмаслиғи керәк. Төмүр трос интайин еғир болуп кетидиғанлиқтин, имарәтниң чәкләнгән егизликтин ашидиған ахирқи қәвәтлиригә көтирилиш үчүн, башқа лифтқа киришкә тоғра кириду. *MULTI* архитекторларға интайин егиз имарәтләрни йеңи шәкилләрдә лайиһәләшкә имканийәт яритиду.

Ахирқи он жилликта Америка тәтқиқатчилириниң жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткүзгүчләр ясаш ишлирида алға интилиш байқалди. 254 K (–19°*C*) температурида таллийниң адәттин ташқири өткүзгүчлүк эффектиси билән синтезланған мурәккәп химиялик бағлиниши асасида пленкилар елинди.

Бу қизиқ!

Тель-Авив аләмдики магнитлиқ илинғучтики транспорт системиси бар шәһәргә айлинишни мәхсәт әтмәктә (193-сүрәт). Бу системини Калифорниядики Эймс намидики НАСА тәтқиқат мәркизигә асасланған *SkyTran* компанияси билән НАСА инженерлири ясиди. Ширкәт бу автомашина вә автобусқа альтернатив экологиялик таза, әрзән, чапсан һәм қолайлиқ система дәп ейтиду. Бу система һаҗәтлик тохтилмиғичә һечбир тохтимастин вә қаршилиқларсиз йөткүзиду. Пробка мәсилиси йешилиду.

***193-сүрәт**. Магнитлиқ асмидики транспорт*

Җаваби қандақ?

Немә үчүн жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткәзгүчләр алимларниң тәтқиқат қурали болмақта?

Шундақла әнъәнәвий әмәс адәттин ташқири өткүзгүчлүк эффектиси төмүр арсениди билән мис оксидиниң бағлинишлирида байқалди.

Жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткүзгүч пленкиларни елиш энергия сақлайдиған электроникиниң йеңи түрлириниң пәйда болушиға елип келиду.

Тәкшүрүш соаллири:

1. Өткәзгүч қаршилиғи температуриға қандақ бағлинишлиқ?
2. Қаршилиқниң температурилиқ коэффициенти дегинимиз немә?
3. Қандақ һадисә адәттин ташқири өткүзгүчлүк дегән намға егә болди?
4. Адәттин ташқири өткүзгүчлүк һадисиси қәйәрдә қоллинилиду?

Көнүкмә 25

1. Вольфрамдин ясалған симниң қаршилиқлириниң $t_0 = 0°C$ вә $t_0 = 2400°C$ температуриларда бағлинишини ениқлаңлар.
2. Күчиниши бар алюминий симдин ясалған катушкини ериған музға салғанда ток күчи $I_1 = 29$ мА, қайниған суға салғанда $I_2 = 20$ мА болди. Алюминий қаршилиғиниң температурилиқ коэффициентини ениқлаңлар

Ижадий тапшурма

Әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):

1. БКШ нәзәрийәси.
2. Жуқури температурилиқ адәттин ташқири өткәзгүчләр.
3. Адәттин ташқири өткәзгүчләрни қоллиниш.

12-бапниң йәкүни

Асасий миқдарлар	Һесаплаш формулилири
Газлардики ионлиниш энергияси	$E_i = \frac{mv^2}{2} = qE\lambda$
Өткүзгүчниң хас қаршилиғиниң температуриға бағлинишлиғи	$\rho = \rho_0 (1 + \alpha\Delta t)$
Өткүзгүч қаршилиғиниң температуриға бағлинишлиғи	$R = R_0 (1 + \alpha\Delta t)$
Фарадейниң I қануни	$m = kq$
Фарадейниң II қануни	$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}$

Глоссарий

Гальваностегия – металл мәһсулатни қоғдаш яки гөзәллик үчүн башқа металл қәвити билән каплашниң электрохимиялик җәрияни.

Йерим өткүзгүч диод – *p*-типлиқ вә *n*-типлиқ өткүзгүчләрниң бағлиниши.

Йерим өткүзгүчләр – хас өткүзгүчлүги билән өткүзгүчләр билән диэлектриклар арисидики арилиқ орунға егә болидиған маддилар. Улар өткүзгүчләрдин хас өткүзгүчлүгиниң қошулма концентрациясигә, температуриға вә һәртүрлүк шолилиниш түрлириниң тәсиригә бағлинишлиғи билән алаһидилиниду.

Қошулмилиқ өткүзгүчлүк – йерим өткүзгүчләрдики акцепторлуқ яки донорлуқ қошулминиң өткүзгүчлүги.

Рекомбинация – ионларниң нейтрал молекулиға бағлиниш җәрияни.

Өзлүк өткүзгүчлүк – йерим өткүзгүчләрниң электронлуқ-төшүклүк өткүзгүчлүги.

Адәттин ташқири өткүзгүчлүк – өткүзгүчниң электр қаршилиғи нөлгә йеқин болидиған һалити.

Адәттин ташқири өткүзгүч – адәттин ташқири өткүзгүч һалитидики мадда.

Қаршилиқниң температурилиқ коэффициенти – 1 К-ға қиздурулған өткәзгүч қаршилиғиниң өзгиришини көрситидиған физикилиқ миқдар.

Термистор – қаршилиғи температуриға бағлинишлиқ йерим өткүзгүчлүк резистор.

Термоэлектронлуқ эмиссия – жуқури температуриғичә қиздурулған металдин әркин электронларниң учуп чиқиши.

Транзистор – сигнални күчәйтиш үчүн қоллинилидиған икки *p-n* өтүши бар йерим өткүзгүчләр.

Урулуш ионлиниш – атомларниң яки молекулиларниң чапсан электронлар билән тоқунуши нәтиҗисидә иҗабий зарядланған ионларниң түзүлүши.

Фоторезистор – қаршилиғи йоруқландурушқа бағлинишлиқ йерим өткүзгүчлүк резистор.

Электролитлар – өткүзгүч маддилар, су еритмилири билән қошулмилири.

Электролитлиқ диссоциация – ериткүчи тәсиридин молекулиларниң ионларға парчилиниши.

Электролиз – электролит арқилиқ ток өткәндә электродларда таза маддиниң бөлүнүш һадисиси.

13-БАП

МАГНИТ МӘЙДАНИ

Магнетизм тарихи Кичик Азияниң қедимий цивилизациясидин башлиниду. Кичик Азия аймиғида Магнезия шәһиридин тағ жинислириниң бир-биригә тартилидиған үлгилири тепилған. Шәһәр намиға қарап бу үлгиләрни «магнетиклар» дәп атиған. Магнетиклар магнит мәйданиниң тәсиридин һәрикәтлиниду.
Магнит мәйдани турақлиқ магнитсизму һәрикәтлинидиған зарядланған зәррәләрниң әтрапида пәйда болиду. Дәсләпки Жошқун партлаштин кейин, аләм пәйда болғандин бери бошлуқ көплигән һәрикәтлинидиған электронлар, протонлар, шундақла гелий вә водород ионлири билән толтурулиду. 2010-жили Калифорния техникилиқ университетиниң астрофизиги Шиничиро Андо вә Лос-Анджелесниң Калифорния университетиниң астрофизиги Александр Кусенко интайин салмақлиқ қара төшүк (черная дыра) сүритидин Аләмниң реликтивлиқ магнитлиқ фонини байқиди. Уларниң ойичә, аләмни тешип өтидиған магнитлиқ фонниң тәсиридин сүрәтләр ениқ болмиди. Магнит мәйдани – һәрикәттики электр зарядлириға, токи бар өткүзгүчкә, магнитлиқ моменти бар жисимларға тәсир қилидиған материяниң бир түри. Электротехникиниң, радиотехника вә электроника магнит мәйданиниң техникида қоллинилишиға асасланған. Магнит мәйдани дефектоскопиядә зарядланған зәрриләрни күчәйткүчләрдә, башқурулидиған термоядролуқ синтез жағдийида иссиқ плазмини тутуп туруш үчүн қоллинилиду.

Бапни оқуп-билиш арқилиқ силәр үгинисиләр:

- өткүзгүчләрниң магнит мәйданини тәрипләйдиған миқдарларни ипадиләшни;
- сол қол қаидисини тәсвирләшни вә магнит мәйданиниң һәрикәтлинидиған зарядланған зәрриләр билән токи бар өткүзгүчкә тәсирини ениқлашни;
- магнитлиқ материаллар қоллинилидиған заманивий санаәт түрлирини (неодим магнитлар, датчиклар, сейсмографлар, металл издигүчиләр) тәрипләшни вә уларниң қоллинилиш тенденциялирини тәһлил қилишни;
- тәжрибә йүзидә сүнъий магнит жиғишни вә униң қоллинилиш саһасини тәрипләшни;
- соленоидниң магнит мәйданиға тәсир қилидиған факторларни чүшәндүрүшни үгинисиләр.

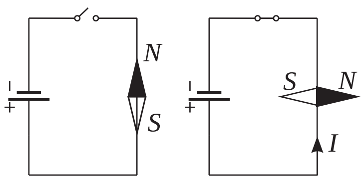
§ 27. Магнит мәйдани. Буранда қаидиси. Магнит индукциясиниң вектори

Күтүлидиған нәтиҗә

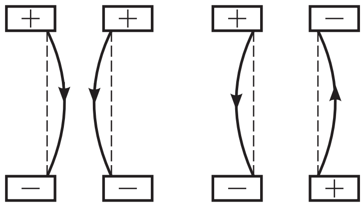
Параграфни өзләштүргәндә:
- *өткүзгүчләрниң магнит мәйданини тәриплəйдиған миқдарларни чүшәндүрүшни билисиләр.*

Җавави қандақ?

Немишкә Эрстед тәҗрибисидә токи бар өткүзгүч Йәр меридиани бойиға орунлаштурулиду?



***194-сүрәт**. Эрстед тәҗрибиси*



***195-сүрәт**. Токи бар өткүзгүчләрниң өз ара һәрикәтлиниши*

I. Эрстед тәҗрибиси

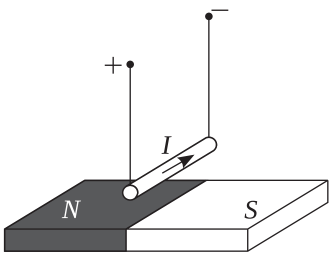
1820-жили дат алими Эрстед тәҗрибә йүзидә токи бар өткүзгүчниң әтрапидики магнит мәйданини ениқлиди. У меридиан бойи билән орунлашқан симниң үстигә инчикә жип арқилиқ магнит тилчини илип қойди (*194-сүрәт*). Ачқуч туюқланған чағда магнит тилчә симға тик булуң ясап бурулиду. Эрстед тәҗрибини һәртүрлүк металлардин ясалған өткүзгүч симларға, шундақла һәртүрлүк газлар билән толтурулған газ турбиниларға, электролити бар трубкиларға тәкрарлап ясап, мундақ хуласигә кәлди: *һәрқандақ муһитта һәрикәтлинидиған зарядларниң әтрапида магнит мәйдани пәйда болиду.*

Электр токиниң иссиқлиқ, химиялик вә магнитлиқ тәсириниң ичидә пәқәт магнитлиқ тәсирила һәрқандақ муһитта, һәрқандақ шәртләрдә көрүнүш бериду.

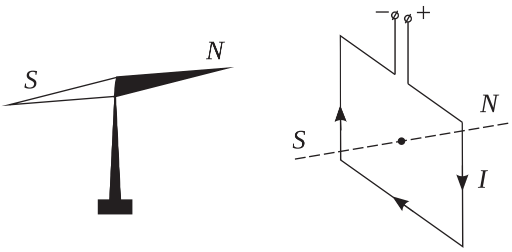
II. Ампер тәҗрибиси

Ампер турақлиқ магнит мәйданиниң токи бар өткүзгүчкә тәсири вә токи бар өткүзгүчләрниң өз ара тәсирлишишини тәтқиқ қилди. У бир қатар тәҗрибиләр жүргүзүп, мундақ хуласиләр ясиди:

1) әгәр улардики ток йөнилиши бирдәк болса, икки параллель өткүзгүч бир-биригә тартилиду, әгәр ток йөнилишлири қариму-қарши болса, тепилиду (195-сүрәт).
2) инчикә жипқа илинған токи бар өткүзгүч япилақ магнит оқиға перпендикуляр орунлишиду (*196-сүрәт*).
3) йәрниң магнит мәйдани токи бар рамкиға йөнәлгән һәрикәт бериду. Магнит тилчиниң оқи орам тәкшилигигә перпендикуляр болиду (*197-сүрәт*).



***196-сүрәт**. Япилақ магнитниң токи бар өткүзгүч билән өз ара тәсирлишиши*



***197-сүрәт**. Токи бар рамка тәкшилигигә чүширилгән перпендикуляр магнит тилчә охшаш йөнәлгән.*

III. Түз вә дүгләк токниң магнит индукцияси

Магнит мәйданиниң токи бар өткүзгүчкә күчлүк тәсирини тәриплəйдиған физикилиқ миқдарни магнит индукцияси дәп атайду.

Җавави қандақ?

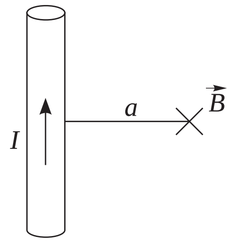
Немишкә чақмақ төмүр җисимларни электрләш қабилийитигә егә?

Француз физиклири **Ж.Био** вә **Ф.Савар** 1820-жили тәҗрибә йүзидә түз сизиқлик токниң магнит индукциясиниң миқдарини ениқлиди:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}, \qquad (1)$$

бу йәрдә B – токи бар өткүзгүчниң магнит индукцияси, мәйданниң күчлүк тәриплимиси; I – өткүзгүчтики ток күчи, a – бошлуқ чекитидин өткүзгүчкичә болған әң қисқа арилиқ (*198-сүрәт*), $\mu = 4\pi \cdot 10–7$ Н/А – магнитлиқ турақлиқ. Магнит индукциясиниң ХБС-дики өлчәм бирлиги – 1 тесла:

$$[B] = 1\,Тл = 1\frac{Н}{А \cdot м}.$$

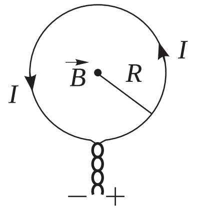


198-сүрәт. *Токи бар өткүзгүчтин жирақлитилғанда магнит мәйданиниң индукцияси азийиду*

Шәкли мурәккәп өткүзгүчләр пәйда қилған мәйданларниң магнит индукциясини алимлар ениқлалмиди. Француз физиги вә математиги **П.Лаплас** тәҗрибә мәлуматлирини җәмләп, һәрқандақ шәкиллик өткүзгүч мәйданиниң магнит индукциясини ениқлашқа мүмкинчилик беридиған қанунийәтни ачти: дүгләк токниң мәркизидики магнит индукциясини һесаплаш формулиси елинди (*199-сүрәт*):

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}, \qquad (2)$$

бу йәрдә R − орам радиуси.



199-сүрәт. *Орам радиусини ашурғанда дүгләк токниң мәркизидики магнит индукцияси азийиду.*

Бу қанун арқилиқ ениқланған соленоидниң (орам сани көп N, узунлуғи орам диаметридин хелә чоң $l >> d$ катушка) ичидики магнит индукцияси:

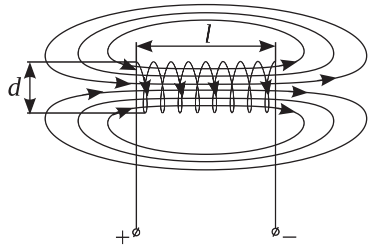
$$B = \frac{\mu_0 IN}{l} \qquad (3)$$

яки

$$B = \mu_0 nI, \qquad (4)$$

бу йәрдә $n = \frac{N}{l}$ − бирлик узунлуқтики орам сани.

Турақлиқ ток мәйдани турақлиқ миқдар болуп қалиду, демәк, соленоидниң ичидики магнит мәйдани бир хил, күч сизиқлири өз ара параллель (*200-сүрәт*).



200-сүрәт. *Соленоидниң ичидики магнит мәйдани бир хил.*

Магнит мәйданлири үчүн суперпозиция принципи орунлиниду:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + ... + \vec{B}_n.$$

Бирнәччә өткүзгүч һасил қилған мәйданниң магнит индукциясини мошу мәйданларниң магнит индукциясиниң векторлуқ қошундиси түридә ениқлайду.

IV. Түз вә дүгләк токниң магнит мәйданиниң күч сизиқлири

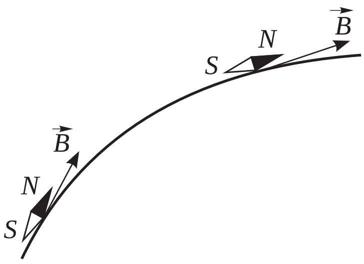
Магнит мәйданини электр мәйдани охшаш күч сизиқлири билән тәсвирләйду.

> **Магнит мәйданиниң токи бар өткүзгүчкә күчлүк тәсирини тәрипләйдиған физикилиқ миқдарни магнит индукцияси дәп атайду.**

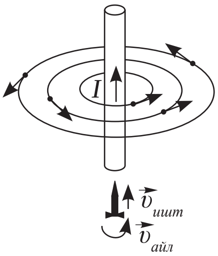
Магнит мәйдани сизиқлириниң йөнилишини магнит тилчиниң шималий полюси көрситиду (201-сүрәт). Бу йөнилишни *мәйданниң магнит индукциясиниң йөнилиши* дәп қобул қилиш келишилгән. Түз вә дүгләк токниң магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини буранда қаидиси бойичә ениқлайду.

Әгәр бурғиниң иштиклимә һәрикитини өткүзгүчтики ток йөнилиши билән мувапиқлаштурсақ, буранда тутқучиниң айланмилиқ һәрикити магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини көрситиду (202-сүрәт).

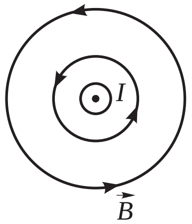
Магнит күч сизиқлирини тәкшиликтә тәсвирләш үчүн магнит индукциясиниң векторини оқ-я садиғи түридә көз алдимизға кәлтүрүп, чекитләр – «садақ учи» вә айқаш сизиқларни (x) – «садақниң пәйи» қоллиниду. Әгәр вектор чекит билән бәлгүләнсә, у чағда у сүрәт тәкшилигигә перпендикуляр жуқури йөнәлгән, әгәр крестик билән бәлгүләнсә, у чағда дәл мошундақ сүрәт тәкшилигигә перпендикуляр, бирақ төвән йөнәлгән. Өткүзгүчниң қийилмисидики ток йөнилишини мошуниңға охшаш тәсвирләйду. *203-сүрәттә* ток жуқури қарап жүрүватқан өткүзгүчниң қийилмиси тәсвирләнгән. Өткүзгүчниң әтрапидики магнит мәйданиниң күч сизиқлири саат тилиға қарши йөнәлгән концентрлиқ чәмбәрләрни бериду. *204-сүрәттә* қийилмиси токи бар өткүзгүчниң бойида орунлашқан, магнит мәйданиниң күч сизиқлири сүрәт тәкшилигигә перпендикуляр вә улар өткүзгүчниң сол тәрипидә жуқури, оң тәрипидә төвән йөнәлгән. Дүгләк токниң күч сизиқлири *205, а, ә, б*-сүрәтләрдә бир тәкшиликтә берилгән.



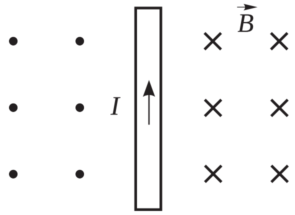
201-сүрәт*. Магнит тилчиниң шималий полюси магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини көрситиду*



202-сүрәт*. Токи бар өткүзгүчниң магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини бурға қаидиси бойичә ениқлаш.*



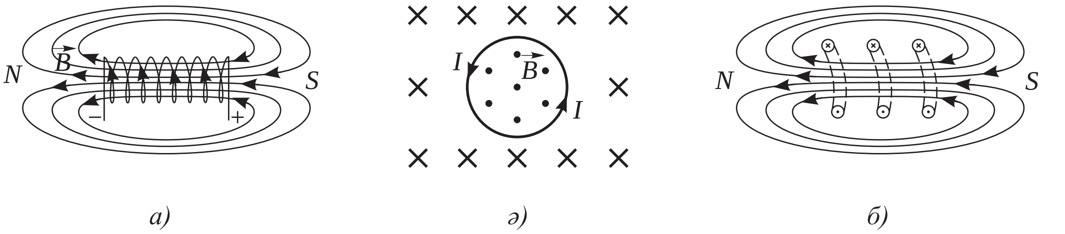
203-сүрәт*. Өткүзгүчниң тоғра қийилмисидики күч сизиқлириниң тәсвири*



204-сүрәт*. Өткүзгүчниң бойлуқ қийилмисидики күч сизиқлириниң тәсвири*

1-тапшурма

205-сүрәткә қараңлар. Бурға яки оң қол қаидиси асасида дүгләк ток һасил қилған магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини чүшәндүрүңлар.



205-*сүрәт. Дүгләк токниң күч сизиқлири*

Токи бар катушкиниң магнит мәйданиниң йөнилишини оң қол қаидиси билән оңай ениқлашқа болиду:

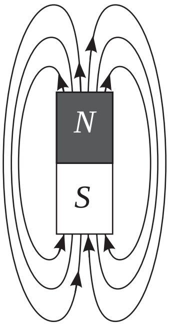
Әгәр оң қолумизниң төрт бармиғини катушка орамлиридики ток йөнилишини көрситидиғандәк қилип қойсақ, у чағда 90° бурулған башмалтиғимиз магнит мәйданиниң йөнилишини көрситиду.

Электр мәйданиниң күч сизиқлири билән селиштурғанда магнит мәйданиниң күч сизиқлири дайим туюқланған болиду.

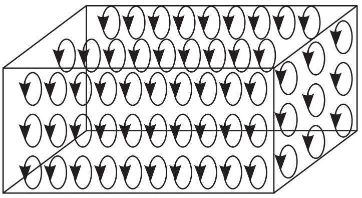
V. Ампер гипотезиси

А.Ампер дүгләк токниң магнит мәйданиниң япилақ магнитниң магнит мәйдани билән охшашлиғини байқап (*205, б)* вә *206-сүрәт*), 1820-жили турақлиқ магнитларниң магнитлиқ хусусийәтлириниң улардики элементар дүгләк токлар билән бағлиниши һәққидә гипотеза тәвсийә қилди. У магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң бешиму, ахириму болмиғанлиқтин, тәбиәттиму магнит зарядлири болмаслиғи керәк дәп саниди. Пәқәт кейинки йүз жиллиқниң бешида атом түзүлүши һәққидә ечилишларға бағлинишлиқ элементар токлар ядро әтрапидики электронлар һәрикитидин пәйда болидиғанлиғи мәлум болди.

Ампер гипотезиси магнит полюслириниң бөлүнмәйдиғанлиғини вә чоң магнитларни бөлүш пәйтидә кичик магнитларниң пәйда болушини оңай чүшәндүриду. 207-сүрәттә магнитланған төмүр брусоктики элементар токларниң йөнәлгән һәрикити көрситилгән. Магнитланмиған һаләттә элементар токлар әркин йөнәлгән, уларниң магнит мәйданлири бир-бирини толуқтуриду. Брусокни иккигә бөлгәндә, элементар токларниң орунлишиши өзгәрмәйду. Кичик брусоклар йоған брусокларға охшаш хусусийәтләргә егә.



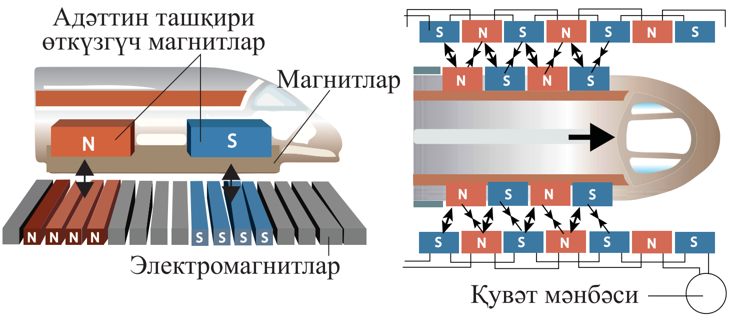
206-сүрәт. *Япилақ магнитниң магнит мәйдани*



207-сүрәт. *Ядро әтрапидики электронларниң айланма һәрикитидин пәйда болған магнит мәйдани*

2-тапшурма

208-сүрәт бойичә левитация вә поездни магнит ястуқта һәрикәткә кәлтүридиған система принциплирини чүшәндүрүңлар. Интернет материаллири қоллинип, Берлинда, Бирмингемда, Японийәдә ясалған дәсләпки поездларниң магнитлиқ илиниш технологиялирини селиштуруңлар.



***208-сүрәт**. Магнит ястуқтики поездниң илиниш (левитация) системиси*

Җавави қандақ?

1. *Немишкә тәбиәттә магнит зарядлири йоқ?*
2. *Немә сәвәптин магнитни иккигә бөлгәндә, униң бөләклириниң һәрбири қайтидин икки полюсқа егә болиду?*
3. *Немә үчүн турақлиқ магнитларниң магнит мәйдани вақит өтүши билән төвәнләйду?*

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

I ток өтүватқан түз чәксиз өткүзгүч симниң а) сүрәттә көрситилгәндәк орами бар. *O* чекитидә магнит мәйданиниң индукцияси мошу чекиттики (*ә) сүрәт*) түз токниң магнит индукциясидин нәччә һәссә артуқ?

Берилгини:
I

$\dfrac{\hat{A}_0}{\hat{A}_0'}$ – ?

Йешилиши:
Өткүзгүч сим *а-сүрәттә* көрситилгәндәк егилгән болса, түз ток вә орам һасил қилған магнит мәйданиниң индукция векторлири $\vec{\tilde{A}}_1$ вә $\vec{\tilde{A}}_2$ қаримуқарши йөнәлгән, шуниң үчүн:

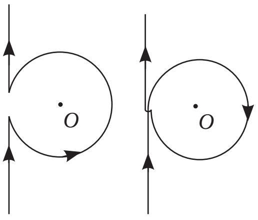
$$B_0 = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 I}{2r}\left(\frac{1}{\pi} - 1\right)$$

Өткүзгүч сим *ә-сүрәттә* көрситилгәндәк егилгән болса, магнит мәйданиниң индукция векторлири бир йөнилиштә болиду, демәк:

$$B_0' = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{2r}\left(1 + \frac{1}{\pi}\right).$$

Шу чағда $\dfrac{\hat{A}_0}{\hat{A}_0'} = \dfrac{\pi - 1}{\pi + 1}$

Җавави: $\dfrac{B_0}{B_0'} = \dfrac{\pi - 1}{\pi + 1}.$



а) *ә)*

Тәкшүрүш соаллири

1. Магнит мәйданини қандақ түзүшкә болиду?
2. Токи бар өткүзгүчләр магнитланған җисимлар, турақлиқ магнит билән токи бар өткүзгүч қандақ тәсирлишиду?
3. Магнит мәйданини қандақ тәсвирләйду?
4. Буранда қаидиси немини ениқлайду?
5. Токи бар өткүзгүчниң магнит мәйданиниң магнитлиқ индукцияси ток күчигә қандақ бағлинишлиқ?
6. Токи бар өткүзгүчтин жирақлитилған магнит мәйданиниң индукцияси қандақ өзгириду?
7. Ампер гипотезиси қандақ тәриплиниду?

Көнүкмә 26

1. Икки полат брусокниң бири магнитланған. Ениқ қайсиси екәнлигини пәқәт мошу брусокларни пайдилинип, қандақ ениқлашқа болиду?
2. Чәксиз узарған түз өткүзгүчтики ток күчи $I = 20$ *А*. Өткүзгүчтин $r = 5$ *см* арилиқтики чекиттики магнит индукциясини ениқлаңлар.
3. Радиуси $R = 5{,}8$ *см* дүгләк токниң мәркизидики магнит индукцияси $B = 1{,}3 \cdot 10^{-4}$ Тл. Ток күчини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

ppt–презентациясидә әхбарат тәйярлаңлар:

1. У.Гильберт, О.Кулон, Ф.Арагониң магнитлиқ өз ара тәсирлишишләрни тәтқиқат қилиши.
2. Магнитларниң техникида қоллинилиши.

§ 28. Ампер кучи. Лоренц кучи

Кутулидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *сол қол қаидисини қоллинишни вә магнит мәйданиниң һәрикәтлинидиған зарядланған зәррилләргә вә токи бар өткүзгүчкә һәрикитини тәсвирләшни билисиләр.*

Өз тәҗрибәңлар

Ампернин тәҗрибисини тәкрарлаңлар. Өткүзгүчни турақлиқ ток мәнбәсигә қошуңлар, мәйданға тақа тәхлит магнитни киргүзүңлар (209-сүрәт). Токи бар өткүзгүчниң чәтнәш йөнилишини ениқлаңлар. Магнит полюслирини өзгәртиңлар, өткүзгүчниң чәтнәш булуңи қандақ өзгиридиғанлиғини ениқлаңлар. Икки магнитни қоллинип, тәҗрибини тәкрарлаңлар. Өткүзгүчтики токни өзгәртиңлар. Жүргүзүлгән тәҗрибиләрни хуласиләңлар.

Ампер күчиниң өзгәргәнлигини қандақ бәлгү бойичә ениқлидиңлар?

I. Ампер қануни

А.Ампер жүргүзгән тәҗрибиләр токи бар өткүзгүчкә тәсир қилидиған күчниң магнит индукциясиниң миқдариға вә йөнилишигә бағлиниш екәнлигини көрсәтти. Буниңға тәҗрибә йүзидә оңай көз йәткүзүзүшкә болиду (209-сүрәт). *Магнит мәйданиниң токи бар өткүзгүчкә тәсир қилидиған күчини Ампер күчи дәп атайду.*

Ампер өз тәтқиқатлириниң нәтижисидә мундақ хуласигә кәлди:

Магнит мәйданиниң токи бар өткүзгүчкә тәсир қилидиған күчи магнит индукцияниң перпендикуляр түзгүчисигә, ток күчигә вә өткүзгүчниң узунлуғиға тоғра пропорционал.

$$F_A = B_{\perp} I \cdot l$$

яки
$$F_A = BI \cdot l \sin\alpha, \quad (1)$$

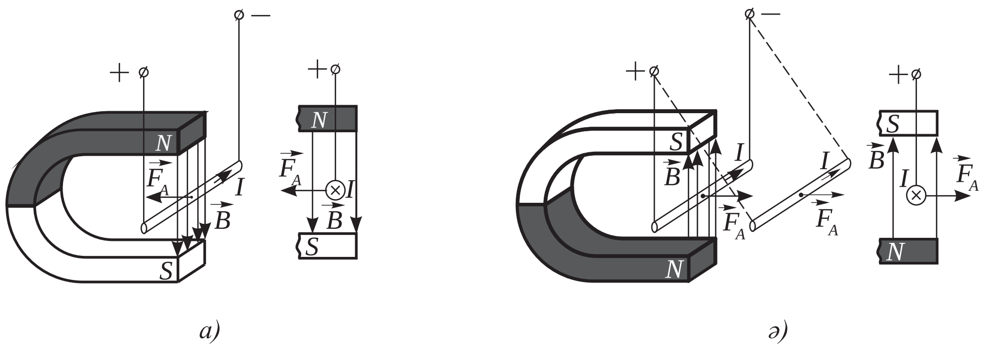
бу йәрдики α – магнит индукция вектори $\vec{B}$ билән ток йөнилиши арисидики булуң. Елинған формулидин чиқидиғини: $sin\alpha = 1$ яки $\alpha = 90°$ болғанда, өз ара тәсирлишиш күчи максимал болиду.

Ампер қануни асасида магнит мәйданиниң күчлүк тәриплимиси ретидә магнит индукциясиниң физикилиқ мәнаси ениқлиниду:

$$B = \frac{F_A}{Il\sin\alpha} \quad (2)$$

вә магнит индукциясиниң өлчәм бирлиги билән күч өлчәм бирлиги арисидики бағлиниш ениқланди:

$$[B] = 1\,Тл = 1\frac{Н}{А \cdot м}.$$



209-сүрәт. Магнит мәйданидики токи бар өткүзгүчниң чәтниши

II. Ампер күчиниң йөнилиши

Ампер күчиниң йөнилишини сол қол қаидиси бойичә ениқлайду: Ампер күчиниң йөнилишини сол қол қаидиси бойичә ениқлайду:

Әгәр сол қолумизни индукция вектори алиқинимизға киридиғандәк, созулған төрт бармиғимизни ток йөнилишини көрситидиғандәк қилип тутсақ, у чағда 90° булуңға бурулған баш бармиғимиз Ампер күчиниң йөнилишини көрситиду.

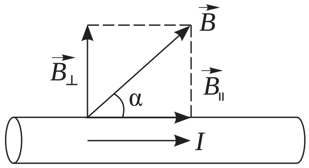
Сол қол қаидиси магнит индукцияси вектори билән өткүзгүчтики ток күчиниң арисидики булуң 90° тәшкил қилған жағдайда орунлиниду. Әгәр булуң 90° аз яки көп болса, алди билән магнит индукцияси векторини $\vec{B}$ токи бар өткүзгүчкә бағлинишлиқ параллель вә перпендикуляр түзгүчиләргә айриш керәк (*210-сүрәт*).

$$B_{\perp} = B \sin\alpha \,. \qquad (3)$$

Ампер күчиниң йөнилишини перпендикуляр түзгүчи билән ениқлайду.

1-тапшурма

Сол қол қаидисини пайдилинип, 209 а) вә ә) сүрәтләрдә токи бар өткүзгүчниң чәтниши тоғра көрситилгәнлигини тәкшүрүңлар.



***210-сүрәт**. Магнит индукцияси векторини түзгүчиләргә парчилиниши*

III. Лоренц күчи

Ампер күчи токи бар өткүзгүчкә ток билән тәсир қилидиған күч, ток болса зарядланған зәрриләрниң рәтләнгән һәрикити болғанлиқтин, бир зарядланған зәрригә тәсир қилидиған күчни $F_Л = \frac{F_A}{N}$ (4) нисбити арқилиқ ипадиләшкә болиду.

Бу йәрдә N – зарядланған зәрриләрниң сани.

Лоренц күчи – магнит мәйданиниң тәрипидин мәйданда һәрикәтлинидиған зарядланған зәрриләргә тәсир қилидиған күч.

Ампер қануниға мувапиқ:

$$F_A = BIl\sin\alpha, \qquad (5)$$

Ток күчини бир зарядланған зәррә арқилиқ ипадиләймиз:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q_0 N}{t}. \qquad (6)$$

(5) вә (6) тәңлимини (4) тәңлимигә қойимиз:

$$F_Л = \frac{Bq_0 Nl \sin\alpha}{tN}.$$

$\upsilon = \frac{l}{t}$, бу йәрдә υ – зарядларниң йөнәлгән һәрикитиниң илдамлиғи екәнлигини инавәткә елип, Лоренц күчини һесаплаш формулисини алимиз:

$$F_Л = q_0 B\upsilon \sin\alpha \quad F_Л = q_0 B\upsilon_{др} \sin\alpha, \qquad (7)$$

бу йәрдики α – $\hat{A}$ магнит индукция вектори билән $\vec{\upsilon}$ илдамлиқ йөнилиши арисидики булуң.

Хендрик Антон Лоренц (1853–1928) – голландиялик физиктеоретик. 1902 жили магнитизмниң шолилинишқа тәсирини тәтқиқ қилғини үчүн физика бойичә Нобель мукапитини алди. Париж вә Кембридж университетлириниң һөрмәтлик доктори, Лондон вә немис физикилиқ жәмийитиниң әзаси, 1881 жилдин башлап, Нидерланд Илим академиясиниң әзаси болған. Х.Лоренц йоруқниң электромагнитлиқ теориясини вә материяниң электронлуқ теориясини тәрәққий әткүзди.

Җавави қандақ?

Немә сәвәптин индукция векториға параллель орунлашқан токи бар өткүзгүч чәтнимәйду?

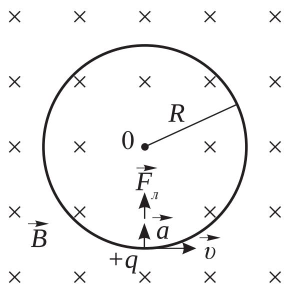
2-тапшурма

211-сүрәтни қараңлар. Лоренц күчиниң йөнилиши тоғра көрситилгәнму? Тапшурмини орунлаш үчүн қандақ қаидини пайдиландиңлар?

IV. Лоренц күчиниң йөнилиши

Иҗабий зәрригә тәсир қилидиған Лоренц күчиниң йөнилиши сол қол қаидиси арқилиқ ениқлиниду. Сәлбий зәрриләр үчүн күчниң йөнилиши қариму-қарши.

Лоренц күчи өткүзгүчтә ток һасил қилидиған зарядланған зәрриләргә, шундақла бошлуқта әркин һәрикәтлинидиған зарядланған зәрриләргиму тәсир қилиду.



***211-сүрәт**. Илдамлиғи бир хил магнит мәйданиниң күчлиригә перпендикуляр зәрриниң траекторияси – чәмбәр.*

V. Магнит мәйданида һәрикәтлинидиған зарядланған зәрриләрниң траекториясиниң әгир сизиқлиқ радиуси

Зарядланған зәррә магнит мәйданиға униң күч сизиқлириға перпендикуляр йөнилиштә учуп кирсун. Бу жағдайда Лоренц күчи заряднiң һәрикәт илдамлиғиға перпендикуляр йөнәлгәнликтин, у зәрригә мәркәзгә тартқучи иштикләш бериду. Лоренц күчиниң тәсиридин жисим радиуси R чәмбәр бойи билән һәрикәтлиниду (*211-сүрәт*). Иштикләш билән һәрикәтлинидиған зарядланған зәррә үчүн Ньютонниң иккинчи қануни орунлиниду:

$$m\vec{a} = \vec{F}_Л \, . \quad (8)$$

(8) тәңлимигә Лоренц күчини һесаплаш формулисини (7) қоюп, иштикләшни илдамлиқ квадратиниң радиусқа нисбитигә $a_{м.т.} = \frac{v^2}{R}$ алмаштурсақ:

$$\frac{mv^2}{R} = qBv\sin\alpha \, . \quad (9)$$

Қараштурулған жағдайда $\alpha = 90°$, $sin\alpha = 1$, бу шәрт бойичә тәңлимидин (9) траекторияниң әгир сизиқлиқ радиуси:

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (10)$$

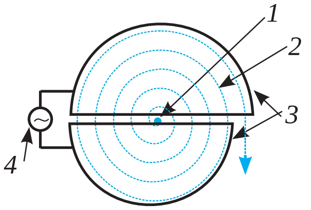
екәнлиги келип чиқиду.

Зәрриләрниң илдамлиғи қанчилик жуқури болса, униң $B = const$ бир хил магнит мәйданидики траекториясиниң әгир сизиқлиқ радиуси шунчилик жуқури.

Зарядланған зәрриләрниң иштиклимә һәрикити вә уларниң тоқунуши пәйтидә йеңи зәрриләрниң пәйда болуши бир қатар қурулмиларда, мәсилән, циклотронда (213-сүрәт), коллайдерда (214-сүрәт) қоллинишқа егә болди. Циклотронда чиқирилидиған асасий радиоизотоплар: *Cd*-109, *Ge*-68, *Tl*-201, *Co*-57, *Ga*-67.

3-тапшурма

Циклотронниң принциплиқ схемисиға қарап (212-сүрәт), ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

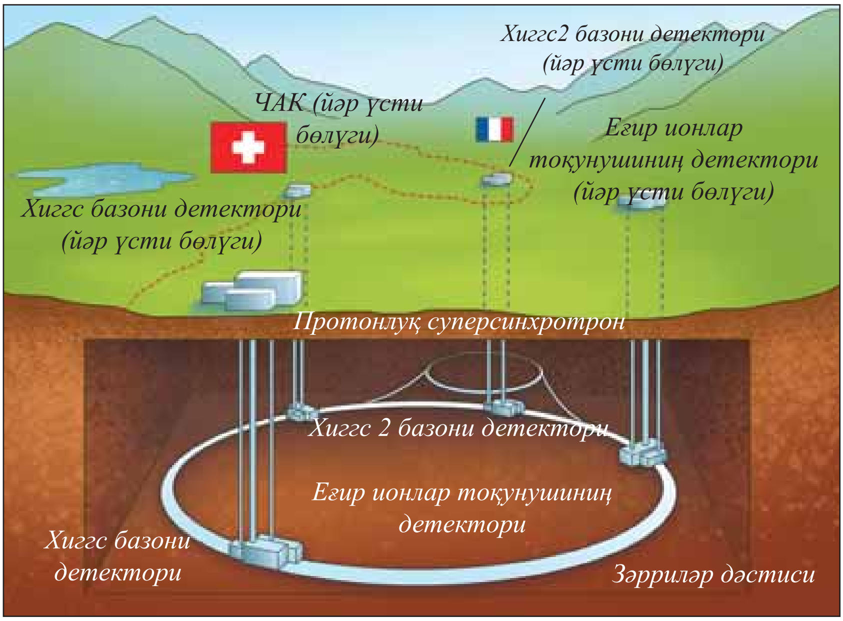


***212-сүрәт**. Циклотронниң принциплиқ схемиси: 1 – кириш орни (протонлар, ионлар); 2 – иштиклимә зәрриниң траекторияси; 3 – иштикләткүчи электродлар (дуантлар); 4 – өзгәрмә күчиниш генератори. Магнит мәйдани сүрәтниң тәкшилигигә перпендикуляр йөнәлгән.*

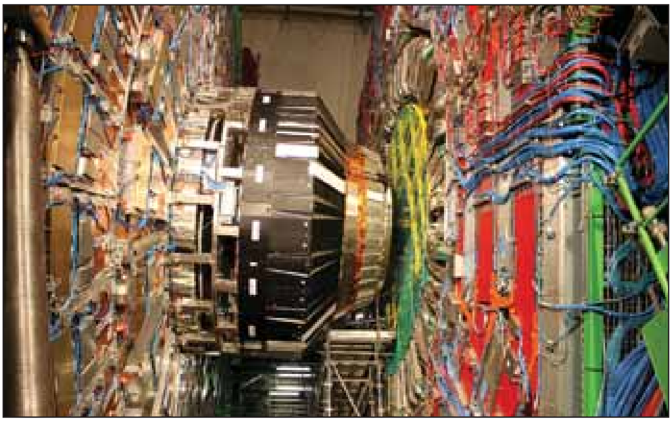
213-сүрәт. *Қазақстан Җумһурийити Энергетика министрлигиниң Ядролуқ физика институтидики У–150М изохронлуқ циклотрон.*

4-тапшурма

ЧАК қурулмисиниң принциплиқ схемисини қараңлар (214-сүрәт).
ЧАКниң асасий блоклири билән бөләклирини атаңлар.



214-сүрәт. *ЧАК (Чоң адронлуқ коллайдер) қурулмисиниң принциплиқ схемиси*



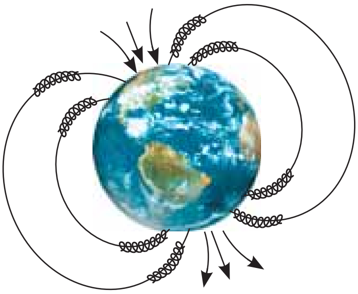
215-сүрәт. *Чоң адронлуқ коллайдер – ЧАК*

Бу қизиқ!

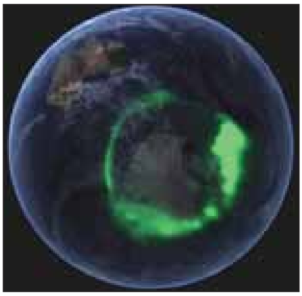
ЧАК – аләмдики әң чоң тәҗрибилик қурулма.
Униң түзүлүшигә вә тәтқиқатлириға 100дин ошуқ әлдин 10 миңдин ошуқ алим һәм инженерлар қатнашти (215-сүрәт).

VI. Лоренц күчи вә шималий қутуп шолиси

Йәр полюслириниң әтрапида шималий қутуп шолисиниң болуши Йәрниң магнит мәйданиниң тәсири арқилиқ чүшәндүрүлиду. Зарядланған зәрриләр космостин учуп чиқип, Йәр мәйданиниң индукция сизиқлириниң бойиға «орам» ясап орунлишиду (216-сүрәт). Зәрриләр Йәргә қутуплуқ аймақларда йеқинлап, тәврәнмә разряд һасил қилиду, бу шималий қутуп шолисиға елип келиду (217-сүрәт). Шималий қутуп шолиси пәқәт Йәр бетидила әмәс, шундақла башқа планетилардиму болиду. 218-сүрәттә Күн паалийәтчанлиғи пәйтидики Юпитерниң сүрити көрситилгән. Сүрәт Йәрни айлинип һәрикәтлинидиған рентгенлиқ Чандра обсерваториясидә елинған.



216-сүрәт. *Йәрниң магнит мәйданидики зарядланған зәрриләрниң һәрикити*



217-сүрәт. *Йәр бетидики шималий қутуп шолиси. Космостин чүширилгән сүрәт*

218-сүрәт. *Юпитердики шималий қутуп шолиси*

Җавави қандақ?

Сәлбий зарядланған зәрриләргә һәрикәт қилидиған Лоренц күчини ениқлиғанда, немишкә төрт бармиғимиз зәрриләрниң һәрикәт йөнилишигә қарши йөнәлгән?

5-тапшурма

217 вә 218-сүрәтләрни қараңлар. Уларниң охшашлиғи билән айримчилиқлирини көрситиңлар.

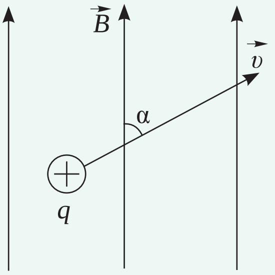
Күн системисиниң қандақ қандай планетилирида шималий қутуп шолиси болиду? Уларни қандақ җағдайда көрүшкә болиду?

Тәкшүрүш соаллири:

1. Ампер күчиниң йөнилишини, Ампер күчиниң мәнасини қандақ ениқлайду?
2. Қандақ күч Лоренц күчи дәп атилиду?
3. Лоренц күчиниң мәнаси қандақ миқдарларға бағлинишлиқ?
4. Ампер күчи билән Лоренц күчи арисидики бағлиниш қандақ?
5. Иҗабий зәрриләргә, сәлбий зәрриләргә тәсир қилидиған Лоренц күчлириниң йөнилишини қандақ ениқлайду?
6. Әгәр илдамлиқ магнит индукцияси векториға перпендикуляр болса, зәррә қандақ траектория бойи билән һәрикәтлиниду?

Көнүкмә 27

1. $I = 1{,}5\ A$ ток жүрүп өтидиған узунлуғи $l = 1\ м$ түз сизиқлиқ өткүзгүч индукцияси $B = 0{,}1$ Тл магнит мәйданида орунлашқан. Магнит мәйданиниң күч сизиқлири өткүзгүчниң оқиға параллель болса, өткүзгүчкә тәсир қилидиған күч қандақ?
2. $q = -2 \cdot 10^{-6}$ Кл чекитлик заряд индукцияси $B = 0{,}25$ Тл бир хил магнит мәйданиға $\upsilon = 8$ *м/сек* илдамлиқ билән учуп кириду. Заряд илдамлиғи вә магнитлиқ индукция арисидики булуң $\alpha = 30°$ (*219-сүрәт*). Зарядқа тәсир қилидиған күчниң модулини вә йөнилишини ениқлаңлар.



219-сүрәт.

3. Электрон индукцияси $B = 0{,}01$ Тл бир хил магнит мәйданида чәмбәр бойи арқилиқ $\upsilon = 106$ м/сек илдамлиқ билән һәрикәтлиниду. Электронға тәсир қилидиған күчни вә чәмбәрниң радиусини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

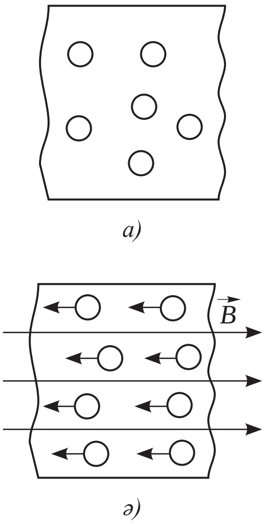
ppt–презентациясини пайдилинип, мундақ мавзуларға әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә төвәндики бир мавзуни таллап елиңлар):
1. «Магнитлиқ тузақ»;
2. «ТОКАМАК»

§ 29. Маддиларниң магнитлиқ хусусийәтлири

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *магнитлиқ материаллар (неодим магнити, датчиклар, сейсмографлар, металл издигүчиләр) қоллинилидиған заманивий саһаларни тәриплəп, уларниң қоллинилишини мулаһизә қилишни билисиләр.*



***220-сүрәт**. Лоренц күчиниң тәсиридин диамагнетикларда сиртқи мәйданға қарши тәсир қилидиған магнит мәйдани пәйда болиду.*

I. Маддиларниң магнитлиқ хусусийәтлири. Магнитлиқ өткүзгүчлүк

Барлиқ маддилар магнитлиқ хусусийәтлиригә қарап шәртлик түрдә аҗиз магнитлиқ вә күчлүк магнитлиқ маддилар болуп бөлүниду. Маддиларниң магнитлиқ хусусийәтлириниң асасий тәриплимиси – магнит өткүзгүчлүк болуп санилиду.

Магнит өткүзгүчлүк – маддидики магнит мәйданиниң индукцияси вакуумдики магнит мәйданиниң индукциясидин нәччә һәссә өзгичә екәнлигини көрситидиған физикилиқ миқдар.

$$\mu = \frac{\hat{A}}{\hat{A}_0},$$

бу йәрдики μ – магнит өткүзгүчлүк, B – маддидики магнит мәйданиниң индукцияси, B_0 – вакуумдики магнит мәйданиниң индукцияси.

Аҗиз магнитлиқ маддиларниң магнит өткүзгүчлүги 1-гә йеқин. *Магнит өткүзгүчлүги 1-дин артуқ маддиларни $\mu \geq 1$ парамагнетиклар, бирдин кичик маддиларни $\mu \leq 1$ диамагнетиклар дәп атайду.*

Қошумчидики 16-җәдвәлдә бәзи бир маддиларниң магнит өткүзгүчлүги берилгән.

Күчлүк магнитни маддиларниң магнит өткүзгүчлүги йүзлигән вә миңлиған бирликкә йетиду, мәсилән, төмүр үчүн $\mu \approx 5000$, никель вә төмүр қошулмилири болуп санилидиған пермаллой үчүн $\mu \approx 100000$. Төмүр, никель, кобальт, гадолиний охшаш химиялик элементлар күчлүк магнитлиқ маддиларға ятиду. Төмүр әң чоң магнит өткүзгүчлүккә егә, шуниң үчүн уларни *ферромагнетиклар* дәп атайду.

II. Маддиларниң магнитлиқ хусусийәтлириниң тәбиити

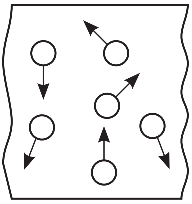
1) *Диамагнетизм тәбиити.* Сиртқи магнит мәйдани болмиған жағдайда диамагнетиклар магнитлиқ хусусийәтләргә егә болмайду. Өз орбитилири билән һәрикәтлинидиған электронлар һасил қилған токлар бир-бирини толуқтуридиған магнитлиқ моментлар пәйда қилиду (*220, а-сүрәт*). Әгәр диамагнетикни магнит мәйданиға орунлаштурсақ, электронларға Лоренц күчи тәсир қилиду. Электронларниң айлиниш йөнилиши өзгириду, маддида йөнилиш тәрипидин сиртқи мәйданға қариму-қарши магнит мәйдани пәйда болиду (*220, ә-сүрәт*). Суперпозиция принципи бойичә диамагнетик һасил қилған магнит мәйдани сиртқи мәйданни аҗизлаштуриду.

2) *Парамагнетизм тәбиити.* Парамагнетиклар атомлири өзлүк магнит моментлириға егә болиду. Атомларниң иссиқлиқ һәрикитиниң арқисида улар һәртүрлүк йөнилишләргә йөнәлгән вә бир-бирини толуқтуриду (*221, а-сүрәт*). Сиртқи магнит мәйданиниң тәсиридин электронларниң орбита бойи билән һәрикитидин пәйда болған мәйданларниң магнит моментлири сиртқи мәйданниң магнит индукцияси йөнилиши билән орунлишиду (*221, ә-сүрәт*). *Парамагнетиклар сиртқи мәйданни күчәйтиду.*

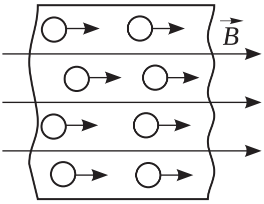
3) *Ферромагнетизм тәбиити.* Ферромагнетикларда магнит мәйдани электронларниң ядро әтрапида айлинишидинла әмәс, шундақла электронларниң өз оқидин айлинишидинму һасил болиду. Электронларниң өзлүк айлиниш моменти *спин* (инглиз. spin – айлиниш) дәп атилиду. Сиртқи магнит мәйдани болмиған һаләттә ферромагнетикларниң ичидә өзлүгидин магнитланған аймақтин – *доменлар* болиду. Бу аймақларда электрон спинлири бир йөнилишкә йөнәлгән (*222, а-сүрәт*). Сиртқи магнит мәйдани болған жағдайда доменларниң чегариси йоқайду, уларниң магнит мәйдани сиртқи магнит мәйданиниң магнит индукция векториниң бойи билән йөнилиду. Бу сиртқи магнит мәйданини хелә күчәйтиду (*222, ә-сүрәт*).

Температуриниң жуқури мәналирида ферромагнетиклар магнитлиқ хусусийәтлирини йоқитиду. Һәрбир мадда үчүн температура түрлүк мәнаға егә, бу температурини француз физиги П. Кюриниң һөрмитигә Кюри температуриси (чекити) дәп атайду.

Кюри температурисидин жуқури температуриларда ферромагнетиклар парамагнетикларға айнилиду, уларниң магнит өткүзгүчлүги биргә йеқин мәнағичә $\mu \geq 1$ төвәнләйду.

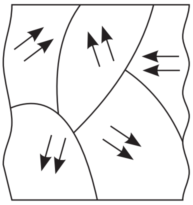


а)

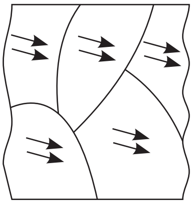


ә)

221-сүрәт. *Атомларниң өзлүк магнит моментлири сиртқи магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң бойиға җайлишип, уни күчәйтиду*



а)



ә)

222-сүрәт. *Ферромагнетикларниң сиртқи магнит мәйданини күчәйтиши электронларниң өз оқида айлинишидин болиду*

III. Юмшақ магнитлиқ вә қаттиқ магнитлиқ ферромагнетиклар

Барлиқ ферромагнетиклар юмшақ магнитлиқ вә қаттиқ магнитлиқ болуп икки топқа бөлүниду. Юмшақ магнитлиқ ферромагнетиклар магнитлиқ хусусийәтлирини оңай йоқитиду. Қаттиқ магнитлиқ ферромагнитлар магнитлиқ хусусийәтлирини узақ вақит сақлайду.

9-җәдвәл. *Бәзибир маддилар үчүн Кюри температуриси*

Мадда	Температура
Төмүр	767 °С
Никель	360 °С
Кобальт	1130 °С

IV. Ферромагнетикларниң қоллинилиши

Магнитлиқ юмшақ материаллар чапсан магнитлиниш хусусийәтлириниң арқисида магнит электрлиқ системида трансформаторниң, электродвигатель билән генераторниң, өлчәш әсваплириниң

өзәкчилирини тәйярлашта қоллинилиду. Қаттиқ магнитлиқ ферромагнетикларни турақлиқ магнитлар ясашта пайдилиниду. Турақлиқ магнитларниң магнит мәйдани вақит өтүши билән ажизлишиду, тоғра сақланмиған әһвалда магнитлар магнитлиқ хусусийитини йоқитиду. Турақлиқ магнитлиқ соленоид һасил қилған мәйданға орунлаштурулуп, униң максимал магнитлиқ хусусийитини қелипиға кәлтүрүш қийин әмәс. Турақлиқ магнитларниң магнитлиқ хусусийәтлирини сақлаш үчүн уларниң магнитлиқ сизиқлири туюқланған болуши һаҗәт. Тақа тәхлит магнитларниң полюслири магнитлиқ юмшақ төмүрдин ясалған пластина-якорь билән қошулиду. Шундақ қилип, узақ вақит бойи магнит ичидә молекулиларниң орунлишиши өзгиришсиз сақлиниду. Япилақ магнитларни сақлашта уларни һәрхил бәлгүлүк полюслири билән қатарлаштуруп җүпләштүриду, полюслирини юмшақ төмүрдин ясалған якорь билән туюқлайду.

Есиңларда сақлаңлар!

Ферромагнетиклар қаттиқ зәрбиләрдә магнитлиқ хусусийитини йоқитиду.

Җавави қандақ?

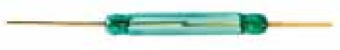
1. *Немишкә ферро--магнетиклар Кюри температурисида магнитлиқ хусусийитини йоқитиду?*
2. *Немә үчүн электромагнитлиқ кран билән қизған төмүрни тошушқа болиду?*

V. Неодим магнитлар вә уларниң қоллинилиши

Өлчәмлири кичик неодим магнитлар әң чоң тартилиш күчигә егә. Улар неодим қошулмисиға, һәртүрлүк нисбәттә төмүр билән бор қошулмисидин *Nd F B* ясалған вә коррозизияға қарши қәвәт билән қапланған (*223-сүрәт*). Мундақ күчни турақлиқ магнитларниң энергиялири аддий магнитларниң энергиялиридин 18 һәссә артуқ. Уни дәсләп 1982-жили *Sumitomo Special Metals* ширкити билән униң шерикдиши *General Motors* ширкити ясап чиқарди.

223-сүрәт. *Һәртүрлүк шәкилдики неодим магнитлар*

Неодим магнитларниң қоллинилиш даириси интайин кәң. Уларни йеник вә еғир санаәттә қоллиниду. Неодим магнитлардин қулуплар, сусымалы мәһсулатларни тәркивидә металл бар қошулмилардин тазилаш үчүн магнитлиқ сепараторлар, һәртүрлүк җәриянларни автоматландуруш үчүн (мәсилән, гидравликилиқ пресниң поршениниң һәрикити) қоллинилидиған датчикларни ясайду (*224, а-сүрәт*). Киридиған ишикләргә орнитилған датчиклар үнүмлүк күзәт системисини түзүшкә имканийәт бериду (*224, ә-сүрәт*). Неодим магнитларниң пәйда болуши билән турақлиқ магнити бар генераторлар вә двигательлар ясаш йолға қоюлди. Шундақла неодим магнитларни сувенирларни вә зәргарлиқ буюмларни ясашта пайдилиниду. Заманивий қисқучлар, түгмиләр, музлатқучиға беғишланған магнитлар пәйда

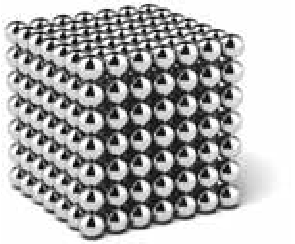


а)

ә)

224-сүрәт. *Неодим магниттин ясалған датчик*

болди. Қураштурғуч, кубик охшаш оюнчуқлар ясалди (*225-сүрәт*). Метал издүгүчиләр чоң иһтияжға егә болди. Уларниң сим тросқа беғишланған мәхсус қистирғучлири бар. Улар тәркивидә төмүри бар җисимларни су амбарлиридин, чоңқурлардин, қудуқлардин издәш үчүн, көтириш үчүн қоллиниду. Диаметри 80 мм, егизлиги 40 мм цилиндр 300 кг салмақни көтириду (*226-сүрәт*).



225-сүрәт*. Бармақ қабилийәтлигини тәрәққий әткүзүшкә беғишланған оюнчуқ-кубик*

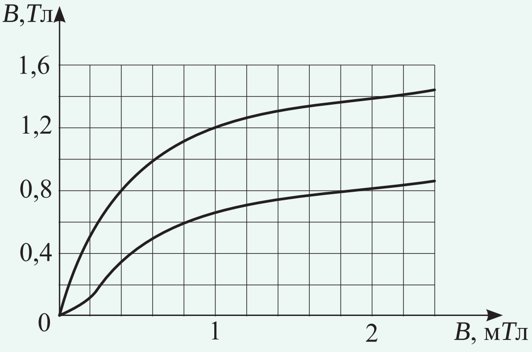
226-сүрәт*. Неодим магниттин ясалған металл издигүчи*

Тәкшүрүш соаллири:

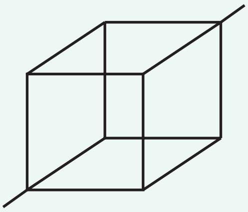
1. Муһитниң магнит өткүзгүчлүгиниң физикилиқ мәнаси қандақ?
2. Маддилар магнитлиқ хусусийәтлиригә қарап қандақ топларға бөлүниду?
3. Диамагнетизм, парамагнетизм вә ферромагнетизм тәбиити қандақ?
4. Юмшақ магнитлиқ вә қаттиқ магнитлиқ ферромагнитларниң айримчилиғи немидә?
5. Ферромагнетикларни қәйәрдә қоллиниду?

Көнүкмә 28

1. График бойичә (*227-сүрәт*) мәйданниң B_0 индукцияси 0,4 вә 1,2 мТл болған чағдики, полатниң магнит өткүзгүчлүгини ениқлаңлар.
2. Куб шәклидики каркас диагоналиниң учлириға турақлиқ күчиниш берилди, униң тамлири билән ток жүрүп өтиду (*228-сүрәт*). Куб мәркизидики мәйданниң магнит индукцияси немигә тәң?



227-сүрәт*.*



228-сүрәт*.*

Иҗадий тапшурма

«Магнитлиқ материаллар қоллинилидиған заманивий санаәт саһалири» мавзусиға *ppt*-презентация тәйярлаңлар.

§ 30. Сүнъий магнитлар. Соленоид

Кутүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

- *тәҗрибә йүзидә сүнъий магнит қураштуруп, магнитниң қоллинилиш даирисини, соленоидлиқ магнит мәйданиға тәсир қилидиған факторларни чүшәндүрүшни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Жиңнини қандақ магнитлашқа болиду?*
2. *Қошумчә қуралларни пайдиланмастин, икки жиңниниң қайсисиниң магнитлиқ хусусийәткә егә екәнлигини ениқлашқа болиду?*

Бу қизиқ!

«Магнессиядин кәлгән таш» – ата-бовилиримиз магнитни мошундақ атиған. Ривайәт бойичә 4000 жил бурун критлиқ Магнус дегән қойчи Магнессия дегән йәрдә қойлирини беқип жүргән. Туюқсиз у аяқ кийимидики миқлар билән һаса тайиғиниң төмүр учи ташқа тартилғанлиғини сезиду. Шундақ қилип, дәсләпки қетим магнетитниң кани тепилған. Бу минерални адәмләр компас ретидә қолланған. Әгәр магнитни жипқа илип қойса, униң магнит мәйдани Йәрниң мәйдани билән тәңләшкичә айлинип туриверидү.

I. Тәбиий вә сүнъий магнитлар

Қедимий заманларда тәбиий магнитларни магнит таш кесәклирини қириш арқилиқ алған. Күчлүк магнитлар чоң һәҗимләргә егә болған. Мундақ усул арқилиқ елинған әң чоң атақлиқ тәбиий магнит Эстониядики Тарту шәһиридә Университетидә сақланған. Массиси 13 кг магнит 40 килограмғичә жүкни көтириду.

Сүнъий магнитлар – адәмләр ойлап тапқан магнитлар. Сүнъий магнитниң икки түри мәлум: 1) *электромагнитлар* – ферромагнитлиқ өзәкчиси бар катушкилар; 2) *турақлиқ магнитлар* қаттиқ магнитлиқ ферромагнетиклардин ясалған яки һәртүрлүк материалларниң узақ вақитқа магнитлиқ хусусийитини сақлайдиған угундиларниң (порошок) қошулмилиридин тәркип тапиду.

II. Турақлиқ магнитларни ясаш усуллири

Инглиз физиги Вильям Гильберт Ирландиядә болғинида төмүр түврүкләрниң магнитлиқ хусусийитини тәтқиқ қилди. У кона түврүкләрниң барлиғи турақлиқ магнит хусусийитигә егә болғанлиғини байқиди, униң үстигә түврүкләрниң төвәнки бөлүги оң полярлиқ болған. Австралиядә болған сәяһәтчиләр төмүр түврүкләрниң оң полюси жуқури тәрипидә орунлашқанлиғини байқиған. Тәкшүрүшләр көрсәткәндәк, меридиан бойида орунлашқан төмүр стержень вақит өтүши билән магнитлиниду: җәнупқа қариған учи шималий қутуплуқ, қариму-қарши учи җәнубий қутуплуқ болиду. *Шундақ қилип, магнит мәйданиға киргүзүлгән тәркивидә ферромагнетик бар һәрқандақ җисим магнетикқа айлиниду.*

Әгәр мик яки полат стерженьни турақлиқ магнит мәйдани күч сизиқлириниң бойиға қойса яки турақлиқ магнит билән алақиға чүшәрсә, у чағда улар магнитлиқ хусусийәткә егә болиду. Мундақ усул арқилиқ елинған магнитлар аҗиз болиду. Интайин күчлүк магнитлиқ полат стерженьни магнит билән бир йөнилиштә сүркигәндә елишқа болиду. Сүркәш усули арқилиқ елинған сүнъий магнитлар Англияда XVIII әсирдин башлап елинған.

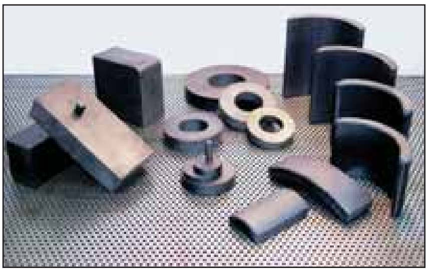
III. Сүнъий магнитларни ясашқа беғишланған материаллар

XIX әсирниң ахирлирида магнитларни вольфрам қошулған төмүрләрдин ясап чиқиришқа башлиди, бу сүнъий магнитларниң хусусийитини 3 һәссә яхшилатти. Кобальтни қошуш арқилиқ хусусийити йәнә 3

һәссә көпәйди. Заманивий ферритлиқ магнитларни барий яки стронций феррити билән төмүр кислотасиниң еритмисидин елинди (*229-сүрәт*). Аталған тәркиви – 30°*C* вә 270°*C* температура арилиғида магнитларниң хусусийәтлирини сақлашқа мүмкинчилик бәрди.

229-сүрәт. *Ферритлиқ магнитлар*

230-сүрәт. *«Альнико» еритмисидин ясалған магнитлар*



231-сүрәт. *Самариялик магнитлар*

232-сүрәт. *Неодим магнитлар*

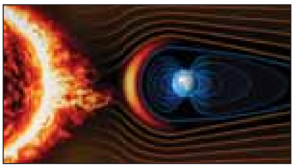
XX әсирниң бешида әң күчлүк магнитлиқ еритма «альнико» еритмиси болди, у алюминий, никель вә кобальттин тәркип тапти (*230-сүрәт*). Альникодин ясалған магнитларниң ярдими арқилиқ магнитниң өз салмиғидин 500 һәссигә артуқ салмақлиқ төмүр нәрсиләрни көтириш мүмкин болди. Магнит қуюп ясаш технологиясини порошок тәхлит альникони бириктүрүшкә алмаштуруш арқилиқ массиси өз массисидин 4450 һәссә артуқ нәрсиләрни көтиридиған магнитлар ясидуқ. Алюминий, никель, кобальт еритмиси асасидики турақлиқ магнитлар жуқури температура турақлиғи вә пухтилиғи билән алаһидиләнди, улар магнитлиқ хусусийитини +550 °*C* температуриғичә сақлайду.

Самария вә кобальт еритмисидин туридиған Самариялик магнитлар чирип кетишкә, кислоталинишқа вә +350°*C* температуриғичә төзүмлүк (*231-сүрәт*).

1982-жили япониялик алимлар неодим магнитларни ойлап тапти (*232-сүрәт*). Улар әң күчлүк магнитлар болуп тонулди. Бор, төмүр вә неодим еритмисидин ясалған

Жавави қандақ?

1. *Күн системисидики қандақ сәйярилəр магнит мәйданиға егә?*
2. *Юлтузларниң әтрапидики магнит мәйданиниң пәйда болуш сәвәви немидә?*
3. *Өмүр сүрүшниң қолайлиқ жағдайлирини сақлашта Йәрниң магнит мәйданиниң әһмийити қандақ (233-сүрәт)?*



233-сүрәт. *Йәрниң магнит мәйдани*

магнитларниң асасий тәриплимилири: магнит күчиниң **турақлиқлиғи**, улар 10 жилда 1–2 % кичә магнитсизлиниду; жуқури пухтиликқа егә; коррозияға чидамлиқ.

Есиңларда сақлаңлар!

Зәрбә вә температуриниң чапсан өзгириши турақлиқ магнитниң магнитсизлинишиға елип келиду. Кюри чекитигичә қиздурулған магнитлиқ хусусийәтләр толуқ йоқайду.

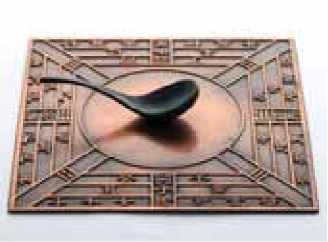
IV. Электромагнит

1820-жили Х.Эрстед ток өткүзгүчисиниң әтрапида магнит мәйдани болидиғанлиғини байқиди. 1825-жили британиялик физик вә электротехник Уильям Стерджен биринчи электромагнитни ойлап тапти. У тақиға егилгән төмүр стерженьни мис сим билән орап чиқти, андин кейин сим бойи билән ток мәнбәсини әвитип, төмүр магнитлиқ хусусийәткә егә болидиғанлиғиға көз йәткүзди. Токни өчәргәндә магнитлиқ хусусийәтләр ажизлашти, бирақ магнитлинишниң бәлгүси байқилип турди. Қисқа қошулуш болмас үчүн ориғанда сим участкилири бир-биригә тәгмәс керәк. Төмүр өзәкчигә қанчилик көп сим оралса, шунчилик магнитлиқ мәйдан күчлүгирәк болди. Стержень электромагнити төмүр тилими билән тоққуз фундқа йетидиған салмақни көтирәлиди.

1827-жили Д. Генри катушка орамлириниң қисқа қошулуш мәсилисини йәшти, у мис симни ипәк рәхткә орап, төмүр өзәкчини бирнәччә қәвәт билән чирмап чиқти. 1831-жили Д.Генри 1500 кг көтиридиған электромагнит қураштурди.

Бу қизиқ!

Б.з. 1 миң жили Хитайда пәйда болған дәсләпки компас йоруқниң тәрәп-тәрипи тәсвирләнгән мис варақ түридә болди (*234-сүрәт*). Магнитланған көрсәткүч Йәттә қарақчи юлтузлар топини билдүридиған чөмүч шәклидә болди. Чөмүчни айландуриду, чөмүч тохтиғанда тутқиси жәнупни көрсәткән.



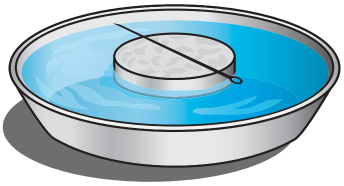
***234-сүрәт**. Кона Хитай компаси*

V. Соленоид

Бирнәччә орамлири – соленоидлири бар катушкилар кәң қоллинишқа егә болди. Уларниң узунлуғи диаметридин бирнәччә һәссә артуқ $l >> d$. *Соленоидлар орамлири* бир қәвәтни яки бирнәччә қәвәтлик ориғучидин туридиған мис симдин ясиди. Өзәкчилири магнитлиқ өтүмдүлүк коэффициенти жуқури мәнаға егә һәртүрлүк материалдин төмүр, чоюн, ферриттин тәркип тепиши мүмкин.

1-тапшурма

235-сүрәттә берилгән компасни ясашниң технологиялик җәриянини қураштуруңлар.



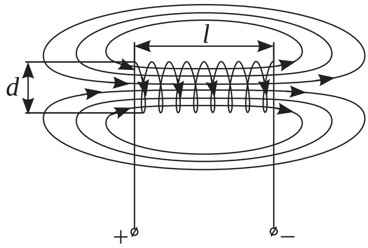
***235-сүрәт**. Қолдин компас ясаш*

Есиңларда сақлаңлар!

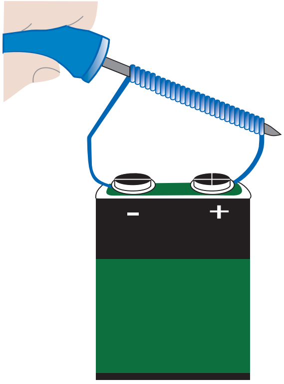
1 фунт = 0,454 кг

Ток өткәндә соленоид әтрапида сизиқлиқ магнитниң магнит мәйданидәк мәйдан пәйда болиду (236-сүрәт). Күч сизиқлири чиққан учи соленоидниң **шималий полюси** болиду, күч сизиқлири киргән училири **җәнубий полюс** болиду. Соленоид полярлиғи у йәрдики токниң йөнилишигә бағлинишлиқ. Соленоид ичидә күч сизиқлири бир-биригә параллель, бу магнитлиқ мәйдан бир хил болидиғанлиғини билдүриду.

Әгәр соленоид ичигә полат брусокни салсақ, бир нәччә вақиттин кейин магнитлиқ мәйдан тәсиридин брусок магнитлиниду. Бу усулни **турақлиқ магнит** ишләп чиқириш үчүн қоллиниду (*237-сүрәт*).



236-сүрәт. *Соленоид ичидики магнит мәйдани бир хил*



237-сүрәт. *Соленоидниң магнит мәйданиға киргүзүлгән миқ турақлиқ магнитқа айлиниду.*

VI. Бизниң өмримиздики магнитлар

Төңгә, брусок, тақа шәклидики ферритлиқ магнит санаәттә, күндиликтики өмүрдә, техника вә электроникида кәң қоллинилиду. Уларни акустикилиқ системиларда, генераторларда, турақлиқ ток двигательлирида пайдилиниду. Машина қураштурушта ферритлиқ магнитларни стартерға, әйнәк көтәргүчиләрдә, совутуш системилирида вә кондиционерларға орнитиду.

Самария вә кобальт еритмисидин ясалған күчлүк магнитлар агрессивлиқ муһитқа вә мурәккәп җағдайларни пайдилинишқа қолайлиқ. Самариялик магнитлар чиришқа қарши хусусийитиниң болуши нәтиҗисидә космос аппаратлирида, авиация вә компьютер техникисида қоллиниш тапти. Уларни электр двигательларда, генераторларда, көтириш системилирида қоллиниду.

Күчлүк неодимлиқ турақлиқ магнитлар санаәтниң һәрбир саһасида йеңи имканийәтләр ечишқа үлүш қошти. Уларни электротехникида, медицинилиқ җабдуқларда, униң ичидә магнитлиқ-резонанслиқ томографларда, фильтрлар вә тазилаш қурулмилирида қоллиниду.

Өз тәҗрибәңлар

Электромагнит қураштуруңлар (*237-сүрәт*).
Униң һәрикитини төмүр угундилири билән магнит тилчилириниң ярдими арқилиқ тәкшүрүңлар.

1. Оң қол қаидиси билән магнит тилчиниң ярдими арқилиқ магнит полюслирини ениқлаңлар. Орамдики ток йөнилишини алмаштуруңлар. Бу җағдайда катушка учидики полярлиққа қандақ тәсирини тәккузиду?
2. Электромагнит һәрикитигә келәси өзгиришләр қандақ тәсир қилидиғанлиғини ениқлаңлар:
   - орамдики ток күчи,
   - орамлар сани,
   - өзәкчә материалиниң өзгириши,
   - электромагнитниң төмүр угундилириғичә болған арилиқ.

Есиңларға чүшириңлар!

Әгәр оң қолумизни соленоидқа төрт бармиғимиз ток йөнилишини көрситидиғандәк қилип қойсақ, у чағда ажритилған баш бармиғимиз соленоидниң шималий полюсини көрситиду.

2-тапшурма

1. 236-сүрәттин соленоидлиқ магнит мәйданиниң полюслирини ениқлаңлар.
2. 237-сүрәтни қараштуруңлар, турақлиқ магнитларниң полюслири дурус тәсвирләнгәнлигини тәкшүрүңлар.

VII. Заманивий илимдики магнитлар

Магнитларни заманивий илимлардиму кәң қоллиниду. Магнитлиқ материаллар СВЧ-диапазонлирида ишләш үчүн, магнитлиқ язмилар вә уларни тиңшашта, магнитни әстә сақлаш қурулмилирини қураштуруш үчүн һаҗәт. Магнитстрикциялик түрләндүргүчиләр деңиз чоңқурлиғини ениқлашқа ярдәмлишиду. Интайин сәзгүр магнит элементлири бар магнитометрсиз интайин аҗиз магнит мәйданини өлчәш мүмкин әмәс. Магнитлиқ дефектоскопия – әмәлият вә нәзәрийәниң төмүр қуймиларниң қошулмилири вә каваклиғини тәкшүрүшкә мүмкинчилик беридиған алаһидә бөлүми.

Магнетохимия – физикилиқ химияниң магнитлар вә маддиларниң химиялик хусусийәтлириниң арисидики бағлинишни тәтқиқ қилидиған бөлүми; шундақла магнетохимия химиялик җәриянларға магнит мәйданиниң тәсирини тәкшүрәйду. Магнитлиқ вә химиялик хусусийәтләрниң арисидики бағлинишни тәтқиқ қилиш мадда түзүлүшиниң химиялик алаһидилигини ениқлашқа мүмкинчилик бериду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Қандақ магнитларни сүнъий дәп атайду?
2. Сүнъий магнитниң қандақ икки түри бар вә уларни қандақ ясайду?
3. Соленоид дегинимиз немә? Асасий тәриплимилири қандақ?
4. Магнитни қәйәрдә қоллиниду?

Көнүкмә 29

1. Вертикаль магнит өзигә кичиккинә төмүр шарларни магниттин кичиккинә шарға тәсир қилидиған тартилиш күчини тәңләштүридиғандәк арилиқта тартиду, шуниң үчүн у һавада тирәксиз илиниду. Мундақ тәңлишиш турақлиқ боламду яки турақсизму? Әгәр биз кичиккинә шарни сәл чүшәрсәк яки жуқури көтирип, тәңпуңлуқ һалитидин чәтнәтсәк, шарниң һәрикити қандақ болиду?
2. Тәкши әйнәк бетидики төмүр кубик сол әйнәктә ятқан магнитқа тартилиду. Кубик әйнәк бети билән серилиду. У қандақ һәрикәтлиниду (бир хил, бир қелиплиқ иштиклимә яки көпәйгүч иштиклимә)?

Иҗадий тапшурма

Берилгән мавзуларниң бир бойичә *ppt*–презентациясидә әхбарат тәйярлаңлар:

1. Угундилиқ (порошоклуқ) металлургия – турақлиқ магнитларни ясашниң заманивий технологияси.
2. Компас түрлири, уларниң түзүлүши вә тәсир қилиш принципи.
3. Магнитлиқ материалларни қоллинидиған заманавий санәт саһалири.

13-бапниң йәкуни

Токи бар өткүзгүч мәйданиниң магнит индукцияси	Өз ара тәсирлишиш күчлири	Маддиниң магнит өткүзгүчлиги
Түз сизиқлиқ өткүзгүч үчүн: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	Ампер күчи: $F_A = BI \cdot l \sin\alpha$	$\mu = \frac{\hat{A}}{\hat{A}_0}$
Дүгләк ток үчүн: $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$	Лоренц күчи: $F_Л = \frac{F_A}{N}$	Магнит тураклиғи: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2}$
Соленоид үчүн: $B = \mu_0 n I$	$F_Л = q_0 B \upsilon_{әр} \sin\alpha$	
Мәйданниң суперпозиция принципи: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \ldots + \vec{B}_n$		

Қанунлар, қаидиләр

Бурға қаидиси

Әгәр бурғиниң илгирлимә һәрикитини өткүзгүчтики ток йөнилиши билән бириктүрсәк, у чағда тутқучниң айланма һәрикити магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини көрситиду.

Оң қол қаидиси

Әгәр оң қолумизни катушкиға төрт бармиғимиз орамлиридики ток йөнилишини көрситидиғандәк қилип қойсақ, у чағда 90°-қа егилгән баш бармиғимиз магнит мәйданиниң йөнилишини көрситиду.

Ампер қануни

Бир хил магнит мәйданиға орунлаштурулған токи бар өткүзгүчкә магнитлиқ мәйдан индукциясигә вә ток күчигә пропорционал күч тәсир қилиду.

Сол қол қаидиси

Әгәр сол қолумизни индукция вектори алиқинимизға петип, төрт бармиғимиз ток йөнилишини көрситидиғандәк қилип қойсақ, у чағда 90°-қа егилгән баш бармиғимиз Ампер күчиниң йөнилишини көрситиду.

Глоссарий

Диамагнетиклар – магнитлиқ өткүзгүчлүк μ ≤ 1 бирлигидин аз болидиған мадда.

Магнит мәйдани – силҗима электр зарядиға, ток өткүзгүчлиригә, магнитлиқ моментқа егә җисимларға заряд илдамлиғи векториға, ток күчи йөнилишигә бағлинишлиқ күч билән һәрикәтлиниши арқилиқ алаһидилинидиған материяниң түри.

Магнитлиқ өткүзгүчлүк – маддидики магнит мәйданиниң индукцияси вакуумдики магнит мәйдани индукциясидин нәччә һәссә өзгичә екәнлигини көрситидиған физикалиқ миқдар.

Парамагнетиклар – магнитлиқ өткүзгүчлиги μ ≥ 1 бирлигидин ошуқ болидиған мадда.

Магнит мәйданиниң күч сизиқлири – һәр бир чекиттә магнитлиқ индукция векториниң йөнилишини көрситидиған сизиқлар.

Ампер күчи – магнит мәйданиниң ток өткүзгүчисигә тәсир қилидиған күчи.

Лоренц күчи – магнит мәйдани тәрипидин ичидики һәрикәтлимә зарядланған зәрригә тәсир қилидиған күч.

Ферромагнетиклар – чоң магнитлиқ өткүзгүчлиги бар маддилар.

14-БАП

ЭЛЕКТРОМАГНИТЛИҠ ИНДУКЦИЯ

Электромагнитлиқ индукция һадисисини 1831-жили Майкл Фарадей ачти. У электр токи вә магнит мәйданиниң арисидики үзлүксиз бағлинишни орнатти. XIX әсирдә электромагнитлиқ индукция қанунининң ечилишидин кейин электротехника вә радиотехника чапсан тәрәққий етишкә башлиди. Электромагнитлиқ индукция һадисиси асасида электр энергиясиниң индукциялик генераторлири вә трансформаторлири кәшип қилинди, электр энергиясини жирақ арилиқларға йәткүзүш мүмкин болди.

Бапни оқуп-үгиниш арқилиқ силәр:

- магнит еқимини өзгәрткәндики электр һәрикәтләндүргүчи күчниң пәйда болушини чүшәндүрүшни;
- Ленц қаидисини чүшәндүрүшни;
- электромагнитлиқ үскүниләрниң (электромагнитлиқ реле, генератор, трансформатор) ишләш принципини чүшәндүрүшни;
- магнитлиқ-резонанслиқ томографияниң әмәлий мәнасини чүшәндүрүшни билисиләр.

§ 31. Электромагнитлиқ индукция қануни

Күтүлидиған нәтиҗә

Параграфни өзләштүргәндә:

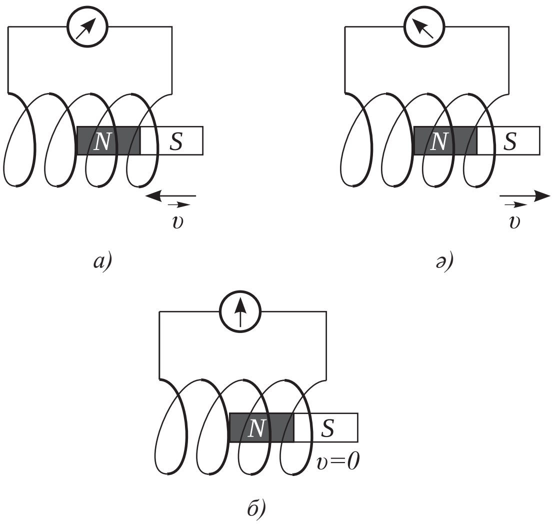
- *магнит еқимини өзгәрткәндики электр һәрикәтләндүргүчи күчниң пәйда болушини вә Ленц қаидисини чүшәндүрүшни билисиләр*

Өз тәҗрибәңлар

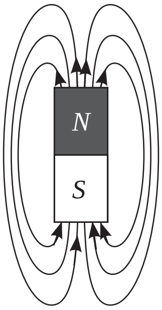
238-сүрәттә көрситилгәндәк катушка вә турақлиқ магнит арқилиқ тәҗрибә жүргүзүңлар, шундақла электромагнитниму пайдилиниңлар. Тәҗрибидә елинған нәтиҗиләрниң йәкүнини дәрисликтики хуласә билән селиштуриңлар.

I. Электромагнитиқ индукция һадисиси

Заманивий қуралларни қоллинип, туюқ өткүзгүчтә қандақ әһвалда индукциялик ток пәйда болидиғанлиғини чүшәндүрүш қийин әмәс. Гальванометрға туюқланған катушкидики магнитни қойсақ, гальванометр көрсәткүчиниң һәрикәтләнгәнлигини байқашқа болиду, бу индукциялик токниң пәйда болғанлиғини билдүриду (*238, а-сүрәт*). Магнитни алған чағда көрчәткүч қариму-қарши йөнилишкә силжийду, өткүзгүчтики ток өзиниң йөнилишини өзгәртиду (*238, ә-сүрәт*). Әгәр магнит катушкиға нисбәтән һәрикәтләнмисә, гальванометр көрсәткүчи нөлни көрситидә, катушкида ток болмайду (*238, б-сүрәт*).



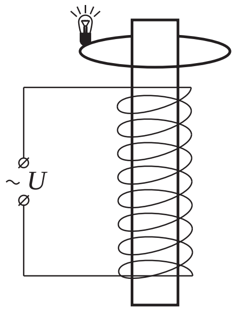
***238-сүрәт**. Индукциялик токниң күчи вә йөнилиши магнитниң һәрикәт илдамлиғиға вә йөнилишигә бағлинишлиқ*



***239-сүрәт**. Япилақ магнитниң магнит мәйдани бир хил әмәс*

Катушкиға нисбәтән магнитниң орун авуштуруши уни тешип өтидиған күч сизиқлири саниниң өзгиришигә елип келиду, магнитниң йеқин аймақта күч сизиқлири зич болиду (*239-сүрәт*). *Буниңға мувапиқ, әгәр өткүзгүч өзгәрмә магнит мәйданида турған болса, у чағда индукциялик ток пәйда болиду.*

Туюқланған өткүзгүч контурини тешип өтидиған магнит еқиминиң өзгириши пәйтидә индукциялик токниң пәйда болуш һадисиси электромагнитлиқ индукция һадисиси дәп атилиду.



240-сүрәт. *Өзгәрмә магнит мәйданида турған туюқ контурдики индукциялик токниң пәйда болуши*

Өзгәрмә токи бар катушкиға қувити аз лампа билән туюқланған өткүзгүч контурни катушка вә контурниң оқлири бир түз сизиқниң бойида ятидиғандәк қилип йеқинлитимиз (*240-сүрәт*). Лампа йенишқа башлайду, шундақла катушка билән контурни бир-биригә нисбәтән қозғашниң һаҗити йоқ.

Тұйық өткізгіш контурындағы электромагниттік индукция құбылысы мынадай шарттар болғанда байқалады:

1) егер айнымалы магнит өрісіндегі контур, оны тесіп өтетін магнит өрісінің күш сызықтарының саны өзгеретіндей етіп қозғалса;

2) егер контур айнымалы магнит өрісінде тыныштықта тұрса.

Есиңларда сақлаңлар!

Өзгәрмә магнит мәйданини һәртүрлүк усул арқилиқ елишқа болиду: турақлиқ магнитниң орнини авуштуруш арқилиқ; электромагнитни өзгәрмә ток мәнбәсигә улап, электромагнити бар турақлиқ ток тизмисини ажритиш вә қошуш арқилиқ.

II. Магнит еқими.
Магнит еқимини өзгәртиш усуллири

Магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң қоюқлуғи униң күчлүк тәриплимисини, йәни магнит индукциясини ениқлайду. Контурни тешип өтидиған магнит мәйдани сизиқлириниң сани магнит еқимини тәрипләйду.

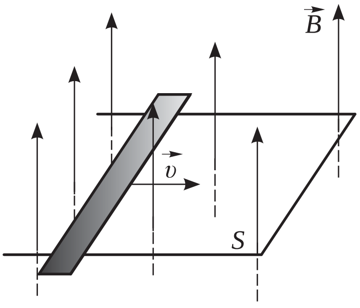
Магнит еқими – магнит мәйданида турған туюқ контурни тешип өтидиған магнит индукцияси сизиқлириниң сани.

Контурни тешип өтидиған магнит еқимини үч усул арқилиқ өзгәртишкә болиду:

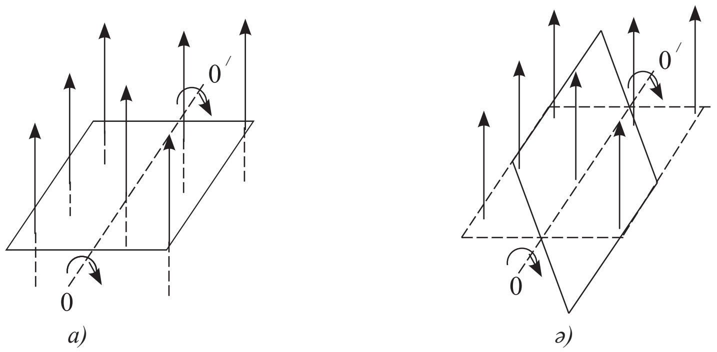
1) жуқурида ейтилғандәк, мәйданниң магнит индукциясини азайтиш вә көпәйтиш арқилиқ;

2) контурниң мәйданини өзгәртиш арқилиқ, мәйсилән, рамкиниң һәрикәтлинидиған тәрипиниң өзгириши яки сиртқи күчләрниң тәсиридин рамка шәклиниң өзгириши (*241-сүрәт*) арқилиқ;

3) магнит мәйданидики контурниң уни тешип өтидиған сизиқлар сани өзгиридиғандәк айнилиши (*242 а, ә-сүрәт*) арқилиқ.



241-сүрәт. *Мәйданини өзгәртип, туюқ контур арқилиқ магнит еқимини өзгәртиш*

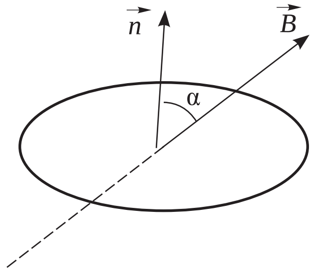


***242-сүрәт**. Рамкиниң айнилишиниң нәтиҗисидики туюқ контур арқилиқ магнит еқимини өзгәртиш*

Магнит еқимини өзгәртиш усуллириға бағлинишлиқ, уни һесаплаш формулисини язимиз:

$$\Phi = BS \cos \alpha, \quad (1)$$

бу йәрди Φ – контурни тешип өтидиған магнит еқими, B – мәйданниң магнит индукцияси, S – рамкиниң мәйдани, α – рамкиниң мәйданиға чүширилгән нормаль вә магнит индукцияси арисидики булуң (*243-сүрәт*).



***243-сүрәт**. Рамка тәкшилигигә чүширилгән нормаль магнит мәйдани вектори билән α булуң ясайду*

Вильгельм Эдуард Вебер (1804–1891) – немис физиги. Веберниң асасий әмгәклири электромагнетизмға, акустикиға, иссиқлиқ һадисилиригә, молекулилиқ физикиға асасланған.

Магнит еқими – контурни тешип өтидиған магнит мәйдани индукциясиниң контур мәйданиға вә рамка мәйданиниң нормали вә магнит индукцияси векториниң арисидики булуңиниң косинусиниң көпәйтиндисигә тәң физикилиқ миқдар.
1) – формулиға мувапиқ:

$$\Phi = B_n S, \quad (2)$$

бу йәрдә $B_n = B \cos \alpha$ (3) – контур тәкшилигигә перпендикуляр $\vec{B}$ векториниң түзгүчиси.

Магнит еқиминиң ХБС өлчәм бирлиги 1 *вебер*, у электр вә магнит мәйданлири һәққидә көп әмгәк қилған немис физиги Вильгельм Веберниң һөрмитигә аталған.

$$[\Phi] = 1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл}\cdot\text{м}^2.$$

III. Электромагнитлиқ индукция қануни

Туюқланған өткүзгүч контурда индукциялик токниң пәйда болуши электр мәйданиниң мәлум бир ток мәнбәсисиз пәйда болғанлиғини испатлайду. Бу мәйдан өзгәрмә магнит мәйданидин пәйда болиду, *униң күч сизиғиниң беши яки ахири болмайду. Мундақ*

мәйдан қуюнлуқ мәйдан дәп атилиду. Контурни тешип өтидиған магнит еқими қанчилик илдам өзгәрсә, униң ЭҺК шунчилик көп болиду:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \qquad (4)$$

электромагнитлиқ индукция қанунининң мәнаси мошунинда.

Өзгәрмә магнит мәйданидин пәйда болған қуюнлуқ мәйдан индукциясиниң ЭҺК контур билән чәкләнгән бәттин өтидиған магнит еқиминиң бирлик вақитқа болған нисбитигә тәң.

Әгәр контур бирнәччә орамдин тәшкил тапса, у чағда ЭҺК N қетим өсиду

$$\varepsilon_i = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \qquad (5)$$

бу йәрдә N – орам сани.

Қаидидики минус бәлгүси қуюнлуқ мәйданниң тәсиригә учриған индукциялик токниң йөнилишини ениқлайду.

IV. Магнит мәйданиниң энергияси

Катушка магнит мәйданиниң энергиясини топлашқа қабилийәтлик. Тәркивидә катушка бар электр тизимиси қошулғанда, турақлиқ ток мәнбәси катушкида пәйда болған индукциялик электр мәйданиға қарши ши атқуриши керәк, бу чағда катушкиниң магнит мәйданиниң энергияси көпийиду.

Катушка билән һәрикәттики жисимниң инерциялик хусусийәтлири охшашлиқлириға асаслинип, магнит мәйданиниң энергиясини һесаплаш формулисини язайли.

Катушка инерциялиги индуктивтилик L вә һәрикәттики жисимниң инерциялик хусусийәмум масса m арқилиқ тәриплиниду. Һәрикәттики жисимниң илдамлиғиға охшаш физикилиқ миқдар катушкидики ток күчи I. Һәрикәттики жисимниң кинетикилиқ энергияси $W_к$ вә катушкиниң магнит мәйдани $W_{м.м}$ энергияси арисидики охшашлик асасида мундақ йезишқа болиду: $W_{м.м.} = \frac{LI^2}{2}$.

V. Ленц қаидиси

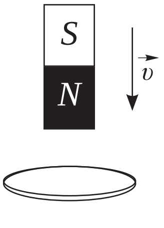
Гальванометрға туюқланған катушка вә турақлиқ магнитниң өз ара тәсирлишиши қараштурулуватқан әһвалларда Ленц қаидисигә мувапиқ тәсир қилиду.

Җавави қандақ?

1. $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ *электромагнитлиқ индукция қанунидики «–» бәлгүси немишкә қоюлған?*
2. *Немә сәвәптин компас корпуси латундин ясалса, униң тилчисиниң тәвринишни чапсан, әгәр пластмассидин ясалса, аста тохтайду?*
3. *Немишкә ғулап барған өткүзгүч дүгләк полосалиқ магнитқа йеқинлиғанда өз һәрикитини асталитиду? Әгәр тәңгә туюқ болмиса, немишкә асталаш байқалмайду?*

Тапшурма

Алгоритмни қоллинип, 244-сүрәттә көрситилгән туюқ өткүзгүч контурдики индукциялик токниң йөнилишини ениқлаңлар. Турақлиқ магнит контурға йеқинлаватиду.



244-сүрәт.

Контурдики индукциялик ток һәрқачан өзиниң магнит мәйдани билән өзи һасил қилған магнит еқиминиң өзгиришигә қаршилиқ ясайдиғандәк болуп йөнилиду.

Индукциялиқ токниң йөнилишини ениқлаш үчүн Ленц қаидисини пайдиланғанда, мундақ алгоритмни қоллиниш керәк:

1. Туюқ өткүзгүч контурниң сиртқи мәйдани магнит индукциясиниң $\vec{A}$ йөнилишини ениқлаш керәк.
2. Контурни тешип өтидиған магнит индукциясиниң еқими көпийиватамду яки азийиватамду шуни ениқлаш керәк.
3. Ленц қаидисигә мувапиқ индукциялик ток һасил қилған мәйданниң $\vec{B}_i$ магнит индукция сизиқлириниң йөнилишини ениқлаш керәк:
   – әгәр еқим артса ($\Delta\Phi > 0$), у чағда индукциялик мәйданниң сизиқлири сиртқи мәйданниң магнит индукцияси сизиқлириға қариму-қарши йөнилиду ($\vec{B}_i \uparrow\downarrow \vec{B}$);
   – әгәр еқим азайса ($\Delta\Phi < 0$), у чағда индукциялик токниң вә магнит индукциясиниң сизиқлири бир йөнилиштә болуши керәк ($\vec{B}_i \uparrow\uparrow \vec{B}$).
4. $\vec{B}_i$ векториниң йөнилиши бойичә бурға қаидисини пайдилинип, I_i индукциялик токниң йөнилишини ениқлаңлар.

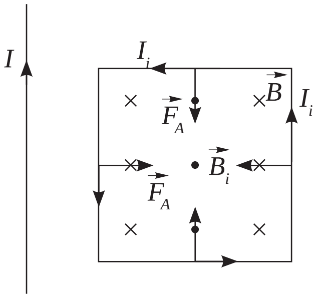
Магнит индукцияси векториниң вә индукциялик токниң йөнилишини ениқлиғандин кейин, Ленц қаидиси энергияниң сақлиниш қануниға бекинидиғанлиғини байқаш қийин әмәс.

Есиңларға чүшириңлар!

Әгәр бурғиниң илгирлимә һәрикити билән өткүзгүчтики ток йөнилишини бириктүрсәк, у чағда тутқиниң айланма һәрикити магнит мәйданидики күч сизиқлириниң йөнилишини көрситидиған болиду. Әгәр өткүзгүч контурни оң алиқинимизға төрт бармиғимиз у йәрдики токниң йөнилишини көрситидиғандәк қилип алсақ, у чағда баш бармақ контур ичидики магнит мәйданиниң күч сизиқлириниң йөнилишини көрситидиған болиду.

ҺЕСАП ЧИҚИРИШ ҮЛГИЛИРИ

Туюқ тик булуңлуқ контур токи бар түз өткүзгүчниң тәкшилигидә ятиду. Өткүзгүчтики ток күчи артиду. Контурдики индукциялик токниң йөнилишини вә контурға тәсир қилидиған Ампер күчини ениқлаңлар.



Йешилиши

Һесапни йешиш үчүн индукциялик токниң йөнилишини ениқлаш алгоритмини Ленц қаидиси бойичә қоллинимиз.

1. *Сиртқи мәйдандики магнит индукциясиниң $\vec{A}$ йөнилишини орнитимиз.*

   Токи бар өткүзгүч сиртқи мәйданни һасил қилиду.

   Контур ичидики магнит мәйданиниң сизиқлири рамкиниң тәкшилигигә перпендикуляр вә бизгә қариму-қарши йөнилишкә қарап йөнәлгән (сүрәткә қараңлар).
2. *Рамкини тешип өтидиған магнит индукцияси еқиминиң кемийдиғанлиғини яки көпийдиғанлиғини ениқлаймиз.*

Һесапниң берилиши бойичә ток күчи артиду, у еқимниң көпийишигә елип келиду $\Delta\Phi > 0$.

3. *Ленц қаидисигә мувапиқ индукциялик ток һасил қилған $\vec{B}_i$ магнит индукцияси мәйданниң сизиқлириниң йөнилишини ениқлаймиз.*

   $\Delta\Phi > 0$, буниңға мувапиқ, $\vec{B}_i$ сиртқи мәйданниң магнит индукцияси векториға қариму-қарши йөнилиду $\vec{B}_i \uparrow\downarrow \vec{B}$. $\vec{B}_i$ векторини салимиз, рамка тәкшилигигә перпендикуляр жуқури йөнәлгән сүрәттики йөнәлдүргүчи чекит ретидә.

4. *$\vec{B}_i$ векториниң йөнилиши бойичә бурға қаидисини пайдилинип, I_i индукциялик токниң йөнилишини ениқлаймиз.*

   Индукциялик ток саат тилиға қариму-қарши йөнәлгән.

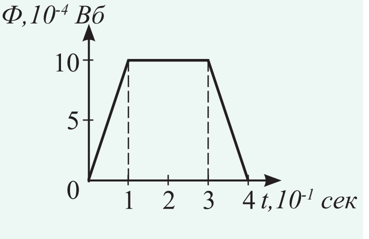
   Рамкиниң тәрәплиригә тәсир қилидиған Ампер күчиниң йөнилишини сол қол қаидиси билән ениқлаймиз. Ампер күчи көпийип келиватқан магнит еқимини азайтишқа интилип, рамкини қисиду.

Тәкшүрүш соаллири

1. Электромагнитлиқ индукция һадисисиниң мәнаси немидә?
2. Қандақ шәрт пәйтидә туюқ өткүзгүч контурда индукциялик ток пәйда болиду?
3. Магнит еқими немини тәрипләйду?
4. Қандақ мәйданни қуюнлуқ дәп атайду?
5. Электромагнитлиқ индукция қануниниң мәнаси немидә?
6. Ленц қаидиси бойичә немини орнитиду?

Көнүкмә 30

1. Симдин ясалған төңгә индукцияси $B = 0{,}5$ Тл бир хил магнит мәйданида тәкшилиги шу мәйданниң күч сизиқлириға $\alpha = 30°$ булуң ясап орунлашқан. Шундақла төңгидин өтидиған магнит еқими $\Phi = 24$ Вб. Төңгиниң радиусини ениқлаңлар.
2. Орам сани $N = 400$ соленоидттики, индукцияниң ЭҺК $\varepsilon_i = 100$ В болған чағдики магнит еқими илдамлиғиниң өзгиришини ениқлаңлар.
3. Катушкини тешип өтидиған магнит еқими вақитниң өтүшигә бағлинишлиқ 245-сүрәттикидәк өзгириду. Катушкидики индукцияниң ЭҺК-ниң өзгириш графигини селиңлар. Әгәр катушкида 400 орам болса, индукция ЭҺК-ниң максимал мәнаси қанчә болиду.



245-сүрәт.

Иҗадий тапшурма

1. Электромагнитлиқ һадисә әмәлиятта қолланма алғинини ениқлаңлар, ppt-презентациясидә әхбарат тәйярлаңлар.

§ 32. Электромагнитлиқ қураллар

Күтүлидиған нәтиҗә

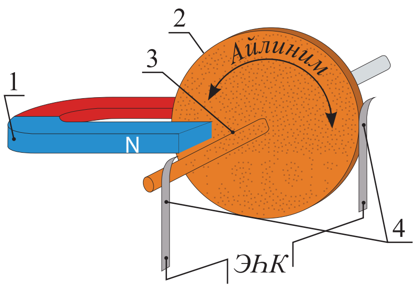
Параграфни өзләштүргәндә:

- *электромагнитлиқ қуралларниң (генератор, трансформатор, электромагнитлиқ реле) ишләш принципини чүшәндүрүшни билисиләр.*
- *электромагнитлиқ индукцияниң пәйда болуши индукциялик токниң генератори, трансформаторлар вә электромагнитлиқ реле охшаш үскүнիләргә асасланған.*

I. Биринчи электромагнитлиқ генератор

Дәсләпки бирнәччә полярлик электромагнитлиқ генераторни 1831 жили Лондон Корольлуқ институтиниң профессори М.Фарадей ясиған (*246-сүрәт*). Генератор тақа тәхлит электромагниттин вә магнитлиқ полюсларниң арисида айлинидиған мис дисктин тәркип тапиду. Оқ билән диск айланғанда уларниң арисида ЭһК пәйда болиду. Фарадей генераториниң модели 247-сүрәттә тәсвирләнгән.

246-сүрәт. *1831-ж. Фарадей генератори*



247-сүрәт. *Фарадейниң электромагнитлиқ генераториниң модели: 1. Магнит; 2. Айланма мис диск; 3. Диск оқи; 4. Щеткилар*

1-тапшурма

Сөзләрниң мәналирини чүшәндүрүңлар:

- бирнәччә полярлиқ;
- электромагнитлиқ генератор

Җавави қандақ?

Немә сәвәптин Фарадей генератори оқ билән дискниң арисида индукциялиниду?

Магнит мәйданида зарядланған зәрриләргә қандақ күч тәсир қилиду?

II. Индукциялик токниң генератори

Заманивий энергетикида турақлиқ вә өзгәрмә токниң индукциялик генератори қоллинилиду (*248, 249-сүрәт*).

248-сүрәт. *4ГПЭМ 55 Турақлиқ ток генератори*

Җавави қандақ?

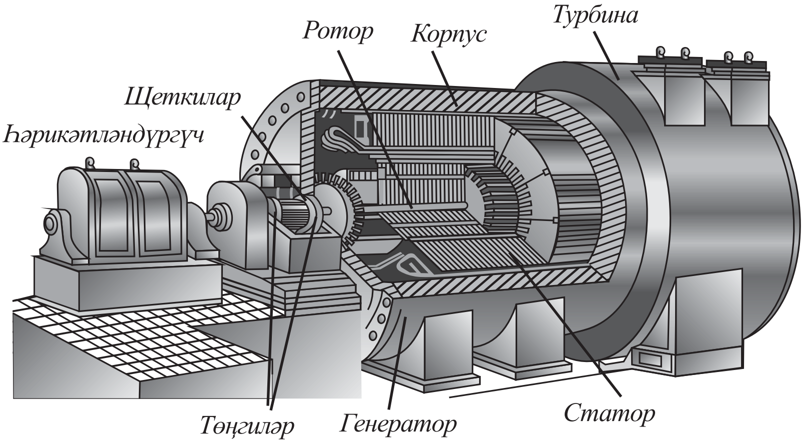
1. *Санаәтлик торда электромагнитлиқ ток қандақ пәйда болиду?*
2. *Һәртүрлүк қувәтлик үскүниләр немишкә бир торға қошулиду?*
3. *Электр тизмилирини автоматлиқ түрдә башқуруш қандақ жүргүзүлиду?*
4. *Электромагнитлиқ индукция һадисиси дегинимиз немә?*
5. *Немишкә электромагнит болуп һесаплинидиған статордики қувити төвән генераторда магнит мәйдани пәйда болиду, ротор ораминиң учлириға потенциаллар айримиси берилиду?*

249-сүрәт. *Электр станциясиниң машина зали. Һо генератори.*

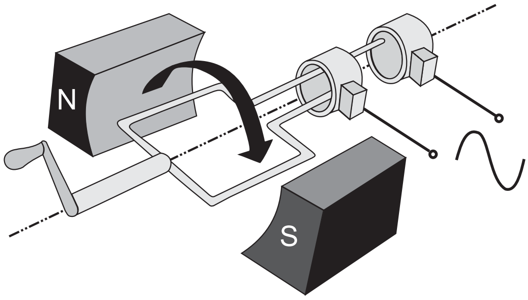
Генератор ротор вә статордин тәркип тапиду. Санаәтлик генераторларда электромагнит болуп һесаплинидиған ротор магнит мәйданини пәйда қилиду, статорниң орамида ЭҺК пәйда болиду (*250-сүрәт*). Роторни күчиниш билән җабдуқлаш үчүн бағлиниш төңгилири вә щеткилири пайдилинилиду..

Җавави қандақ?

1. *Немә сәвәптин турақлиқ ток генераторлирида йерим дүгләк, өзгәрмә ток генераторлирида дүгләк коллинилиду?*
2. *Ротор вә статор арисидики орамлар немишкә бир-биригә уланған рамкилар болуп санилиду?*
3. *Санаәттә ток чапсанлиғини өзгәртмәй, ротор илдамлиғини қандақ өзгәртишкә болиду?*
4. *Қандақ қанун индукциялик ток генератори күчиниң асаси болуп һесаплиниду.*



250-сүрәт. *Санаәтлик генераторларниң өзгәрмә токиниң тизмилиқ диаграммиси*



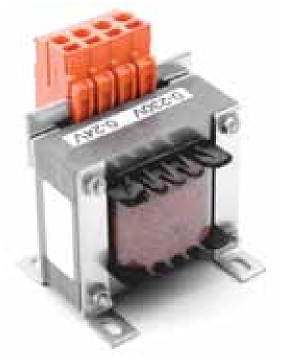
251-сүрәт. *Өзгәрмә ток генераториниң модели*

2-тапшурма

251-сүрәттә тәсвирләнгән генераторниң моделини караштуруңлар. Генераторниң асасий қисимлирини атаңлар. Униң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

III. Трансформатор

Трансформатор – өткүзгүчтики өзгәрмә токни түрләндүридиған үскүнә (*252-сүрәт*). У қувәтни йоқатмай күчинишни ашуруш яки кемитиш үчүн пайдилинилиду. Электр станциялиридики күч трансформаторлири күчиниши 1150 Кв-кичә болған жуқури электр энергиясини жирақ ариликқа тошуш үчүн қоллинилиду. Истимал қилиш жайлирида күчиниш азийиду (*253-сүрәт*).

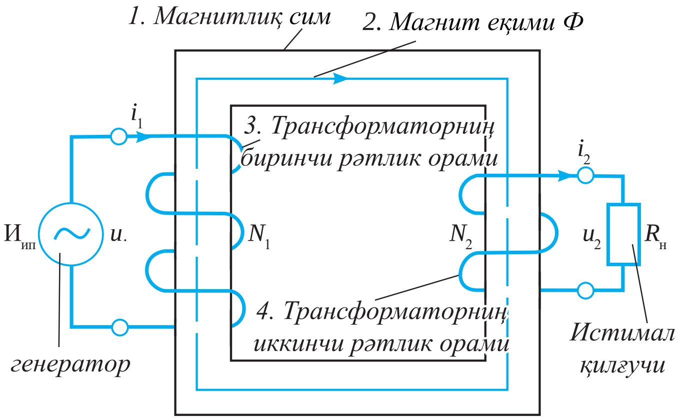


252-сүрәт. *Трансформатор*

Трансформатор магнитлиқ сим (2) вә икки орамдин тәркип тапиду: биринчи рәтлик (3) вә иккинчи рәтлик (4) (*254-сүрәт*). Биринчи орамға генератордин (1) электр энергияси берилиду, иккинчи рәтлик орамға истимал қилғучилар (5) қошулиду. Магнитлиқ өткүзгүчни электротехникилиқ полаттин ясайду. Магнитлиқ куюн трансформаторниң орамлириға кирип, иккинчи рәтлик орамда ЭҺК индукциясини һасил қилиду. Орамдики магнитлиқ куюнниң өзгириш фазиси жүриду, $\Phi = BS\cos\omega t$, шуниң үчүн биринчи рәтлик вә иккинчи рәтлик орамлардики ЭҺК индукциясиниң нисбити орамлардики бурулуш саниниң нисбитигә тәң:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad (1)$$

253-сүрәт. *Подстанциядики күч трансформатори.*



254-сүрәт. *Трансформатор түзүлүшиниң принципиал схемиси*

Әгәр биринчи рәтлик орамниң бурулушлириниң сани иккинчисидин көп болса, $N_1 > N_2$, чағда ундақ трансформатор *төвәнләткүч* дәп атилиду. Трансформациյәләш коэффициенти $k = \frac{N_1}{N_2} > 1$. Әгәр $N_1 < N_2$ болса, трансформатор *күчәйткүч* дәп атилиду. Транформациյәләш коэффициенти $k > 1$. Транформациյәләшниң коэффициентини орамдики ЭҺК индукциясиниң нисбити охшаш (1) формулиниң асасида ениқлашқа

3-тапшурма

1. Орамдики ток күчиниң қувити тәң $P_1 = P_2$ дәп һесаплап, мону тәңликниң тоғра екәнлигини испатлаңлар:

$$k = \frac{I_2}{I_1}.$$

2. Джоуль – Ленц қанунини пайдилинип,

$$Q = I^2Rt$$

күчиниш жуқури электр йоллирида электр энергиясиниң чиқими күчиниши төвән электр йоллириға нисбәтән аз болидиғанлиғини испатлаңлар.

болиду. Әгәр трансформаторларниң орамлиридики йоқитишни инавәткә алмисақ, трансформацияләш коэффициенти трансформаторниң кириши вә чиқишидики күчинишләрниң нисбитигә тәң:

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2}. \quad (2)$$

Трансформаторларниң пайдилиқ тәсир коэффициенти 98%-ға йетиду. Орамдики токниң қувити өзгәрмәйду дәп ойлисақ, трансформацияләшниң коэффициенти мундақ нисбәткә тәң:

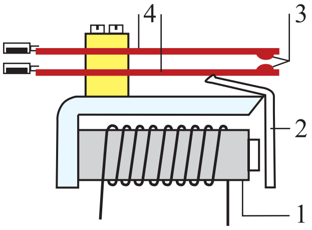
$$k = \frac{I_2}{I_1}$$

I_2 – иккинчи рәтлик орамдики ток күчи,
I_1 – биринчи рәтлик орамдики ток күчи.

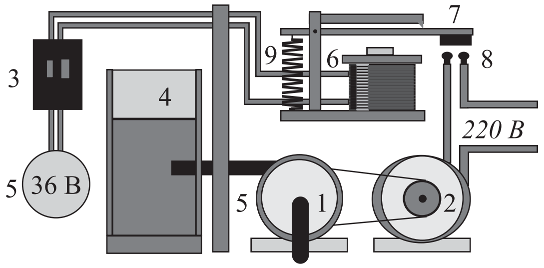
255-сүрәт. *Электромагнитлиқ реле*

IV. Электромагнитлиқ реле

Электромагнитлиқ реле – жуқури қувәтлик тизмини башқуруш үчүн қоллинилидиған үскүнә (*255-сүрәт*). Реле электромагнит вә якорьдин тәркип тапиду (*256-сүрәт*). Токниң электромагнитлиқ орамға (1) берилиши пәйтидә у якорьни (2) тартиду, күчлүк тизминиң контактлири (3) туюқлиниду. 257-сүрәттә бассейнни су билән тәминләш (қелипиға кәлтүрүш) тизмилик диаграммиси көрситилгән



256-сүрәт. *Электромагнитлиқ тизминиң схемиси*



257-сүрәт. *Бассейнни су билән тәминләш. 1 – насос, 2 – электродвигатель, 3 – ажратқуч, 4 – бассейн, 5 – ток мәнбәси, 6 – электромагнит, 7 – полат пластина, 8– бағлинишлар, 9 – пружина.*

Санаәт саһасида вә электр энергиясини бөлүш саһасида электромагнитлиқ реле кәң түрдә қоллинилған. Жуқури вольтлиқ линияләрниң релелик һимайә қилиниши қошумчә станцияләрниң апәтсиз иш тәртивини тәминләйду. Һазирқи вақитта релениң электромагнитлиқ түри башқурулидиған системиларда, конвейерлик системиларда, жуқури қувәтлик электродвигательлирини ишқа қошуш үчүн конденсаторлиқ курулмилирида кәң түрдә қоллинилиду.

Башқуруш релеси һәртүрлүк турмушлуқ техника түрлиридә, мәсилән: тоңлатқучлар, кир жуйидиған машиниларда қоллиниду.

Бу қизиқ!

Һазирқи замандики йерим өткүзгүчи элементлардин түзүлгән элеваторниң биридә дайим конвейерлик системиларни башқуруш системиси иштин чиқип қалатти. Униң сәвәви – конвейерлик тасма билән данниң һәрикити пәйтидә пәйда болған статикилиқ ток. Башқуруш пульти башқа бөлмигә авуштурулип, униңға реле қошулған чағда мәсилә йешилди.

Тәкшүрүш соаллири

1. Электромагнитлиқ индукция һадисисиниң мәнаси немидә?
2. Индукциялик ток генераториниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
3. Өзгәрмә токниң индукциялик генераторидин турақлиқ ток генераториниң айримчилиғи немидә?
4. Трансформатор немә үчүн һаҗәт?
5. Трансформаторниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
6. Электромагнитлиқ реле немидин тәркип тапиду? Униң ишләш принципи қандақ?

Көнүкмә 31

1. Әгәр биринчи рәтлик орамни турақлиқ ток мәнбәсигә қошса, немә болиду?
2. Әгәр трансформаторниң 3500 қәвити бар иккинчи рәтлик орамидики күчиниш 105 В болса, 1000 қәвити бар биринчи рәтлик орамидики күчинишни ениқлаңлар.
3. Трансформаторниң 840 қәвити бар биринчи рәтлик орамида күчинишни 220 В-тин 660 В-қа ашуриду. Трансформациялəш коэффициенти қандақ? Иккинчи рәтлик орамда нәччә қәвәт бар екәнлигини ениқлаңлар.
4. Трансформатор истимал қилидиған қувәт 90 В. Иккинчи рәтлик орамниң күчиниши 12 В, трансформаторниң ПИК 75 % болса, иккинчи рәтлик орамдики ток күчини ениқлаңлар.

Иҗадий тапшурма

1. Әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар):
   - Ток генераторлириниң пәйда болуш тарихи.
   - Трансформатор түрлири вә уларниң қоллинилиши.
2. Электромагнитлиқ релени жуқури қувәтлик тизма арқилиқ башқуруш схемисини ойлаштуруп, сүритини селип көрситиңлар.

§ 33. Магнитлиқ-резонанслиқ томография

Күтүлидиған нәтижә

Параграфни өзләштүргәндә:
- *магнитлиқ-резонанслиқ томографияниң әһмийитини чүшәндүрүшни билисиләр.*

Җавави қандақ?

1. *Немә үчүн флюорография вә рентгенға нисбәтән МРТ-ни қисқа вақит ичидә бирнәччә қетим өткүзүшкә болиду?*
2. *Немишкә МРТ тәкшүрүшиниң дәллиги башқа усулларға нисбәтән жуқури болиду?*

Есиңларда сақлаңлар!

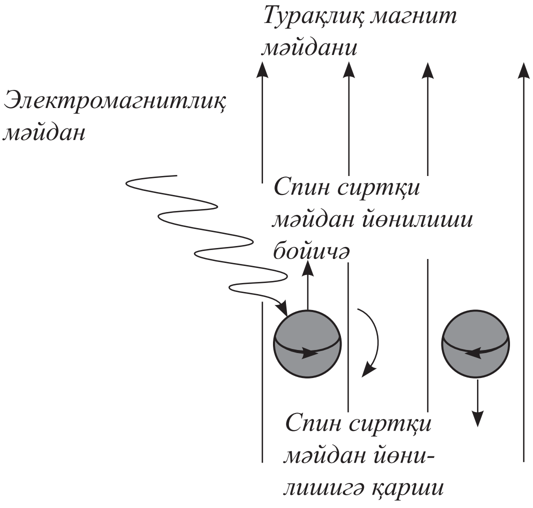
ЯМР спектроскопияси XX әсирниң 40-жиллириниң оттурисида молекулиларниң хусусийәтлирини тәкшүрәйдиған усул ретидә пәйда болди. У 1950-жилларниң оттурисида органикилиқ қошулушларни тәкшүрүшниң асасий усули болуп тонулди. Кейинирәк у органикилиқ әмәс қошулмиларни тәтқиқат қилиш үчүн паал пайдилинишқа башлиди.

Тапшурма

ЯМР үскүнисиниң сизмисини қарап, униң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.

I. Ядролуқ магнитлиқ резонанс (ЯМР)

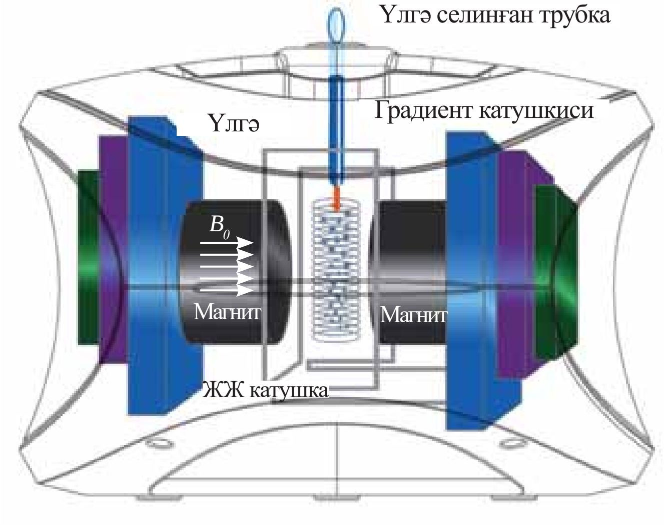
Протонлар билән нейтронлардин тәркип тапидиған ядроларниң өз магнитлиқ моменти бар, сәвәви барлиқ аддий зәрриләр квантлиқ теорияға мувапиқ спинға–магнитлиқ моментқа егә. Әгәр сиртқи магнит мәйдани йоқ болса, у чағда ядроларниң магнитлиқ моменти ихтиярий түрдә йөнәлгән. Турақлиқ магнит мәйданидики бир протондин тәркип тапидиған водород ядроси өзиниң бошлуқтики йөнилишини пәқәт икки йөнилиштә өзгәртиду (258-сүрәт).



***258-сүрәт**. Сиртқи турақлиқ магнит мәйданидики протон спининиң айнилиши.*

Бу икки ядро һалити энергия мәнаси бойичә алаһидилиниду, бу әһвалда протон туюқсиз бир түрдин иккинчисигә авушуши мүмкин. Көчүш энергетикилиқ квантни чиқириш яки сиңдүрүш арқилиқ жүриду. Әгәр протонниң магнитлиқ моменти сиртқи мәйданиға қариму-қарши тәрәпкә йөнәлгән болса, у чағда униң энергиясиму чоң болиду. Әгәр электромагнитлиқ мәйданниң қошумчә квантлиқ энергияси икки һаләттә протон энергияси арисидики айримчилиққа тәң болса, у чағда жуқури энергиялик һаләткә өтүшкә болиду. Қошумчә квантлиқ энергияни тарқитидиған мәйдан градиент чапсанлиғи дәп атилиду, квантларниң чапсанлиғи *резонанслиқ чапсанлиқ* дәп атилиду. Протон йөнилишидики өзгиришләр шолилинидиған электромагнитлиқ мәйданниң квантлирини резонанслиқ сиңириш билән биргә жүриду. Бу

һадисә *ЯМР* дәп атилиду. 259-сүрәттә ЯМР үскинисини ишқа ашуруш схемиси берилгән.



***259-сүрәт**. ЯМР үскүниси*

ЯМР физикида, химияда вә қаттиқ җисимлар билән мурәккәп молекулиларниң тәркивини тәкшүрүш үчүн биохимияда кәң қоллинилиду. Медицинида ЯМР ярдими арқилиқ адәмниң ички әзалириниң тәсвирини алиду.

II. Магнитлиқ-резонанслиқ томографияниң тарихидин

Бруклин медицинилиқ мәркизиниң дохтури вә экспериментатори Рэймонд Дамадианниң ейтиши бойичә, ядролиқ магнитлиқ резонансниң көрүнүшидә хәтәрлик ишиқ тоқумалиридики водород сақ тоқумидин алаһидилиниду, сәвәви ишиқларда су көп. Су көп болса, водород атомлириму көп. Магнитлиқ-резонанслиқ томография үскүнисини өчәргәндин кейин, хәтәрлик ишиқ тоқумалиридики радио долқунлириниң қалдуқлуқ тәвринишлири сақ тоқумиға нисбәтән узағирақ жүриду. У дохтур-аспирантлар Майкл Голдсмит вә Ларри Минков билән биргә дәсләпки МРТ үскүнисини қураштурған. 1977-жили бәш саат ичидә дәсләпки қетим адәм тенини сканерләш әмәлгә ашурулди, 1978-жили дәсләпки қетим сүт бәзлиригә хәтәрлик ишиғи бар бемарниң сканери ясалди. МРТ аппарати чапсан йеңиланди. 1980-жили алим Эдельштейн вә униң кәсипдашлири адәм тениниң тәсвирини көрсәткән, улар сүрәткә чүширишкә тәхминән 5 минут сәрип қилған. 1986-жили көрситиш узақлиғи, тәсвирләш сапаси өзгәртилмәстин, 5 секундқа қисқартилди. 1988-жили Думоулин

Есиңларда сақлаңлар!

Водородниң ЯМР арқилиқ байқаш вақтидики шәрти – үлгиниң электромагнитлиқ долқунлар арқилиқ шолилиниш чапсанлиғи:

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h},$$

E_1 – ядрониң аз энергиялик һалити,

E_2 – дронниң көп энергиялик һалити.

Җавави қандақ?

Немишкә һәртүрлүк ядро ларниң ЯМР-спектрлири бир-биридин алаһидилиниду?

МРТ-ангиография усулини яхшилитип, контраст агентлирини пайдиланмастин, қан айлиниминиң тәсвирини алди. 1989-жили планарлиқ томография усули тәвсийә қилинди, у мейиниң һәрикәт вә ойлаш функциясигә җавап беридиған қисимлирини тәсвирләш үчүн қоллинилған.

III. МРТ ишләш принципи, МРТ диагноз усули ретидики артуқчилиқлири

Магнитлиқ-резонанслиқ томография – ядролиқ магнитлиқ резонанс принципи қоллинилидиған адәм тениниң тоқумилири билән әзалирини тәсвирләйдиған медицинилиқ диагностикилиқ усул. МРТ адәм организминиң һәрқандақ бөлүгиниң непиз кесилгән тоқума тәсвирини һәрқандақ булуң вә йөнилиш бойичә көрситип берәләйду. МРТ электромагнитлиқ мәйдан арқилиқ адәм органлири вә тоқумалириниң тәсвирини елишқа имканийәт бериду. Протонлар организм тоқумилириниң магнитлиқ хусусийәтлириниң асасий элементи болуп һесаплиниду. МРТ адәм организмида турақлиқ магнитланған һаләтни қелиплаштуриду. Адәм тени турақлиқ магнит мәйданида болған чағда, тәнни радиодолқунлар түрткә бериду, бу протонларниң турақлиқ йөнилишини өзгәртиду. Радиодолқунларниң йәткүзүлүшини тохтатқандин кейин, МРТ организмдики электромагнитлиқ шолилинишни ениқлайду. Елинған сигнал компьютерда әхбаратни қайта ишләш арқилиқ җисимниң ички тәсвирини ясаш үчүн қоллинилиду. 260 вә 261-сүрәтләрдә МРТ компьютерида елинған тәсвирләр көрситилгән.

МРТ тәсвири фотографиялик әмәс, бу – адәм организми чиқиридиған радиосигналларниң компьютерләндүрүлгән тәсвири. МРТ имканийәтлири бойичә компьютерлиқ томографиядин ешип чүшиду, сәвәви компьютерлиқ томографиядикидәк ионлиғучи шола қоллинилмайду. Униң ишләш принципи зиянсиз электромагнитлиқ долқунларни пайдилинишқа асасланған.

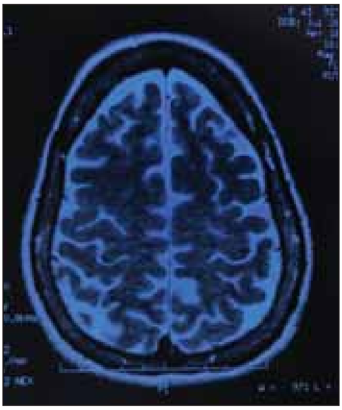
Һазирқи вақитта МРТ медицининиң айрим саһасиға айланди. Униңсиз диагнозни қоюш қийин болди.

Есиңларда сақлаңлар!

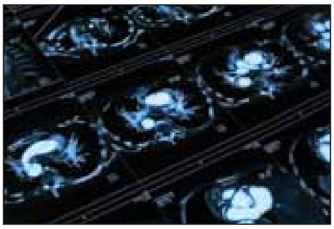
Магнитлиқ-резонанслиқ томография – ядролуқ магнитлиқ резонансни пайдилинип, адәмниң ички әзалири вә тоқумилирини тәкшүрүш усули. Бу усул жуқури күчиништики турақлиқ магнит мәйданиниң қозған градиентлиқ электромагнитлиқ мәйданға атомлуқ ядроларниң электромагнитлиқ тәкшүрүшниң җававиға асасланған.

1-тапшурма

Дәрисликтики мәтин вә интернет торидики мәлуматларни пайдилинип, ЯМР билән тәкшүрүш вә МРТ үскүнисиниң пәйда болуш хронологиясини қураштуруңлар.



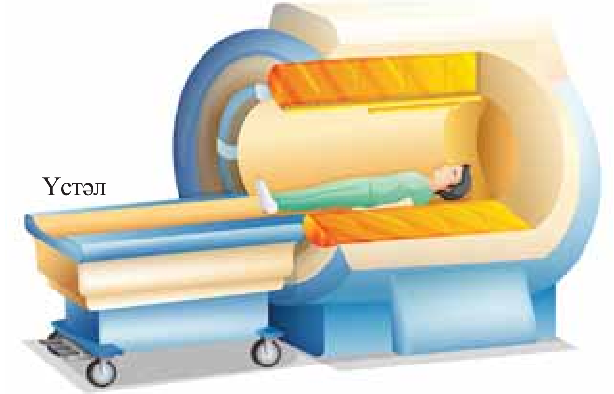
260-сүрәт. *МРТ компьютери экранидики мейиниң сүрити*



261-сүрәт. *МРТ технологиясини пайдилинип, жүрәкниң ишини тәкшүрүш.*

МРТ – тәкшүрүшниң ховупсиз усули. У еғир ағриқлар вә патологияларни дәсләпки мәзгиллиридә ениқлайду. Ундақ ағриқларға өскүнләрниң пәйда болуши, томур ағриқлири, жүрәкниң, мейиниң функциялирини, организмниң ички түзүлүшиниң, омуртқиларниң өзгиришини, остеохондроз, сунуқлар, жараһәтләр, инфекциялик в.б. җәриянлар ятиду. Шундақла томография орган вә тоқулмиларниң түзүлүшини ениқлашқа мүмкинчилик бериду, мейә, ашқазан суюқлуғиниң, қанниң илдамлиғини өлчәйду, тоқумилардики диффузия дәриҗисини баһалайду. Функционаллиқ МРТ 90-жилларниң бешидин башлап мейә җәриянлирини визуализацияләш саһасида муһим роль атқуриду.

> **Есиңларда сақлаңлар!**
>
> Клиникилиқ практикида қувитигә бағлинишлиқ аппаратлар үчүн мундақ градатацияләр қоллинилиду:
> **Төвән мәйданлиқ:**
> 0,1 Тл-дин 0,5 Тл-ғичә;
> **оттура мәйданлиқ:**
> 0,5 Тл-дин 0,9 Тл-ғичә;
> **жуқури мәйданлиқ:**
> 1 Тл вә униңдин жуқури;
> **интайин жуқури мәйданлиқ:**
> 3,0 Тл вә 7,0 Тл.



***262-сүрәт**. Томограф үскүниси*

IV. Магнит мәйданиниң қувити вә сүрәтниң сапасиға тәсир қилидиған факторлар

Дәсләпки томографистларниң магнит мәйданиниң индукцияси 0,005 Тл болди, бирақ у йәрдики сүрәтләрниң сапаси төвән болиди. Һазирқи вақиттики томографистларниң магнит мәйданиниң мәнбәси интайин күчлүк. Мошундақ мәнбәләр ретидә электромагнитлар пайдилинилиду. Улар пәйда қилидиған мәйданниң магнит индукцияси 0,7 Тл-дин 3 Тл-ғичә йетиду. Турақлиқ магнит мәйданлириниң магнит индукцияси 0,7 Тл-ғичә йетиду. МРТ жабдуқлирида магнит индукцияси 1 Тл-дин төвән болса, кичик ямпаш вә ички әзаларниң томографиясини ясаш мүмкин әмәс, сәвәви уларниң қувити интайин төвән. Күчиниши 1 Тл-дин аз мәйданни МРТ аппаратлирида адәттики сападики сүрәтләрни елип, пәқәт баш, омуртқа вә өгиләрни тәкшүрүш ишлирини

> **Бу қизиқ!**
>
> Жаниварларға МРТ ясаш адәмләргә нисбәтән интайин қиммәт. Бу жаниварларға беғишланған умумий анестезияға бағлинишлиқ (263-сүрәт). Адәмни тәкшүрүш 15 минут вақит алса, жаниварларда 40–60 минут болиду. МР томограммиларни тәкшүрәйдиған жаниварлар томографлири вә дохтурлири интайин аз.

***263-сүрәт**. Ширни томографиядин өткүзүш*

жүргүзүшкә болиду. Бирақ турақлиқ магнитлар МРТ-ниң туннельлиқ түрини ясашқа имканийәт берипла қоймай, шундақла очуқ түрини ясашқа мүмкинчилик бериду. Очуқ томография һәрикәттики вә өрә турған бемарни тәкшүрүшкә вә тәкшүрүш пәйтидә дохтурларниң бемар билән мунасивәттә болушиға мүмкинчилик бериду. Бемарни вертикаль һаләттә вә олтарған қелипида тәкшүрүшкә мүмкинчилик беридиған йеңи үскүниләр пәйда болди.

МРТ сапаси пәқәт мәйданниң күчинишигила бағлинишлиқ әмәс, шундақла градиент катушкисини таллап елишқа, контрастни пайдилинишқа, тәкшүрүш параметрлириға, елинған сүрәтни баһалайдиған вә патологияниң бар-йоқлиғини ениқлайдиған мутәхәссисниң тәҗрибисигә бағлинишлиқ. Көк томур арқилиқ контрастлиқ препаратни (гадолиний) киргүзүш МРТ тәкшүрүшлиридә көп қоллинилиду. Һазирқа вақитта МРТ үскүнилиридә 0,1 Тл-дин 3,0 Тл-ғичә болған магнит қувити пайдилинилиду.

Давалаш вә чапсан сақийиш үчүн диагнозни вақтида вә дәл қоюш интайин муһим. Магнитлиқ-резонанслиқ томография мошу тәләпкә мувапиқ болғанлиқтин, медицинида интайин һаҗәт вә үнүмлүк.

Тәкшүрүш соаллири:

1. ЯМР һадисисиниң мәнаси немидә?
2. Томографниң ишләш принципини чүшәндүрүңлар.
3. МРТ сапасиға магнит мәйдани индукциясидин башқа қандақ параметрлар тәсир қилиду?

Иҗадий тапшурма

Төвәндики мавзуларға әхбарат тәйярлаңлар (өз хаһишиңлар бойичә бир мавзуни таллап елиңлар).

1) Функционаллиқ МРТ;
2) Томографларниң заманивий модельлири;
3) ЯМР ечилиш тарихи;
4) Диагностика усули ретидә МРТ-ниң пайдиси вә ховупи.

14-бапниң йәкүни

Магнит еқим	Электромагнитлиқ индукция қануни	Катушкиниң магнит мәйдани	Трансформацияләш коэффициенти
$\Phi = BS\cos\alpha$ α – $\vec{A}$ вә $\vec{n}$ векторлири арисидики булуң	Контурниң ЭҺК: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\varepsilon_i = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	Энергия: $W_{м.м.} = \frac{LI^2}{2}$	$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2}$ $k = \frac{I_2}{I_1}$

Қанунлар билән қаидиләр

Электромагнитлиқ индукция қануни

Өзгәрмә магнит мәйданидин пәйда болған қуюнни мәйдан индукциясиниң ЭҺК контур билән чәкләнгән бәттин өтидиған магнит еқиминиң бирлик вақитқа болған нисбитигә тәң.

Максвелл гипотезиси – өзгәрмә магнит мәйдани бошлуқта өзгәрмә магнит мәйданини пәйда қилиду, униң күчиниш сизиқлири магнит мәйданиниң магнит индукция сизиқлирини өз ичигә алиду.

Ленц қаидиси – индукциялик токниң магнит мәйдани магнит қуюниниң өзгиришигә қарши тәсир қилидиған, мошу токни пәйда қилидиған йөнилиши болиду.

Глоссарий

Индуктивлик – катушкиниң индуктивлик хусусийитини тәрипләйдиған физикилиқ миқдар.

Магнит еқими – магнит мәйданиға киргән туюқ контурни тешип өтидиған магнит индукциясиниң сизиқлар сани.

Магнит еқими – контурниң контур даирисигә киридиған магнит мәйданиниң индукциясиниң вә магнитлиқ индукция вектори билән рамкидин нормаль аймаққичә болған булуңниң косинусиға тәң физикилиқ миқдар.

Магнитлиқ-резонанслиқ томография – ядролуқ магнитлиқ резонансниң физикилиқ һадисисини пайдилинип, адәмниң ички органлирини тәтқиқат қилиш усули. Бу усул атомлуқ ядроларниң электромагнитлиқ реакциясини өлчәшкә асасланған, жуқури магнит мәйданиниң жуқури интенсивлиғида градиентлиқ электромагнитлиқ мәйдан һәрикәтлиниду.

Магнит мәйданиниң һәжимлик зичлиғи – магнит мәйданиниң энергетикилиқ тәриплимиси, магнитлиқ бесим.

Өзлүк индукция – электр тизмисидики ток еқими өзгәргәндә ЭҺК индукциясиниң пәйда болуши.

Фуко токлар – массивлиқ туташ өткүзгүчләрдики индукциялик токлар.

Электр генератори – механикилиқ айланмилиқ энергияни электр энергиясиға айналдуридиған машина.

Электромагнитлиқ индукция һадисиси – магнит еқими өзгәргән пәйттә у йәрдә йепиқ өткүзгүч контурдин өтидиған магнит еқими индукциялик токниң пәйда болуши.

ҚОШУМЧИЛАР

Қошумчилар

ЛАБОРАТОРИЯЛИК ИШЛАР ВӘ ЖӘДВӘЛЛӘР

4

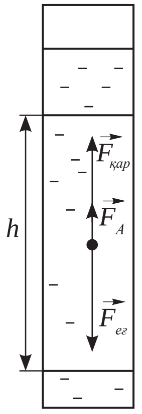
- Лабораториялик ишларда уларниң жүргүзүлүш мәхсити, һаҗәтлик қурал-җабдуқлар көрситилгән, иш җәрияни сүрәтләр, җәдвәлләр вә һесаплаш формулилилири арқилиқ берилгән.

1-қошумчә. Лабораториялик ишлар

№1-лабораториялик иш. Жуқушлуғи һәртүрлүк суюқлуқлардики шарниң һәрикитини тәтқиқат қилиш

Ишниң мәхсити: жуқушлуқ суюқлуқтики шарниң һәрикәт илдамлиғи билән суюқлуқниң жуқушлуғиниң нисбитини тәтқиқат қилиш, глицеринниң жуқушлуғини ениқлаш.

Керәклик қураллар: егизлиги 25 см, бәлгү селинған 3 данә пробирка, жуқурқи бәлгү пробиркиниң қиридин 5–8 *см* төвән болуши керәк (*1-сүрәт*), пробирка қойидиған тахтайчә, мотор мейи, глицерин, өсүмлүк мейи қуюлған қачилар, $d = 1$ мм болған полат шарлар (15 данә), секундомер, майлиқ.



1-сүрәт

Қисқичә нәзәрийә:

Жуқушлуқ муһитта төвәнгә ғулиған шарға үч күч тәсир қилиду: еғирлиқ күчи, Архимед күши, қаршилиқ күчи. υ илдамлиқ турақлиқ болғанда: $\vec{F}_{ег} + \vec{F}_A + \vec{F}_{қар} = 0$. Йөнилишини инавәткә алсақ, $F_{ег} = F_A + F_{қар}$.

Бу күчләрниң формулисини қойсақ:

$$F_{ег} = mg = \rho_п \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g; \qquad F_A = \rho_я \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g; \qquad F_{қар} = 6\pi\eta R\upsilon$$

Бу тәңлимиләрни бағлаштуруп, илдамлиқни тапимиз:

$$\upsilon = \frac{2(\rho_п - \rho_я) \cdot g \cdot R^2}{9\eta} \qquad (1)$$

Бу йәрдә $\rho_п$ – шарниң зичлиғи, $\rho_{я.}$ – суюқлуқниң зичлиғи, R – шарниң радиуси, υ – шарниң илдамлиғи, η – суюқлуқниң жуқушлуғи.

Жуқушлуқни һесаплаш үчүн (1) формулини түрләндүримиз

$$\eta = \frac{2(\rho_п - \rho_{с.}) \cdot g \cdot R^2}{9\upsilon} \qquad (2).$$

Ишниң орунлиниш тәртиви

1-тапшурма. *Шар илдамлиғиниң суюқлуқ жуқушлуғиға бағлинишлиғини ениқлаш.*

1. Нәйчигә суюқлуқларни қуюңлар. Суюқлуқниң еқишиға қарап униң жуқушлуғини баһалаңлар. Суюқлуқларни җәдвәлгә жуқушлуғиниң өсүш рети бойичә орунлаштуруңлар.

Суюқлуқ мадда	Тәҗрибә №	Вақит *t, сек*	Чүшүш егизлиги *h, м*	Илдамлиқ *υ, м/сек*	Жуқушлуғи *η*, МПа · *сек*	Оттура илдамлиқ *$\upsilon_{от}$, м/сек*
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Суюқлуқ мадда	Тәҗрибә №	Вақит t, сек	Чүшүш егизлиги h, м	Илдамлиқ υ, м/сек	Жуқушлуғи η, МПа · сек	Оттура илдамлиқ $\upsilon_{от}$, м/сек
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

2. Диаметри 1 мм шарниң пробиркидики икки бәлгү арисида һәрикәтләнгән вақитини өлчәңлар.
3. Икки бәлгү арисидики арилиқни h өлчәңлар, һәрбир тәҗрибидә қелиплашқан һәрикәт илдамлиғини $\upsilon = h / t$ формулиси бойичә һесапләңлар.
4. Һәр бир суюқлуқтики шарниң оттура һәрикәт илдамлиғини ениқлаңлар, елинған нәтиҗини җәдвәлгә йезиңлар.
5. Елинған нәтиҗини суюқлуқниң жуқушлуғи һәққидә тәхминлириңлар билән (1) формула билән селиштуруп хуласә чиқириңлар.

2-тапшурма. *Глицеринниң жуқушлуғини ениқлаш*

1. Җәдвәлдики берилгәнләр бойичә вә (2) формулини қоллинип, һәрбир тәҗрибә үчүн глицеринниң жуқушлуғини һесапләңлар.
2. Глицерин жуқушлуғиниң оттура мәнасини ениқлаңлар.
3. Өлчәшләрниң абсолют вә нисбий хаталиғини һесапләңлар.
4. Өзәңлар алған мәнани хаталиқни инавәткә елип йезиңлар.
5. Өзәңлар алған мәнани глицеринниң җәдвәллик мәнаси билән селиштуриңлар.

Тәкшүрүш соаллири:

1. Молекулилиқ-кинетикилиқ нәзәрийә бойичә суюқлуқниң ички сүркүлүш механизми қандақ?
2. Суюқлуқ жуқушлуғиниң температуриға бағлинишлиғи қандақ, бу бағлинишлиқ қандақ чүшәндүрүлиду?
3. Немә үчүн шарниң ғулаш вақти суюқ бетидин әмәс, бәлгү қоюлған орундин башлап өлчиниду?

№2-лабораториялик иш. Электролитлардики электр токиниң пәйда болуш шәртлирини тәтқиқат қилиш

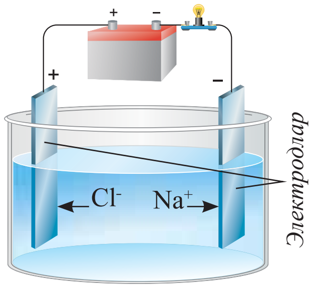
Ишниң мәхсити: қандақ маддиларниң еритмилири өткүзгүч болидиғанлиғини ениқлаш, токниң химиялик тәсирини байқаш.

Жабдуқлар: ток мәнбәси, амперметр, лампа, мис вә цинк электроди бар кювета (қута), ачқуч, өткүзгүчләр, дистилляция усули арқилиқ тазиланған қәнт вә туз қошулған сүйи бар стаканлар, әйнәк таяқчә.

Қисқичә нәзәрийә:

Суниң көплигән маддиларни еритиш хусусийити суниң молекулилириниң түзүлүшигә бағлинишлиқ. Иҗабий вә сәлбий зарядлар мәркәзлири бир-биригә нисбәтән силҗиған, суниң молекулилири диполь болуп һесаплиниду. Суюқлуқлар башқа маддиларға охшаш өткүзгүч, йерим өткүзгүч вә диэлектрик болалайду.

Суюқ өткүзгүчләрни Майкл Фарадей *электролитлар* дәп, һәртүрлүк полюси бар ток мәнбәси билән қошулған электродни *катод* вә *анод* дәп атиған.



***2-сүрәт.** Электр токиниң химиялик тәсири*

Ишниң орунлиниш тәртиви:

1. 2-сүрәттә көрситилгән қурулмини қураштуруңлар.
2. Электродларни һәртүрлүк суюқлуқ қуюлған стаканға селип, уларниң қайсиси өткүзгүч болидиғанлиғини ениқлаңлар.
3. Байқиған һадисини җәдвәлгә чүшириңлар.
4. Алдин-ала қурутуп, электродларни қурғақ тузға селиңлар.

№	Маддилар	Тизмидики токниң болуши	Токниң химиялик тәсирини байқаш
1	Таза су H_2O		
2	Қәнт еритмиси		
3	Аш тузиниң ертимиси *NaCl*		
4	Аш тузи		

5. Соалларға җавап бериңлар:
   – Немә үчүн таза су, қәнт еритмиси вә қурғақ туз өткүзгүч болалмайду?
   – Немә сәвәптин туз еритмиси ток өткүзиду?
   – Молекулиниң иҗабий вә сәлбий ионларға парчилиниши қандақ атилиду?
   – Электролит дегинимиз немә?
   – Әгәр еритмиға катод билән анодни салсақ, у чағда ионлар қандақ һәрикәтлинишкә башлайду?
   – Зарядланған зәрриләрниң йөнәлгән һәрикити дәп немини чүшинисиләр?

Хуласиләш:

– токниң пәйда болуш шәрти һәққидә;
– тузлуқ еритмидики токниң сиртқи тәсирини байқаш һәққидә;
– электролитлардики ток тошиғучиларни ейтип бериш.

2-қошумчә. Физикилиқ миқдарлар җәдвили

1-җәдвәл. Физикилиқ турақлиқлар

Физикилиқ турақлиқ	Бәлгүлиниши	Турақлиқниң мәнаси
Вакуумдики йоруқниң илдамлиғи	c	$\approx 3 \cdot 10^8$ м/сек
Элементар заряд (электрон заряди)	e	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
Электронниң тиничлиқтики массиси	m_e	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Протонниң тиничлиқтики массиси	m_p	$1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
Больцман турақлиғи	k	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/K
Универсал газ турақлиғи	R	8,31 Дж/(моль·K)
Гравитациялик турақлиқ	G	$6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг
Планк турақлиғи	h	$6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж/сек
Фарадей турақлиғи	F	9 648 4,56 Кл/моль
Идеал газниң нормал әһвалдики мольлик һәҗими ($t = 0°C$, $p = 101,325$ кПа)	V_m	$2,24 \cdot 10^{-2}$ м³/моль
Авогадро турақлиғи	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Абсолют нөллик температура	T_o	0 K = –273,15 °C
Нормал атмосферилиқ бесим	$P_{\text{атм н}}$	101325 Па
Һаваниң нормал әһвалдики зичлиғи	ρ	1,293 кг/м³

2-җәдвәл. Маддиларниң зичлиғи

Маддилар	Зичлиқ $\left(\frac{г}{см^3}, \text{ немесе } n \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}\right)$	Маддилар	Зичлиқ $\left(\frac{г}{см^3}, \text{ немесе } n \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}\right)$
Алюминий	2,7	Никель	8,9
Бронза	8,7 – 8,9	Қәләй	7,3
Вольфрам	19,34	Платина	21,6
Төмүр, полат	7,8	Қоғушун	11,4
Алтун	19,3	Күмүч	10,5
Латунь	8,7	Титан	4,5
Мис	8,9	Цинк	7,18

3-җәдвәл. Маддиларниң хас иссиқлиқ сиғдурушлуғи

Маддилар	$\tilde{n}, \frac{Дж}{кг \cdot °C}$	Маддилар	$\tilde{n}, \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
Алюминий	920	Қум	880
Су	4200	Платина	140
Һава	1000	Симап	130
Төмүр	460	Қоғушун	140
Керосин	2100	Күмүч	250
Хиш	880	Спирт	2500

Маддилар	$\tilde{n}, \frac{Дж}{кг \cdot °C}$	Маддилар	$\tilde{n}, \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
Латунь	380	Полат	500
Муз	2100	Әйнәк	840
Мис	380	Цинк	380
Никель	460	Чоюн	540
Қәләй	250	Эфир	3340

4-җәдвәл. Суюлушниң хас иссиқлиғи, суюлуш температуриси

Маддилар	t,°C	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$	Маддилар	t,°C	$\lambda, 10^4 \frac{Дж}{кг}$
Алюминий	658	39	Қәләй	232	5,9
Төмүр	1539	27	Платина	1774	11
Алтун	1063	6,7	Симап	-39	1,0
Муз	0	34	Қоғушун	327	2,5
Мис	1083	21	Күмүч	960	10
Нафталин	80	15	Цинк	420	12

5-җәдвәл. Һоға айлинишниң хас иссиқлиғи вә маддиларниң нормал атмосферилиқ бесимда қайнаш температуриси

Маддилар	t,°C	$r, 10^6 \frac{Дж}{кг}$	Маддилар	t,°C	$r, 10^6 \frac{Дж}{кг}$
Су	100	2,3	Спирт	78	0,9
Симап	357	0,3	Эфир	35	0,4

6-җәдвәл. Отунниң хас иссиқ көйүши

Маддилар	$q, 10^6 \frac{Дж}{кг}$	Маддилар	$q, 10^6 \frac{Дж}{кг}$
Бензин	46	Ташкөмүр	30
Қоңур көмүр	17	Керосин	46
Водород	120	Нефть	44
Дизель йеқилғу	42,7	Оқ-дора	3,8
Яғач* (қейин)	13	Тәбиий газ	44
Яғач* (қариғай)	13	Спирт	27
Яғач көмүр	34	Торф	14

7-җәдвәл. Кеңиққан һоларниң бесими билән зичлиғиниң температуриға бағлинишлиғи

t,°C	p, кПа	ρ, г/м³	t,°C	p, кПа	ρ, г/м³	t,°C	p, кПа	ρ, г/м³
0	0,61	4,84	20	2,34	17,32	40	7,38	51.2
1	0,66	5,18	21	2,49	18,14	41	7,78	53,8
2	0,71	5,54	22	2,64	19,22	42	8,21	56,5
3	0,76	5,92	23	2,81	20,35	43	8,65	59,4
4	0,81	6,33	24	2,99	21,54	44	9,11	62,3

t,°C	p, кПа	ρ, г/м³	t,°C	p, кПа	ρ, г/м³	t,°C	p, кПа	ρ, г/м³
5	0,87	6,76	25	3,17	22,80	45	9,59	65,4
6	0,94	7,22	26	3,36	24,11	46	10,10	68,6
7	1,0	7,70	27	3,57	25,49	47	10,62	72,0
8	1,07	8,21	28	3,78	26,93	48	11,17	75,5
9	1,15	8,76	29	4,01	28,45	49	11,75	79,1
10	1,23	9,33	30	4,25	30,04	50	12,34	82,8
11	1,31	9,93	31	4,50	31,70	55	15,75	104,0
12	1,40	10,57	32	4,71	33,45	60	19,93	129,5
13	1,50	11,25	33	5,03	35,27	65	25,02	160,1
14	1,60	11,96	34	5,27	37,18	70	31,18	196,4
15	1,71	12,71	35	5,63	39,18	75	38,56	239,3
16	1,82	13,50	36	5,95	41,30	80	47,37	289,7
17	1,94	14,34	37	6,28	43,50	85	57,82	348,7
18	2,06	15,22	38	6,63	45,80	90	70,12	417,3
19	2,20	16,14	39	6,99	48,20	100	101,32	588,5

8-җәдвәл. Чәклик температура

Маддилар	Чәклик температура t,°C	Маддилар	Чәклик температура t,°C
Симап	1700	Углерод гази	31
Су	374	Кислород	–118
Этил спирти	243	Азот	–146
Эфир	197	Водород	–240
Хлор	146	Гелий	–263

9-җәдвәл. Психрометрлиқ җәдвәл

Қурғақ термометрларниң көрсәткүчи t,°C	Қурғақ вә нәм термометр көрсәткүчлириниң айримиси, °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	нисбий нәмлик, %									
1	91	80	67	53	36	18				
2	90	81	69	56	41	24	4			
3	90	79	72	59	45	29	11			
4	91	81	69	62	49	34	17			

Қурғақ термометрларниң көрсәткүчи t,°C	Қурғақ вә нәм термометр көрсәткүчлириниң айримиси, °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	нисбий нәмлик, %									
5	92	82	71	59	52	39	23	5		
6	92	83	73	62	49	43	28	12		
7	93	84	75	64	52	38	33	18	1	
8	93	86	77	67	55	42	28	24	8	
9	94	86	78	69	58	46	33	17	14	
10	94	87	80	71	61	50	37	23	7	
11	94	88	81	73	64	53	41	28	13	
12	95	89	82	75	66	56	45	33	19	4
13	95	90	83	76	68	59	49	38	25	10
14	95	90	84	78	70	62	52	42	30	16
15	96	91	85	79	72	64	55	45	34	22
16	96	91	86	80	74	67	58	49	39	27
17	96	92	87	82	76	69	61	52	43	32
18	96	92	88	83	77	71	63	55	46	36
19	97	93	89	84	79	73	66	58	50	40
20	97	93	89	85	80	74	68	61	53	44
21	97	94	90	86	81	76	70	63	56	48
22	97	94	91	87	82	77	72	66	59	51
23	97	94	91	87	83	79	73	68	61	54
24	98	95	92	88	84	80	75	70	64	57
25	98	95	92	89	85	81	77	71	66	59
26	98	95	93	90	86	82	78	73	68	62
27	98	96	93	90	87	83	79	75	70	64
28	98	96	93	91	88	84	80	76	72	66
29	98	96	94	91	88	85	82	78	73	68
30	98	96	94	92	89	86	83	79	75	70
31	98	97	94	92	90	87	84	80	76	72
32	98	97	95	93	90	88	85	81	78	74
33	99	97	95	93	91	88	85	82	79	75
34	99	97	95	93	91	89	86	83	80	77
35	99	97	96	94	92	90	87	84	81	78
36	99	97	96	94	92	90	88	85	82	79
37	99	98	96	94	93	91	88	86	83	80
38	99	98	96	95	93	91	89	87	84	81
39	99	98	96	95	93	92	90	88	85	83
40	99	98	97	95	94	92	90	88	86	83

10-җәдвәл. 20°С температуридики суюқлуқларниң бәтлик керилиш коэффициенти

Маддилар	$\sigma, \frac{мН}{м}$	Маддилар	$\sigma, \frac{мН}{м}$
Су	73	Сүт	46
Бензин	21	Нефть	26
Глицерин	59	Симап	487
Керосин	24	Спирт	22
Совун еритмиси	40	Сиркә кислотаси	28

11-җәдвәл. Каттиқ җисимларниң механикилиқ хусусийәтлири

Маддилар	Созулушниң пухтилиқ чеки $\sigma_{бш}$, МПа	Әвришимлик модули Е, ГПа	Маддилар	Созулушниң пухтилиқ чеки $\sigma_{бш}$, МПа	Әвришимлик модули Е, ГПа
Алюминий	100	70	Мрамор	140	70
Бетон	48	20	Қәләй	20	50
Вольфрам	3000	415	Қоғушун	15	16
Гранит	150	49	Күмүч	140	80
Алтун	140	79	Полат	500	200
Хиш	17	3	Әйнәк	90	50
Муз	1	10	Фарфор	650	150
Мис	400	120	Цинк	150	80

12-җәдвәл. Муһитниң диэлектрлик өткүзгүчлиги

Маддилар	Диэлектрлик өткүзгүчлүк	Маддилар	Диэлектрлик өткүзгүчлүк
Су	81	Парафин	2,1
Керосин	2,1	Слюда	6
Май	2,5	Әйнәк	7

13-җәдвәл. Металлар вә қошулмиларниң хас қаршилиғи

Маддилар	ρ, Ом · м	Маддилар	ρ, Ом · м
Алюминий	$2,7 \cdot 10^{-8}$	Нихром	$1,05 \cdot 10^{-6}$
Вольфрам	$5,3 \cdot 10^{-8}$	Қәләй	$1,13 \cdot 10^{-7}$
Төмүр	$9,9 \cdot 10^{-8}$	Осмий	$9,5 \cdot 10^{-8}$
Алтун	$2,2 \cdot 10^{-8}$	Платина	$1,05 \cdot 10^{-7}$
Константан	$4,7 \cdot 10^{-8}$	Симап	$9,54 \cdot 10^{-7}$
Латунь	$6,3 \cdot 10^{-8}$	Қоғушун	$2,07 \cdot 10^{-7}$
Магнанин	$3,9 \cdot 10^{-8}$	Күмүч	$1,58 \cdot 10^{-8}$
Мис	$1,68 \cdot 10^{-8}$	Фехраль	$1,1 \cdot 10^{-6}$

Маддилар	ρ, Ом · м	Маддилар	ρ, Ом · м
Никелин	$4,2 \cdot 10^{-8}$	Цинк	$5,95 \cdot 10^{-8}$
Никель	$7,3 \cdot 10^{-8}$	Чоюн	$5 \cdot 10^{-7}$

14-җәдвәл. Қаршилиқниң температурилиқ коэффициенти

Маддилар	α, K^{-1}	Маддилар	α, K^{-1}
Вольфрам	$5 \cdot 10^{-3}$	Никелин	10^{-4}
Константан	$5 \cdot 10^{-6}$	Нихром	$2 \cdot 10^{-4}$
Магнанин	$8 \cdot 10^{-5}$	Фехраль	$2 \cdot 10^{-4}$

15-җәдвәл. Электрохимиялик эквивалент

Маддилар	$k, \frac{кг}{Кл}$	Маддилар	$k, \frac{кг}{Кл}$
Алюминий	$9,32 \cdot 10^{-8}$	Натрий	$2,38 \cdot 10^{-7}$
Водород	$1,04 \cdot 10^{-8}$	Никель (икки валентлик)	$3,04 \cdot 10^{-7}$
Алтун	$6,81 \cdot 10^{-7}$	Никель (үч валентлик)	$2,03 \cdot 10^{-7}$
Калий	$4,05 \cdot 10^{-7}$	Симап	$2,07 \cdot 10^{-6}$
Кальций	$2,08 \cdot 10^{-7}$	Қоғушун	$1,07 \cdot 10^{-6}$
Кислород	$8,29 \cdot 10^{-8}$	Күмүч	$1,12 \cdot 10^{-8}$
Магний	$1,26 \cdot 10^{-7}$	Хлор	$3,67 \cdot 10^{-7}$
Мис	$3,29 \cdot 10^{-7}$	Цинк	$3,39 \cdot 10^{-7}$

16-җәдвәл. Парамагнетиклар вә диамагнетикларниң магнит өткүзгүчлиги

Парамагнитлиқ маддилар	μ	Диамагнитлиқ Маддилар	μ
Азот (газ тәхлит)	1,000013	Водород (газ тәхлит)	0,999937
Һава (газ тәхлит)	1,000038	Су	0,999991
Кислород (газ тәхлит)	1,000017	Әйнәк	0,999987
Кислород (суюқ)	1,0034	Цинк	0,999991
Эбонит	1,000014	Күмүч	0,999981
Алюминий	1,000023	Алтун	0,999963
Вольфрам	1,000175	Мис	0,999912
Платина	1,000253	Висмут	0,999824

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ ЯСИҒАН ХИМИЯЛИҚ ЭЛЕМЕНТЛАРНИҢ ПЕРИОДЛУҚ СИСТЕМИСИ

ПЕРИОДТАР	ҚАТАРЛАР	ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ТОПТАРЫ: I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	1	H 1 СУТЕГІ 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 КӨМІРТЕГІ 12,011 (4 2)	7 N АЗОТ 14,00 (5 2)	8 O ОТТЕГІ 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 КҮКІРТ 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 ТЕМІР 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	(1 18 8 2) 29 Cu МЫС 63,546	(2 18 8 2) 30 Zn МЫРЫШ 65,38	(3 18 8 2) 31 Ga ГАЛЛИЙ 69,72	(4 18 8 2) 32 Ge ГЕРМАНИЙ 72,59	(5 18 8 2) 33 As МЫШЬЯК 74,922	(6 18 8 2) 34 Se СЕЛЕН 78,96	(7 18 8 2) 35 Br БРОМ 79,904				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	(1 18 18 8 2) 47 Ag КҮМІС 107,868	(2 18 18 8 2) 48 Cd КАДМИЙ 112,41	(3 18 18 8 2) 49 In ИНДИЙ 114,82	(4 18 18 8 2) 50 Sn ҚАЛАЙЫ 118,69	(5 18 18 8 2) 51 Sb СҮРМЕ 121,75	(6 18 18 8 2) 52 Te ТЕЛЛУР 127,60	(7 18 18 8 2) 53 I ИОД 126,904				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	(1 18 32 18 8 2) 79 Au АЛТЫН 196,966	(2 18 32 18 8 2) 80 Hg СЫНАП 200,59	(3 18 32 18 8 2) 81 Tl ТАЛЛИЙ 204,37	(4 18 32 18 8 2) 82 Pb ҚОРҒАСЫН 207,2	(5 18 32 18 8 2) 83 Bi ВИСМУТ 208,980	(6 18 32 18 8 2) 84 Po ПОЛОНИЙ [209]	(7 18 32 18 8 2) 85 At АСТАТ [210]				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
ЖОҒАРЫ ОКСИДТЕР		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4				
ҰШҚЫШ СУТЕКТІК ҚОСЫЛЫСТАР					RH_4	RH_3	H_2R	HR					

ЛАНТАНОИДТАР * 58–71

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Ce 58 ЦЕРИЙ 140,12 (2 8 20 18 8 2)	Pr 59 ПРАЗЕОДИМ 140,908 (2 8 21 18 8 2)	Nd 60 НЕОДИМ 144,24 (2 8 22 18 8 2)	Pm 61 ПРОМЕТИЙ [145] (2 8 23 18 8 2)	Sm 62 САМАРИЙ 150,4 (2 8 24 18 8 2)	Eu 63 ЕВРОПИЙ 151,96 (2 8 25 18 8 2)	Gd 64 ГАДОЛИНИЙ 157,25 (2 9 25 18 8 2)	Tb 65 ТЕРБИЙ 158,925 (2 8 27 18 8 2)	Dy 66 ДИСПРОЗИЙ 162,50 (2 8 28 18 8 2)	Ho 67 ГОЛЬМИЙ 164,930 (2 8 29 18 8 2)	Er 68 ЭРБИЙ 167,26 (2 8 30 18 8 2)	Tm 69 ТУЛИЙ 168,934 (2 8 31 18 8 2)	Yb 70 ИТТЕРБИЙ 173,04 (2 8 32 18 8 2)	Lu 71 ЛЮТЕЦИЙ 174,967 (2 9 32 18 8 2)	P O N M L K

АКТИНОИДТАР ** 90–103

Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	(Lr)	
Th 90 ТОРИЙ 232,038 (2 10 18 32 18 8 2)	Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ 231,036 (2 9 20 32 18 8 2)	U 92 УРАН 238,029 (2 9 21 32 18 8 2)	Np 93 НЕПТУНИЙ 237,048 (2 9 22 32 18 8 2)	Pu 94 ПЛУТОНИЙ [244] (2 8 24 32 18 8 2)	Am 95 АМЕРИЦИЙ [243] (2 8 25 32 18 8 2)	Cm 96 КЮРИЙ [247] (2 9 25 32 18 8 2)	Bk 97 БЕРКЛИЙ [247] (2 9 26 32 18 8 2)	Cf 98 КАЛИФОРНИЙ [251] (2 8 28 32 18 8 2)	Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ [254] (2 8 29 32 18 8 2)	Fm 100 ФЕРМИЙ [257] (2 8 30 32 18 8 2)	Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ [258] (2 8 31 32 18 8 2)	(No) 102 НОБЕЛИЙ [255] (2 8 32 32 18 8 2)	(Lr) 103 ЛОУРЕНСИЙ [256] (2 9 32 32 18 8 2)	Q P O N M L K

Sc 21 СКАНДИЙ 44,956 (2 9 8 2)
- Элементтің таңбалануы
- Атомдық нөмірі
- Атомдық массасы
- Электрондардың энергетикалық деңгейлерге таралып орналасуы
- Элемент аты

- s-элементтер
- p-элементтер
- d-элементтер
- f-элементтер

I энергетикалық деңгей K
II энергетикалық деңгей L
III энергетикалық деңгей M
IV энергетикалық деңгей N
V энергетикалық деңгей O
VI энергетикалық деңгей P
VII энергетикалық деңгей Q

9 F ФТОР 18,998 (7 2)

Жай заттар түзетін элементтердің – бейметалдардың реттік нөмірі торда жазылған.

Mo 42 МОЛИБДЕН 95,94 (1 13 18 8 2)

Оксидтері мен гидроксидтері амфотерлі қасиет көрсететін элементтердің реттік нөмірі дөңгелекпен берілген.

Na 11 НАТРИЙ 22,990 (1 8 2)

Жай заттар түзетін элементтердің – металдардың реттік нөмірі таңбаланмен белгіленбеген.

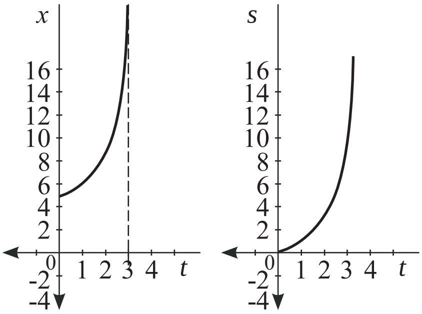
Пәнлик-аталғулуқ көрсәткүч

Абсолют қаттиқ жисим 59
Абсолют ноль 111
Авогадро қануни 116
Адиабата җәрияни 151
Аморфлуқ жисим 185
Ампер қануни 322
Ампер күчи 321
Анизотроптилиқ 185
Араго Д. 312
Әвришимлик 187
Барокамера 135
Бернулли Д. 86
Бернулли тәңлимиси 86, 90–93
Био-Савар-Лаплас қануни 315
Бойль-Мариотт қануни 127
Больцман Л. 115
Больцман турақлиғи 115
Вебер В. 206
Вискозиметр 96
Галилей 5,11
Гальваностегия 290
Гаусс нәзәрийәси 205, 207, 208
Гей-Люссак қануни 128
Генри Д. 358
Гигрометр 173
Гироскоп 70
Гук қануни 189
Дальтон қануни 125
Джоуль – Ленц қануни 269
Диамагнетиклар 334
Динамика 35
Диполь 225
Диссоциация дәрижиси 287
Диэлектриклар 224
Друде – Лоренц нәзәрийәси 272
Иссиқлиқ өткүзгүчлүк 143
Иссиқлиқ сиғдурушлуқ 143
Идеал газ 112
Инерция күчи 37
Карно Н. 156
Кельвин шкалиси 111
Кеплер қануни 74, 76–78
Кинематика 4,11
Кинематика формулиси 13
Кирхгофниң I қаидиси 260
Кирхгофниң II қаидиси 260
Клапейрон Б. 122
Клапейрон тәңлимиси 123
Клаузиус Р. 157
Конвекция 103
Конденсатор 233
Контур 258
Координата 4, 20, 60
Косинустар нәзәрийәси 8
Кулон қануни 198
Лаплас П. 315
Ленц қаидиси 207
Лоренц Х. 187
Лоренц күчи 187
Магнит мәйдани 179
Магнитлиқ индукция 180
Масса 45
Массилар мәркизи 40, 42, 59, 60, 82
Менделеев – Клапейрон тәңлимиси 121
Мениск 181
Суюлушниң хас иссиқлиғи 143
Механика 4
Моль 103
Ньютонниң I қануни 35
Ньютонниң II қануни 36, 37, 64, 66
Ньютонниң III қануни 36
Мәйдан энергияси 236
Парамагнетиклар 333
Плазма 298
Пирометр 110
Психрометр 175
Реактивлиқ двигатель 49
Рекомбинация 161
Ротор 326
Рэлей Дж. 102
Синуслар нәзәрийәси 8
Статика 35, 59
Стокс формулиси 96, 99
Статор 326
Сублимация 167
Термистор 167
Термогигрометр 175
Термодинамика 141
Термодинамикилиқ параметрлар 107
Термодинамикилиқ тәңлик 108

Термометр 108–109
Термоэлектронлуқ эмиссия 165
Температура 108
Тепловизор 110
Торричелли тәңлимиси 91
Торап 253
Фарад 231, 241
Фарадейниң I қануни 290–291
Фарадейниң II қануни 290–291
Фаренгейт шкалиси 111
Ферромагнетиклар 334, 336
Фоторезистор 167
Фуко Ж. 347
Һаваниң абсолют нәмлиги 172
Иштикләш 4, 7, 11, 29
Цельсий шкалиси 110
Шарль қануни 129
Штерн О. 100, 104, 105
Шунт 254, 310
Эксцентриситет 75, 82
Электр генератор 348, 363
Электр токи 242, 271, 278, 285, 293, 310
Электр индукция 241
Электродинамика 195
Электр һәрикәтләндүргүч күч 245, 310
Электр мәйдани 201
Электромагнитлиқ индукция 203
Электролиз 161
Электролит 286, 310
Электролитлиқ диссоциация 160
Электронлуқ-шолилиқ нәйчә 303, 310
Электростатика 195, 241
Электр сиғдурушлуқ 231
Электрохимиялик эквивалент 163
Эрстед Х.К. 180

Көнүкмиләрниң җаваплири

1-көн. 1. 2 м/сек, 0,3 м/сек^2. **2.** 2 м/сек.
3. а) 2 м/ сек^2, 0; 1 м/сек^2, –4 м/сек^2; 99 м, 99 м; **ә)** $x_1 = 5 + t^2$; **б)** 1-сүрәт. **4.** 3,24 м.



1-сүрәт.

2-көн. 1. ≈ 8,3 м/сек. **2.** 20 сек. **3.** 4 м/сек. **4.** 90 сек, 81 м, ≈ 115,6 сек.
3-көн. 1. 25 м/сек^2. **2.** 25 м/сек, 0,71 м/ сек^2. **3.** –0,314 рад/сек^2. **4.** ≈ 0,49 м/сек, ≈ 0,015 рад/сек; ≈ 0,007 м/сек^2, 0.
4-көн. 1. 2,5 Н. **2.** 778 Н.
5-көн. 1. 9,5 %. **2.** 7,57 км/с, 96,5 мин. **3.** 2 һәссә кам. **4.** 4 һәссә, 9 һәссә, 16 һәссә.
6-көн. 1. 20,4 м/сек, 56,4 м/сек. **2.** ≈ 5,35 м/сек. **3.** ≈ 11,67 м/сек, 43°.
7-көн. 1. 120 кг. **2.** Еғир жүк илинған учидин 0,1 м жирақлиқта. **3.** Полат стерженьниң учидин 11,4 см жирақлиқта.
8-көн. 1. 96 кПа. **2.** Икки нәйчә кийимисиниң мәйдани 2 һәссә артиду, бесим өзгәрмәйду. **3.** 1000.
9-көн. 1. ≈ 728 мм.сим.түв. **3.** ≈ 10,56 МПа; ≈ 10,66 МПа. **4.** 10,3·10^5 Па.
10-көн. 1.0,5 м/сек, дәсләпки йөнилиштә. **2.** 1,28 м. **3.** 20 мм.
11-көн. 1. 8,8 м/сек. **2.** ≈ 1,55 мН, 1032 Па, Атмосферилиқ бесимдин ≈ 98 һәссә аз. **4.** 2 Па.
12-көн. 1. 4,18·10^{-9} м. **2.** 201 м/сек. **3.** ≈ 106,7 кПа.
13-көн. 1. 100 кПа. **2.** 65 кПа. **3.** 100 см^3. **4.** 100 кПа.
14-көн. 1. ≈ 18698 Дж. **2.** Йоқ, 900 Дж.
15-көн. 1. 20 Дж, 20%. **2.** η = 9,3%. **3.** 27 %, 274 кДж. **4.** 2,5·1013 кг, 1,05·1011 кг, 0,002 %. **5.** 1196,4 кг.
16-көн. 1. 82,8 г/м^3. **2.** 2400 Па, қениқмиған. **3.** 53,6 г/м^3. **4.** 50%.
17-көн. 1. 1,6·10^{-3} Н, майға қарап. **2.** 0,1 Н. **3.** 78 мН/м. **4.** 7 мм.
18-көн. 1. 540 мкН. **2.** –5 мкКл, –5 мкКл, 22,5 Н. **3.** 1,76·1012 м/сек^2. **4.** 3,6·107 Н/ Кл.
19-көн. 1. 5·10^{-9} Кл. **2.** 100 В. **3.** 0,625 мкДж. **4.** 10^{-8} Кл, 5·10^{-6} Дж.
20-көн. 1. 0,17 А, 6 мин. **2.** 0,3 А. **3.** 60 А.
21-көн. 1. 0,5 А, 3,5 В. **2.** 3,5 А. **3.** 0,47 А. **4.** 2 В.
22-көн. 1. 3,18 мин. **2.** ≈ 5,45 А. **3.** 13250 тәңгә, 5667 тәңгә, 7583 тәңгигә артуқ. **4.** 80 %.
23-көн. 2. 4,15 В.
24-көн. 1. 4 В. **2.** 5 һәссә.
26-көн. 1. Бөлүкләргә бөлүп, уларниң училириниң бир-биригә тартилишини назарәт қилиш. **2.** Т һәрипи түридә орунлаштуримиз, магнит болса – башқа магнитқа тартилиду, әксичә әһвалда өз ара һәрикәтлиниш орунланмайду. **3.** 4·10^{-5} Тл. **4.** ≈ 12 А.
27-көн. 1. 0. **2.** 2·10^{-8} Н. **3.** 1,6·10^{-15} Н, 0,569 мм.
28-көн. 1. 2000, 1000. **2.** 0. **3.** Қизған сим өзиниң магнитлиқ хусусийитини йоқитиду, магнит келәси симни тартиду, айланма айлинишқа башлайду.
30-көн. 1. 5 м. **2.** –0,25 Вб/с. **3.** 4 В.
31-көн. 1. Көйүп кетиду. **2.** 30. **3.** 1/3, 2520. **4.** 5,625 А.

Пайдилинилған әдәбиятлар тизими

1. Ударцева В.М., Федоров В.Н., Шуиншина Ш.М. Физика. Учебная программа для 10–11 классов естественно-математического направления общеобразовательной школы. – Астана: НАО им. И.Алтынсарина, 2013. – 19 с.
2. Ванеев А.А., Корж Э.Д., Орехов В.П. Преподавание физики в 9 классе. Москва: Просвещение, 1980.
3. Ванеев А.А., Дубицкая З.Г., Ярунина Е.Ф. Преподавание физики в 10 классе средней школы. Москва: Просвещение, 1978.
4. Орехов В.П., Усова А.В., Турышев И.К. и др. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. Москва: Просвещение, 1980.
5. Методика факультативных занятий по физике: пособие для учителей Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. и др.; – М.: Просвещение, 1980. – 191 с.
   М.М. Балашов Физика. Пробный учебник для 9 класса средней школы. – Москва: Просвещение, 1993.
6. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Вопросы и задачи по физике (Анализ характерных ошибок поступающих во втузы): Учебное пособие. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк., 1990. – 256 с.
   Физика. Перевод с английского Ахматова А.С. и др. – Москва: Наука, 1965.
7. Эллиот Л., Уилкокс У. Физика./ Перевод с англ. под редакцией проф. Китайгородского А.И.. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1975.
   Кикоин И.К., Кикоин А.К. Физика. Учебник для 9 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1992.
8. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 1995.
9. Шахмаев Н.М. и др. Физика. Учебник для 11 класса средних школ. – М.: Просвещение, 1991.
10. Элементарный учебник физики /под ред. акад. Ландсберга, том I. – Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». – М., 1975.
11. Элементарный учебник физики под ред. акад. Ландсберга, Т.2. Электричество и магнетизм. – 13-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 480 с.
12. Физика: Механика: Учеб. Пособие для шк. И классов с углубл. изуч. физики / Балашов М.М., Гомонова А.И., Долицкий А.Б. и др.; Под ред. Мякишева Г.Я . – М.: Просвещение, 1995. – 480 с.
13. Грабовский Р.И. Курс физики: Учебное пособие. 11-е изд., стер.− СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 608 с.
14. Кабардин О.Ф. Физика: справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
15. Физика: Учебник для 10 классов естественно-математического направления общеобразовательных школ / Б.Кронгарт, В.Кем, Н.Койшибаев. – Алматы: Мектеп», 2006. – 352 с.
16. Рымкевич А.П., П.А. Рымкевич Сборник задач по физике. – Москва «Просвещение», 1984.
17. Сборник задач по физике: Для 10–11 кл. общеобразовательных учреждений / Сост. Г.Н. Степанова. М.: Просвещение, 2001.

18. Гладкова Р.А., Добронравов В.Е., Жданов Л.С., Цодиков Ф.С. Сборник задач и вопросов по физике для средних специальных учебных заведений. – изд. 2. исправл. М.: Наука, 1974.
19. Сборник задач по физике. 10–11 классы: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни/ Парфентьева Н.А. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 206 с.
20. Парфентьева Н.А. Задачи по физике. Для поступающих в вузы, – М.: Классикс Стиль, 2005. – 480 с.
21. Физика в задачах для поступающих в вузы / Турчина Н.В. – М.: ООО Издательство «Оникс»; ООО «Издательство «Мир и образование»», 2008. – 768 с.
22. Сборник задач по физике: Учебное пособие / Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М., Мазанько И.П.: Под ред. Козела С.М. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 288 с.
23. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики – М.: «Наука». 1976. – 464 с.
24. Зубов В.Г., Шальнов В.П. Задачи по физике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 280 с.
25. Вертельник В.И., Позднеева Э.В. и др. Физика. Тренинговые задания: в 2 ч. – Томск. Том.политехн. ун-т, 2006. – ч. 1. – 170 с.
26. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: Дидакт. материалы: 9-11 кл. / Дик Ю.И., О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др. – М.: Просвещение, 1993.
27. Практикум по физике в средней школе: дидакт. материал. / Буров В.А., Дик Ю.И., Зворыкин Б.С и др. – М.: Просвещение, 1987.
28. Қазақша-орысша. Орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Физика және астрономия. – Алматы: «Қазақпарат» баспа корпорациясы, 2014. –388 б. Мемлекеттік терминологиялық комиссия бекіткен.
29. Орысша-қазақша сөздік. А.Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты, – Алматы. Дайк-пресс – 2005.
30. Физика: еженедельник издательского дома «Первое сентября». Адрес сайта: http://fiz.1september.ru/.
31. «Классная физика». Образовательный сайт. Адрес сайта: http://class-fizika.narod.ru

Мундәрижә

Киришмә ... 4

1-бөлүм. Механика ... 5

1-БАП. Кинематика ... 5

§ 1. Жисим һәрикити кинематикисиниң асасий чүшәнчилири вә тәңлимилири ... 6

§ 2. Нисбий һәрикәт ... 11

§ 3. Әгир сизиқлиқ һәрикәт кинематикиси ... 16

1-бапниң йәкүни ... 20

2-БАП. Динамика ... 21

§ 4. Күчләр. Күчләрни қошуш. Ньютон қанунлири ... 22

§ 5. Пүткүл аләмлик тартилиш қануни ... 27

§ 6. Гравитациялик мәйдандики жисимниң һәрикити ... 34

2-бапниң йәкүни ... 40

3-БАП. Статика вә гидростатика ... 41

§ 7. Массилар мәркизи. Тәңпуңлуқ түрлири ... 42

§ 8. Қатнаш қачилар. Паскаль қанунининң қоллинилиши ... 49

§ 9. Торричелли тәҗрибиси. Атмосферилик бесим ... 56

3-бапниң йәкүни ... 62

4-БАП. Сақлиниш қанунлири ... 63

§ 10. Механикидики импульс вә энергияниң сақлиниш қанунлири ... 64

4-бапниң йәк үни ... 70

5-БАП. Гидродинамика ... 71

§ 11. Суюқлуқ кинематикаси ... 72

5-бапниң йәкүни ... 78

2-бөлүм. Молекулилиқ физика ... 79

6-БАП. Молекулилиқ физика ... 79

§ 12. МКН асасий қаидилири. Термодинамикилиқ параметрлар ... 80

§ 13. Кристаллиқ вә аморфлуқ жисимлар ... 87

6-бапниң йәкүни ... 92

7-БАП. Газ қанунлири ... 93

§ 14. Идеал газ һалитиниң тәңлимиси. Изопроцеслар. Адиабатилиқ җәриян ... 94

7-бапниң йәкүни ... 100

8-БАП. Термодинамика асаслири ... 101

§ 15. Термодинамика қанунлирини қоллиниш ... 102

§ 16. Иссиқлиқ двигательлири ... 109

8-бапниң йәкүни ... 115

9-БАП. Суюқ вә қаттиқ жисимлар ... 117

§ 17. Һаваниң нәмлиги. Шәбнәм чекити ... 118

§ 18. Суюқлуқниң бәтлик керилиши. Жуқуш, капиллярлиқ һадисә ... 123

9-бапниң йәкүни ... 128

3-бөлүм. Электр вә магнетизм ... 129

10-БАП. Электростатика ... 129

§ 19. Электр мәйдани ... 130

§ 20. Электр сиғдурушлуқ. Конденсаторлар.
Электр мөлчәри вә сиғдурушлуқниң өлчәм бирликлири ... 136

10-бапниң йәкүни ... 141

11-БАП. Турақлиқ ток ... 143
§ 21. Электр һәрикәтләндүргүчи күч вә ток мәнбәсиниң ички қаршилиғи. Күчиниш, потенциаллар айримиси ... 144
§ 22. Толуқ тизма үчүн Ом қануни ... 148
§ 23. Электр токиниң иши вә қувити ... 152
11-бапниң йәкүни ... 156
12-БАП. Һәр хил муһитлардики электр токи ... 157
§ 24. Металлардики, йерим өткүзгүчләрдики, электролитлардики, газлар билән вакуумдики электр токи ... 158
§ 25. Йерим өткүзгүчлүк әсваплар ... 167
§ 26. Адәттин ташқири өткүзгүчлүк ... 172
12-бапниң йәкүни ... 178
13-БАП. Магнит мәйдани ... 179
§ 27. Магнит мәйдани. Буранда қаидиси. Магнит индукциясиниң вектори ... 180
§ 28. Ампер күчи. Лоренц күчи ... 186
§ 29. Маддиларниң магнитлиқ хусусийәтлири ... 192
§ 30. Сүнъий магнитлар. Соленоид ... 197
13-бапниң йәкүни ... 202
14-БАП. Электромагнитлиқ индукция ... 203
§ 31. Электромагнитлиқ индукция қануни ... 204
§ 32. Электромагнитлиқ қураллар ... 210
§ 33. Магнитлиқ-резонанслиқ томография ... 215
14-бапниң йәкүни ... 220

4-бөлүм. Қошумчилар ... 221
Қошумчилар. Лабораториялик ишлар вә җәдвәлләр ... 221
1-қошумчә. Лабораториялик ишлар ... 222
№1-лабораториялик иш. Жуқушлуғи һәртүрлүк суюқлуқлардики шарниң һәрикитини тәтқиқат қилиш ... 222
№2-лабораториялик иш. Электролитлардики электр токиниң пәйда болуш шәртлирини тәтқиқат қилиш ... 224
2-қошумчә. Физикилиқ миқдарлар җәдвили ... 225
Пәнлик-аталғулуқ көрсәткүч ... 232
Көнүкмиләрниң җаваплири ... 234
Пайдилинилған әдәбиятлар тизими ... 235

Оқулық басылым

Назифа Анваровна Закирова
Руслан Рауфович Аширов

ФИЗИКА

(Ұйғыр тілінде)

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

Рәссамлар	Е. Ермилова, А. Айтжанов
Баш редактор	К. Караева
Методикилиқ редактор	Т. Базарханова
Редактор	Б. Шарипов
Бәдиий редактор	Е. Мельникова
Бильд-редактор	Ш. Есенкулова
Муқавиниң дизайни	В. Бондарев, О. Подопригора
Дизайни	О. Подопригора
Компьютерда сәһиплигән	А. Кейикбойва, Н. Нержанова

Сатып алу үшін мына мекенжайларға хабарласыңыздар:
Астана 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 23.07.19 берілді. Басуға 01.11.19 қол қойылды. Пішімі 70 x 100 $^{1}/_{16}$.
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Офсеттік басылыс.
Шартты баспа табағы 19,35. Таралымы 550 дана.
«Реформа» ЖШС. Алматы қ., Ақбулақ ы-ауд., Шарипов к-сі, 40Б-үй. Тел: +7 (727) 344 10 14.

Артикул 810-012-001үй-19