22.3(Кыр)
Ж 89

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ, ИЛИМ
ЖАНА ЖАШТАР САЯСАТЫ МИНИСТРЛИГИ

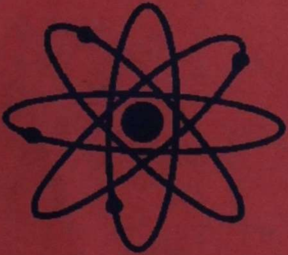
ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

ФИЗИКА-ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТИ

КОЛДОНМО ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ

ЖУНУСОВ Т.А.

ФИЗИКА БОЮНЧА КОЛДОНМО



Киришүү

Адам баласы туулган күндөн эле жаратылышты таанып билүүгө, анын сырларын үйрөнүүгө умтулат. Аалам сырларын таанууда негизги орунду физикалык кубулуштарды үйрөнүү анын мыйзамдарын билүү ээлерин түшүнүп, байыркы доордон эле физиканы окутууга негизги көңүл бурулуп келген.

Ошондуктан бул китепче, физиканы терең окуп үйрөнүүнү каалаган ар бир окуучуга жана студентке ылайыкташтырылып түзүлгөн.

Физика боюнча жазылган айрым китептерден айырмаланып, бул китепте негизги көңүл теория менен практиканы айкалыштырып окутуу усулуна басым жасалган. Теориялык кыска эскертмелерден соң, алардын практикалык бышыкталыштары берилип, окурмандын физикалык кубулуштарды эстен чыгарбаган деңгээлде өздөштүрүүсүнө өбөлгө түзүүгө аракет жасалган.

Китептин дагы бир өзгөчөлүгү, окурман инженердик ой жүгүртүүсүн ойготуу максатын көздөп, кубулуштардын математикалык моделдерин түзүү ыкмаларын колдонгондугунда.

Түзүүчүнүн ою боюнча бул китеп окуучуларга, мектептин физика мугалимдерине усулдук жардам катары жана инженердик адистикте окуган студенттерге жаратылыш кубулуштарын түшүнүүгө физикалык жактан негиз болуучу билимди бере алат.

Физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент
М. Ш. Мамаюсупов.

I МЕХАНИКА

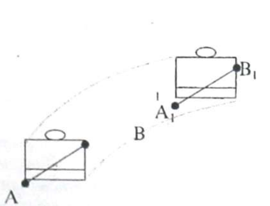
I Глава: Кинематика

1.1. а) Убакыттын өтүшү менен нерселердин же анын бөлүктөрүнүн мейкиндиктеги абалынын өзгөрүшү **механикалык кыймыл** деп аталат. Бул жерде нерселердин мейкиндиктеги абалынын өзгөрүшү сөзсүз башка бир кыймылсыз нерселерге салыштырмалуу болот. Мисалы, атчан адамдын кетип бара жатканы, жолдогу үйлөргө дарактарга салыштырмалуу гана байкалат.

б) Механиканын кинематика бөлүмү механикалык кыймылдардын түрлөрүн гана окуп үйрөтүп, бул кыймылдагы нерселерге болгон аракеттенишүүлөрдү эске албайт.

в) Механикалык кыймылды сүрөттөп көрсөтүү үчүн сөзсүз кандайдыр бир эсептөө системасы болуу керек. Жогорудагы атчан адамдын мисалында биз эсептөө системасы катары үйлөрдү, дарактарды алдык. Демек, эсептөө телосу болуп, берилген механикалык кыймыл каралып жаткан нерселер эсептелет. Ал эми эсептөө телосу координаталар системасы менен тыгыз байланышта болот. Бул жерден жалпы эсептөө системасына аныктама бере турган болсок, ***эсептөө системасы деп, эсептөө телосу координаталар системасы жана убакытты өлчөөчү прибордон турган системаны айтабыз***. Эсептөө телосу катары көбүнчө материалдык чекитти карайбыз. Ал эми ***материалдык чекит*** *деп*, ***берилген шарттарда өлчөмдөрүн эске албай коюуга мүмкүн болгон нерсени айтабыз***. Мисалы, Жерди Күндүн айланасындагы бир жылдагы басып өткөн жолуна салыштырмалуу материалдык чекит деп алса болот.

Механикалык кыймылдардын эң жөнөкөй түрлөрү болуп алга умтулуу кыймылы жана айлануу кыймылдары эсептелет. ***Алга умтулуу кыймылы –деп бардык чекиттери бирдей кыймылга келген нерсенин кыймылын айтабыз***. Мисалы портфелди столдон көтөрүп жылдырсак, анда анын кыймылы алга умтулуу кыймылы боло алат. Себеби портфелдин каалаган эки четинен жүргүзүлгөн АВ түз сызыгы, жылдырылгандан кийинки $A'B'$ түз сызыгына параллель боюнча калат.



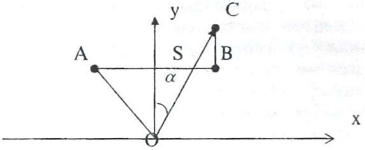
1-сүрөт.

1.2. $\Delta t = t_1 - t_2$ убактысы ичинде берилген чекиттин баштапкы жана акыркы абалдарын көрсөтүүчү $\Delta\vec{S} = \vec{S}_2 - \vec{S}_1$ векторлорунун айырмасы **которулуш вектору** деп аталат. Векторлордун координата окторуна түшүрүлгөн проекциялары төмөндөгүдөй түргө ээ болот:

$$\Delta S_x = X_2 - X_1,\ \Delta S_y = У_2 - У_1,\ \Delta S_z = Z_2 - Z_1, \qquad (1.1)$$

Ал эми телонун басып өткөн траекториясынын узундугу **жол** деп аталат. Жол скалярдык чоңдук болуп саналат. Эми жогорудагы теориялык аныктамалардын негизинде чыгарыла турган бир маселе карайбыз.

№ 1 –маселе: Пионерлер звеносу 400 м түндүк батышка карай, андан кийин 500 м чыгышка, дагы 300 м түндүккө басышты. Геометриялык түзүү жолу менен звенонун которулушунун модулун жана багытын тапкыла.



2-сүрөт

Чыгаруу: ОХ огу чыгышка карай ал эми ОУ огу батышка карай багытталсын. Анда ОАВС сынык сызыгы (1-сүрөт) –звенонун траекториясы болуп саналат. Сүрөттөн көрүнүп тургандай, которулуш векторунун проекциясы:

$$S_x = AB - \frac{OA}{\sqrt{2}} \approx 217м,$$

$$S_y = \frac{OA}{\sqrt{2}} - BC \approx 283м + 300м = 583м,$$

Бул жерден которулуш векторунун модулун табабыз:

$$\left|\vec{S}\right| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \approx 622м$$

Ал эми түндүккө багытталган которулушу төмөндөгү бурчту түзөт:

$$\alpha = \arcsin\frac{r_x}{к} \approx 20''$$

$$S = 583м, \alpha = 20''$$

1.3. **Ылдамдык** механикада убакыт бирдиги ичинде нерсенин мейкиндиктеги абалынын координатасынын өзгөрүшүн мүнөздөөчү вектордук чоңдук. Багыты чекиттин траекториясына жаныма боюнча багытталат. $\vec{\vartheta}$ тамгасы менен белгиленип $\vartheta = \frac{S}{t}$ формуласы менен

аныкталат. S-которулуш вектору, t-убакыт, скалярдык чондук.Ылдамдыктын СИ системасындагы бирдиги **м/с**. Механикада ошондой эле орточо ылдамдык жана кирпик каккычактагы ылдамдыктар да көп кездешет.

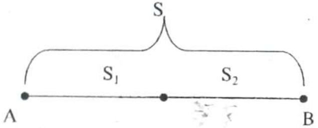
Орточо ылдамдык деп $\Delta t = t_2 - t_1$ убактысы ичинде басып өткөн $\Delta S = S_2 - S_1$ которулуш векторунун ошол Δt убактысына болгон катышын айтабыз.

$$\vartheta_{орт} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \qquad (1.2)$$

1.4. Орточо ылдамдыктын векторунун багыты ΔS которулуш векторунун багыты менен дал келет. Төмөндө орточо ылдамдыкты табууга бир маселе карап көрөбүз. Бул маселе көбүнчө мектептик, райондук олимпиадаларда да көп сунушталат.

№ 2 – маселе: (№48 А.П. Рымкевич).

Автомобиль жердин биринчи жарымын ϑ_1=10 м/с, ал эми экинчи жарымын ϑ_2=15 м/с, ылдамдык менен басып өттү. Автомобилдин бардык жолдогу орточо ылдамдыгын тапкыла. Автомобилдин орточо ылдамдыгы, анын арифметикалык орточо ылдамдыгынан кичине экендигин далилдеп көрсөткүлө.



Чыгаруу: Бардык басып өткөн жол S ке барабар болсо, анда жолдун биринчи жарымын басып өтүүгө:

$$t_1 = \frac{S}{2\vartheta_1} \qquad (1)$$

Ал эми экинчи жарымын басып өтүүгө:

$$t_2 = \frac{S}{2\vartheta_2} \qquad (2)$$

убактысы сарпталат.

Жогорудагы аныктама боюнча бардык өткөн жолдогу орточо ылдамдык төмөнкүгө барабар болот:

$$\vartheta_{орт} = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{S}{2\vartheta_1} + \frac{S}{2\vartheta_2}} = \frac{2\vartheta_1 \cdot \vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2} \qquad (3)$$

Ал эми арифметикалык орточо ылдамдык болсо төмөнкүнү берет.

$$\vartheta = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} \qquad (4)$$

Анда (3) жана (4) формулалардан көрүнүп тургандай $\vartheta_{орт} < \vartheta$ себеби:

$$\frac{2\vartheta_1 \cdot \vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2} \le \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2}$$

$$4\vartheta_1\vartheta_2 \le \vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 + 2\vartheta_1\vartheta_2$$

$$0 \le (\vartheta_1 - \vartheta_2)^2$$

Эми эсептеп чыгарып дагы бир жолу далилдеп көрсөтөбүз:

$$\vartheta_{орт} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 15}{10 + 15} м/с = 12 м/с$$

$$\bar{\vartheta} = \frac{10 + 15}{2} = \frac{25}{2} = 12{,}5 м/с$$

$$12 \le 12{,}5$$

$$\vartheta_{орт} = 12 м/с$$

Эми ушул жогорудагы теориялык суроолорду жана практикалык маселелерди улуттук тестирлөө борбору тарабынан кирүү экзамендерине сунуш кылган бир топ маселелердин мисалында талкуулап көрөлү.

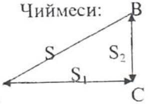
№-3 маселе: Кумурска дубалга чейин 12 м андан кийин 5 м жолду басып өттү. Кумурсканын которулушун тап.

а) 17 м б) 13 м в) 12 м г) 5 м д) 7 м

Берилди:
$S_1 = 12$ м
$S_2 = 5$ м

S - ?

Чиймеси:



Чыгаруу: ABC тик бурчтуу үч бурчтугунан S ти тапсак, Пифагордун теңдемеси боюнча төмөнкү формуланы алабыз:

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{12^2 + 5^2} = \sqrt{169} = 13 м$$

Жообу: S = 13 м.

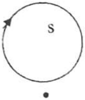
№ 4-маселе: Нерсе радиусу 1 м айлана боюнча бир толук айланып чыкты. Нерсенин которулуусу эмнеге барабар?

а) 3,14 м; б) 6,28 м; в) 0 м; г) 1 м; д) 0,5 м.

Берилди:
R = 1 м

S = ?

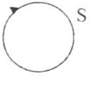
Чийме:



Чыгаруу:
S = 0 м
Жообу: в) 0 м.

№ 5 маселе: Нерсе радиусу 1 м айлананы толук айланып чыкты. Нерсенин басып өткүн жолу эмнеге барабар?

а) 0,5 м; б) 1 м; в) 0 м; г) 6,28 м; д) 3,14 м.

Берилди:	Чыгаруу:	Чийме:
R = 1 м π = 3.14	$S = 2\pi R$ S = 2x3,14x1=6,28 (м)	
S = ?	Жообу: г) 6,28 м	

№ 6 маселе: Түз жол x огуна 60^0 бурч менен багытталган. Координатанын башталышы жол менен x огунун кесилишкен жерине туура келет. Координатанын башынан баштап 80 км/саат туруктуу ылдамдык менен жүрө баштаган автомобилдин «x» координатасы 3 саат өткөндөн кийин кандай чоңдукта болот?

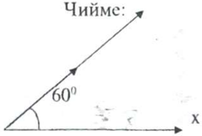
а) 240 км; б) 120 км; в) 80 км; г) 60 км; д) 40 км.

Берилди:

ϑ =80 км/саат
t = 3 саат
$\alpha = 60^0$

S = ?

Чийме:



Чыгаруу:
$S = \vartheta \text{x} t \text{x} \cos\alpha$
S = 80км/саат x 3 саат x1/2 = 120 км

Жообу: б) S = 120 км.

1.4. **Материалдык чекиттин (нерсенин) ылдамдануусу** деп, убакыттын бирдиги ичинде ылдамдыгынын чоңдугунун жана багытынын өзгөрүшүн мүнөздөөчү физикалык чоңдукту айтабыз. Ылдамдануу:

$$a = \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{\Delta t} \qquad (1.3)$$

формуласы менен аныкталат. СИ системасындагы бирдиги:

$$[a] = 1 м/с^2$$

Эми ылдамданууга берилген тесттеги теориялык суроолорго жана маселерге токтолуп кетебиз.

№ 7 маселе: Бир калыпта ылдамдатылган кыймыл кезиндеги ылдамдыктын өзгөрүшүнүн формуласы кандай түргө ээ болот?

а) $a=\dfrac{\vartheta-\vartheta_0}{t}$, б) $a=(\vartheta-\vartheta_0)\cdot t$ в) $a=\dfrac{S-S_0}{t}$ г) $a=\dfrac{gt^2}{2}$

$Жообу: a=\dfrac{\vartheta-\vartheta_0}{t}$,

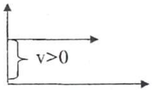
№8 маселе: Нерсенин кыймылынын теңдемеси төмөнкүдөй $x=(5+11t+82t^2)$ Анын баштапкы ылдамдыгы эмнеге барабар?

а) 5м/с б) 10 м/с в) 82 м/с г) 11 м/с д) 41 м/с

$x=x_0+\vartheta_0 t+\dfrac{at^2}{2}$ боюнча: $\vartheta_0=11$ м/с

Жообу: г) $\vartheta_0=11$ м/с

1.5. **Бир калыпта ылдамдатылган кыймыл** – деп убакыттын бирдей аралыгында ылдамдыгы да бирдей өзгөргөн телонун кыймылын айтабыз. Бир калыптагы кыймыл кезиндеги $\vartheta = \vartheta$ (t) функциясынын графиги 0t убакыт огуна параллель болот.



1.6. Ал эми бир калыпта ылдамдатылган кыймыл кезиндеги материалдык чекиттин (нерсенин) которулушу төмөнкүгө барабар болот.

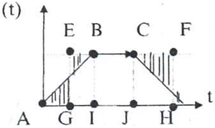
$S=\vartheta\cdot\Delta t=\vartheta(t-t_0)$ Эгерде t_0=0 болсо, анда: $S=\vartheta\cdot t$ (1.4)

№ 9 маселе:

Поезд эки станциянын ортосундагы аралыкты ϑ_0= 72 км/саат ылдамдык менен t = 20 мин. убакыт ичинде басып өттү. Күүлөнүү жана тормоздоо убактысы биригип t_1 =4 минутага созулду. Ал эми жолдун калган бөлүгүндө поезд бир калыпта жүрдү. Поезддин бир калыптагы кыймыл кезиндеги ылдамдыгын тапкыла?

Чыгаруу:

Маселени графикалык жол менен чыгарабыз. $\vartheta_x(t)$ нын графиги АВСД сынык сызыгын берет. Сүрөттөн көрүнүп тургандай (3-сүрөт) АВСД фигурасынын аянты GEFH тик бурчтугунун аянтына барабар.



4-сүрөт

AI+jД=t_1, АД = t. Ал эми $AG = \frac{AI}{2}$ жана $HД = \frac{jД}{2}$ болгондуктан,

$$GH = EF = AД - AG - HД = AД - \frac{(AI + jД)}{2} = t - \frac{t_1}{2}$$ болот.

Ошондой эле GE = FH = ϑ болсо, демек GEFH тик бурчтугунун аянты:

$$S = GHGE = \vartheta(t - \frac{t_1}{2})$$

Ал эми аныктама боюнча орточо ылдамдык:

$$\vartheta_{орт} = \frac{S}{t}$$ болсо, анда мындан

$$S = \vartheta_{орт} \cdot t = \vartheta \cdot (\frac{t - t_1}{2})$$ экендигин алабыз.

Бул жерден $\vartheta = \frac{\vartheta_{орт} \cdot t}{\frac{t - t_1}{2}}$ болсо, анда

Төмөнкү формула келип чыгат:

$\vartheta = \frac{2\vartheta_{орт} \cdot t}{2t - t_1}$ Ордуларына коюп эсептейбиз: $\vartheta = 72 \cdot (\frac{2 \cdot 20}{2 \cdot 20 - 4}) = 80 км/саат$

Жообу: ϑ = 80 км/саат

1.7. Бир гана оордук күчүнүн гана аракети астындагы телолордун пайда болгон кыймылы **эркин түшүү** деп аталат. Эркин түшүү учурунда тело жер бетинен h бийиктигинен вертикаль багытта төмөн карай турактуу g ылдамдануусу менен кыймылга келет. g – эркин түшүүнүн ылдамдануусу деп аталат. Аны тажрыйба түрүндө биринчи жолу италиялык окумуштуу Галилое Галилей аныктаган.

Анын сандык мааниси g = 9,8 м/ c^2 барабар болот.

а) Эркин түшүү учурундагы телонун ылдамдыгы:

$$\vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t \qquad (1.5)$$ болот.

Эгерде $\vartheta_0 = 0$ $\vartheta = g \cdot t$

б) Убакыттын берилген моментиндеги абалы төмөнкүгө барабар болот:

$$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2} \qquad (1.6)$$

Эгер $\vartheta_0 = 0$, $h = \frac{gt^2}{2}$

в) Координатанын берилген чекитиндеги ылдамдыгы төмөнкү формула менен аныкталат:

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + 2g\Delta h},$$

Эгер $\vartheta_0 = 0, \quad \vartheta = \sqrt{2g\Delta h}$ (1.7)

г) Баштапкы ылдамдыгы жок h бийиктигинен түшүрүлгөн тело төмөнкү Δt убактысы ичинде жерге түшөт. $\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ (1.8) Эми бул келтирилген теориялык формулаларга конкреттүү мисалдарды карап көрөбүз.

№ 10 маселе: Эгерде тело акыркы 2 с ичинде 60 м жолду басып өтсө, анда ал жалпысынан канча убакытта түшкөн?

Берилди: Чыгаруу:

t = 2 с Δt=2 с ичинде тело $S = g\cdot\frac{\Delta t^2}{2} + \vartheta_0\Delta t$ аралыгын басып

S = 60 м өтөт. Мына ошондуктан $\vartheta_0 = \left(S - \frac{g\Delta t^2}{2}\right)\frac{1}{\Delta t}$ барабар болот. Акыркы 2 секундадагы түшүү убактысы $t_0 = \frac{\vartheta_0}{g}$ болсо, анда жалпысынан түшүү үчүн төмөндөгү убакыт сарпталган.

$$t = t_0 + \Delta t = \frac{S - \frac{g\Delta t^2}{2}}{g\Delta t} + \Delta t = \frac{S}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2};$$

Эсептейбиз: $t = \frac{60м}{9{,}8м/с^2 \cdot 2с} + \frac{2с}{2} = 4{,}1с$

Жообу: t = 4,1 с

1.8. а) Тело ϑ_0 баштапкы ылдамдыгы менен вертикал багытта тик жогору кыймылга келсин. Эгерде абанын каршылыгын эске албай турган болсок, анда ал телонун ылдамдануусу эркин түшүүнүн ылдамдануусуна барабар болот. Көтөрүлүүнүн эң жогорку чекитине чейинки аралыкта ал телонун кыймылы бир калыпта акырындатылган кыймыл болуп, ал эми жогорку чекитке жеткенден кийин баштапкы ылдамдыгы жок эркин түшө баштайт.
б) Убакыттын t моментиндеги, телонун тик жогору көтөрүлүү же тик ылдый түшүү учурундагы ылдамдыгы төмөнкүгө барабар болот:

$$\vartheta = \vartheta_0 + g\cdot t \qquad (1.9)$$

№ 11 Маселе: Тело 20 м/с баштапкы ылдамдык менен тик жогору ыргытылган. t_1 = 1,5 с жана t_2 = 3,2 с убакыт моменттериндеги телонун ϑ_1 жана ϑ_2 ылдамдыктарын тапкыла.

Берилди:

$\vartheta_0 = 20$ м/с

$t_1 = 1,5$ с

$t_1 = 1,5$ с

ϑ_1, ϑ_2 -?

Чыгаруу:

ϑ_{1y} жана ϑ_{2y} проекциялары үчүн төмөнкүнү алабыз:

$\vartheta_{1y} = \vartheta_0 - gt_1$, $\vartheta_{2y} = \vartheta_0 - gt_2$, Мындан:

$\vartheta_{1y} = (20\text{-}9,8x,5)$ м/с $= 5$ м/с,

$\vartheta_{2y} = (20\text{-}9,8x,2)$ м/с $= -11$ м/с,

Бул жердеги ϑ_{1y} жана ϑ_{2y} проекцияларынын белгилеринен ϑ_1 ылдамдыгы жогору, ал эми ϑ_2 ылдамдыгы төмөн карай багытталгандыгын билебиз.

в) Убакыттын $\Delta t = t - t_0$ моментинде $t_0 = 0$ болгон учурда Δh которулуш вектору төмөнкүгө барабар болот:

$$\Delta h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2} \qquad (1.10)$$

г) Тело ыргытылган эң жогорку чекитке жеткен убакыт

$$t = \frac{\vartheta_0}{g} \text{ болсо,}$$

анда телонун максималдуу көтөрүлүү бийиктиги төмөнкүгө барабар болот:

$$h_{max} = y_{max} - y_0 = \frac{\vartheta_0^2}{2g} \qquad (1.11)$$

Эми ушул формулаларга бир конкреттүү маселе карап өтөлү. Бул маселени физика боюнча өткөрүлүүчү олимпиадаларга да сунуш кылса болот.

№ 12 маселе. Телону h_0= 1,5 мбийиктигинен вертикал багытта тик жогору ыргытышат. Тело ыргытылган жердин бетинен h =1,5 м бийиктигинен вертикал багытта тик жогору ыргытышат. Тело ыргытылган жердин бетинен h=3,5 м терендикте чуңкур казылган. Телонун баштапкы ылдамдыгы 2,3 м/с барабар. Кыймыл башталгандан (t_0=0) канча убакыттан кийин тело чуңкурдун түбүнө жетет жана ушул убакыт ичиндеги иелонун басып өткөн S жолун тапкыла.

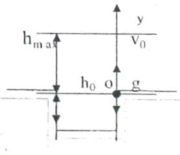
Берилди

h_0= 1,5 м

h =3,5 м

ϑ_0= 2,3 м/с

t_1-? S-?



Чыгаруу: Координата башталышы 0 телону ыргыткан чекитке дал келтиребиз, ал эми ОУ координата огун тик жогору багыттайбыз (сүр.). У координатасынын убакыттан көз карандылыгы төмөндөгүлөй түргө ээ болот:

$$y = y_0 + \vartheta_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

бул жерде $У_0$ – баштапкы координата.

Бул теңдемедеги $t = t_1$, $У_0 = 0$ жана $У=-(h_0+h)$ деп алсак анда:

$$-(h_0 + h) = \vartheta_0 \cdot t_2 - \frac{gt^2}{2} \quad \text{бул жерден}$$

$$gt^2 - 2\vartheta_0 t_l - 2(h_0 + h) = 0 \quad \text{жана} \quad t_{l1,2} = \frac{\vartheta_0 \pm \sqrt{\vartheta_0^2 + 2g(h_0 + h)}}{g}$$

экендигин алабыз.

$t_{l_1}\langle 0$ кичине болгондуктан t_{l_2} берилген шарттарда физикалык мааниге ээ болбойт. Мына ошондуктан

$$t_l = t_{l_1} = \frac{\vartheta_0 \pm \sqrt{\vartheta_0^2 + 2g(h_0 + h)}}{g} = \frac{2.3 + \sqrt{(2,3)^2 + 2 \cdot 9,8 \cdot (1,5 + 3,5)}}{9,8} c \approx 1,3c$$

Ал эми телонун басып өткөн S жолу төмөнкүгө барабар:

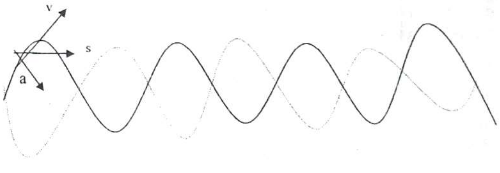
$$S = 2h_{max} + h_0 + h, \qquad \text{бул жерде} \qquad h_{max} = \frac{\vartheta_0^2}{2g} \ \text{болсо,}$$

анда мындан төмөнкү формула келип чыгат:

$$S = 2 \cdot \frac{\vartheta_0^2}{2g} + h_0 + h = \frac{\vartheta_0^2}{g} + h_0 + h = \left(\frac{(2,3)^2}{9,8} + 1,5 + 3,5\right) \text{м} = 5,5 \text{ м}$$

Жообу: t=1,3 с, S=5,5 м.

1.9. Айлана боюнча кыймыл ийри сызыктуу кыймылдын эң жөнөкөй мисалы болуп эсептелет. Айлана боюнча кыймыл кезинде телонун которулушу S айланага жүргүзүлгөн хорда боюнча ал эми ылдамдыгы ϑ айланага жүргүзүлгөн жаныма боюнча, ал эми ылдамдануусу а айлананын борборун көздөй багытталат. (6-сүрөт).



6-сүрөт

Айлана боюнча телонун кыймылын мүнөздөөчү төмөнкү чоңдуктар бар.

а) **Айлануу мезгили** Т деп, бир толук айланууга кеткен убакытты айтабыз.

б) **Айлануу жыштыгы n** деп, бирдик убакыт ичиндеги айланууулардын санын айтабыз. Айлануу мезгили менен айлануу жыштыгын байланыштыруучу төмөнкү формула бар:

$$T = \frac{1}{n} \qquad (1.12)$$

Айлануу мезгилинин бирдиги с, айлануу жыштыгынын бирдиги c^{-1}.

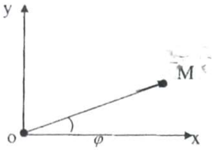
в) **Айлануу кыймылы кезиндеги телонун которулушу:**

$$S = 2\pi R \qquad (1.13)$$

г) **Ылдамдыгы**: $\vartheta = \frac{2\pi R}{T}$ (1.14)

д) **Ылдамдануусу**: $a = \frac{\vartheta^2}{R}$ (1.15) ке барабар.

е) Механикалык кыймылды сүрөттөө учурунда түз сызыктуу декарттык координаталар менен катар эле, уюлдук координаталар системасы да кеңири колдонулат. Мисалы М чекитинин (ХОУ) тегиздиктеги абалы эки уюлдук координата менен аныкталат. (7-сүрөт). r – радиус вектору жана α - бурчтук координатасы α - бурчу ОХ огунан сааттын стрелкасына карама-каршы багытта эсептелип башталат.



ж) Берилген чекиттин айлана боюнча **бурчтук ылдамдыгы** ω деп $\Delta\varphi$ бурулуу бурчунун Δt убакыт аралыгына болгон катышын айтабыз:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \qquad (1.16)$$

з) Бурчтук ылдамдык айлануу мезгили менен төмөндөгүдөй байланышкан:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n \qquad (1.17)$$

и) Сызыктуу жана бурчтук ылдамдыктардын ортосунда төмөндөгүдөй байланыш бар:

$$\vartheta = \omega \times R \qquad (1.18)$$

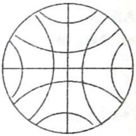
Эми бул телонун айлана боюнча кыймылына маселелер карап көрөбүз.

БИБЛИОТЕКА
Ошского государственного
университета
ИНВ № 898077

№13 Маселе: "Восток" спутник кораблинин Жерди айлануу мезгили 90 минутага барабар болгон. Ал эми Жерден болгон орточо бийиктиги 320 км. Жердин радиусу 6400 км. Корабл кандай ылдамдык жана ылдамдануу менен Жерден учуп чыгып кете алат?

Берилди:
T = 90 мин = 5400 с
R = 6400 км
h = 320 км

Чийме:



Чыгаруу: Спутниктин ылдамдыгын табабыз:

$$\vartheta = \frac{2\pi(R+h)}{T},$$ Эсептейбиз:

$$\vartheta = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot (6400+320)}{5400} км/с = 7{,}8 \text{ км/с}$$

Эми ылдамдануусун табабыз:

$$a = \frac{\vartheta^2}{R+h} = \frac{(7800)^2 м/с^2}{(6400+320)\cdot 10^3} = 9{,}1 м/с^2$$

Эми кирүү экзамендериндеги тесттерде берилүүчү теориялык суроолорго токтоло кетсек:

№ 14 суроо: Шардын бетиндеги чекиттердин борборго умтулуучу ылдамдануусунун формуласы кандай болот?

а) $a = \frac{2\pi R}{T}$ б) $a = \omega \cdot R$ в) $a = \frac{\vartheta^2}{r}$ г) $a = 2\pi R \times n$

Жообу: в) $a = \frac{\vartheta^2}{r}$

№ 15 суроо: Айлануучу телонун сызыктуу ылдамдыгынын формуласы кандай болот?

а) $\vartheta = \frac{S}{t}$ б) $\vartheta = 2\pi R \times n$ в) $\vartheta = \frac{2\pi nR}{T}$ г) $\vartheta = \frac{2\pi r}{n}$

Жообу: б) $\vartheta = 2\pi \cdot R \cdot n$

1.10. Горизонтко бурч боюнча ыргытылган нерсенин кыймылынын траекториясы бизке алгебрадан тааныш болгон ***парабола*** деп аталуучу ийри сызыкты берет. Мындай кыймылдарга спорстмен ядрону түрткөндө ,дисканы же найзаны ыргыткандагы учурларды мисал келтирип кетсек болот.

Эгерде нерсенин кыймылына карата абанын каршылыгын эске албасак анда горизонтко бурч боюнча ыргытылган нерсеге эркин түшүп келе жаткан нерсе же баштапкы ылдамдык берип тик өйдө ыргытылган

нерсе сыяктуу эле ага оордук күчү гана таасир этет. Ыргытылган нерсенин баштапкы ылдамдыгы $\vec{\vartheta}_0$ векторунун X жана У окторундагы проекциялары тиешелүү түрдө төмөндөгүгө барабар экендиги сүрөттөн көрүнүп турат:

$$\vartheta_{0x} = \vartheta_0 cos\alpha \qquad (1.19)$$
$$\vartheta_{0y} = \vartheta_0 \sin\alpha$$

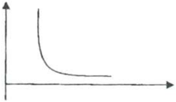
Ал эми нерсенин х координатасы убакыттын өтүшү менен түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдагыдай өзгөрөт.

$$x = \vartheta_{0x} t \qquad (1.20)$$

У координатасы да түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдагыдай өзгөрөт:

$$y = \vartheta_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} \qquad (1.21)$$

Нерсенин траекториясын табуу үчүн х жана у координаталарын, t убакыттын берилген маанилерине көз карандылык (1.20) жана (1.21) теңдемелерине коюп эсептеп чыгып, алынган чекиттерди туташтырып төмөнкү графи кти ала быз. Бул би з жогоруда ай тып кеткен параболан ы берет.



7-сүрөт

Эми биз төмөндө ушул темага ылайык олимпиадаларда кездешүүчү бир маселенин чыгарылышына токтолуп кетебиз:

№ 16-маселе: Массасы 25 кг жүк жип менен 1 с ичинде 5 м бийиктикке көтөрүлдү. Жипте пайда болгон серпилгич күчүн аныктагыла. Жүк бир калыпта ылдамдатылган кыймылда деп эсептегиле.

Берилди:	Чыгаруу:
m = 25 кг t = 1 с h = 5 м	Жипте пайда болгон серпилгич күчү төмөнкү күчтөрдүн суммасына барабар болот: $F_c = F_a + P$ бул жерден $F_a = ma$, ал эми $P = mg$ экендиги белгилүү. Мындан: $F_c = ma + mg = m(a+g)$
F - ?	$h = \frac{at^2}{2}$; $a = \frac{2h}{t^2}$ болсо, анда төмөнкү формула келип чыгат: $F_c = m\left(\frac{2h}{t^2} + g\right)$

Эсептейбиз: $F_c = 25 \cdot \left(\frac{2 \cdot 5}{1} + 9{,}8\right) = 25 \cdot 19{,}8 = 495(H)$

Жообу: F_c = 495 Н $\quad \vartheta = \frac{2\pi(R+h)}{T}$

Кайталоо үчүн маселелер

1.Кайык суу боюнча түндүк-чыгыш багытка 2км,анан түндүккө карай дагы 1км аралыкты сүзүп өттү.Которулуштун модулун жана багытын геометриялык түзүү жолу менен тапкыла.

ж : 2,8км;туштук багытка 30^0.

2.Эки нерсенин кыймыл теңдемелери

$x_1=24+4,2t$ жана $x_2=87+2,7t$

туюнтмалары менен берилген.Алардын кезигишүү жеринин координатасын жана убактысын тапкыла.

ж : 42с;200м.

3.Эки поезд бири-бирин көздөй 20м/с жана 15м/сылдамдык менен келе жатышат.Биринчи поезддеги жүргүнчү анын жанынан экинчи поезддин 14с ичинде өткөнүн байкады.Экинчи поезддин узундугу канча? *ж: 490 м.*

4. Автомабиль өзүнүн кыймылындагы убактысынын жарымын 80/м саат ылдамдык менен ал эми экинчи жарымын 40 км/саат ылдамдык менен жүрдү. Автомобилдин орточо ылдамдыгын тапкыла?

Ж: 60 км/ саат

5. Бала 20 метр бийиктиктеги терезеден горизонталь багытта топту ыргытты.Эгер топ үйдүн негизинен 6м алыстыка түшсө, анда ал кандай ылдамдык менен ыргытылган жана ал жерге түшкүчө канча убакыт өткөн?

Ж: 2с 3м/с

6. Радиусу 400м/сболгон жолдун имерилишинде 72 км/саат ылдамдык менен бараткан жеңил машинанын борборго умтулуучу ылдамдануусун тапкыла .

ж: 8км/ $с^2$

II Глава: Динамика

2.1. Динамика бөлүмүндө телолордун механикалык кыймылдарынын келип чыгуу себептери каралат. Ал эми динамиканын эң негизги маселеси болуп, телонун абалын убакыттын каалаган моментинде, белгилүү баштапкы ылдамдыгы жана ага аракет этүүчү күчтөр аркылуу аныктоо эсептелет.

Ньютондун биринчи закону: эгерде телого сырттан күч таасир этпесе же аракет эткен таасирлер бирин-бири жоюшса (компенсациалашса) анда ал тело тынч абалда болот же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болот. Ньютондун биринчи закону *инерция закону* деп да аталат.

Ньютондун биринчи закону инерциалдык эсептөө системаларынын бар экендигин далилдеп турат.

Эми Ньютондун биринчи законунун колдонулушуна маселе чыгарып көрөбүз. Бул маселени физика предмети боюнча өткөрүлүүчү олимпиадаларда сунуш кылса болот.

№ 17-маселе Кыймылсыз арабачада суусу бар идиш турат жана идиштеги суунун бетинде жыгач брусок калкып турат . Түз сызыктуу ылдамдатылган кыймыл менен арабачанын оңго карай ; 1) инерциалдуу эсептөө системасына салыштырмалуу; 2) инерциалдуу эмес эсептөө системасына салыштырмалуу жылган учурундагы брусоктун абалдары кандай болот?

Чыгаруу: Брусокту эркин тело деп карайбыз да ага аракет этүүчү башка аракеттенишүүлөрдү эске албайбыз. Тажрыйбадан белгилүү болгондой мындай кыймыл учурунда брусок идиштин сол четине жакындай баштайт. Биринчи учурда Ньютондун биринчи законуна таянып, брусок тынч абалын сактайт ушул эле мезгилде арабача идиш менен кошо оң жакты карай которула баштайт. (Идиштин сол жак чети брусоко ылдамдап жакындай баштайт).

Экинчи учурда брусок ылдамдап (инерциалдуу эмес) сол жакка карай которула баштайт. Бул учурда Ньютондун биринчи закону аткарылбайт (брусок инерциалдуу эмес кыймыл жасайт).

2.2. Нерсеге башка бир нерсе аракет эткенде ылдамдануу пайда кылуучу таасир **күч** деп аталат. Демек күч бул ылдамдануунун себеби деп да айтууга болот. И. Ньютон күчкө төмөндөгүдөй аныктама берген: *Нерсени тынч абалдан чыгаруучу же бир калыптагы түз сызыктуу кыймылын өзгөртүүчү бул күч болуп эсептелет.* Күч - физикалык чоңдук. Күч бир нерсенин экинчи бир нерсеге аракет эткенин гана билдирбестен аны сан менен туюнтууга боло турган да физикалык чоңдук күч. Күч вектордук чоңдук. Мисалы эгерде нерсеге эки күч тиркелсе жана нерсенин ылдамдануусу болбосо анда бул күчтөр ылдамдануу сыяктуу эле модулдары боюнча барабар жана багыттары боюнча карама-каршы болушат. Демек күч багытталган чоңдук болгондуктан аны вектордук чоңдуктардын катарына кошобуз. Күчтү F тамгасы менен белгилейбиз.

18- суроо: Эгерде күч түшүнүгүн пайдалансак, анда Ньютондун биринчи закону кандай баяндалат.

Жооп: Эгерде нерсеге күч аракет этпесе, же аракет эткен күчтөр бирин-бири жоюшса (компенсациалашса) анда ал нерсе тынч абалда болот же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болот.

2.3. Нерселердин ылдамдыгын өзгөртүү үчүн кандайдыр бир аракет талап кылынат. Физикада бул касиет *инерттүүлүк* деп аталат. Ал эми нерселердин инертүүлүк ченин мүнөздөөчү чоңдук *масса* деп аталат. Мисалы, эгерде эки тело аракеттенишкен учурда бир кыйла инерттүүрөгү чоңураак массага, ал эми инерттүүлүгү азыраагы кичине массага ээ болот. Нерселер аракеттенишкен учурда аларга аракет эткен күчтүн импульсу төмөнкүгө барабар:

$$\vec{F} \cdot t = m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0 \qquad (2.1)$$

Бул барабардыктын оң жагындагы $m\vec{\vartheta}$ чоңдугу нерсенин массасы менен анын

ылдамдыгынын көбөйтүндүсүнүн өзгөрүшүн туюнтат. Бул чоңдук нерсенин импульсу деген өзгөчө атка ээ: **Нерсенин импульсу** – деп нерсенин массасынын анын ылдамдыгына болгон көбөйтүндүсүнө барабар болгон чоңдукту айтабыз.

Эми бир маселе карап көрөбүз.

№ 19-маселе: Массасы 4 тонналык суу чачуучу автомашинанын цистернасында 4 $м^3$ суу бар. Төмөнкү учурларда: а) машина суу чачыла турган жерге 18 км/саат ылдамдык менен жүрүп баратканда; б) машина бардык сууну сарп кылып, 54 км/саат ылдамдык менен келе жатканда, машинанын импульсу эмнеге барабар?

Берилди: Си:

$m_1 = 4$ т $= 4000$ кг

$V_{суу} = 4$ $м^3$

а) $\vartheta_1 = 18$ км/саат $= 5$ м/с

б) $\vartheta_2 = 54$ км/саат $= 15$ м/с

$V_{суу} = 0$

P_1-?, P_2-?

Чыгаруу:

Цистернадагы суунун көлөмүн масса менен туюнтуп алсак:
$m_2 = \rho \cdot V = 1000$ кг/$м^3 \cdot 4$ $м^3 = 4000$ кг суу болот.
Эми автомашина суу чачуучу жерге чейин бараткан учурдагы импульсу төмөнкүгө барабар болот:

$P_1 = (m_1 + m_2) \cdot \vartheta_1 = (4000+4000)$ кг $\cdot$ 5 м/с $= 40000$ кг$\cdot$м/с

б) Ал эми сууну сарп кылгандан кийинки импульсу:

$P_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vartheta_2 = (4000+0)$ кг $\cdot$ 15 м/с $= 60000$ кг$\cdot$м/с болот.

Жообу: $P_1 = 40000$ кг$\cdot$м/с $P_2 = 60000$ кг$\cdot$м/с

Жогорку маселеде колдонулуп кеткендей нерсенин тыгыздыгы деп анын массасынын көлөмүнө болгон катышын айтабыз:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (2.2)$$

Бирдиги: $[\rho] = 1\frac{кг}{м^3}$. Нерсенин тыгыздыгын мисал келтирүү жолу менен түшүндүрүп кетели: Мисалы суунун тыгыздыгы 1000 кг/$м^3$ барабар. Бул деген 1000 кг суу 1 $м^3$ көлөмдү ээлейт дегенди түшүндүрөт.

2.4. Эгерде ар кандай массадагы нерселерге бир эле күч таасир этсе, анда нерсенин массасынын анын ылдамдануусуна болгон көбөйтүндүсүнө барабар чоңдук ошол бойдон каларын бир топ тажрыйбалар ырастайт. Мына ушулардын негизинде И.Ньютон өзүнүн экинчи законун баяндайт:

Нерсеге аракет эткен күч, нерсенин массасынын ушул күч аркылуу берилген ылдамданууга болгон көбөйтүндүсүнө барабар. *Ньютондун экинчи закону* математикалык түрдө төмөндөгүдөй формула менен туюнтулат:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \qquad (2.3)$$

Нерсеге күч аракет эткендеги ылдамдануу төмөнкү формула менен аныкталат:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \qquad (2.4)$$

Ньютондун экинчи законунун негизинде күчтүн бирдиги белгиленет. Күчтүн бирдиги үчүн массасы 1 кг болгон нерсеге 1 м/с^2 ылдамдануу берген күч кабыл алынат. Бул бирдик Ньтон деп аталат. (Кыскача: Н): 1Н = 1 кг·м/с^2.

Эми бул законго татаал маселелерден бирди карап көрөбүз.

№ 20 – маселе: Жүгү жок прицепке трактор a_1=0,4 м/с^2, ал эми жүгү бар прицепке a_2=0,1 м/с^2 ылдамдануу берет. Эгерде эки прицепти тең бирге кошуп тракторго уласак, анда трактор аларга кандай ылдамдануу берет? Трактордун тартуу күчүн бардык учурларда бирдей деп эсептегиле.

Берилди:

a_1 = 0,4 м/с^2

a_2 = 0,1 м/с^2

a_3 - ?

Чыгаруу:

Жүгү жок прицеп үчүн жүгү бар прицеп үчүн жана аларды бирге кошкон учурлар үчүн Ньютондун законун жазабыз:

$F = m_1 a_1$ (1)

$F = m_2 a_2$ (2)

$F = (m_1 + m_2) \cdot a_3$ (3)

(1) жана (2) ден төмөнкүнү алабыз: $m_1 = \frac{F}{a_1}; m_2 = \frac{F}{a_2}$ Буларды (3) кө койсок:

$F = \left(\frac{F}{a_1} + \frac{F}{a_2}\right) \cdot a_3$ келип чыгат.

Мындан биз издеген a_3 тү тапсак, төмөнкү формула келип чыгат:

$$a_3 = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_1 + a_2} \qquad (4)$$

Эсептейбиз: $a_3 = \frac{0,4 \cdot 0,1}{0,4 + 0,1} = 0,08 м/с^2$

Жообу: a_3 = 0,08 м/с^2

2.5. Нерселердин бири-бирине болгон аракети өз ара аракеттенүү мүнөзүнө ээ жана алардын аракеттенүүлөрүнү математикалык түрдө төмөнкүчө жазабыз:

$$m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2 \qquad (2.5)$$

Демек, бул $m_1\vec{a}_1$ биринчи нерсеге аракет эткен F_1 күчүнө барабар ал эми $-m_2\vec{a}_2$ экинчи нерсеге аракет эткен F_2 күчүнө барабар экендигин билдирет. Ошондуктан:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \qquad (2.6)$$

Бул барабардык Ньтондун үчүнчү закону деп аталат: Нерселер бири-бири менен модулдары боюнча барабар жана багыттары боюнча карама-каршы күчтөр менен аракеттенишет.

Ньютондун үчүнчү закону нерселердин бири-бирине кылган аракетинин эки жактан тең болушунун натыйжасында күчтөр дайыма түгөйү менен пайда болорун көрсөтөт. Мисалы эки поезддин кагылышы, эки арабанын кагылышып кетиши ж.б.

Эми жогорку окуу жайларына кирүү экзамендеринде сунуш кылынып келе жаткан Ньютондун үчүнчү законуна маселерден чыгарып көрөбүз:

№ 21 маселе: Массасы 1 т машина, тынч турган массасы 2 т экинчи машина менен урушуп калды. Натыйжада биринчи машина токтоп, ал эми экинчи машина 5 м/с^2 ылдамдануусу менен кыймылдап баштайт. Урунуу убактысы 0,1 с. Биринчи машина урунганга чейин кандай ылдамдык менен келе жаткан?

а) 10 м/с   б) 5 м/с   в) 2 м/с   г) 1 м/с   д) 0,5 м/с

Берилди:	Чыгаруу:	Эсептөө:
$m_1 = 1т = 1000$ кг	$\vec{F}_2 = m_2\vec{a}_2$	$F_2 = 2000кг \cdot 5м/с^2 = 10000 = 10^4\ H$
$m_2 = 2т = 2000$ кг	$a_1 = \frac{F_2}{m_1}$	$a_1 = \frac{10^4\ H}{10^3\ кг} = 10м/с^2$
$a_2 = 5$ м/с^2	$\vartheta = a_1 \cdot t$	$\vartheta = 10$ м/с$^2 \cdot 0,1$ с $= 1$ м/с
$t = 0,1$ с		
ϑ - ?		

Жообу: г) 1 м/с

2.6. Эгер эки нерсе эмес көп нерсе бири-бирине өз ара аракеттенишсе, анда алардын ар бирине $\vec{F} \cdot t = m\vec{\vartheta} - m\vec{\vartheta}_0$ формуласын колдонуп, бул учурларда өз ара аракеттенишүүчү нерселердин туюк системасынын импульстарынын суммасы өзгөрбөстүгүн (сакталгандыгын) далилдөөгө болот. Импульстун сакталуу закону мына ушунда турат. Туюк системаны түзгөн нерселердин аракеттенишкенге чейинки импульстарынын геометриялык суммасы, аракеттенишкенден кийинки импульстарынын геометриялык суммасына барабар болот:

$$m_1\vec{\vartheta}_1 + m_2\vec{\vartheta}_2 = m_1\vec{\vartheta}_1' + m_2\vec{\vartheta}_2' \qquad (2.7)$$

Импульстун сакталуу законуна төмөндөгүлөр мисал боло алат: мылтык жана анын стволундагы ок танканын пушкасы жана анын снаряды, планеталар жана алардын спутниктери ж.б. Физика боюнча өткөрүлүүчү олимпиадаларда импульстун сакталуу законуна маселелер көп кездешет. Азыр ушундай маселелердин бирөөнүн чыгарылышына токтолуп өтөбүз:

№ 22 маселе: Биллярд шариги 10 м/с ылдамдык менен келип, ушундай эле массадагы 2 шарикти келип урду. Урунушуудан кийин

шариктер ар жакка тарап кетишет. Урунушуудан кийинки шариктердин ылдамдыктарын тапкыла.

Берилди:

$\vartheta_1 = 10$ м/с

$\alpha_1 = 45^0$ С

$\alpha_2 = 45^0$ С

Чыгаруу:

$$m\vec{\vartheta}_1 = m\vec{\vartheta}_2 + m\vec{\vartheta}_1' \qquad (1)$$

Бул импульстун сакталуу законун пайдаланып, аларды координата окторундагы проекцияларын алабыз:

$$\begin{cases} OX: \vartheta_1 = \vartheta_2 \cos 45^0 + \vartheta_1' \cos 45^0 \\ OY: 0 = \vartheta_2 \sin 45^0 + \vartheta_1' \sin 45^0 \end{cases} \qquad (2)$$

(2) ден $\vartheta_2 = \vartheta_1'$ экендиги белгилүү болот.

$$\vartheta_2 = \frac{\vartheta_1'}{\sqrt{2}} = \frac{10 м/с}{\sqrt{2}} = 7{,}1 м/с$$

2.7. Мейкиндиктеги нерсенин абалы дайыма кандайдыр бир башка нерсеге эсептөөнү баштоочу нерсеге *салыштырмалуу* болот. Демек, нерсенин тынч абалы салыштырмалуу. Бирок нерсенин тынч абалы гана салыштырмалуу эмес анын кыймылы да салыштырмалуу болот. Буга бир мисал келтирели. Автовокзалдагы автобустун терезесинен караган адам, экинчи автобус жылган кезде, бул автобустардын кайсынысы кыймылда, кайсынысы тынч абалда экенин билиши өтө кыйын болот. Себеби кыймыл да, тынч абалда салыштырмалуу болот.

Бир топ мисалдарды карап көрүп, нерсенин которулушунун жана ылдамдыгыгынын формулаларын келтирип чыгарабыз: которулуштарды кошуунун формуласы:

$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2 \qquad (2.8)$$

түрүнө ээ болот.

Ылдамдыктарды кошуунун формуласы:

$$\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_1 + \vec{\vartheta}_2 \qquad (2.9)$$

(2.9) формуласынан төмөнкү аныктама келип чыгат: Кыймылсыз координаталар системасына салыштырмалуу нерсенин ылдамдыгы, анын кыймылдуу координаталар системасына салыштырмалуу нерсенин ылдамдыгы менен кыймылдуу системанын кыймылсыз системага салыштырмалуу ылдамдыгынын геометриялык суммасына барабар. *Кыймылдын салыштырмалуугу* мына ушунда турат.

Эми кыймылдын салыштырмалуулугуна жогорку татаалдыктагы маселелерден чыгарып көрөлү.

№ 23 маселе: Кайыктын сууга салыштырмалуу ылдамдыгы, суунун агымынын ылдамдыгынан n эсе чоң. Кайыктын эки пункттун аралыгын агымга каршы барып келүү убактысы, агым менен барып келгендеги убактысынан канча эсе чоң? Маселени n=2 жана n=11 учурлары үчүн чыгаргыла.

Берилди: Чыгаруу:

Ылдамдыктарды кошуунун (2.9) формуласынан

$n = 2$

$n = 11$

$\vartheta_к = \vartheta_c n$

$\frac{t_{каршы}}{t_{агым}} - ?$

$$\vartheta_к + \vartheta_c = \vartheta_c \cdot (n+1) \quad (1)$$

$$\vartheta_к - \vartheta_c = \vartheta_c \cdot (n-1) \quad (2)$$

Ал эми агым менен барганга кеткен убакыт:

$$t_{агым} = \frac{S}{\vartheta_к + \vartheta_c} \quad (3)$$

$$t_{каршы} = \frac{S}{\vartheta_к - \vartheta_c} \quad (4)$$

$$\frac{t_{каршы}}{t_{агым}} = \frac{\vartheta_к + \vartheta_c}{\vartheta_к - \vartheta_c} = \frac{n+1}{n-1} \quad (5)$$

(5) формулага n дин маанилерин коюп эсептейбиз:

$n = 2$ учурда $\frac{2+1}{2-1} = \frac{3}{1} = 3$

$n = 11$ учурда $\frac{11+1}{11-1} = \frac{12}{10} = 1{,}2$

2.8. Нерселер жаратылышы бирдей болгон күчтөр менен өз ара тартылышат демек, Күч Жердин массасына пропорциялаш. Ал эми бул эки нерсенин өз ара тартылуу күчтөрү, алардын арасындагы аралыкка да көз каранды болорун Ньютон көрсөтүп кеткен.

Демек, массалары m_1 жана m_2 ге барабар болгон эки нерсе бири-бирине F күчү мене тартылышат да төмөнкү формула менен туюнтулат:

$$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2} \quad (2.10)$$

Мында: R – нерселердин арасындагы аралык; γ -бүткүл дүйнөлүк тартылуу турактуулугу деп аталат. Анын сандык мааниси төмөнкүгө барабар:

$$\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ Н \cdot м^2/кг^2$$

(2.10) формула Ньютон 1667-жылы ачкан *бүткүл дүйнөлүк тартылуу законун* туюнтат:

Нерселер бири-бирине модулу, алардын массаларынын көбөйтүндүсүнө түз ал эми алардын арасындагы аралыктын квадратына тескери пропорциялаш күч менен тартылышат. Белгилеп кетүүчү бир нерсе, бүткүл дүйнөлүк тартылуу законун туюнтуучу (2.10) формуласы ал тартылуу нерселердин бирөөнү материалдык чекит деп эсептөөгө мүмкүн болгон учурда гана туура экен.

№ 24 маселе: Күндүн айланасында Жердин айлануу ылдамдыгы 30 км/с. Жерден Күнгө чейинки 150 млн км. Күндүн массасын тапкыла.

Берилди:

$\vartheta = 30$ км/с $= 3\cdot10^4$ м/с

$R = 150\cdot10^9$ м

M_0 - ?

Чыгаруу:

Жердин күндүн айланасындагы борборго умтулуучу күчү төмөнкүгө барабар болот

$$F = \frac{m\vartheta^2}{R} \qquad (1)$$

Ал эми тартуу күчү:

$$F = \gamma\cdot\frac{m\cdot M}{R^2} \qquad (2)$$ болот.

(1) менен (2) ни барабарлайбыз да төмөнкүнү алабыз:

$$\gamma\cdot\frac{m_1\cdot m_2}{R^2} = \frac{m\vartheta^2}{R} \qquad \vartheta^2 = \gamma\cdot\frac{M}{R}$$ бул жерден М ди тапсак:

$$M = \frac{\vartheta^2\cdot R}{\gamma}$$ болот.

Эсептейбиз: $M = \frac{(3\cdot10^4)^2\cdot150\cdot10^9}{6.67\cdot10^{-11}}кг = 2\cdot10^{30}кг$ Жообу: $M=2\cdot10^{30}$ кг.

2.9. Нерселердин созулушу, кысылышы, ийилиши жана буралышы *деформация кубулушу* деп аталат. Ал эми нерсе деформацияланган кезде пайда болгон жана деформациянын багытына карама-каршы багытталган күчтү *серпилгич күчү* деп айтабыз. Серпилгич күчү математика тилинде төмөнкү формула менен туюнтулат:

$$F=k\cdot x$$

Бул жерде x – нерсенин узарышы, к - нерсенин катуулугу деп аталат.

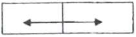
$\kappa = \frac{F_{серп}}{x}$ болгондуктан катуулук Н/м менен ченелет.

(2.11) формула Гуктун закону болуп эсептелет:

Нерсе деформацияланган кезде пайда болгон серпилгич күчү нерсенин узарышына пропорциялуу болуп, деформациянын багытына карама-каршы багытталат.

Серпилгич күчүнүн колдонулушуна кездешүүчү олимпиадалык жана тесттик бир маселеге токтолуп кетебиз.

№ 25 маселе: Берилген зымдын бөлүгүнүн каттуулугу к га барабар, бул зымды дагы тең экиге бөлсөк, анын жарымынын катуулугу канчага барабар. Жообун негиздегиле.



k_1 k_2

Чыгаруу: Зымдын берилген бөлүгүн ой жүзүндө экиге бөлөбүз. Зымдын бардык бөлүгү тең салмакта болгондуктан: $F_1 + F_4 = 0$ жана $F_1 = - F_4$ (1) Болот. АС жана СВ бөлүгү да тең салмакта болот.

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 0 \\ F_3 + F_4 = 0 \end{cases} \qquad (2)$$

(1) жана (2) ден төмөнкү келип чыгат:

$$F = F_1 = F_2 = F_3 = F_4$$

Жарымдардын катуулугу бири-бирине барабар болот, себеби жарымдардын эки бөлүгү да барабар. Мына ошондуктан:

$F = к_1\Delta l_1 = к_2\Delta l_2$ (3) мындан $\Delta l_1 = \Delta l_2$ келип чыгат.

Акырында бардык бөлүк үчүн: $F = к\Delta l$ жана $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = 2\,\Delta l_1$ болот.

(3) жана (4) төн төмөнкү келип чыгат. $к_1 = 2к$

Жообу: $к_1 = 2к$

2.10. Сүрүлүү күчү нерселер бири-бирине тикеден-тике тийишкенде пайда болуп, жана ал күч дайыма тийишүү бетин бойлото багытталат.

Сүрүлүү күчү жаратылышы боюнча төмөндөгүдөй түрлөргө бөлүнөт.

1) тынч абалдагы сүрүлүү күчү 2) тайгаланып сүрүлүү күчү.

1. Тынч абалдагы сүрүлүү күчү нерсенин экинчи нерсе менен тийишүү бетине
параллель аракеттенген күчкө модулу боюнча барабар жана ага карама-каршы багытталат. Тынч абалдагы сүрүлүү күчү оор буюмдарды: шкафты, столду, сейфти ж.б. ордунан жылдырууга жолтоо болгон күч болуп эсептелет.

2. Эгерде нерсенин башка нерсе менен тийишкен бетине параллель жумшалган күч тынч абалдагы сүрүлүү күчүнөн чоң болгон кезде пайда болуп аны кыймылга келтирсе, анда мындай күч тайгаланып сүрүлүү күчү деп аталат. Бул күчтүн багыты нерсенин кыймылынын багытына карама-каршы багытталып, нерсеге аракет этүүчү басым күчүнө пропорциялаш болот:

$$F = \mu N \qquad (2.12)$$

Мында μ - сүрүлүү коэффициенти жана ал дайыма бирден кичине: сүрүлүү күчү басым күчүнөн кичине.

Кээ бир материалдардын μ сүрүлүү коэффициенттеринин сан маанилерин төмөнкү таблицада көрсөтүп кетебиз:

Материалдар	Сүрүлүү коэффициенттери
Жыгачка жыгач сүрүлгөндө	0,25
Резина бетонго сүрүлгөндө	0,75
Кайыш тасма чоюнга сүрүлгөндө	0,56
Болот болотко сүрүлгөндө	0,20
Болот музга сүрүлгөндө	0,02

Таблицада берилген маанилер майланбаган беттерге гана тиешелүү. Себеби майлоо сүрүлүү күчүн азайтат.

Эми конкреттүү маселелер аркылуу жантык тегиздик аркылуу кыймылга келген нерселерге аракет этүүчү күчтөрдү табабыз. Бул

маселелер областтык жана республикалык олимпиадаларда берилген маселерден болуп эсептелет.

№ 26 маселе: Узундугу 18 м, бийиктиги 5 м жантык тегиздикте массасы 26 кг жүк жатат. Сүрүлүү коэффициенти 0,5 ке барабар. Тегиздикти бойлото жүктү жогору тартуу үчүн жана ылдый түшүрүү үчүн кандай күчтөрдү жумшоо керек?

Берилди:

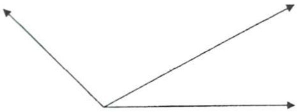
l = 15 м

h =5 м

m = 26 кг

μ = 0,5

F_1 - ?, F_1 - ?



<u>Чыгаруу:</u> Сүрөттөн көрүнүп тургандай: $d = \arcsin(\frac{h}{l})$ (1)

Жүктүн бир калыптагы кыймылы учурунда ага аракет эткен тең аракет этүүчү күчтөр нөлгө барабар.

1. Жүктү жогору карай тарткан учурда X огуна проекциясы:

$$F_1 - mg\sin\alpha - F_{сүр} = 0 \qquad (2)$$

У огуна проекциясы:

$$N - mg\cos\alpha = 0 \qquad (3)$$

Бул учурда тайгаланып сүрүлүү күчү:

$F - \mu N = \mu mg\cos\alpha$ болсо, анда (2) ден төмөнкүнү алабыз:

$$F = mg\sin\alpha + F = mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha),$$

$$F_1 = mg(\frac{h}{l} + \mu\sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}}) \qquad (4)$$

2) Жүктү ылдый көздөй тарткан учурда: х огуна проекциясы:

$$- F - mg\sin\alpha + F_{сүр} = 0 \qquad (5)$$

У огуна проекциясы:

$$N - mg\cos\alpha = 0 \qquad (6)$$

(5) менен (6) дан төмөнкүнү алабыз:

$$F_2 = F_{сүр} - mg\sin\alpha = mg(\mu\cos\alpha - \sin\alpha),$$

$$F_2 = mg(\mu\sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}}) - \frac{h}{l}) \qquad (7)$$

Эсептейбиз: $F_1 = 26 \cdot 9{,}8(\frac{5}{13} + 0{,}5\sqrt{1 - \frac{5^2}{13^2}}) = 216(H);$

$$F_2 = 26 \cdot 9{,}8(0{,}5\sqrt{1 - \frac{5^2}{13^2}}) - \frac{5}{13}) = 19{,}6H.$$

Жообу: $F_1 = 216$ Н; $F_2 = 19{,}6$ Н

№ 27-маселе: Горизонт менен α бурчун түзгөн жантык тегиздикте биринин үстүнө экинчиси коюлган эки тактай жатат. Астындагы тактай үстүндөгү тактайдын алдынан тайгаланып чыгып кете ала тургандай кылып ал тактайлардын m_1 жана m_2 маанилерин жана μ_1 жана μ_2 сүрүлүү коэффициенттеринин кандай маанилерин тандап алууга болот? Баштапкы абалында ал тактайлар тынч абалда болушат.

Чыгаруу:

Бул маселени чыгаруу биринчи караганда жеңил көрүнгөнү менен бир топ татаалдыктарга алып келет. Себеби биринчиден тактайларга аракет этүүчү күчтөрдү карап, Ньютондун закондорун колдонуп, кыймыл теңдемелерин түзөбүз. Аларды чыгаргандан кийин a_1 жана a_2 ылдамдануларын табабыз. Биздин маселеде кандай шартта астындагы тактайдын a_2 ылдамдануусунан чоң болушун табуу керек. Бирок бул жерде төмөндөгүдөй баш катырма келип чыгат: Ылдамданууну табуу үчүн күчтүн багытын билүү керек. Эми биз бул маселени чыгаруунун башка жолун табабыз.

Бул маселеде алдыңкы доска чоң ылдамдануу менен кыймылга келе алаарын гана такташыбыз керек. $a_1 > a_2$ болгондой кылып массанын жана сүрүлүү коэффициенттин маанилерин тандап алабыз. Анда бардык күчтөрдүн багыты сүрөттөгүдөй бирдей аныкталат, бул жерде F астыңкы тактай менен жантык тегиздиктин ортосундагы сүрүлүү күчү $F_1 = -F_0$ тактайлардын ортосундагы сүрүлүү күчү, N - реакция күчү. $N_1 = -N_2$ тактайларга аракет этүүчү басым күчтөрү.

Тактайлардын кыймыл теңдемелерин түзүп, аларды жантык тегиздиктин багытын бойлото проекциялап төмөнкүнү алабыз:

$$m_1 g\sin\alpha - F - F_1 = m_1 a_1; \quad m_2 g\sin\alpha + F_1 = m_2 a_2$$

Бул теңдемелерден көрүнүп тургандай, массанын жана сүрүлүү коэффициенттеринин каалагандай маанилери үчүн:

$a < g\sin\alpha$, $a_2 > g\sin\alpha$;

б.а. $a_1 < a_2$. Биз $a_1 > a_2$ деп карап маселени чыгарууга аракет кылдык эле, карама-каршы жооп келип чыкты, ал эми динамиканын теңдемелеринен улам $a_1 < a_2$ болуусу керек. Демек, динамиканын теңдемелери дайыма туура болгондуктан, келип чыккан карама-каршылык, астыңкы тактай эч качан үстүңкү доскадан чоң ылдамдануу менен кыймылга келиши мүмкүн эмес.

2.11. Күчтөрдү өлчөө үчүн пружина баарынан оңтойлуу, анткени ал белгилүү узундукка чоюлуп (же кысылып) бардык нерселерге бирдей күч менен аракет этет. Күчтөрдү өлчөө үчүн пружина градуирленген

болуп, андай градуирленген пружина – күчтөрдү өлчөй турган прибор – динамометр деп аталат.

Массаны өлчөөнүн эки жолу бар:

1) Массаны көбүнчө таразага тартуу жолу менен өлчөшөт.
2) Ал эми планеталардын Жер, Күн жана башка асман телолорунун массасыны жана өтө кичине массаларды, мисалы атомдордун элементардык бөлүкчөлөрдүн массаларын, алардын өз ара аракеттенүү кезиндеги ылдамдануулары аркылуу аныктоого болот.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Массасы 1,6 жүк асылган жипти,горизанталь багытта таасир этүүчү эң аз күч жумшап жаңы абалга келтиришкен.Жиптин керилүү күчүн тапкыла. *жс: 20 н*

2. Массасы 4кг нерсе кандайдыр күчтүн аракети астында 2м /с ^{2}ылдамданууга ээ болот. Ошондой эле күчтүн таасири астында массасы 10 кг нерсе кандай ылдамданууга ээ болот?*,жс: 2тонна*

3. Сымдын берилген бөлүкчөсүнүн катуулугу К га барабар Сымдын жарымынын катуулугу эмнеге барабар? *(жс: 2к)*

4. Жердин радиусунун жарымына барабар бийиктикте эркин түшүүнүн ылдамдануусу кандай? *(жс:4,4 м/ с)*

5. Жүк тартуучу аттардын мелдешинде бир ат массасы 23т жүктү бир калыптагы кыймылда тартып жеткирет.Эгер аттын тартуу күчү 2,3КН болсо, сүрүлүү коэффициентин тапкыла. *(жс: 0,01)*

6. Кыймылсыз турган массасы 20кг арабачада массасы 60 кг киши турган.Киши арабачага салыштырмалуу 1м/с ылдамдык менен анын ичинде басып баратса, арабачанын жерге салыштырмалуу ылдамдыгы кандай болот? *(жс: 0,75 м/ с)*

III Глава: Механикалык жумуш жана энергия.

3.1. Турактуу күчтүн жумушу күчтүн жана жылдыруунун векторлорунун модулдары алардын арасындагы бурчтун косинусунун көбөйтүндүсүнө барабар:

$$A=F\cdot S\cos\alpha \qquad (3.1)$$

Күчтүн жумушунун төмөндөгүдөй учурлары кездешет:

1) Эгерде $\bar{F}$ жана $\vec{S}$ векторлорунун багыты дал келишсе, анда алардын арасындагы бурч нөлгө барабар.$\cos^0=1$

Бул учурда жумуш:

$$A=F\cdot S \qquad (3,2)$$

2) Ал эми $\vec{F}$ жана $\vec{S}$ векторлору бири-бирине перпендикуляр болсо, $\alpha=90^0$, $\cos 90^0=0$

$$A = F \cdot S \cdot 0 = 0$$

$$A = 0 \qquad (3,3)$$

3) Эгерде горизанталь жол менен бара жаткан чанага жебелер менен көрсөтүлгөн багытта горизант менен 2бурчунтүзүүчү күч жумшалган учурда аткарылган жумуш төмөнкүгө барабар:

$$A = F \cdot S \cdot \cos\alpha \qquad (3,1)$$

Жумуштун бирдиги джоуль (Дж) болот жана ал төмөнкүгө барабар.

$$1 Дж = 1 H \cdot M$$

№28-маселе:Өз ара перпендикуляр аракет этишкен 30Н жана 40Н күчтөрдүн
натыйжасында нерсе 10м аралыка которулду. Ар бир күчтүн жумушун, жана тен аракет этүүчү күчтүн жумушун тапкыла.

Берилди:

F_1=30Н

F_2=40 Н

S=10м

$A_{к1}$-? A-?
$A_{К1}$-?

Чыгаруу:

Баштапкы ылдамдыгы нөлгө барабар болгон учурда нерсенин которулушунун багыты менен $\vec{F}$ тен аракет күчтүн багыты дал келет. Мына ошондуктан, ар бир күчтүн жумушу төмөнкүгө барабар: -

$$A_{f1} = F_1 \cdot S \cos\beta$$

$$A_{F2} = F_2 \cdot S \cos\alpha \qquad A_F = F \cdot S \qquad (1)$$

Бул жерде S-нерсенин которулушу α жана $\beta=90^0-\alpha$ күчтөрдүн арасындагы бурчтар.

Сүрөттө көрүнүп тургандай

$$\cos\alpha = \frac{F_2}{F} \qquad (2)$$

$$\cos\beta = \frac{F_1}{F} \qquad (3)$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2} \qquad (4)$$

Жогорудагы формулалардын жардамы менен жыйынтыгында төмөнкүлөрдү алабыз:

$$A_{F_1} = \frac{F_1^2 \cdot S}{\sqrt{F_1^2 + F_2}} \qquad (5)$$

$$A_{F2} = \frac{F_2^2 \cdot S}{\sqrt{F_1^2 + F_2}} \qquad (6)$$

$$A_p = S \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \qquad (7)$$

Эсептейбиз:

$$A_{F_1} = \frac{900}{50} \cdot 10 = 180 \text{ Дж}$$

$$A_{F_2} = \frac{1600}{50} \cdot 10 = 320 \text{ Дж}$$

$$A_F = 10 \cdot 50 = 500 \text{ Дж}$$

Жообу: A_{F1}=180 Дж; A_{F2}= 320 Дж; A_F = 500 Дж.

3.2. Механикалык энергиянын эки түрү бар:

1) Кинетикалык энергия; 2) потенциалдык энергия.

Нерсенин массасынын анын ылдамдыгынын квадратына көбөйткөн көбөйтүндүсүнүн жарымы, ошол нерсенин кинетикалык энергиясы деп аталат:

$$E = \frac{m \cdot \vartheta^2}{2} \qquad (3.4)$$

Бул жерде m – нерсенин массасы, ϑ - нерсенин ылдамдыгы. Кинетикалык энергия да (3.1) жана (3.4) формулаларынан көрүнүп тургандай жумуш өлчөнгөн бирдиктер б.а. Джоуль (Дж) менен өлчөнөт. ϑ - ылдамдык менен бараткан m массалуу нерсенин кинетикалык энергиясы, нерсеге ушул ылдамдыкты берүү үчүн аткарууга тийиш болгон жумушка барабар же болбосо кинетикалык энергия - бул кыймылдагы нерсени мүнөздөөчү физикалык чоңдук; ал чоңдуктун өзгөрүшү нерсеге тиркелген күчтүн жумушуна барабар.

2) Нерсенин потенциалдык энергиясы анын массасынын көтөрүлүү бийиктигине жана эркин түшүүсүнүн ылдамдануусуна болгон көбөйтүндүсүнө барабар:

$$E_p = mgh \qquad (3.5)$$

Мында h- нөл деңгээлдин бийиктиги. Ал эми нөл деңгээлдин кандайдыр бир h- бийиктигине көтөрүлгөн нерсенин потенциалдык энергиясы, ушул бийиктиктен нерсенин нөл деңгээлге түшүп келе жаткандыгы оордук күчүнүн жумушуна барабар:

$$A = E_p \qquad (3.6)$$

Потенциалдык энергия өз ара аракеттенишүү энергиясы деп аталат. Себеби бул энергия бир нерсеге эмес, нерселердин системасына тиешелүү. Ал эми бул системаны Жер жана андан жогору көтөрүлгөн нерселер түзүп турат.

Ал эми деформацияланган нерсенин потенциалдык энергиясынын формуласы төмөнкү түргө ээ болот:

$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2} \qquad (3.7)$$

Мында k – нерсенин катуулугу, x- жылыш аралыгы. Демек, (3.7) ден көрүнүп тургандай, серпилгичтүү деформацияланган нерсенин потенциалдык энергиясы да өз ара аракеттешүү энергиясы болот.

Эми бул механикалык энергиялардын колдонулушуна маселелер карап көрөбүз.

№ 29-маселе: Топ 30 м/с баштапкы ылдамдык менен тик өйдө ыргытылды. Кандай бийиктикте анын потенциалдык энергиясы, кинетикалык энергиясына барабар болот?

Берилди:

$\vartheta = 3$ м/с

$E_к = E_p$

h - ?

Чыгаруу:

$$E_к = \frac{m \cdot \vartheta^2}{2}$$

$$E_p = mgh$$

$$\frac{m \cdot \vartheta^2}{2} = mgh \qquad h = \frac{\vartheta^2}{2g}$$

Эсептейбиз:

$h = \frac{9}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} = 0{,}45$ м. Жообу: h = 0,45 м

3.3. Өз ара аракеттенишүүнүн жана нерселердин кыймылынын натыйжасында механикалык энергия (кинетикалык жана потенциалдык) бири-бирине айланып турат.

Эгерде энергиялардын эки түрүнүн ичинен бири экинчисинен канчалык чоңойсо, биринчиси ошончолук кичирейсе анда ал энергиялардын суммасынын эки түрү тең өзгөрбөйт:

$$E_{к2} + E_{p2} = E_{к1} + E_{p1} \qquad (3.8)$$

Демек, (3.8) ден көрүнүп тургандай, нерселердин туюк системасынын толук механикалык энергиясы өзгөрүүсүз калат. Мына ушунун өзү энергиянын сакталуу закону болуп эсептелет.

№ 30-маселе: Чоюлган пружина жыйрылып бара жатып, массасы 50 кг дык нерсени горизонталь тегиздиктен бети боюнча сүрүлүүсүз кошо сүйрөйт. Пружинанын деформациясы нөлгө барабар моментте нерсе 5 м/с ылдамдыкка ээ. Эгерде пружинанын каттуулугу 10^4 н/м ге барабар болсо ал канчалык чоюлган?

Берилди:

m=50 кг

$\vartheta = 5$ м/с

$k = 10^4$ н/м

x - ?

Чыгаруу:

Нерсенин тегиздиктин бетиндеги кыймылынын кинетикалык энергиясынын формуласы төмөнкүгө барабар:

$$E_к = \frac{m \cdot \vartheta^2}{2} \qquad (1)$$

Ал эми пружинанын деформацияланган кезиндеги потенциалдык энергиясы:

$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2} \quad (2)$$ түрүнө ээ болот.

Энергиянын сакталуу жана айлануу законуна таянып (1) менен (2) ни барабарлап төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{m \cdot \vartheta^2}{2}$$ Мындан:

3.4. ***Аткарылган жумуштун тездигин мүнөздөөчү физикалык чоңдук кубаттуулук деп аталат.*** Ал N тамгасы менен белгиленет. Ал эми аткарылган жумуштун ошол жумушту аткарууга кеткен убакыттын катышына барабар чоңдукту кубаттуулук дейбиз.

$$N = \frac{A}{t} \qquad (3.9)$$

Си системасында кубаттуулуктун бирдиги Ватт (Вт) болуп эсептелет. 1 Вт = 1 Дж/с. Бул ат универсалдуу буу кыймылдаткычын ойлоп тапкан Джемс Уаттын урматына коюлган. Самолеттордун, кемелердин, автомобилдердин жана башка транспорт каражаттары, турактуу ылдамдык менен кыймылга келгендиктен, алардын кубаттуулугу төмөнкү формула менен аныкталат:

$$N = F \cdot \vartheta \qquad (3.10)$$

Демек, каршылык күчү турактуу болгондуктан ылдамдык кыймылдаткычтын кубаттуулугуна пропорциялаш болот.

№ 31-маселе: Массасы 2000 кг автомобиль горизонталь жолдо 72 км/саат ылдамдык менен баратат. Кыймылга тоскоолдук кылган каршылык күчү машинанын салмагынын 0,05 үлүшүн түзөт. Бул учурда кыймылдаткычтын канчалык кубаттуулукту өрчүткөндүгүн аныктагыла.

Берилди:
$m = 2000$ кг
$\vartheta = 72$ км/саат $= 20$ м/с
$F = 0{,}05\ P$

$N = ?$

Чыгаруу:
$N = F \cdot \vartheta$
$N = 0{,}05 \cdot F \cdot \vartheta = 0{,}05\ mg \cdot \vartheta$
$N = 0{,}05\ mg \cdot \vartheta$

Эсептейбиз: $N = 0{,}05 \cdot 20000 \cdot 10 \cdot 20 = 20000$ Вт $= 20$ кВт
Жообу: $N = 20$ кВт.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Тереңдиги 5 м болгон суу түбүнөн, көлөмү,0,6$м^3$ ташты суунун бетине чейин көтөрүшөт. Таштын тыгыздыгы 2500кг/ $м^3$.Ташты көтөрүү жумушун тапкыла. *(ж :45 КДж)*

2. 40 Нго эсептелген динамометрдин пружинасынын катуулугу 500 Н/ м .Пружинаны шкаланын ортосунан тартып эң акыркы белгиге чейин керүү үчүн кандай жумуш аткаруу керек? *(ж: 1,2 Дж)*

3. Нерсенин импульсу 8 кг м/ с болсо,анда анын кинетикалык энергиясын жана массасын тапкыла *(ж :2 кг, 4 м/ с)*

4. Топ 10м/ с ылдамдык менен тик өйдө ыргытылат. Кандай бийиктикте анын потенциалдык жана кинетикалык энергиялары барабар болушат?. *(ж: 2,5 м)*

5. Т- 150 тракторунун кубаттуулугу 72 КВтка барабар.Сүрүлүү коэффициенти 0,4 болгон учурда массасы 5тонна прицепти 0,2 бийиктигине бул трактор кандай ылдамдык менен тарта алат. *(ж: 2,4м с)*

6. Кесилиши 4мм^2 болгон суу түтүгүндөгү тешик аркылуу тик өйдө атырылган суунун агымы 80 см бийиктикте көтөрүлөт.Бул учурда бир сутканын ичинде канча суу пайдасыз калат? *(ж:1380л)*

II Молекулярдык физика жана термодинамиканын негиздери.

I глава Молекулалык-кинетикалык теориянын негиздери.

1.1. Кандай гана зат болбосун майда бөлүкчөлөрдөн турарын, биз тажрыйба жүзүндө майдалап же талкалап туруп билсек болот. Эми биз заттын каалагандай түрү үчүн туура болгон молекулалык-кинетикалык теориянын негизги үч жобосун көрсөтүп кетели: 1) зат бөлүкчөлөрдөн турат; 2) затты түзгөн бөлүкчөлөр баш аламан кыймылда болушат; 3) ал бөлүкчөлөр бири-бири менен өз ара аракеттенишип турушат. Мисалы сууну ала турган болсок, анын мисалында бул үч жобо да туура болот. Затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн өтө майда экендигине дагы бир мисал аркылуу ишенсек болот. 1 г сууда $3{,}7\cdot10^{22}$ молекула бар, анда бир молекуланын массасын табабыз:

$$m_0 = \frac{1}{3.7\cdot10^{22}} \approx 2.7\cdot10^{-24}\ \text{г}\quad \text{же болбосо,}$$

m_0= 0.0000000000000000000000027 г болот. Демек бул өтө кичине масса экендиги көрүнүп турат.

Мына ошондуктан, заттардын массасын табуу үчүн салыштырма молекулалык масса деген чоңдукту киргизебиз.

Салыштырма молекулалык масса M деп берилген заттын молекуласынын массасынын 1/12 бөлүгүнө болгон катышын айтабыз.

$$M = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_c} \qquad (1.1)$$

Биз билген бардык заттардын салыштырма молекулалык массалары Менделеевдин мезгилдик системасында элементтин асты жагында көрсөтүлгөн. Мисалы: He_4^2, демек гелийдин салыштырма молекулалык массасы 4 кө барабар. Ал Си системасында төмөндөгүдөй жазылат.

$$M(He) = 4\cdot10^{-3}\ \text{кг/моль}$$

Берилген заттын саны, анын массасынын салыштырма молекулалык массасына барабар болгон катышына барабар, аны ν тамгасы менен белгилейбиз:

$$\nu = \frac{m}{M} \qquad (1.2)$$

Анын бирдиги $[\nu]$ = 1 кг/кг/моль = 1 моль.

1 молдун физикалык мааниси төмөндөгүдөй: 0,012 кг көмүртек канча молекуладан же атомдон турса, ошончо молекуладан же атомдон турган каалагандай заттын саны 1 молго барабар. Берилген заттын 1 молунда канча молекула же атом бар экендигин Авогадро саны көрсөтүп турат. Анын мааниси төмөнкүнү берет:

$N_a = 6{,}02\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$, бул деген каалагандай заттын бир молунда $6{,}02\cdot10^{23}$ молекула бар дегенди түшүндүрөт.

Берилген заттын санын төмөнкү формула менен да таап алсак болот:

$$\nu = \frac{N}{N_a} \qquad (1.3)$$

(1.2) жана (1.3) формулаларынан, берилген заттын массасы белгилүү болсо, ал канча молекуладан же атомдон турарын эсептей турган формула келтирип чыгабыз:

$$N = \frac{m}{M} N_a \qquad (1.4)$$

Эми ушул темаларга тиешелүү маселе чыгарып көрөбүз.

№ 32 маселе: 1 л сууда канча молекула бар?

Берилди:
m = 1 л = 1 кг

N - ?

Чыгаруу:
Биринчи кезекте суунун (H_2O) салыштырма молекулалык массасын

Эсептейбиз: $M(H_2O) = (2\cdot1)+16 = 18\cdot10^{-3}$ кг/моль.

(1.4) формуласына коюп эсептейбиз:

$$N = \frac{1}{18\cdot10^{-3}}\cdot6.02\cdot10^{23} = 3{,}34\cdot10^{22}$$

Жообу: $N = 3{,}34\cdot10^{22}$ молекула бар.

1.2 **Суюктуктардагы жана газдардагы бөтөн бөлүкчөлөрдүн баш аламан (жылуулук) кыймылы *Броун кыймылы* деп аталат.**

Броун кыймылын 1827-жылы англис ботаниги Броун ачкан. Ал төмөнкү тажрыйбалары аркылуу бул кыймылды далилдеп көрсөткөн: Броун плаундун суудагы бөтөн бөлүкчөлөрүнүн спораларын микроскоп аркылуу карап, бул кубулушту байкаган. Ошондой эле сууда эрибеген гуммигут бойогунун бөлүкчөлөрү да сууда хаотикалык кыймыл жасашып броун кыймылын пайда кылышат. Броун кыймылы жылуулук кыймылы жана ал токтолушу мүмкүн эмес. Броун кыймылы газдарда да болот. Ага мисал катары абадагы чаңдын же түтүндүн кыймылын келтирип кетсек болот.

1.3. Кандайдыр бир заттын молекулаларынын башка бир заттын молекулалары менен аралашып же сиңишип кетиши ***диффузия*** деп аталат. Диффузиянын тездиги заттардын түзүлүшүнө көз каранды болот.

1. Газдардагы диффузия учурунда анын молекулалары бири-биринен алыс жайгашкандыктан башка заттын молекулалары менен аралашып кетиши өтө тез болот. Мисалы, жыттын таралышы, ж.б.
2. Суюктуктардагы диффузия кезинде алардын молекулалары да убакыттын өтүшү менен тез эле аралашып кетишет. Мисалы сууга кызыл түстү салсак же чайга сүттү кошсок, бул учурларда алар түстөрүн аралашып кетүүнүн натыйжасында өзгөртө алышат.
3. Ал эми каттуу нерселердеги диффузия өтө акырын болот. Себеби алардын молекулалары тыгыз жайланышкан болуп, тез аралашып кетүүгө тоскоолдук кылышат. Мисалы,

Диффузиянын биздин турмушубуздагы мааниси өтө чоң, себеби бул кубулуштун натыйжасында биз ар түрдүү түстөгү бойокторду жасай алабыз ар түрдүү түстөгү ичимдиктерди (суусундуктарды) жасай алабыз.

1.4. Молекулалардын өз ара аракеттенишүү күчтөрү биринчи кезекте алардын түзүлүшүнө байланыштуу болот. Молекула - заряддалган айрым бөлүкчөлөрдүн электрондордон жана атом ядросунан турган татаал система. Демек алар аракеттенишкенде, бир молекуланын электрондору менен, экинчи атом ядросунун арасындагы тартышуу күчтөрү аракет этишет. Молекулалык өз ара аракеттенишүү күчүнүн түзүүчүсү тартышуу жана түртүшүү күчтөрүнүн модулдарынын айырмасына барабар.

Молекулалык күчтөрдүн молекулалардын арасындагы аралыкка көз карандылыгы төмөнкү сүрөттөгү графикте даана көрсөтүлгөн. Бул графиктен көрүнүп тургандай молекулалар чоң аралыкта болсо аракеттенишүү күчү эске алынбайт, андан жакындаган сайын тартышуу күчү чоңойо баштайт. Бирок аралык-
тын андан ары кичирейиши менен түртүү күчү пайда боло баштайт.

Молекулалардын өз ара аракеттенишүү күчүнүн алардын арасындагы аралыктан көз карандылыгы нерселер кысылган же чоюлган кезде пайда болгон серпилгич күчү пайда болорунун негизги далили болуп саналат.

Газ түрүндөгү суюк жана каттуу нерселердин түзүлүшүн төмөндөгү таблица аркылуу берип кетебиз:

	Касиеттери	Молекулаларынын өз ара жайланышы	Аларга кайсы заттар кирет?
Газ	Формасын да көлөмүн да сактабайт		Аба, жаратылыш газы, аргон, неон ж.б.
Суюктук	Формасын сактабайт, көлөмүн сактайт.		Суу, спирт, бензин, сүт ж.б.
Катуу нерселер	Формасын да көлөмүн да сактайт.		Темир, жез, таш, айнек, ж.б.

II Глава: Идеалдык газдардын молекулалык-кинетикалык теориясы

2.1. Газдарды окуп үйрөнүү бир топ татаал маселе болуп эсептелет, себеби алардын молекулалары дайыма баш аламан кыймылда болуп, өз аракеттенишүү күчтөрүнө ээ болушат. Мына ошондуктан аларды окуп үйрөнүү үчүн, газдардын физикалык модели болгон идеалдык газдарды карайбыз.

Идеалдык газ молекулаларынын ортосундагы өз ара аракеттенишүү күчтөрүн эске албай койууга мүмкүн болгон газ эсептелет.

2.2. Газдардын молекулаларынын баш аламан кыймылынын орточо кинетикалык энергиясы абсолюттук температурага түз пропорциялуу:

$$E = \frac{3}{2}\kappa \cdot T \qquad (2.1)$$

Ал эми, бул формуланы кинетикалык энергиянын формуласына барабарлап төмөнкүнү алабыз:

$$E = \frac{3}{2}\kappa \cdot T, \qquad E = \frac{m_0 \cdot \vartheta^2}{2} \quad \text{болсо анда,}$$

$$\frac{3}{2}\kappa \cdot T = \frac{m_0 \cdot \vartheta^2}{2} \quad \text{мындан}$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{3\kappa \cdot T}{m_0}} \qquad (2.2)$$

Жогорку формуладан көрүнүп тургандай молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы 0°С де секундасына бир нече жүз метрди түзөт.

33-маселе: Бир газдын молярдык массасы, экинчи газдыкынан 9 эсе көп. Эгерде температуралары бирдей болсо, анда бул газдардын молекуларынын орточо квадраттык ылдамдыктары канча эсе айырмаланышат?

Берилди:

$$\frac{M_1}{M_2} = 9$$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = ?$$

Чыгаруу:

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{\sqrt{\frac{3\kappa \cdot T \cdot N_A}{M_1}}}{\sqrt{\frac{3\kappa \cdot T \cdot N_A}{M_2}}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{9} = 3$$

Жообу: $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = 3эсе$

2.3 Газдардын молекулаларынын кыймылын кароону улантып, үч бурчтук АВСД идишине газ толтуруп, анын бир капталы СД сүрүлүүсүз кыймылдаган поршендин газдын молекулаларына жасаган басымын эсептейбиз. Биз аны 4 этапка бөлүп карайбыз: 1) молекулалардын поршень менен кагылышуусу 2) молекулалардын поршень менен кагылышууларды саны 3) поршенге аракет эткен орточо күчтүн импульсу 4) Газдын басымы

Мына ушулардын баарын эсептеп чыгып, акырында газдын басымы үчүн төмөнкү формуланы алабыз.

$$P = \frac{1}{3} m_0 \cdot n \cdot \vartheta^2 \qquad (2.3)$$

бул жерде m_0 – молекулалардын массасы; n – концентрациясы, ϑ - орточо квадраттык ылдамдыгы. Демек (2.3) – молекулалык-кинетикалык теориянын негизги теңдемеси деп аталат.

Эгерде молекулалардын алга умтулуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясын Е менен белгилей турган болсок

$$P = \frac{2}{3} nE \qquad (2.4)$$

Идеалдык газдын басымы көлөм бирдигиндеги молекулалардын санынын алардын алга умтулуу кыймылдарынын орточо кинетикалык энергиясынын көбөйтүндүсүнө пропорциялуу.

34-маселе: Молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 300 мҮс ал эми басымы $2{,}8 \cdot 10^5$ Па азоттун молекулаларынын концентрациясын тапкыла? Азоттун молярдык массасы 0,028 кг/моль.

Берилди:	**Чыгаруу:**
$\vartheta = 300$ м/с	$P = \frac{1}{3} m_0 \cdot n \cdot \vartheta^2 \qquad (1)$
$P = 2{,}8 \cdot 10^5$ Па	$m = \frac{M}{N_A} \qquad (2)$
$M = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	$P = \frac{1}{3} \frac{M}{N_A} \cdot n \cdot \vartheta^2 \qquad (3)$
n = ?	

Эсептейбиз:

$$n = \frac{3P \cdot N_A}{M \cdot \vartheta^2} = \frac{3 \cdot 2{,}8 \cdot 10^5\, Па \cdot 6 \cdot 10^{23}\, моль^{-1}}{28 \cdot 10^3\, кг/моль \cdot 9 \cdot 10^4\, м^2/с^2} = 2 \cdot 10^{26}\, м^{-3}$$

Жообу: $n = 2 \cdot 10^{26}$ м$^{-3}$

III Глава: ГАЗ ЗАКОНДОРУ

3.1. Берилген массадагы жетишерлик сейректелген газдын абасын мүнөздөөчү бардык үч макроскопикалык параметрди P, V жана T бири-бири менен байланыштыруучу теңдеме идеалдык газ абалынын теңдемеси деп аталат жана ал төмөндөгүдөй түргө ээ болот:

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \qquad (3.1)$$

Бул теңдемеде газдын тигинен көз каранды болгон жалгыз чондук, анын молдук массасы болот.

Эгерде бул теңдемени ар түрдүү абалдар үчүн жаза турган болсок төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = const \qquad (3.2)$$

Бул теңдеме француз физиги Б.П. Клапейрон тарабынан алынган, ал эми (3.1) түрүндөгү теңдеме Менделеев-Клайперондун теңдемеси деп аталат.

35-маселе: Суунун 10 м тереңиндеги көлөмү 8,31 $см^3$ суу көбүкчөсүндө канча массадагы аба бар? Суунун тыгыздыгы 1000кгҮ$м^3$ атмосфералык басым 100 кПа, абанын молярдык массасы 0,029 кгҮмоль, температурасы 290 К. Жообун мг менен бергиле.

Берилди:

h = 10 м

$V = 8{,}31\cdot10^6$ $м^3$

$\rho = 10^3$ $м^3$

$P_{атм} = 10^5$ Па

$M = 29\cdot10^{-3}$ кг/моль

T = 290 K

m = ?

Чыгаруу:

$$\frac{P\cdot V}{T}=\frac{m}{M}R \qquad (1)$$

$$P\cdot V\cdot M = m\cdot R\cdot T$$

$$P = P_{атм} + \rho\cdot g\cdot h \qquad (2)$$

$$(P_{атм} + \rho\cdot g\cdot h)\cdot V\cdot M = m\cdot R\cdot T$$

$$m=\frac{(P_{атм}+\rho\cdot g\cdot h)\cdot V\cdot M}{R\cdot T} \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $m=\frac{2\cdot10^5\,Па\cdot8{,}31\cdot10^{-6}\cdot29\cdot10^{-3}}{8{,}31Дж/моль\cdot К\cdot290К}=2\cdot10^{-5}\,кг=20мг$

Жообу: 20 мг

3.2. Телонун абалынын бардык болгон өзгөрүүлөрү термодинамикалык процесс деп аталат. Ар кандай термодинамикалык процессте ошол телонун абалын мүнөздөөчү параметр өзгөрөт. Мисалы, газга жасаган басымды жогорулатсак, көлөмү азаят, ал эми металл стерженинин температурасын чоңойтсок, ал узара баштайт ж.б.

Бардык термодинамикалык процесстер тең салмактуу эмес болушат. Себеби телонун абалынын өзгөрүшү бул процесстерде чексиз акырын болуп өтөт.

Ар түрдүү термодинамикалык процесстерди окуп үйрөнүү жана салыштыруу үчүн биз дайыма аларды түздөн-түз графиктерде көрсөтүп кетебиз. Буга мисал катары изотермалык процесстин графигин көрсөтүп кетсек болот. (1-сүрөт) Графикте көрүнүп тургандай газдын басымынын чоңойушу менен анын көлөмү азайып жатат.

3.3. Идеалдык газ абалынын теңдемесиндеги үч параметрдин P, V же T бири туруктуу болгон процесстер изопроцесстер деп аталат.

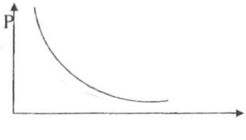
Туруктуу температурада термодинамикалык системанын абалынын өзгөрүү процесси **изотермалык процесс** деп аталат.

Идеалдык газ абалынын (3.1) теңдемесине ылайык температура өзгөрбөсө газдын ар кандай абалында анын басымынын көлөмүнө болгон көбөйтүндүсү дайыма бирдей.

$$T = const \quad учурунда \quad PV = const \qquad (3.3)$$

Эгерде газдын температурасы өзгөрбөсө, анда берилген газдын массасы үчүн анын басымынын көлөмүнө болгон көбөйтүндүсү туруктуу.

Бул законду экспериментте англиялык окумуштуу Бойль андан бир топ кийин француз окумуштуусу Мариотт ачкан. Ошондуктан ал Бойль-Мариотт закону деп аталат.



2) Басым турактуу кезинде термодинамикалык системанын абалынын өзгөрүү процесси **изобаралык процесс** деп аталат. (3.1) теңдемесине ылайык басымдын турактуу маанисинде, газдын ар кандай абалы үчүн көлөмдүн температурага болгон катышы турактуу болуп кала берет:

$$P = \text{const} \quad \text{болгондо} \quad \frac{V}{T} = const \qquad (3.4)$$

Газдын басымы өзгөрбөсө берлиген массадагы газ үчүн көлөмдүн температурага болгон катышы турактуу болот.

Бул закон тажрыйбада 1802-жылы француз физиги Гей-Люссак тарабынан ачылып, Гей-Люссактын закону деп аталат. (3.4) боюнча газдын көлөмү турактуу басымда температурадан сызыктуу көз каранды.

$$V=\text{const} \qquad (3.5)$$

Бул көз карандылык графикте изобара деп аталган түз сызык менен сүрөттөлөт:

Турактуу көлөм кезинде термодинамикалык системанын абалынын өзгөрүү процесси **изохоралык процесс** деп аталат.

Абалдын (3.1) теңдемесинен турактуу көлөмдөгү газдын каалагандай абалында анын басымынын температурага болгон катышы турактуу болот.

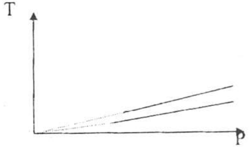
$$V = \text{const} \quad \text{болгондо} \quad \frac{P}{T} = const \qquad (3.6)$$

Газдын көлөмү өзгөрбөсө берилген массадагы газ үчүн басымдын температурага болгон катышы турактуу болот.

Бул газ закону 1787-жылы француз физиги Ф. Шарль тарабынан экспериментте аныкталып, анын ысымына Шарль закону деп аталат. (3.6) боюнча турактуу көлөмдө газдын басымы температурадан сызыктуу көз каранды:

$$V = const \qquad (3.7)$$

Бул көз карандылык графикте изохора деп аталуучу түз сызык менен сүрөттөлөт:



Эми кирүү сынактарында кездешүүчү тесттик суроолордун жана маселелердин айрымдарына токтолуп кетебиз:

36-суроо: Кайсы процессте газ жумуш аткарбайт?

а) изотермалык б) изохоралык в) изобаралык г) адиабаттык

Туура жообу: б) изохоралык, себеби жумуштун формуласы боюнча $A=P\cdot\Delta V$; $V = const$ болот, демек газ жумуш атакарбайт.

37-маселе: Температурасы 300 К, басымы 100 кПа газ 7,5 л көлөмдү ээлейт жана изобаралык ысууда, газ кеңейип, 700 Дж жумуш аткарат. Газды канчалык градуска ысытышкан?

а) 20 б) 40 в) 60 г) 80 д) 100

Берилди:

$P = 10^5$ Па

$T_1 = 300$ К

$V_1 = 7{,}5$ л $= 7{,}5\cdot10^{-3}$ м^3

$A = 200$ Дж

T_2 - ?

Чыгаруу:

Изобаралык процесстин формуласы боюнча:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad (1)$$ ал эми

жумуштун формуласынан

$$V = \frac{A}{P} \qquad (2)$$

(1) ден:

$$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1} \qquad (3)$$

(2) ни (3) кө коюп төмөнкүнү алабыз:

$$T_2 = \frac{A \cdot T_1}{P \cdot V_1} \qquad (4)$$

Эсептейбиз: $T_2 = \frac{200 \cdot 300}{10^5 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}} = 80$ К

Жообу: $T_2 = 80$ К

Кайталоо үчүн маселелер

1. Нормалдуу шартта көлөмү $64 м^3$ болгон табигый күйүүчү газдын массасын тапкыла. Табигый газдын массасын метандын (СН4) моль массасына барабар деп эсептегиле *(ж :45,7 кг)*
2. Басымы 32КПа жана абсолюттук температурасы600 К болгон газдын тыгыздыгын тапкыла. (ж 100КПа) *(ж :0,257 кг м³)*
3. Газдын көлөмү 2эсе зайганда басымы 120 КПа га жана абсолюттук температурасы 10% ке көбөйөт. Анда бул газдын баштапкы басымы кандай болгон *?(ж:100 КПа)*
4. Көлмөнүн түбүнөн аба көбүкчөсү калкып чыгат.Анын 6м терендикте көлөмү $10 мм^3$ болсо, суунун бетиндеги көлөмүн тапкыла. *(ж:16 мм³)*
5. Газдын абсолюттук температурасы 1,4 эсе чоңойгондо анын көлөмү 40 $см^3$ ка чоңойсо анда анын баштапкы көлөмүн тапкыла. *(ж :100 см ³)*
6. 27^0с температурада жабык идиштеги газдын басымы 75КПа болгон.-13 ^{0} температурада анын басымы кандай болот? *(ж :65КПа)*

IV глава. Термодинамиканын негиздери

4.1. Ар кандай макроскопикалык нерселер ички энергияга ээ болот. Мисалы, тоодон тоголонуп келе жаткан таш токтогон учурда, анын механикалык (кинетикалык) энергиясы жөн эле жоголуп кетпестен, таштын жана таш токтогон жердин баш аламан кыймылда болгон молекулаларына берилет. Сүрүлүшкөн нерселердин беттеринин тегиз эмес жерлери кыймыл учурунда деформацияланышат жана молекулалардын баш аламан кыймылынын интенсивдүүлүгү чоңоет. Эки нерсе тең ысыйт, бул болсо алардын ички энергиясынын чоңойгондугун билдирет. Ички энергиянын өзгөрүшү, абсолюттук температурага түз пропорциялуу болот. Аны төмөнкү бир атомдуу газдын ички энергиясынын формуласынан байкоого болот.

$$\Delta U = \frac{3}{2}\frac{m}{M} R\Delta T \qquad (4.1).$$

Жыйынтыктап айтканда, нерселердин ички энергиясы, ал нерсенин молекулаларынын баш аламан кыймылынын кинетикалык энергиясы менен бардык молекулалардын өз ара аракеттешүү потенциалдык энергиясынын суммасына барабар.

38-маселе: 4 кг гелийди 100 Кге изохоралык ысытуу үчүн канчалык жылуулук саны зарыл болот?

Берилди:
m=4 кг
M(He)= $4\cdot10^{-3}$кг/моль
$\Delta T = 100$ K

Q = ?

Чыгаруу:
Изохоралык процессте көлөм өзгөрбөйт, ошондуктан газдын жумушу нөлгө барабар болуп, энергиянын өзгөрүшү берилген жылуулук санына барабар.

$$\Delta U = Q$$

Демек, мындан 4 кг гелийди изохоралык ысытуу үчүн зарыл болгон жылуулук санын табууга болот:

$$Q = \frac{3}{2}\frac{m}{M}R\cdot T$$

Формулага койсок:

$$Q = \frac{3}{2}\frac{4кг}{4\cdot10^{-3}\,кг/моль}8{,}31\frac{Дж}{моль\cdot K}\cdot100K = 1{,}25\cdot10^{6}\ Дж.$$

Жообу: $1{,}25\cdot10^{6}$ Дж.

4.2. Газ кысылууда жана кеңейүүдө жумуш аткарылат. Бул жумушту табуу үчүн механикалык жумуштун жана басымдын формулаларынан пайдаланабыз. Газдын жумушу бул учурда төмөнкүгө барабар.

$$A' = F'\cdot\Delta h = P\cdot S(h_2 - h_1) = P\cdot(Sh_2 - Sh_1)$$

Бул жумушту газдын көлөмүнүн өзгөрүшү аркылуу туюнтууга болот:

$$V_1 = S\cdot h_1, \qquad V_2 = S\cdot h_2$$

Ошондуктан

$$A' = P(V_2 - V_1) = P\cdot\Delta V \qquad (4.2)$$

мында $\Delta V = V_2 - V_1$ - газдын көлөмүнүн өзгөрүшү.
Сырткы нерселердин газдын үстүнөн аткарган A жумушу газдын A' жумушунан белгиси менен гана айырмаланат: $A = -A^{Y}$ анткени, газга аракет эткен F күчү F^{Y} күчүнө карама-каршы багытталган, ал эми жылышуу мурдагы бойдон эле калат. Мына ошондуктан, газга аракет эткен сырткы күчтөрдүн жумушу төмөнкүгө барабар:

$$A = -A' = -P\cdot\Delta V \qquad (4.3)$$

мында минус белгиси газды кыскан кезде $\Delta V = V_2 - V_1 < 0$ болгондо, сырткы күчтөрдүн жумушу оң болгондугун көрсөтөт.

Эми биз мына ушул термодинамикалык жумуштун функциясынын колдонулушуна бир маселе чыгарып көрөбүз:

39-маселе: Массасы 200 г болгон көмүр кычкыл газы ($M = 0,044$ кг/моль) цилиндрдин ичиндеги оор поршендин алдында бар. Газ 88 Кге чейин ал жерде ысытылган учурда, ал кандай жумуш аткарат?

Берилди:
$m = 0,2$ кг
$M(CO_2) = 0,044$ кг/моль
$\Delta T = 88$ К

$A^Y = ?$

Чыгаруу:
Бул учурда газ аба менен поршень түзгөн кандайдыр бир турактуу P басымдын астында кеңейет. Анда газдын жумушу төмөндөгүгөбарабар:

$A' = P(V_2 - V_1)$ Мында V_1 жана V_2 газдын баштапкы жана акыркы көлөмдөрү. Идеалдык газ абалынын теңдемесин $P \cdot V = \frac{m}{M} R \cdot T$ пайдаланып, PV_2 жана PV_1 көбөйтүндүлөрүн $\frac{m}{M} R \cdot T_1$ жана $\frac{m}{M} R \cdot T_2$ аркылуу туюнтабыз. Анда

$$A' = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1) = \frac{0,2кг}{0,044кг/моль} \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 88К = 3,3Дж$$

Жообу:$A^Y = 3,3$ Дж**.**

4.3. Жылуулук алмашуу учурунда тело алган же жоготкон ички энергиянын бөлүгү *жылуулук саны* деп аталат. Жылуулук саны заттын тегине, массасына жана температурасына көз каранды болот. Аны төмөнкү формуладан байкоого болот:

$$Q = m \cdot c\,(t_2 - t_1) \qquad (4.4)$$

Бул жерде m - заттын массасы, c - заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, t_1 - заттын баштапкы температурасы, t_2 - заттын акыркы температурасы. Бул жерден көрүнүп тургандай жылуулук санын Q тамгасы менен белгиленет. Бирдиги Дж (джоуль).

4.4. Берилген заттын *салыштырма жылуулук сыйымдуулугу* деп, анын массасынын 1 кг ынын температурасын 1 Кге өзгөртүү үчүн канчалык жылуулук саны керек экендигин көрсөтүүчү физикалык чоңдукту айтабыз. С тамгасы менен белгилейбиз. Бирдиги ДжҮ кг·К.

40-маселе. 2 кг суутекти 10 К ге изобаралык ысытууда анын ички энергиясынын өсүүсүн эсептеп чыгаргыла. Турактуу басым учурунда суутектин салыштырма жылуулук сыйымдуулугу 14 Дж / кг·К ге барабар.

Берилди:
$m = 2$ кг
$\Delta T = 10$К
$C = 14 \cdot 10^3$ Дж/кг·К

ΔU-?.

Чыгаруу:
Изобаралык процессте ички энергиянын өзгөрүшү, системага берилген жылуулук санына барабар болот:
$\Delta U = Q$
Мындан: $Q = mc\Delta T$ болот.

Эсептейбиз:
$Q = 2кг \cdot 14 \cdot 10^3 Дж/кг \cdot К \cdot 10К = 280 \cdot 10^3 Дж$

Жообу: $Q=280\cdot10^3$Дж.

4.5. Жылуулук кубулуштарындагы энергиянын сакталуу жана айлануу закону, **термодинамиканын биринчи закону** деген атка ээ. Ал төмөнкүчө баяндалат:

Системанын бир абалдан экинчи абалга өтүшүндө, анын ички энергиясынын өзгөрүшү, сырткы күчтөрдүн жумушунун жана системага берилген, жылуулук санынын суммасына барабар.

$$\Delta U=A+Q \qquad (4.5)$$

Кээ бир учурларда сырткы нерселердин системага карата аткарган A жумушунун ордуна, системанын сырткы нерселерге карата аткарган A^I жумушун карашат. $A^{'}=-A$ экендигин эске алып термодинамиканын биринчи законун төмөндөгүдөй формада да жазууга болот:

$$Q=\Delta U+A^{'} \qquad (4.6)$$

Системага берилген жылуулук саны анын ички энергиясын өзгөртүүгө жана системанын тышкы нерселерге карата жумуш аткарышына жумшалат.

Термодиамиканын биринчи законунан биз түбөлүк кыймылдаткычты куруу мүмкүн эместигин да даана байкайбыз. Себеби отунду же кандайдыр бир башка материалдарды сарп кылбастан, чексиз сандагы жумушту аткарууга жөндөмдүү болгон түзүлүштү куруу мүмкүн эмес Эгерде системага жылуулук келбесе ($Q=0$) анда $A^{'}$ жумуш (4.6) формуласына ылайык ички энергиянын азайышынын эсебинен гана аткарылышы мүмкүн. $A^{'}=-\Delta U$. Энергиянын запасы түгөнөрү менен кыймылдаткыч жумуш аткарбай токтоп калат. Эми бул закондун колдонулушуна бир маселе карап көрөбүз.

41-маселе. Термодинамикалык системага 200Дж жылуулук саны берилет. Эгерде система бул учурда 400Дж жумуш аткарса, системанын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

Берилди:
$Q=200$Дж
$A=400$Дж

ΔU-?.

Чыгаруу:

Термодинамиканын биринчи законун жазабыз.
$\Delta U=A+Q$

Ордуна коюп эсептейбиз:
$\Delta U=400Дж+200Дж=600Дж$
Ж: $\Delta U=600$Дж.

4.6. Термодинамиканын экинчи закону энергетикалык айлануулардын мүмкүн болгон багытын көрсөтөт, ошону менен бирге жаратылыштагы процесстердин кайталанбоочулугун туюндурат.

Экинчи закондун бир нече баяндамасы бар, алар сырткы айырмачылыгына карабастан манызы боюнча бирдей эле бааланат.

Азыр биз немец окумуштуусу Р. Клаузистин аныктамасын берип кетебиз:

Бир кыйла муздак системадан кыйла жылуу системага бул эки системада же айлана-чөйрөдөгү нерселерде бир учурда башка өзгөрүүлөр болбой тургандай кылып, жылуулук берүүгө болбойт.

Бул жерден көрүнүп тургандай жылуулук берүү дайыма бир багытта болорун же болбосо жылуулук дайыма ысык нерседен муздак нерселерге гана берилиши мүмкүн.

Бул закондун маанилүүлүгү жылуулук берүү процесси гана кайталанбоочу процесс болбостон, ошондой эки жаратылыштагы башка процесстер да кайталанбоочу процесс болорлугу жөнүндө коротундуну чыгаруу мүмкүндүгү эсептелет.

4.7. Отундун ички энергиясын механикалык энергияга айландыруучу түзүлүштөр ***жылуулк кыймылдаткычтар*** деп аталат.

Жылуулук кыймылдаткычтарына, ичинен күйүүчү кыймылдаткычтар, буу турбиналары жана реактивдүү кыймылдаткычтар кирет. Бардык жылуулук кымылдаткычтарда жумушчу нерсе болуп газ эсептелет. Газ кеңейүүдө жумуш аткарат. Жылуулук кыймылдаткычы жумушту жумушчу нерсенин ички энергиясынын эсебинен аткарат. Бул процессте жылуулук көбүрөөк ысык нерседен (ысыткычтан) көбүрөөк мудак нерсеге (муздаткычка) берилет.

Жылуулук кыймылдаткычтарындагы ички энергияны толугу менен жумушка айландырууга мүмкүн эместиги жаратылыштагы процесстердин кайталанбоочулугу менен байланыштуу.

Жылуулук кыймылдаткычтарынын пайдалуу аракет коэффициенти деп, кыймылдаткыч аткарган A' жумушунун, ысыткычтан алган жылуулук санына болгон катышын аташат.

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} \qquad (4.7).$$

бул жерде η-жылуулук кыймылдаткычынын ПАКи, $A' = |Q_1| - |Q_2|$, Q_1 - ысыткычтан алган жылуулук саны, Q_2-муздаткычка берген жылуулук саны.

4.8 Жылуулук кыймылдат кычтарынын пайдалуу аракет коэффициентинин максималдуу маанисин биринчи жолу француз инженери жана окумуштуусу Соди Карно эсептеп чыгарган. Ал жумушчу нерсе болуп идеалдык газ кызмат кылган машинанын пайдалуу аракет коэфициентинин формуласы төмөнкү түргө ээ болот.

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \qquad (4.8).$$

бул жерде T_1-ысыткычтын температурасы, T_2-муздаткычтын температурасы. Карно далилдегендей бул формуланын негизги мааниси төмөндөгүдөй: температурасы T_1 болгон ысыткыч жана T_2 температуралуу муздаткыч менен иштөөчү ар кандай реалдык жылуулук машинасынын пайдалуу аракет коэффициенти, идеалдык жылуулук машинасынын ПАКинен ашык болушу мүмкүн эмес.

Ар түрдүү энергетикалык жоготуулардын кесепетинен ПАК нин чыныгы мааниси төмөнкүгө барабар. $\eta \approx 40\%$. Ал эми ичинн күйүүчү кыймылдаткычтардын максималдуу ПАК ти 44% ке жакын.

Төмөнкү маселе аркылуу жылуулук кыймылдаткычтарынын ПАК инин формулаларынын колдонулушуна токтолуп кетебиз.

42-маселе. Жылулук машинасынын ПАК ти 80% ке жеткидей болушу үчүн ысыткычтын температурасы кандай болууга тийиш?

Муздаткычтын температурасы 27^0C.

Берилди:

$T_2=273^0C+27^0C=300K$

η=ПАК=80%

T_1-?.

Чыгаруу:

Карнонун формуласын пайдаланабыз.

$$\eta = ПАК = \frac{T_1 - T_2}{T_1}100\%$$

Бул жерде T_1 ди табабыз.

$$T_1 = \frac{-100T_2}{\eta - 100} = 1500K$$

Ж: T_1=1500K.

V глава. Суюктуктардын жана газдардын өз ара айлануулары

5.1 Суюктуктун температурасын жогорулатуу менен биз аны түзгөн молекулалардын баш аламан кыймылын да жогорулатабыз. Температуны дагы чексиз жогорулата бергенибизде суюктуктун молекулаларынын арасындагы аралык да кескин чоңойо баштайт. Акырындап отуруп ал суюктуктун бетинде газ түрүндөгү зат пайда болот. Бул пайда болгон зат буу деп аталат. Демек, жыйынтыктап айтканда суюктуктардын бетинде буунун пайда болуу процесси *бууллануу* деп аталат.

Эми буулануу эмнелерге көз каранды экендигин карап көрөбүз. Биринчиден буулануу суюктуктун бетинин астына көз каранды болот. Себеби стакандагы сууга караганда, тарелкага куюлган суюктук тезиреек бууланат.

Экичиден, температурага да көз каранды анткени суюктукка температураны канчалык көп берсек, ошончолук тез бууланат.
үчүнчүдөн ошол суюктуктун тегине да көз каранды болот.
Мисалы, май менен сууну салыштыра турган болсок, суу майга караганда тезиреек бууланып кетет. Себеби суунун тыгыздыгы майдыкынан жогору.

Мына ушул үчүнчү көз карандылыкты көрсөтүү үчүн суюктуктардын буу пайда болуусунун салыштырма жылуулугу деген чоңдукту киргизебиз. 1кг суюктук бууга айландыруу үчүн канчалык жылуулук саны керек экендигин көрсөтүүчү физикалык чоңдук буу пайда болуунун салыштырма жылуулугу деп аталат. Аны L тамгасы менен белгилешет.

Бирдиги: $\frac{Дж}{кг}$. Атайын таблицада ар бир суюктуктун буу пайда болуусунун салыштырма жылуулугунун маанилери берилет.

Бууланууга тескери процесс, бул ***конденсация*** болуп эсептелет.

Буунун сууга айлануу процесси ***конденсация*** деп аталат. Буга мисал катары, мончолордун үстүнкү бетинен аккан тамчылары, жамгырдын жаашын, кайнап жаткан чайнектин капкагындагы тамчылардын пайда болушун айтып кетсек болот.

Буу пайда кылуу үчүн зарыл богон жылуулук санынын формуласы төмөндөгүдөй болот.

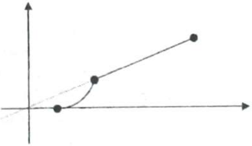
$$Q = m \cdot L \qquad (5.1).$$

5.2. Идишке суюктук куюп аны жаап койгон биринчи моментте ал бууланат жана суюктуктун үстүндөгү буунун тыгыздыгы чоңойот. Бирок ошону менен катар суюктукка кайта кайрылган молекулалардын саны да көбөйө берет. Буунун тыгыздыгы канчалык жогору болсо, суюктукка кайрылып келүүчү буунун молекулаларынын саны да ошончолук көп болот. Натыйжада турактуу температура кезинде жабык идишке, эң акырында суюктук менен буунун арасында динамикалык тең салмактуулук түзүлөт. Суюктуктун бетинен учуп чыккан молекулалардын саны ошол эле убакта кайта суюктукка кайрылган буунун молекулаларынын санына барабар болуп калат. Мына ушундай өзүнүн суюуктугу менен динамикалык тең салмактуулукта болгон бууну ***каныккан буу*** деп аташат.

Каныккан буунун басымы p_0 көлөмдөн көз каранды болбостон, температурага гана көз каранды болот. Бул көз карандылык төмөнкү формуладан даана байкалып турат.

$$p_0 = nkT, \quad n = \frac{N}{V}, \quad \text{демек } p_0 = \frac{N}{V}kT \qquad (5.2)$$

Бирок эксперименталдык түрдө табылган бул көз карандылык $p_0(T_1)$ турактуу көлөм кезиндеги идеалдык газдагы сыяктуу түз пропорциялуу болбойт. Температуранын чоңоюшу менен каныккан буунун басымы идеалдык газдын басымына караганда тезирээк өсөт.(1-сүрөт). АВ ийри сызык участогу).



1-сүрөт.

Кандай гана суюктук болбосун температуранын жоголулашы менен буулануунун интенсивдүүлүгү күчөйт. Акырында суюктук кайнай баштайт. Кайноо учурунда суюктуктун бүткүл көлөмү боюнча суюктуктун үстүнкү бетине калкып чыгышкан буунун тез чоңойуучу көбүкчөлөрү пайда болушат. Кайноо учурунда, суюктуктун температурасы турактуу бойдон калат.

Кайноо көбүкчөлөрдүн ичиндеги буунун басымы суюктуктагы басым менен теңелген температурада башталат.

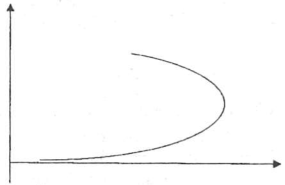
Кайноо температурасы, сырткы басымга көз каранды болот. Сырткы басым канчалык көп болсо, кайноо температурасы да ошончолук жогору болот. Мисалы, $1{,}6 \cdot 10^6$ Па басымда суу 200°C температурада да кайнабайт.

Ал эми басымды азайтуу менен кайноо температурасында төмөндөтсө болот. Мисалы, аба насосу менен абаны жана бууну колбадан сордуруу аркылуу сууну бөлмө температурасында кайнатууга болот. Ар түрдүү суюктуктардын өзүнө тиешелүү кайноо температуралары бар. Алар атайын таблицаларда берилет.

Мисалы $t_{суу}=100^0C$ (норм. басымда).

$t_{сымап}=35^0C$ (нормалдуу басымда) ж.б.

5.3. Температуранын чоңоюшунда каныккан буунун басымынын чоңоюшу менен бирге анын тыгыздыгы да чоңойот. Өзүнүн буусу менен тең салмактуулукта болгон суюуктуктун тыгыздыгы, тескерисинче, ысытууда суюктуктун кеңейишининин эсесинен азаят. Төмөндөгү сүрөткө (2-сүр) суюктукка жана анын буусунун тыгыздыгынын температурадан көз карандылыгынын ийри сызыгын жүргүзөбүз, Ал ийри сызыктардын кандайдыр бир температурада берилиши, ***критикалык температура*** болуп эсептелет. Бул учур суюктуктун тыгыздыгы буунун тыгыздыгына барабар болуп калат.



2-сүрөт.

Суюктук менен анын каныккан буусунун арасында физикалык касиеттери боюнча айырмачылык жоголгон температура ***критикалык температура*** деп аталат. Критикалык температура жөнүндөгү түшүнүктү Д.И. Менделеев киргизген. Ар бир зат өзүнүн критикалык температурасы менен мүнөздөлөт. Мисалы, суунун критикалык температуралары $\approx 375^0C$, ал эми көмүр кычкыл газынын суюк оксиди үчүн $CO_2 \approx 31^0C$ ж.б.

Демек, критикалык температуранын өзгөчө мааниси, андан жогорку температурада, газды кандай басым менен болсо да суюктукка айландырууга болбой тургандыгында.

5.4. Абадагы суу буусунун болушу, абанын нымдуулугу деген чоңдук менен мүнөздөлөт. Атмосфералык аба ар түрдүү газдар менен суу буусунун аралашмасынан турат. Эгерде башка газдар жок болсо, суу буусунун жасаган басымын суу буусунун парциалдык басымы деп аташат. Суу буусунун парциалдык басымы абанын нымдуулугунун көрсөткүчтөрүнүн бири болуп эсептелет.

Ал эми берилген температурада суу буусу каныгуудан канчалык алыс тургандыгын көрсөтүүчү физикалык чоңдукту киргизебиз. Ал чоңдук ***салыштырма нымдуулук*** деп аталат.

Абанын φ салыштырма нымдуулугу деп, берилген температурада абада болгон суу буусунун p парциалдык басымынын ошол эле температурада p_0 каныккан буунун басымына болгон катышынын процент менен туюнтулушун аташат.

$$\varphi = \frac{P}{p_0} 100\% \quad (5.3).$$

Абанын нымдуулугу өзгөчө приборлор, гигрометр жана психрометр менен өлчөнөт. Бул приборлор нымдуулукту нормалдуу кармап туруу үчүн, китепканаларда, архивдерде жана музейлерде колдонулат. Ошондой эле токуу кондитер жана башка өндүрүштөрдө да нымдуулукту билип туруу үчүн гигрометр жана психрометрлер пайдаланылат.

43-маселе. Температурасы 15^0С, көлөмү $V = 120м^3$, болгон бөлмөдөгү салыштырма нымдуулук $\varphi = 60\%$ комнатадагы абанын суу буусунун массасын аныктагыла. $t = 15^0 C$де каныккан буунун басымы $p_0 = 12{,}8 мм.сым.мам.$

Берилди: **Чыгаруу:**

t=15^0С, Т=273^0С+15^0С = 288 К. Менделеев Клапеpондун теңдемесин жазабыз

v=120$м^3$

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad (1).$$ Бул жерден комнатадагы суу

φ=60%

буусунун массасы m үчүн төмөнкүнү жазабыз.

P_0=12.8мм.сым. мам.

$$m = \frac{PVM}{RT} \quad (2)$$

$M(H_2O)=18 \bullet 10^{-3}$кг/моль

m-?

(2) формуладагы суу буусунун p парциалдык басымын (5.3) төгү салыштырма нымдуулуктун формуласынан табабыз:

$$p = \frac{\varphi p_0}{100\%} \quad (3).$$

(3) нү (2) ге алып барып коюп төмөнкүнү алабыз:

$$m = \frac{\varphi p_0 vM}{RT 100\%} \quad (4).$$

Эсептейбиз: $m = \dfrac{60\% \cdot 12.8 мм.сым.мам \, 120 м^3 \; 18 \cdot 10^{-3} кг/моль}{8{,}31 Дж/мольК \;\; 288К \cdot 100\%} \approx 0{,}92$кг.

Ж: $m = 0.92$кг.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Ички энергия 37,4 КДж болгон бир атомдуу 10 моль газдын температурасы кандай болгон? *(ж.: 27^0C)*

2. Көлөмү $70м^3$ бөлмөдөгү абанын температурасы 280 к болгон. Эгер басым туруктуу жана 100 КПа барабар болсо, анда мешти жаккандан кийинки температура канча болгон.(ж:
3. Температураны 27^0C болгон 160 г кычкылтектин көлөмү изобаралык ысытуу учурунда эки эсе чоңоет.Газдын кеңейүү учурундагы жумушун жана ысытууга кеткен жылуулук санын, ички энергиясынын өзгөрүшүн тапкыла. *(ж:12,5 КДж 43,8 КДж,31,3 КДж)*
4. Газдалган сууну алыш үчүн суу аркылуу кысылган көмүр кычкыл газын өткөрүшөт.Эмне себептен бул учурда суунун температурасы төмөндөйт?
5. Массасы 2кг температурасы 100^0C суунун ички энергиясын ошондой эле массадагы жана температурадагы суу буусунун ички энергиясы иенен салыштыргыла (Ж: бууну ку 4,6 МДжго чоңоёт).
6. Температурасы 15^0 болгон 1,5 кг суу буусун киргизишет. Буу конденсациалангандан кийин жалпы теипература кандай болуп калат?*(ж: 89^0C)*.

Ж: $m = 0.92$кг.

VI Глава. Суюктуктардын касиеттери.

6.1. Суюктуктардын бетинде, алардын бетин тең экиге бөлүүгө аракеттенген күч бар. Ал күчтү беттик тартылуу күчү деп айтабыз. Бул күч салыштырмалуу анчалык чоң болбогону менен, бирок жаратылышта бир кыйла маанилүү роль ойнойт. Бул күчтүү байкоо үчүн төмөнкү учурларды байкап көрөл: Чала жабылган крандан тамчылап жаткан тамчынын шар формасында болушу, кийим тигүүчү ийненин суунун бетинде горизанталь абалда турушу, көлмөлөрдөгү суулардын үстүндө суу ченегичтердин басып жүрүшү ж.б. Мына ушул учурлардын баарысын, суюктуктун бетинде беттик тартылуу бар экендигин айгенелеп көрсөтүп турат.

Эми беттик тартылуу күчүнүн математикалык формулаларын келтирип чыгырабыз. F беттик тартылуу күчү суюктуктун беттик катмарынын L узундугуна пропорциалуу деп божомолдоого болот. Себеби суюктуктун беттик катмарынын бардык участкаларында молекулалар бирдей шартта болушуры белгилүү.

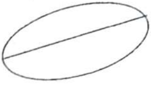
Узундугу L богон беттик катмардын чегине аракет эткен F беттик тартылуу күчүнүн модулунун бул узундука болгон катышы L узундуктан көз каранды болбогон σ беттик тартылуу коэффициенти деп аташат:

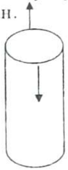
$$\sigma = \frac{F}{L} \quad (6.1).$$

σ беттик тартылуу коэффициенти чектелген чөйрөлөрдүн жаратылышынан жанв температурадан көз каранды болот. Анын бирдиги нҮм (Ньютон бөлүнгөн метр). (6.1)формуласына ылайык узундугу L болгон беттик катмардын чегине аракет этүүчү беттик тартылуу күчүнүн модулу төмөнкүгө барабар.

$$F = \sigma \cdot L \quad (6.2).$$

Беттик тартылуу күчү беттик катмардын чегине перпендикулярдуу (3-сүрөт) болгон бетке жаныма сызык боюнча багытталган.





44-маселе. Идиштеги суунун бетинин радиусу 5см болсо ал идиштеги суунун беттик тартылуу күчүн тапкыла?.

Берилди:

$z = 5см = 0{,}05м$

$\sigma_{суу} = 73 \cdot 10^{-3}\, н/м$

$F - ?$

Чыгаруу:

Беттик тартылуу күчүнүн фомуласын табабыз:

$F = \sigma \cdot L$ (1) бул жерден L ди тапсак:

$L = 2ПZ$ (2)

(2) ни (1) ге алып барып коюп төмөнкүнү алабыз:

$$F = \sigma \cdot 2П \cdot Z\,). \qquad (3).$$

Эсептейбиз:

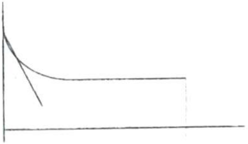
$F = 73 \cdot 10^{-3}\, н/м \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}05м = 22{,}9 \cdot 10^{-3}\, н$

Ж: $F = 22.9 \cdot 10^{-3}\, н$

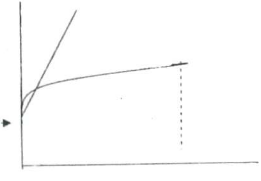
6.2 Суютуктар менен катуу нерселердин чегинде нымдоо пайда болот. Нымдоо-суюктуктун малекулалары менен катуу нерсенин молекулаларынын өз ара аракеттешүүсүнүн натыйжасында пайда болуу менен, катуу нерсенин чектешкен бетинде суюктуктун бетинин иймейишине алып келүүчү кубулуш.

1). Суюктук менен катуу нерсенин чектешкен бетин ортосундагы θ бурчу 0^0 ка барабар болсо, ал толук нымдалуу деп аталат.

2). Ал эми θ бурчу 180^0 болсо толук нымдалбаган деп аталат (4-сүрөт).



а) толук нымдалган учур



б) толук нымдалбаган учур

Нымдоо кубулушу өнөр жайында, үй-тиричилигинде өтө чоң мааниге ээ болот. Себеби бойогондо, фотографиялык материалдардын иштелишинде, лак жана сырлар менен сырдаганда жакшы нымдоочулук керек болот.

Каппилярдык кубулуштар деп ичке түтүкчөлөрдөгү каппилярдагы (cappillus – чач латын тили) суюктуктардын жоон түтүктөрдөгү деңгээлине салыштырганда жогору же төмөн болушун айтабыз. Суюктуктардын каппилярдагы көтөрүлүү бийиктигин төмөнкү формула менен табабыз.

$$h = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \qquad (6.3)$$

Турмуш тиричиликте колдонулуучу капиллярдык идиштерге чайнек, же болбосо чоргосу бар бардык идиштер кирет.
(6.3) төн көрүнүп тургандай каппилярдык идиштердеги суюктуктун көтөрүлүү бийиктиги ал идиштин радиусуна гана көз каранды болот.

48-маселе: Диаметри 0,1 мм болгон сым сезгич таразага илинип, идиштеги сууга жарым жартылай матырылып коюлган. Суунун беттик тартылуу коэффициенти $7{,}3\cdot10^{-2}$ нҮм. Суунун зымды нымдоодон келип чыккан, таразага аракет эткен кошумча күч кандай?

Берилди:
$d = 0{,}1$ мм $= 0{,}1\cdot10^{-3}$ м
$\sigma = 7{,}3\cdot10^{-2}$ Н/м
$F = ?$

Чыгаруу:
Суунун беттик тартылуу күчүнүн формуласын жазабыз:

$$F = \sigma \cdot l \qquad (1)$$

Суунун бетинин узундугу l төмөнкүгө барабар:

$$l = 2\cdot\pi\cdot r \qquad (2)$$

Бул жерден $r = \frac{d}{2}$, болсо, анда (2) ни (1) ге коюп төмөнкүнү алабыз:

$$F = \sigma\cdot\pi\cdot d \qquad (3)$$

Эсептейбиз:
$F = 7{,}3\cdot10^{-2}$ Н/м $\cdot\, 3{,}14 \cdot 0{,}1\cdot10^{-3}$ м $= 2{,}29 \cdot 10^{-5}$ Н.
Жообу: $F = 2{,}3 \cdot 10^{-5}$ Н/м.

49-маселе: Каппилярдык түтүк боюнча спирт 55 мм бийиктикке, ал эми суу 140 мм бийиктикке өйдө көтөрүлдү. Спирттин тыгыздыгын аныктагыла.

Берилди:
$h_{сп} = 55$ мм
$h_{суу} = 140$ мм
$\sigma_{сп} = 2{,}3 \cdot 10^{-2}$ Н/м

Чыгаруу:
Каппилярдагы түтүктөгү спирттин жана суунун көтөрүлүү бийиктигинин формуласын жазабыз:

$$h_{сп} = \frac{\sigma_{сп}}{\rho_{сп}\cdot g\cdot r} \qquad (1)$$

$\sigma_{суу} = 7,3 \cdot 10^{-2}$ Н/м $\qquad h_{сп} = \dfrac{\sigma_{суу}}{\rho_{уу} \cdot g \cdot r}$ (2)

$\rho_{спирт}$ - ?

(1) ди (2) ге бөлүп $\rho_{спирт}$ - үчүн төмөнкү формуланы алабыз:

$$\rho_{спирт} = \frac{h_{суу} \cdot \sigma \cdot \rho_{суу}}{h_{сп} \cdot \rho_{суу}} \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $\rho_{спирт} = \dfrac{146мм \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}\, Н/м \cdot 1000кг/м^3}{55мм \cdot 7,3 \cdot 10^{-2}\, Н/м} = 800кг/м^3$

Жообу: $\rho_{спирт} = 800$ кг/м^3

Кайталоо үчүн маселелер

1. Суунун үстүнкү бетинин тартылуу коеффициентин аныктоо үчүн суу чыгуучу тешигинин диаметри 1,9 мм түтүкчөсүн пайдаланышат. 26 тамчынын массасы 180 граммга барабар болсо,суунун беттик тартылуу каеффициентин тапкыла. *(ж: 72,1 мн/м)*
2. « Суу жукпас» деген элдик сөздүн келип чыгышын кандай түшүндүрсө болот.
3. Бири- биринен 0,2мм аралыкта паралель жайланышкан пластинкалардын ортосундагы суу кандай бийиктикке көтөрүлгөн?*(ж :7,3 мм)*
4. Спирт каппиляр түтүкчөсү боюнча 1,2 см ге көтөрүлдү. Түтүкчөнүн радиусун тапкыла. *(ж:0,47мм)*
5. Бийик тоонун чокусуна жана этегине жайгашкан радиустары бирдей болгон, каппиляр түтүкчөлөрүнүн кайсынысы боюнча суу бийик көтөрүлөт?
6. Динаметрлери ар кандай болгон каппилярдуу эки түтүк сууга матырылганда, суунун деңгээлдеринин айырмалары 2,6см болду.Ушул эле түтүктөрдү спиртке матырганда деңгээлдеринин айырмаласы 1см ди түзөт.Суунун беттик тартылыш коеффициентин билип спирттин беттик тартылыш коеффициентин тап. **(ж: 22м н /м)**

VII Глава: Катуу нерселер

7.1. Катуу нерселер биз мурда токтолуп кеткендей, формасын да, көлөмүн да сактайт. Катуу нерселер көбүнчө кристаллдык абалда болушат.

Кристаллдар бул атомдору же молекулалары мейкиндикте белгилүү тартиптүү абалдарды ээлеген катуу нерселер. Кристаллдык нерселердин сырткы туура формага ээ болушуна төмөндөгү нерселер: кайнатма туз, кар бүртүктөрүнүн түзүлүштөрү мисал боло алат:

Кристаллдардын физикалык касиеттери аларда алынган багыттардан көз каранды болот. Бул көз карандылык анизотропия деп аталат. Бардык кристаллдар анизотропиялуу болушат. Эң эле көп кездешүүчү кристаллдар булар металлдар болуп эсептелет.

Көп сандаган майда кристаллчалардан турган катуу нерселер поликристаллдар, ал эми жекече кристаллдар монокристаллдар деп аталат.

7.2. Нерсенин формасынын же көлөмүнүн өзгөрүшү *деформация* деп аталат. Катуу нерселердин деформациясы качан нерсенин ар түрдүү бөлүктөрү бирдей эмес жылыш жасаган учурда пайда болот. Деформация эки түрдүү болот. 1) серпилгичтүү деформация; 2) пластикалуу деформация.

Серпилгичтүү деформация учурунда сырткы күчтүн аракети токтогондо деформация толугу менен жоголот. Буга деформациянын төмөнкү түрлөрү мисал боло алат: 1) созулуу деформациясы 2) жылыш деформациясы 3) ийилүү деформациясы 4) толгоо деформациясы.

Деформацияланган нерсенин абалын мүнөздөөчү чоңдукту *механикалык чыңалуу* деп аташат. F серпилгич күчүнүн модулунун нерсенин S туурасынан кесилиш аянтына болгон катышы чыңалууну берет.

$$\sigma = \frac{F}{S} \qquad (7.1)$$

Си системасында чыңалуунун бирдиги үчүн 1 Па = 1 $Н/м^2$ алынат.

Анчалык чоң эмес деформацияда чыңалуу σ салыштырмалуу узарууга ε түз пропорциялуу.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \qquad (7.2)$$

(7.2) Гуктун закону деп аталат. Бул закондогу E серпилгичтик же Юнг модулун түшүндүрөт. Кеңири таралган көптөгөн материалдар үчүн Юнг модулу экспериментте аныкталган. Мисалы болот үчүн $E = 2{,}1 \cdot 10^{11}$ Па, алюминий үчүн $E = 7 \cdot 10^{10}$ Па. Бул деген ушул металлдар ушунчалык деформацияга ээ чыдамкай дегенди түшүндүрөт. Гуктун закону аткарыла турган максималдуу чыңалууну σ_r – пропорциялуулук чеги деп аташат. Ал эми билинерлик калдыктуу деформациясы келип чыкпаган максималдуу чыңалууну $\sigma_{серп.}$ – серпилгичтүүлүк чеги деп аташат. Андан ары деформациянын көбөйүшү менен чыңалуунун максималдуу мааниге жетиши $\sigma_б$ – бышыктык чеги деген чоңдук менен мүнөздөлөт. Бул мааниден өткөндөн кийин үзүлүү жүрөт. Бул чоңдук нерсенин материалынан жана анын иштелишинен көз каранды болот.

50-маселе: Узундугу 5 м жана туурасынан кесилиш аянты 2,5 мм^2 болгон зымга 100 Н күч аракет этип, 1 мм ге узартат. Зым дуушар болгон чыңалууну жана Юнг модулун тапкыла.

Берилди:

l = 5 м

S = $2{,}5\cdot10^{-3}$м^2

F = 100 Н

Δl = 10^{-3} м

σ - ?, Е - ?

Чыгаруу:

Зымдын механикалык чыңалуусун табабыз:

$$\sigma = \frac{F}{S} \qquad (1)$$

$$\sigma = \frac{100}{2{,}5\cdot10^{-6}} = 4\cdot10^{7}\ Па$$

Эми зымдын салыштырма узаруусун төмөнкү формула менен эсептейбиз:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \qquad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{10^{-3}}{5} = 0{,}2\cdot10^{-3}$$

(7.2) ден Е Юнг модулун тапсак төмөнкү формула келип чыгат.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $E = \dfrac{4\cdot10^{7}}{0{,}2\cdot10^{-3}} = 2\cdot10^{11}\ Па$

Жообу: Е = $2\cdot10^{11}$ Па.

7.3. Анчалык чоң эмес деформация учурунда талкаланып же сынып кетүүчү катуу нерселер аморфтук нерселер деп аталат. Аморфтук нерселердин атомдорунун жайланышында иреттүү тартип жок жана алардын физикалык касиеттери бардык багыт боюнча бирдей болот. Демек алар изотропиялуу болушат. Аларга айнек, пластмассалар, чайыр, канифоль ж.б. кирет.

Төмөнкү температурада аморфтук нерселер өзүнүн касиеттери боюнча катуу нерселерди пайда кылса ал эми температура жогорулаган сайын суюктукту элестете баштайт. Алар кристаллдык нерселерден айырмаланып кандайдыр бир эрүү температурасына ээ болушпайт.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Эгерде кристаллды каныккан эритмеге салса эмне болот?

2. Эшикти ачып жана жаап турууга орун алган темир стержн кандай түрдөгү дефрмация менен деформацияланат ?

3. Салыштырма узаруусу 0,001 болгондо болот тростто пайда болгон чыңалууну тапкыла *(ж:210МПа)*

4. Узундугу 4 метр жана кесилиши 0,5 $мм^2$ болот сымын 2мм ге узартуу үчүн анын учтарына кандай керүү күчтөрүн жумшоо керек? *(ж: 52,5Н)*

5. Балык кармоочу капрон жибинин диаметри 0,12мм, ал эми үзүүчү жүк 7,5 Н. Ушул сорттогу капрондун үзүлүүгө чыдамдуулук чегин тапкыла.

6. Асылып коюлган коргошун сымы анын кандай узундугунда өзүнүн салмагынан үзүлүп түшүшү мүмкүн. *(ж: 1235м)*

III ЭЛЕКТРОДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

I Глава Электростатика

1.1. Электростатика бөлүмүн окуп үйрөнүүдөн мурда биз электродинамика эмне экенин түшүндүрө кетели.

Электродинамика бул заряддалган нерселердин же бөлүкчөлөрдүн өз ара байланыштары иш жүзүнө ашырылуучу электромагниттик талаанын касиеттерин жана закон ченемдүүлүктөрүн окуп үйрөтүүчү физиканын бөлүмү. Ал эми электростатика болсо тынч абалдагы электр заряддарын окуп үйрөнүүгө арналган электродинамиканын бөлүгү болуп саналат.

Бул бөлүмдө биз электр заряды, элементардык бөлүкчөлөр жөнүндө түшүнүккө ээ болобуз. Бөлүкчөлөрдүн бири-бири менен ортодогу аралыгы алыстагы сайын азайган, бирок бүткүл дүйнөлүк тартылуу күчүнөн бир кыйла жогорку күч менен аракеттенген касиети аларды заряддалган деп атоо мүмкүндүк берет. Электр зарядынын эки белгиси бар. Алар оң жана терс. Заряддары бирдей болгон бөлүкчөлөр түртүлүшөт, ал эми ар түрдүү белгидегилери тартылышат.

Бардык атом ядролорунун составы элементардык бөлүкчөлөрдөн; протондордон (заряды оң) элекрондордон (заряды терс) турат. Электрондор жана протондордон башка да заряддалган элементардык бөлүкчөлөрдүн бир нече түрлөрү бар. Бирок алар электрон менен протон сыяктуу эркин абалда чексиз узак убакыт боло алышпайт да, секунданын миллиондон бир үлүшүнөн да азыраак жашашат. Электр менен заряддалган нерселерди алуу сүрүү жолу менен ишке ашырылат. Аларды электрлөө кезинде алардын тыгыз тийишүүлөрүнүн болушу зарыл.

Нерселерди электрлөөдө электр зарядынын сакталуу закону орундалат. Бул закон туюк система үчүн орундалат. Туюк ситемада

бардык бөлүкчөлөрдүн заряддарынын алгебралык суммасы өзгөрүүсүз калат:

$$q_1+q_1+q_1+\ldots+q_N = const \qquad (1.1)$$

Бул жерде q_1, q_2, бөлүкчөлөрдүн заряддары заряддардын сакталуу законунун тууралыгын элементардык бөлүкчөлөрдүн эң көп сандаган айланууларына жүргүзүлгөн байкоолор далилдеп турат. Бул закон электр зарядынын бирден-бир негизги касиетин туюнтат.

1.2 Электростатиканын негизги закону заряддалган кыймылсыз чекиттик эки нерсенин же бөл үкчөлөрдүн өз ара арак еттешүү закону 1785-жылы франциялык көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш жана алардын арасындагы аралыктардын квадратына тескери пропорциялаш. Бул күч Кулон күчү деп аталат жана төмөнкүчө жазылат:

$$F = \kappa \cdot \frac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2} \qquad (1.2)$$

q_1 q_2 - электр заряддарынын модулдары, r – алардын арасындагы аралык, к – пропорциялуулук коэффициенти. Ал сан жагынан мааниси төмөнкүчө аныкталат:

$$\kappa = \frac{F\cdot r^2}{|q_1|\cdot|q_2|} \qquad (1.3)$$

Ал үчүн берилген аралыкта жайгаштырылган белгилүү эки заряддын арасындагы өз ара аракеттешүү күчүн өлчөп, F, r q_1 жана q_2 зарядары маанилерин (1.3) кө коюп төмөнкү мааниге ээ болобуз:

$$\kappa = 9\cdot 10^9\ Н\cdot м^2 Кл^2 \qquad (1.4)$$

Бул жерден көрүнүп тургандай заряддын Си системасындагы бирдиги Кулон. 1 Кулон (Кл) – бул ток күчү 1 А кезинде өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу 1 с ичинде өткөн заряд.

Табиятта кездешүүчү эң кичинекей заряд бул элементардык бөлүкчөнүн заряды. СИ бирдигинде бул заряддын модулу төмөнкүгө барабар:

$$e = 1{,}6\cdot 10^{-19} Кл \qquad (1.5)$$

к – коэффициентин Си де мындай формада жазуу кабыл алынган:

$$\kappa = \frac{1}{4\pi\cdot\varepsilon_0} \qquad (1.6)$$

ε_0 – чоңдугу электрдик турактуулук деп аталат. Ал төмөнкүгө барабар:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi\cdot\kappa} = 8{,}85\cdot 10^{-12}\ \frac{Кл^2}{Н\cdot м^2} \qquad (1.7)$$

51-маселе: Суутектин атомундагы электрон менен ядронун өз ара аракеттенишүү Кулон күчү алардын гравитациялык аракеттенишүү күчүнөн канча эсе чоңдук кылат? Электрондун массасы $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ кг, ал эми протондуку $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг. Гравитациялык турактуулук $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ $H \cdot m^2 Y$ кг^2 .

Берилди:

$q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$q_p = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ Кг

$m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ Кг

$\frac{F_к}{F_m} - ?$

Чыгаруу:

Электрон менен ядронун аракеттешүү күчүнүн формуласын жазабыз:

$$F = \kappa \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \qquad (1)$$

Ал эми гравитациялык аракеттешүү күчү төмөнкүгө барабар болот:

$$F = \gamma \cdot \frac{m_e \cdot m_p}{r^2} \qquad (2)$$

(1) ди (2) ге бөлүп төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{F_K}{F_T} = \frac{K \cdot q_e \cdot q_p}{\gamma \cdot m_e \cdot m_p} \qquad (3)$$

Эсептейбиз:

$$\frac{F_K}{F_T} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27}} = 2{,}3 \cdot 10^{39} \text{ эсе.}$$

Жообу: $\frac{F_K}{F_T} = 2{,}3 \cdot 10^{39}$ *эсе*.

1.3. Алгач электр талаасы жөнүндөгү Фарадейдин идеаларына токтолуп кетебиз: Электр заряддары бири-бирине түздөн-түз аракет кылышпайт. Алардын ар бири айланасындагы мейкиндикте электр талаасын түзүшөт. Бир заряддын талаасы экинчи заряддын талаасына жана тескерисинче аракет этет. Заряддан алыстаган сайын талаа начарлайт.

Талаанын болушу жөнүндө конкреттүү далилдер жок болсо да жогорудагы идеаларга таянып электр талаасы жөнүндө төмөндөгүдөй жыйынтыктарды айта алабыз:

Биринчиден талаа материалдуу: ал бизге, биздин ал жөнүндөгү билимибизге байланышып жашай берет;

Экинчиден электр талаасы белгилүү касиеттерге ээ. Электр талаасынын негизги касиети бул анын электр зарядына белгилүү бир күч менен аракет этиши болуп саналат. Электр талаасынын зарядка болгон аракети боюнча анын бар экендиги мейкиндикте таралышы белгиленет.

Кыймылсыз заряддардын электр талаасын электростатикалык талаа деп аташат. Электростатикалык талаа электр заряды аркылуу ган түзүлөт. Электр талаасынын эң негизги мүнөздөмөсү болуп электр талаасынын чыңалышы эсептелет. Күч сыяктуу эле талаанын чыңалышы – вектордук чоңдук. Аны Е тамгасы аркылуу белгилешет. Талаанын чыңалышы талаанын чекиттик зарядка аракет эткен күчүнүн ошол зарядка болгон катышына барабар:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad (1.8)$$

Бирдиги 1 Н/Кл = 1 В/м менен өлчөнөт. Мындан электр талаасы тарабынан q зарядына аракет эткен күч төмөнкүгө барабар экендиги келип чыгат:

$$F = q \cdot E \qquad (1.9)$$

Заряддалган нерсенин бетинде электр зарядынын бөлүнүшү өзгөчө чоңдук заряддын беттик тыгыздыгы менен мүнөздөлөт. Заряддын беттик тыгыздыгы деп ал таралган беттин аянтына болгон катышы аталат:

$$\sigma = \frac{q}{S} \qquad (1.10)$$

Заряддын беттик тыгыздыгынын бирдиги мындайча аталат: КлҮм^2.

Эми биз талаанын чыңалышынын заряддын беттик тыгыздыгынан көз карандылыгынын формулаларын келтирип чыгабыз. Чыңалышты пропорциялуулук коэффициентин эсептөөнүн жардамы менен гана табууга болот. Бул эсептөөлөр төмөнкүдөй жыйынтыктарга алып келет:

$$E = k \cdot 2\pi \cdot \sigma \qquad (1.11)$$

(1.6) ны (1.11) ге коюп төмөнкүнү алабыз:

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \qquad (1.12)$$

Эми биз ушул темаларга байланыштуу областтык олимпиадаларда кездешкен маселелердин бирөөнүн чыгарылышына токтолуп кетебиз.

52-маселе: Сүрөттө АА – зарядынын беттик тыгыздыгы 30 мкКлҮм^2 болгон бир калыпта заряддалган чексиз тегиздик. В массасы 1 г болгон жана тегиздик менен бирдей белгиде заряддалган шарча. Эгерде шарча илинген жиптин керилүүсү $9 \cdot 10^{-2}$ Н болсо, анда шарчанын зарядын тапкыла.

Берилди:

$\sigma = 30 \cdot 10^{-2}$ Кл/м^2

$m = 10^{-3}$ кг

$F = 9 \cdot 10^{-2}$ Н

q - ?

Чыгаруу:

Бул учурдагы тең аракет этүүчү күч төмөнкүгө барабар:

$F^2 = F_1 + (m \cdot g)^2 \qquad (1)$

Бул жерде F_1 төмөнкүнү берет:

$F_1 = q \cdot E$, ал эми $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ болсо,

анда, $F_1 = \frac{q \cdot \sigma}{2\varepsilon_0}$ (2) экендиги келип чыгат.

(2) ни (1) ге алып барып койобуз:

$$F^2 = \frac{q^2 \cdot \sigma^2}{4 \cdot \varepsilon_0} + (mg)^2 \qquad (3)$$

Мындан зарядды тапсак төмөнкү формула келип чыгат:

$$q^2 = \frac{4 \cdot \varepsilon_0^2 \cdot F^2 - (mg)^2}{\sigma^2}$$

Эсептейбиз: $q = \sqrt{\frac{4 \cdot (8{,}85 \cdot 10^{-12})^2 \cdot (9 \cdot 10^{-2})^2 - 10^{-6} \cdot 96}{(30 \cdot 10^{-6})^2}} = 53{,}1 нКл.$

1.4. Өткөргүчтөрдүн ичинде электр талаасынын таасири менен эркин которулууга жөндөмдүү болгон заряддалган бөлүкчөлөр, эркин заряддар болот.

Металлдарда бул эркин заряддарды алып жүрүүчүлөр болуп электрондор эсептелет. Алар газдардын молекулалары сыяктуу эле жылуулук кыймылына катышышат жана металлдын ичинде бардык багыт боюнча которула алышат.

Өткөргүчтө эркин заряддардын болушу өткөргүчтүн ичинде электростатикалык талаанын жок болушуна алып келет. Өткөргүчтүн ичинде электрдик талаанын жок болушунун ырасталышы заряддалган өткөргүч үчүн да, сырткы электростатикалык талаага жайгаштырылган заряддалбаган өткөргүч үчүн да бирдей шартта туура.

Электростатикалык коргонууда өткөргүчтөрдүн ичинде электростатикалык талаанын жок экендигине негизделген. Мына ошондуктан электр талаасын сезгич келген приборлорду коргоо үчүн аларды металл ящиктерге салып коюшат. Өткөргүчтөрдүн ичинде элетростатикалык талаа жок. Бул корутунду электр талаасындагы заряддалган жана заряддалбаган өткөргүчтөр үчүн да туура болуп саналат.

1.5. Нейтралдык атомдордон жана молекулалардан турган жана ал нейтралдык атомдогу электрондору менен ядролору бири-бири менен байланышкан абалда болуп, талаанын таасири астында эркин которула алышпаган заттар *диэлектриктер* деп аталат.

Диэлектриктердин ичинде электростатикалык талаа бар. Себеби анын ичиндеги байланышкан электрондор жана ядролор тынч абалда болушат.

Алардын оң жана терс заряддарынын жайланышуу борборлору бири-бирине дал келбеген молекулалардан турганын уюлдук оң жана терс заряддарынын жайланышуу борборлору дал келишкен атом же молекулалардан тургандарын уюлдук эмес деп эки түргө бөлүүгө болот. Уюлдук диэлектрикке спирт, суу ж.б. кирет. Ал эми уюлдук эмес диэлектриктерге инерттүү газдар, кычкылтек, суутек, бензол ж.б. кирет.

Сырткы электр талаасынын таасири астында, диэлектриктердин байланышкан оң жана терс заряддарынын карама-каршы багытта жылышы уюлданышуу деп аталат. (1 а, б- сүрөт).

Карама-каршы белгидеги эки чекиттик заряддын белгилүү l аралыкта жайланышкан заряддарынын жыйындысы электрдик диполь деп аталат. 1а, 1б - сүрөттөгү заряддардын жыйындысы электрдик диполго мисал боло алат.

Диэлектриктердин электрдик касиетин мүнөздөө үчүн диэлектрдик өткөрүмдүүлүк деген чоңдук киргизебиз. Чөйрөнүн диэлектрдик өткөрүмдүүлүгү деп бир тектүү диэлектриктин ички электр талаасынын чыңалышы Е ошол эле эркин заряд тарабынан түзүлгөн ваакумдагы

талаанын чыңалышынан E_0 канча эсе кичине экендигин көрсөтүүчү физикалык чоңдукту айтабыз.

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E} \qquad (1.13)$$

Анда бир тектүү диэлектрике жайланыштырылган чекиттин заряд жана шар үчүн төмөнкү формуланы алабыз.

$$E = \kappa \cdot \frac{|q|}{\varepsilon \cdot r^2} \qquad (1.14)$$

Бир тектүү диэлектриктеги заряддалган тегиздик үчүн төмөнкү формула келип чыгат:

$$E = \kappa \cdot \frac{2\pi|\sigma|}{\varepsilon} \qquad (1.15)$$

Ал эми бир тектүү диэлектриктеги заряддар үчүн Кулон закону төмөндөгүдөй жазылат:

$$F = \kappa \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_{21}|}{\varepsilon \cdot r^2} \qquad (1.16)$$

Демек, заряддалган нерселердин арасындагы өз ара аракеттешүү күчү бүткүл дүйнөлүк тартылуу күчүнөн айырмаланып, алар өздөрү турган чөйрөнүн касиетине көз каранды болот.

Эми ушул темаларга кездешүүчү олимпиадалык маселелердин бирөөнүн иштелишин карап көрөбүз.

53-маселе: Бир чекитке илинген бирдей заряддалган жана узундуктары бирдей жипке байланган эки шарик кандайдыр бир 2α бурчуна бири-биринен ажырап кетишкен. Шариктердин ρ тыгыздыгы кандай болгондо, аларды керосинге салган учурда да алардын арасындагы бурч өзгөрбөй калат? $\varepsilon_{керосин} = 2$ $\rho_{керосин} = 800$ кг/м^3.

Берилди:
$\varepsilon_{керосин} = 2$
$\rho_{керосин} = 800$ кг/м^3

$\rho_{шарик} = ?$

Чыгаруу:
Абада турган кезде шариктерге оордук күчү mg, жиптин керилүү күчү $F_к$, Кулондук түртүшүү күчү $F = \kappa \cdot \frac{q^2}{r^2}$ гана аракет этет. (1-сүрөт) Бул жерде m - шариктин массасы, q – заряды, r – алардын арасындагы аралык.

Шариктердин тең салмакта турган учурунда күчтөрдүн вертикаль жана горизонталь багыттарга проекцияларынын суммасы нөлгө барабар болот:

$$F_к \cos\alpha - mg = 0, \qquad F - F_K \sin\alpha = 0 \qquad (1)$$

Шариктерди керосинге салган учурда Кулон күчү: $F_{кер} = \kappa \cdot \frac{q^2}{\varepsilon \cdot r^2}$,

Архимед күчү: $F = \frac{mg\rho_k}{\rho}$ түрүнө ээ болуп жогору көздөй багытталат. (2-сүрөт) Бул учурдагы тең салмактуулук төмөнкү түрдү алат:

$F_к \cos\alpha - (mg - F_A) = 0$, $\qquad F_{кер} - F_K \sin\alpha = 0$ $\qquad$ (2)

(1) менен (2) ни барабарлап төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{F}{F_{кер}} = \frac{mg}{(F_A - mg)}$$ Бул жерден

$$\rho_ш = \frac{\varepsilon \cdot \rho_к}{\varepsilon - 1} \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $\rho_ш = \frac{2 \cdot 800}{2-1} = 1600 кг/м^3$

Жообу: $\rho_ш = 1600$ кг/м^3

1.6. Ар кандай заряддалган нерсени бир чекиттен экинчисине жылдырууда электростатикалык талаанын жумушу траекториянын формасынан көз каранды эмес жана дайыма нөлгө барабар. Мындай касиетке ээ болгон талааны **потенциалдуу** дейбиз. Потенциалдуу талаанын жумушун потенциалдык энергиянын өзгөрүшү аркылуу туюнтса .Потенциалдуу талаанын өзгөрүшү
аркылуу туюнтса болот:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) \quad (1.17)$$

Электростатикалык талаада заряддын потенциялдык энергиясы зарядка көз каранды. Бул болсо талаага жайгаштырылган, зарядка көз каранды болбогон талаанын жаңы мүнөздөмөсүн киргизүүгө мүмкүндүк берет.

Электр талаасындагы заряддын потенциалдык энергиясынын ошол зарядка болгон катышы электростатикалык талаанын потенциалы деп аталат:

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \qquad (1.18)$$

Потенциалдык энергия $W_p = q\,\varphi$ болсо, анда жумуш

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = -q\Delta\varphi$$

Траекториянын башкы жана аяккы чекиттериндеги потенциалдардын маанилеринин айырмасы **потенциалдардын айырмасы** деп аталат:

$$U = (\varphi_1 - \varphi_2) = -\Delta\varphi \qquad (1.19.)$$

Потенциалдардын айырмасын чыңалуу деп да атаса болот.

Эки чекиттин арасындагы потенциалдардын айырмасы (чыңалуу) зарядды жылдырууда талаанын аткарган жумушунун ошол зарядка болгон катышына барабар:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = -\Delta\varphi = \frac{A}{q} \qquad (1.20)$$

Ушул формуланын жардамы менен потенциалдардын айырмасынын бирдигин келтирип чыгарса болот.

$$1\text{В}=\frac{1Дж}{1Кл} \qquad (1.21)$$

№ 54-маселе :

Электр талаасында кыймылда болгон электрон өзүнүн ылдамдыгын $\vartheta_1 = 1\cdot10^7$м/с дан $\vartheta_2 = 3\cdot10^7$м/с чейин жогорулатты. Электрондун баштапкы жана акыркы чыналуу чекиттеринин ортосундагы потенциалдардын айырмасын тапкыла.

Берилди:

$\vartheta_1 = 1\cdot10^7$м/с

$\vartheta_2 = 3\cdot10^7$м/с

$1,6\cdot10^{-19}$ Кл

$m_e=9,11\cdot10^{-31}$кг

φ_1-? φ_2-?

Чыгаруу:

Биз алгач электрондун кинетикалык энергиясы менен потенциалдык энергияларынын формулаларын барабарлап, ал жерден электрондун баштапкы жана акыркы чекиттеги потенциалын табабыз:

$\frac{m\vartheta^2}{2}=eU$ (1), бул жерде $U=\varphi_1-\varphi_2$ анда U-?

$$\frac{m\vartheta^2}{2}=e(\varphi_1-\varphi_2)=e\varphi_1-e\varphi_2 \qquad (2)$$

Баштапкы чекит үчүн:

$\varphi_1=\frac{m\vartheta_1^2}{2e}$ (3) Акыркы чекиттеги потенциалы: $\varphi_2=\frac{m\vartheta_2^2}{2e}$ (4)

Эсептейбиз:

$$\varphi_1=\frac{9,11\cdot10^{-31}кг\cdot(1\cdot10^7 м/с)^2}{2\cdot1,6\cdot10^{-19}кл}=2,7\cdot10^2\text{В}$$

$$\varphi_1=\frac{9,11\cdot10^{-31}кг\cdot(3\cdot10^7 м/с)^2}{2\cdot1,6\cdot10^{-19}кл}=25,3\cdot10^2\text{В}$$

$U=\varphi_1-\varphi_2=2,7\cdot10^2\text{В}-25,3\cdot10^2\text{В}=-2,3\cdot10^3\text{В}$

Жообу: $U=-2,3\cdot10^3$В.

1.7.Электр талаасынын чыңалышы менен потенциалдардын айырмасынын арасындагы көз карандылыкты табабыз. Ал үчүн электр талаасынын жумушунун формуласын жазабыз:

$$A=qE\Delta d \qquad (1.22)$$

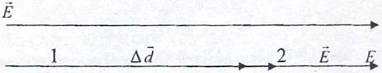
Бул жумушту (1.20) формуласы боюнча потенциалдардын айырмасы аркылуу туюндурууга болот:

$$A=q(\varphi_1-\varphi_2)=qU \qquad (1.23)$$

(1.22) менен (1.23) түн сол жактарын салыштырып, барабарлапталаанын чыңалыш векторунун модулун табабыз:

$$E=\frac{U}{d}$$

Бул формула электр талаасынын чыңалышы менен потенциалдардын айырмасынын ортосундагы байланышты көрсөтөт. Демек, бул формуладан жана 1-сүрөттөн көрүнүп тургандай Δd аралыгында потенциал канчалык аз өзгөрсө, электр талаасынын чыңалышы да ошончолук аз өзгөрөт.



1-сүрөт

55-маселе. Бири-биринен 3см аралыкта бир күч сызыкта жаткан эки чекиттин потенциалдарынын айырмасы 120В ко барабар. Эгерде электростатикалык талаа бир тектүү экендиги белгилүү болсо, талаанын чыңалышын тапкыла.

Берилди:
Δd=3см
U=120В

E=-?

Чыгаруу:
(1.24) формуласын жазабыз:

$$E=\frac{U}{\Delta d}$$

Ордуна берилгендерди коюп эсептейбиз.

$$E=\frac{120B}{3\cdot 10^{-2}м}=40\cdot 10^{2}\ B/м=4000\ B/м$$

Жообу: 4000 $B/м$

1.8. Эки өткөргүчтүн электр зарядын топтоо жөндөмдүүлүгүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук **электр сыйымдуулугу** деп аталат. Ал эми эки өткөргүчтүн арасындагы чыңалуу U өткөргүчтөрдөгү электр заряддарына пропорциялаш. Бул айтылгандардан улам, электр сыйымдуулугу деген түшүнүктү киргизебиз:

Өткөргүчтөрдүн биринин зарядынын ал өткөргүчтөрдүн жана коңшу өткөргүчтөрдүн арасындагы потенциалдардын айырмасына болгон катышы эки өткөргүчтүн электр **сыйымдуулугу** деп аталат:

$$C=\frac{q}{U} \qquad (1.25)$$

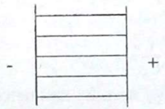
Өткөргүчтөргө $+|q|$ жана $-|q|$ зарядын берүүдө чыңалуу U канчалык кичине болсо, өткөргүчтүн электр сыйымдуулугу ошончолук чоң болот.

(1.25) формуласынан электр сыйымдуулугунун бирдигин чыгарабыз.

$$1Ф=\frac{1кл}{1В} \qquad (1.26)$$

Практика жүзүндө сыйымдуулуктун микрофарад (мкф) -10^{-6}ф жана пикофарад -10^{-12}**ф** деген үлүштөрү колдонулат, себеби 1**кл** заряд өтө чоң болгондуктан, 1**ф** сыйымдуулугу эң эле чоң болот.

1.9. Калыңдыгы өткөргүчтүн өлчөмүнө салыштырганда кичине болгон, ортосу диэлектрик катмар менен бөлүнгөн эки өткөргүчтөн турган системалар **конденсаторлор** деп аталат. Бул учурда өткөргүчтөр конденсатордун обкладкалары деп аталышат. Алар схемада төмөндөгүдөй белгиленет.



Лейден банкасы деп аталган алгачкы канденсатор XVII- кылымда түзүлгөн. Азыр конденсаторлордун обкладкалары латундан же станиолдон жасашат.

Ал эми техникада өтө көп кездеше турган жалпак конденсаторлордун электр сыйымдуулугу төмөнкү формула менен аныкталат:

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \qquad (1.27)$$

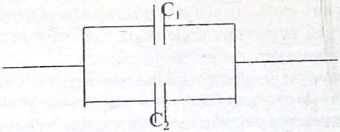
бул формуладагы S - обкладканын аянты, d-обкладкалардын ортосундагы аралык. Формуладан даана байкалып тургандай, жалпак конденсаторлордун обкладкалардын аянты канчалык чон болсо, электр сыйымдуулугу да ошончулук чоң болот. Ал эми обкладкалардын ортосундагы аралык канчалык чоң болсо, сыйымдуулугу ошончолук аз болот.

Арналышына жараша конденсаторлор ар түрдүү түзүлүшкө ээ. Мисалы радиотехникада көбүнчө өзгөрмө электр сыйымдуулуктан конденсаторлор кенири колдонулунат.

Азыркы учурда канденсаторлордун энергианы топтогуч касиети өтө көп колдонулууда. Фотографиядагы жарк этмс лампалар, видеокамералар конденсаторлор менен жабдылган

Ошондой эле телевизорлордун, ЭЭМдерден да негизги бөлүктөрүн ар кандай типтеги конденсаторлор түзөт,аларды туташтыруунун эки түрү бар ,удаалаш; Параллель туташтырганда жалпы сыйымдуулук төмөндөгүгө барабар:

$$C_1+C_2+\ldots+C_n=C \qquad (1.28)$$



Ал эми удаалаш туташтырууда:

$$\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\cdots+\frac{1}{C_n}=\frac{1}{C} \qquad (1.29)$$

56-маселе. Слюда диэлектриктүү жалпак канденсатордун заряды $2{,}7\cdot10^{-4}$кл го барабар. Ар бир пластинанын аянты 2500 см^2. Слюданын диаэлектрдик өткөрүмдүүлүгү $\varepsilon=7$. Диэлектриктеги талаанын чыңалышын тапкыла?

Берилди:
$q=2{,}7\cdot10^{-4}$
$S=2500$ см^2$=25\cdot10^{-2}$м^2
$\varepsilon=7$

E=?

Чыгаруу:
Эки пластинанын натыйжалоочу чыңалышы:

$$E=k\frac{4\pi|\sigma|}{\varepsilon} \qquad (1)$$

Бул жерде $\sigma=\frac{q}{S}$, ал эми $k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

экендиктерин колдонсок, анда төмөнкү формуланы алабыз:

$$E=\frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 S} \qquad (2)$$

Эсептейбиз:

$$E=\frac{2{,}7\cdot10^{-4}\,кл}{8{,}85\cdot10^{-12}\frac{кл^2}{н\cdot м^2}\cdot7\cdot25\cdot10^{-2}м^2}=1{,}7\cdot10^{7}\,В/м$$

Жообу: $E=1{,}7\cdot10^{7}\,В/м$.

1.10. Конденсаторду заряддоо үчүн оң жана терс заряддарды бири биринен ажыратуу зарыл. Энергиянын сакталуу закону боюнча бул энергия канденсатордун энергиясынын формуласын келтирип чыгабыз.

Заряддын потенциалдык энергиясынын (1.18) формуласына ылайык бир тектүү талаадагы кнаденсатордун энергиясы төмөнкүгө барабар:

$$W_p = \frac{qEd}{2} \quad (1.30)$$

Бул жерде q конденсатордун заряды d-пластиналардын арасындагы аралык.

Ed=U , болгондуктан, энергиянын формуласын алабыз:

$$W_p = \frac{qU}{2} \quad (1.31)$$

(1.31) формуласындагы потенциалдардын айырмасы үчүн (1.25) туюнтмасынын жардамы менен зарядды алмаштырып төмөнкүнү алабыз:

$$W_p = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \quad (1.32)$$

Бул формула жалпак конденсатор үчүн гана эмес, ар кандай конденсатордун энергиясы үчүн да туура болот.

(1.32) формуласына жалпак конденсатордун сыйымдуулугунун (1.27) маанисин коюп, потенциалдардын айырмасын талаанын чыңалышы аркылуу туюнтуп: U=Ed, төмөнкү формуланы алабыз:

$$W_p = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{E^2 \cdot d^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} \cdot S \cdot d \quad (1.33)$$

Бул формуланы Sd көлөмгө болуп, көлөмдүн бирдигине туура келген энергияны, башкача айтканда энергиянын тыгыздыгын алабыз:

$$\omega_p = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} \quad (1.34)$$

бул талаа жалпак конденсатор үчүн гана туура болбостон, каалаган башка электростатикалык талаалар үчүн да туура болот. Ошондой эле өзгөрмөлүү электр талаалары үчүн да туура экендиги далилденген.

57-маселе. Жалпак аба аконденсаторунун пластиналарынын ортосундагы потенциалдардын айырмасы 200В барабар. Потенциалдардын ортосундагы аралык 2мм. Эгерде пластиналардын аянтын 0,001м² чоңойтсок, анда конденсатордун энергиясы канчага өзгөрөт?

Берилди:

U=200В

d=2мм = $2\cdot10^{-3}$м

$S=1\cdot10^{-3}$м²

ΔW-?

Чыгаруу:

Конденсатордун энергиясынын формуласын жазабыз:

$$\Delta W = \frac{CU^2}{2} \quad (1)$$

ал эми жалпак аба конденсатордун сыйымдуулугу төмөнкүгө барабар:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \quad (2)$$

(2) ни (1) ге коюп жалпак аба конденсатордун энергиясынын өзгөрүшү үчүн төмөнкү формуланы алабы:

$$C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}\cdot U^2 \qquad (3)$$

Эсептейбиз:

$$\Delta W=\frac{8{,}85\cdot 10^{-12}\frac{н\cdot м^2}{кл^2}\cdot 1\cdot 10^{-3}м^2}{2\cdot 2\cdot 10^{-3}м}\cdot 4\cdot 10^4 B^2 = 88{,}5\cdot 10^{-9}\,Дж$$

Жообу: $\Delta W=88{,}5\cdot 10^{-9}$Дж

Кайталоо үчүн маселелер

1. 1 мкКл жана 10н Кл заряддарды бири-биринен кандай аралыкта 9 мн күч менен өз ара аракеттенишет.

2. Бир аттуу q жана 4 q заряддалган бирдей металл шариктери бири биринен r аралыкта турушат. Шариктерди тийиштиришти.Өз ара аракеттенүү күчү мурункудай калсын үчүн аларды кандай x аралыкка ажыратуу керек?(*ж: 1,25г*)

3. Чыңалышы 10 КВ м болгон талаада электрон кандай ылдамдануу менен кыймылдайт? *Ж:1,76.10*^{15}*м/ с*

4. Зарядынын беттик тыгыздыгы 40н кл/ м^2 болгон чоң пластина майда салынган.Пластиканын чыңалышын тапкыла.(*ж 20нКл*)

5. Потенциалдардын айырмасы 1кв болгон чекиттердин ортосунда заряддардын которууда талаа 40 мДж жумуш аткарса,заряддын чоңдугун аныктагыла.*ж:40нкл*

6. Жалпак канденсатордун ар бир пластинасынын аянты 200см^2 ал эми алардын ортосундагы аралык 4см.Эгер талаанын чыңалышы 500КВ м болсо, талаанын энергиясы кандай. *(ж: 220м)*

II глава. Туруктуу электр тогу.

2.1 Электр тогу деп заряддалган бөлүкчөлөрдүн иреттелген (багытталган) кыймылын атайбыз. Эркин электрондордун же иондордун иреттүү которулушунун натыйжасында да электр тогу пайда болот.

Эгерде нейтралдык абалдагы бир бүтүн нерсени жылдырсак, андагы көп сандагы электрондордун атом ядросунун (иреттелген) кыймылына карабастан электр тогу пайда болбойт. Электр тогу качан гана өткөргүчтүн туурасынан кесилиши аркылуу бир багытты көздөй кыймылга келген он заряд, модулу боюнча терс зарядарга барабар болгон учурда гана пайда болот.

Электр тогунун багыты катарында он зарядалган бөлүкчөлөрдүн кыймыл багыты кабыл алынган.

Өткөргүчтөгү электр тогунун бар экендигин биз түздөн байкай албайбыз. Анын өткөргүчтө бар экендиги жөнүндө, аны менен кошо пайда болуучу төмөнкү аракеттери менен гана айтууга болот:

1). Токтун жылуулук аракети.
Ток өткөн өткөргүч ысыйт, мисалы үтүк, электрофен жана электропаяльниктин ысышын карап көрсөк болот.

2). Токтун химиялык аракети.

Электр тогу өткөргүчтүн химиялык өзгөртө алат, тактап айтканда, химиялык составтарга ажыратат. Туздун суудагы эритмесинен хлорду ж.б.

3). Токтун магниттик аракети.

Ток жанаша өткөргүчтөгү токко жана магниттелген нерсеге күч менен аракет этет. Токтор бул аракети магниттик деп аталат. Мына ошондуктан тогу бар өткөргүчтүн жанындагы магнит жебеси кыйшаят. Токтун бул аракети электр кыймылдаткычтарында кенири колдонулунат.

Эгерде өткөргүчтүн тууралыгынан кесилиши аркылуу Δt убакыты ичинде Δq заряд алып өтсө, анда ток күчү:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t} \qquad (2.1)$$

Эгерде ток күчү убакыттын өтүшү менен өзгөрбөсө, анда ток турактуу деп аталат.

Туурасынан кесилиши S болсо өткөргүчтөн өткөн ток күчү үчүн төмөнкү формулага жазууга болот.

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{q_0 n \vartheta S \Delta \ell}{\Delta \ell}=q_0 n \vartheta S \qquad (2.2)$$

Бул жерде q_0 - бир бөлүкчөнүн заряды, n - бөлүкчөлөрдүн котцентрациясы, ϑ -бөлүкчөлөрдүн солдон оңду көздөй орточо ылдамдыгы

Ток күчү ампер (А) менен өлчөнөт ал эми аны өлчөй турган прибор амперметр деп аталат.

58 – маселе. турасынан кесилиш аянты $S=10^{-6}$ м^2 жез өткөргүчүнөн I=1A ток өткөн кездеги, зарядынын модулу $e=1{,}6\cdot 10^{-19}$ Кл болгон кездеги, электрондордун иреттелген кыймылынын ылдамдыгын тапкыла? $n=8{,}5\cdot 10^{28}$м$^{-3}$

Берилди:	Чыгаруу:
I=1A $S=10^{-6}$ м^2 $e=1{,}6\cdot 10^{-19}$	$\lvert\vartheta\rvert=\frac{I}{enS}$

$n=8{,}5\cdot10^{28}м^{-3}$ $\qquad |\vartheta| = \frac{1м}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot8{,}5\cdot10^{28}\cdot10^{-6}c} = 7\cdot10^{-5}м/c$

$|\vartheta|$-? $\qquad$ Жообу: $|\vartheta| = 7\cdot10^{-5}м/c$

2.2 Туруктуу электр тогунун пайда болуп жана агып турушу үчүн биринчиден заттар заряддалган эркин бөлүкчөлөрдөн турушу зарыл. Эгерде атомдордо жана молекулаларда оң жана терс заряддар бири-бири менен байланышкан болушса, анда алардын которулуусу электр тогун пайда кыла албайт.

Экинчиден, заряддалган бөлүкчөлөрдүн иреттелген кыймылын пайда кылып жана ошол абалда кармап туруучу жана белгилүү багытта аракет этүүчү күчтүн болуусу зарыл. Эгерде бул күч аракет этпей калса эле, нейтралдык молекулалардын же атомдордун тоскоолдугунун натыйжасында заряддалган бөлүкчөлөрдүн иреттелген кыймылы токтоп калат.

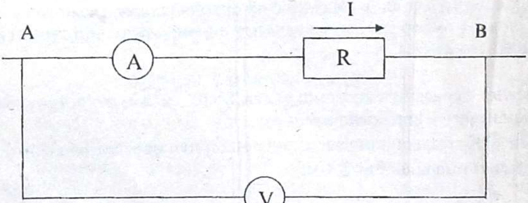
Биз бул айтып жаткан күч, заряддалган бөлүкчөлөргө электр талаасы тарабынан аракет эткен F=qE күчү болуп эсептелет.

2.3 металл өткөргүчтөрүндөгү ток күчүнүн чыңалуудан көз карандылыгын (вольт-ампердик мүнөздөмөсүн) немец окумуштуусу Георг Ом аныктаган мына ошондуктан ал Ом закону деп аталып калган.

Биринчи кезекте чынжырдын бөлүгү үчүн бул көз карандылыкты карап көрөбүз. 3-сүрөттө көрсөтүлгөндөй ток А чекитинен В чекитине карай багытталган. Ал чекиттердеги потенциалдардын айырмасы (чыңалуу) $U=\varphi_1-\varphi_2$ ге барабар. Демек ток солдон оңду көздөй багыттылса, анда электр талаасынын чыңалышы да ошол жакка багытталат жана $\varphi_1>\varphi_2$.

Ом законуна ылайык чынжырдын бөлүгү үчүн ток күчү берилген чыңалууга U түз пропорциялуу жана өткөргүчтүн каршылыгына R тескери пропорциялуу:

$$I=\frac{U}{R} \qquad (2.3)$$



3-сүрөт.

Ом закону эң эле жөнөкөй формага ээ болгону менен, аны экспериментте далилдөө үчүн өтө сезгич прибор талап кылынат. Ал үчүн ток күчүн амперметр, ал эми чыңалууну сезгич электрометр менен өлчөп, ток күчүнүн

түз пропорциалаш экендигине ишенсек болот. Чыңалууну өлчөөчү прибор -вольтметр,Ом законунун колдонулушуна негизделген.

Өткөргүчтүн негизги электрдик мүнөздөмөсү -каршылык. Өкөргүчтүн каршылыгы, өткөргүчтөгү электр тогунун пайда болушуна өткөргүчтү көрсөткөн кандайдыр бир каршы аракети болуп саналат. Ом законунун жардамы менен өткөргүчтүн каршылыгын эсептөө болот.

$$R=\frac{U}{I}$$

Каршылык ошондой эле эле өткөргүчтүн материалына жана геометриялык өлчөмдөрүнө көз каранды:

$$R=\rho\frac{l}{S} \quad (2.4)$$

Бул жерде ρ – өткөргүчтүн тегине көз каранды болгон чоңдук өткөргүчтүн салыштырма каршылыгы, ℓ өткөргүчтүн узундугу S турасынан кесилиш аянты болуп эсептелет.

Өткөргүчтүн каршылыгынын бирдигин Ом законун негизинде аныкташат жана аны Ом деп аташат. Потенциалдардын айырмасы 1В болгон учурда андагы ток 1А болсо, өткөргүчтүн каршылыгы 1 Ом болот.

2.4 Эми биз туюк чынжыр үчүн Ом законун карап көрөбүз. Туюк чынжыр үчүн Ом закону үчүн Ом закону чынжырдагы ток күчүн, ЭКК үн жана чынжырдагы толук каршылыкта байланыштырат. Ал эми туюк контурдагы электр кыймылдаткыч күчү (ЭКК) деп, зарядды контурду бойлото жылдыруу үчүн бөтөн күчтүн аткарган жумушунун зарядга болгон катышын айтабыз:

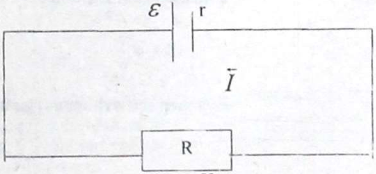
$$\varepsilon=\frac{A_б}{q} \quad (2.5)$$

жогоруда аайтылган чоңдуктардын байланышын ишке ашыруу үчүн энергиянын сакталуу законун жана Джоуль-Ленцтин закондорун пайдаланып төмөнкү формуланы алабыз:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\text{c} \quad (2.6)$$

(2.6) туюк чынжыр үчүн Ом закону деп аталат жана төмөкүчө баяндалат: Туюк чынжырдагы токтун күчү чынжырдын ЭКК нүн анын толук каршылыгына болгон катышына барабар.

Ток күчү үч чоңдуктан: ЭКК ε, чынжырдын сырткы R жана ички r каршылыктан көз каранды. (4-сүрөт)



4-сүрөт.

Туюк чынжыр үчүн Ом законунун негизги мааниси болуп, чынжырдын бардык бөлүгүндөгү ток күчүн өзгөртүү үчүн, кайсы чоңдуктардын манисин азайтуу керек экендигин билүүсү болуп саналат.

59-маселе. Вольтметр 3В ко чейин гана чыңалууну өлчөөгө эсептелген. Прибордун каршылыгы 3000 Ом. Прибордогу шкаладагы бөлүкчөлөрдүн саны 100 гө барабар. Эгерде бул приборду миллиамперметр катары колдонууга мүмкүн болсо, анда бул прибордун бөлүктөрүнүн басы канчага барабар болуусу керек?

Берилди:
U=3В
R=300 Ом
N=100

i-?

Чыгаруу:
Миллиамперметр катары прибордун бөлүктөрүнүн баасы төмөнкүчө аныкталат:

$$i=\frac{I}{N} \qquad (1)$$

Ал үчүн биринчи прибор Ом законуна негизделип иштегендиктен, аны пайдаланып ток күчүн табабыз:

$$I=\frac{U}{R} \qquad (2)$$

(2) ни (1) ге коюп төмөнкү формуланы алабыз:

$$i=\frac{U}{RN} \qquad (3)$$

Эсептейбиз:

$$i=\frac{3B}{3000 Ом\cdot 100}=0{,}1\cdot 10^{-3} \text{ А/бөлүк}=0{,}1\text{м А/бөлүк.}$$

Жообу: $i=0{,}1$м А/бөлүк.

60-Маселе. Электр чынжырына диаметри 0,5 мм, узундугу 47мм өткөргүчтү туташтырганда чыңалуу 1,2 В ту, ал эми чынжырдагы ток күчү 1А ди көрсөттү. Өткөргүчтүн материалынын салыштырма каршылыгын тапкыла.

Берилди:
d=0,5 мм= $0{,}5\cdot 10^{-3}$м^2
ℓ =47 мм=$47\cdot 10^{-3}$м
U=1,2 В
I=1 А

ρ-?

Чыгаруу:
Өткөргүчтүн каршылыгынын формуласын жазабыз:

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

Бул жерден өткөргүчтүн аянтын тапсак:

$$S=\frac{\pi d^2}{4} \qquad (2)$$

Ал эми өткөргүчтүн каршылыгы Ом закону боюнча аныктайбыз:

$$R=\frac{U}{I} \qquad (3)$$

(2) менен (3) тү (1) ге алып барып коюп, өткөргүчтүн салыштырма каршылыгын ρ табабыз.

$$\rho=\frac{U\pi d^2}{4\ell I} \qquad (4)$$

Эсептейбиз: $\rho=\frac{1{,}2B\cdot 3{,}14\cdot 0{,}25\cdot 10^{-6}\,м^2}{4\cdot 47\cdot 10^{-3}\,м\cdot 1A}=5\cdot 10^{-6}\,Ом\cdot м=5мкОм\cdot м$

Жообу: $\rho=5мкОм\cdot м$

61-маселе. Ток булагынын ЭККү 1,25В жана ички каршылыгы 0,4 Ом лампа 1В чыңалууга эсептелген. Лампанын каршылыгы 10 Ом. Өткөргүчтүн каршылыгын жана анадагы чыңалууну тапкыла.

Берилди:

$\varepsilon=1{,}25$ В

r=0,4 Ом

$R_1=10$ Ом

$U_1=1$ В

R_2-?

Чыгаруу:

Жалпак чынжырдагы ток күчү төмөнкүгө барабар болот:

$$I=\frac{\varepsilon}{(R_1+R_2+r)} \qquad (1)$$

Ал эми лампадагы чыңалуу:

$$U_1=\frac{I}{R_1} \qquad (2)$$

Өткөргүчтөгү чыңалуу $U_2=\frac{I}{R_2}$ (3)

Бул теңдемелерден төмөнкүнү алабыз:

$$\left.\begin{aligned} R_2&=\frac{\varepsilon R_1-U_1(R_1+r)}{U_1}\\ U_2&=\frac{\varepsilon R_1-U_1(R_1+r)}{R_1}\end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Эсептейбиз: $R_2=\frac{1{,}25\cdot 10-1\cdot(10+0{,}4)Ом}{1}=2{,}1Ом$

$$U_2=\frac{1{,}25\cdot 10-1(10+0{,}4)}{10}B=0{,}21B$$

Жообу: $R_2=2{,}1$ *Ом*

$U_2=0{,}21$ *B*

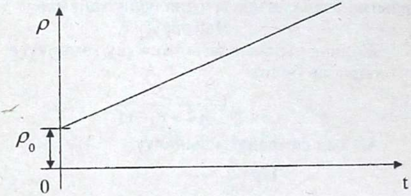
2.5 Температуранын өзгөрүшү менен өткөргүчтүн 0°С кезинде ал R барабар болсо, каршылыктын салыштырмалуу өзгөрүшү тажрыйба көрсөткөндөй, t температуранын өзгөрүшүнө түз пропорциялаш болот:

$$R=R_0(1+\alpha t) \quad (2.7)$$

Бул жерде α-каршылыктын температуралык коэффициенти деп аталат. Бирдиги K^{-1}. Анын физикалык мааниси төмөндөгүдөй: каршылыктын температуралык коэфициенти өткөргүчтү 1К ге ысытууда анын салыштырма каршылыгынын өзгөрүшүнө барабар. Демек өткөргүчтү ысытсак анын каршылыгы көбөйөт. Бирок бул учурда анын геометриялык өлчөмдөрү байкаларлык өзгөрбөйт. Муну далилдөө үчүн $R=\rho\frac{\ell}{S}$ жана $R_0=\rho_0\frac{\ell}{S}$ ти (2.7) ге алып барып коюп, салыштырма каршылыктын температурадан көз карандылыгынын формуласын алабыз:

$$\rho=\rho_0(1+\alpha t) \quad (2.8)$$

Бул көз карандылык 5-сүрөттө көрсөтүлгөндөй сызыктуу графике 77.



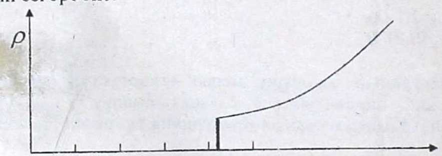
5-сүрөт

Металлдардын кавршылыгынын температурадан көз карандылыгы каршылык термометрлеринде кадимки суюктуктуу термометрлерди колдонууга болбой турган эң төмөнкү жана эң жогорку температураларды өлчөөдө колдонулат.

Эми биз температураны төмөндөткөн учурда өткөргүчтөрдүн каршылыгы кандай өзгөрө тургандыгын карап көрөлү.

Бул көз карандылыкка тажрыйбаны 1911-жылы голландиялык физик Камерлинг-Оннес жүргүзгөн. Ал суюк гелийде сымапты муздаткан учурда анын каршылыгы адегенде акырындап азайып, андан кийин 4,1 К ге жеткенде, нөлгө чукул түшүп кеткен (6-сүрөт).

Ал бул кубулушту жогорку өткөргүчтүк деп атаган. Муну даана байкаш үчүн, жогорку өткөргүчтүк абалдагы шакек түрүндөгү өткөргүчкө ток жиберип, анан ток булагын ажыратып койсок, анда бул токтун күчү нөлгө чейин өзгөрбөйт.



6-сүрөт

Жогорку өткөргүчтүк 25 К ден ашпаган эң төмөнкү температураларда байкалат. Окуу китептеринин (10-класс физика Г.Я. Мякишев, Б.Б.Буховцев, Климонтович) форзацтарында кээ бир белгилүү заттардын жогорку өткөргүчтүк абалга өтүү температуралары келтирилген.

Жогорку өткөргүчтөр, элементардык бөлүкчөлөрдүн күчөткүчтөрүндө, магнитогидродинамикалык генераторлордо (МГД-генераторлордо), ж.б. колдонулат.

62-маселе: 0^0 С кезинде электромагниттик алюминий орому 5 кВт кубаттуулукту керектейт. Иштеп жаткан учурда чыңалуусу өзгөрүүсүз калып оромдун температурасы 60^0 С ке жогоруласа, канчалык кубаттуулук талап кылынат?

Берилди:

$t_1=0^0C$

$P_1=5$ кВт $= 5\cdot10^3$ Вт

$t_2=60^0C$

$\alpha=0{,}0049^0C^{-1}$

P_2-?

Чыгаруу:

Оромдун кубаттуулугунун формуласын жазабыз:

$$P=IU=\frac{U^2}{R} \qquad (1)$$

0^0 С кезиндеги кубаттуулугу

$$P_1=\frac{U^2}{R}=\frac{U^2}{R_0(1+\alpha t_1)} \qquad (2)$$

Кийинки 60^0С температура кезиндегиси:

$$P_2=\frac{U^2}{R}=\frac{U^2}{R_0(1+\alpha t_2)} \qquad (3)$$

(2) ни (3) кө бөлүп, P_2үчүн төмөнкү формуланы алабыз:

$$P_2=\frac{P_1(1+\alpha t_1)}{1+\alpha t_2} \qquad (4)$$

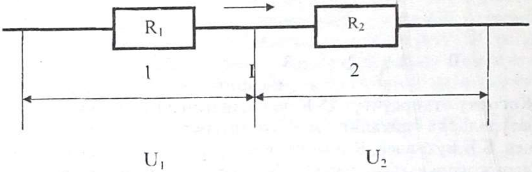
Эсептейбиз:

$$P_2=\frac{5\cdot10^3\,Bm(1+0{,}0049^0C^{-1}\cdot0^0C)}{1+0{,}0049^0C^{-1}\cdot60^0C}\approx4\cdot10^3\text{Вт}\approx4\text{ кВт}$$

Жообу: 4 кВт

2.6 Өткөргүчтөрдү туташтыруунун өтө көп кездешүүчү түрлөрүнө өткөргүчтөрдү удаалаш жана параллель туташтыруу кирет.

1). Өткөргүчтөрдү удаалаш туташтыруу удаалаш туташтырууда электр чынжыры тармактарга бөлүнбөйт. Бардык өткөргүчтөр биринен кийин кезеги менен экинчиси бириктирилет. 7-сүрөттө R_1 жана R_2 каршылыктуу эки өткөргүчтүн удаалаш туташтыруу схемасы көрсөтүлгөн.



7-сүрөт

Удаалаш туташтырууда, токтун күчү эки өткөргүчкө тең бирдей.

$$I_1=I_2=I \qquad (2.9)$$

Алардын учтарындагы чыңалуу биринчи жана экинси өткөргүчтөрдөгү чыңалуулардан түзүлөт.

$$U=U_1+U_2 \qquad (2.10)$$

Ом законунун каршылыктары R_1 жана R_2 болгон участкалар үчүн колдонуп толук каршылык үчүн төмөнкү формуланы алабыз:

$$R=R_1+R_2 \qquad (2.11)$$

2). Өткөргүчтөрдү параллель туташтыруу. Параллель туташтырууда өткөргүчтөр эки бөлүккө тармакталып кетет (8-сүрөт). Ток күчү эки өткөргүчтөгү ток күчтөрүнүн суммасына барабар болот:

$$I=I_1+I_2 \qquad (2.12)$$

Ал эми параллель бириктирилген өткөргүчтөрдөгү чыңалуу U бирдей болот:

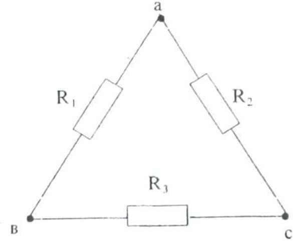
$$U=U_1=U_2 \qquad (2.13)$$

R_1 жана R_2 каршылыктагы участка үчүн Ом законун колдонуп, толук каршылык үчүн төмөнкү формуланы алабыз:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2} \qquad (2.14)$$

Мындан $R=\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2}$ экендиги келип чыгат.

63-маселе. Үч резистор төмөнкү сүрөттөгүдөй схемада бириктирилген:



Эгерде резисторлорду чынжырга *a* жана *в* чекиттеринен туташтырсак, чынжырдагы каршылык R=20 Ом болот. Ал эми *a* жана *c* чекиттери аркылуу туташтырсак чынжырдагы каршылык R_0=150 Ом болот. Эгерде $R_1=2R_2$ болсо, анда R_1, R_2 жана R_3 резисторлорундагы каршылыктарды тапкыла.

Берилди:

R=20 Ом

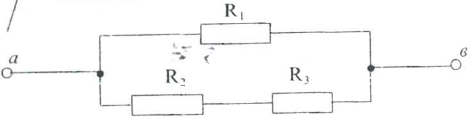
R_0=15 Ом

$R_1=2R_2$

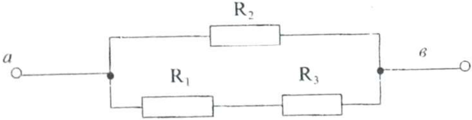
R_1-? R_2-? R_3-?

Чыгаруу:

Резисторлорду *a* жана *в* чекиттеринен чынжырга туташтырсак төмөндөгүдөй схема келип чыгат:



Ал эми *a* жана *c* чекиттери аркылуу туташтырсак төмөндөгү схеманы алабыз:



Бул эки схема каршылыктар R_2, R_3 үчүн төмөндөгү формулалары келиип чыгат:

$$R_2=\frac{4R_0-R}{2} \qquad (1) \qquad\qquad R_3=\frac{(R-R_0)\cdot(4R_0)}{2R_0-R} \qquad (2)$$

Эсептейбиз:

$$R_2=\frac{4\cdot 15Ом-20Ом}{2}=20Ом \qquad R_3=\frac{(20Ом-15Ом)\cdot(4\cdot 15Ом-20Ом)}{2\cdot 15Ом-20Ом}=20Ом$$

$R_1=2R_2=2\cdot 20\ Ом=40\ Ом$

Жообу: R_1=40 *Ом*, R_2=20 *Ом*, R_3=20 *О7*

2.7 Өткөргүчтөгү заряддалган бөлүкчөлөрдүн ирреттелген кыймылы кезиндеги электр талаасынын аткарган жумушун токтун жумушу деп атоого болот.

чынжырдын участогундагы токтун жумушу ток күчүнүн чыңалууга болгон көбөйтүндүсүн ошол жумуш аткарылган убакытка көбөйткөнгө барабар:

$$A=IU\Delta t \quad (2.14)$$

Энергиянын сакталуу законуна ылайык бул жумуш чынжырдын каралып жаткан участогундагы энергиянын өзгөрүшүнө барабар. Демек, Δt убакыт ичинде чынжырдын бөлүгүндөгү бөлүнүп, чыккан. Энергия токтун жумушуна барабар (2.7). ток өткөн учурда өткөргүч ысыйт. Ысыган учурда бөлүнүп чыккан жылуулук санынын формуласын Ом законун жана (2.14) тү пайдаланып, келтирип чыгарсак төмөндөгү формула келип чыгат:

$$A=IU\Delta t=I^2R\Delta t=\frac{U^2}{R}\Delta t=Q$$

Бул тогу бар өткөргүчтүн өзүн курчаган чөйрөгө бөлүнүп чыгарган жылуулук санын аныктоочу законду биринчи жолу англия окумуштуусу Джоуль жана орус окумуштуусу Ленц экспериментте аныкташкан. Джоуль-Ленцтин законуна төмөнкүчө аныктама берилет: тогу бар бар өткөргүчтөн бөлүнүп чыккан жылуулук саны ток күчүнүн квадратынын өткөргүчтүн каршылыгынын жана өткергүч боюнча ток өткөн убакыттын көбөйтүндүсүнө барабар:

$$Q=I^2R\Delta t \quad (2.15)$$

Биз бул законду энергиянын сакталуу законуна ылайык негизделген талкуулардын жардамы менен алдык .

Ар кандай электр приборлору убакыт бирдигинде белгилүү бир энергияны керектөөгө эсептелген. Мына ошондуктан ошол приборлордун жумуш аткаруу жөндөмдүүлүгүн көрсөтүүчү чоңдукту киргизебиз. Ал токтун кубаттуулугу Δt убакыт ичинде токтун жумушунун убакыттын ошол интервалына болгон катышына болгон катышына барабар:

$$P=\frac{A}{\Delta t}=IU \quad (2.16)$$

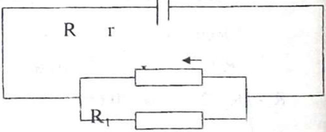
Ом законун пайдаланып (2.16) формуланын бир нече эквиваленттерин

жазууга болот: $$P=I\cdot U=I^2R=\frac{U^2}{R} \quad (2.17)$$

64-маселе. ЭКК ү 40 В, ички каршылыгы 1 Ом болгон ток булагы, ар биринин каршылыгы 14 Ом, жарыш туташтырылган эки резистордон турган сырткы чынжырдан кандай жылуулук саны бөлүнүп чыгат?

Берилди:
$\mathcal{E}$ =40 В
r=1 Ом
R_1=14 J Ом
R_2=14 Ом
t=10 мин=600с

Чыгаруу:



Q-?

R_2

Чынжырдагы бөлүнүп чыккан жылуулук саны төмөнкү формула менен аныкталат:

$$Q = I^2 R t \qquad (1)$$

ал үчүн биз чынжырдагы ток күчүн Ом закону боюнча табышыбыз керек:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \qquad (2)$$

Бирок бул жерде сырткы каршылык R белгисиз болгондуктан аны төмөнкү формула менен тапса болот.

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \qquad (3)$$

(3) жана (2) ни (1) ге алып барып коюп төмөнкү формуланы табабыз:

$$Q = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + r\right)^2} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot t \qquad (4)$$

Эсептейбиз:

$$Q = \frac{1600\,B^2}{\left(\frac{14 \cdot 14}{14 + 14} + 1\right)^2 Ом^2} \cdot \frac{14 \cdot 14}{14 + 14} Ом \cdot 600c = 105000\,Дж$$

Жообу: Q=105 *кДж*

Кайталоо үчүн маселелер

1. Каршылыгы 840 Ом болгон реостаттын орому, туурасынан кесилиши 1мм^2 никеллин сымынан даярдалган. Сымдын узундугу кандай? *(ж: 200 м)*
2. 3 В чыңалууга жана 0,3А ток күчүнө эсептелген төрт лампочканы өз ара паралель туташтырып, чыңалуусу 5,4 В болгон ток булагына бириктиришет. Лампочкаларга удаалаш кылып кандай кошумча каршылыкты туташтуруу керек? *(ж: 2Ом)*
3. Каршылыгы 5Ом реостатты ЭКК ү 12В жана ички каршылыгы 1Ом ток булагына туташтырылат. Чынжырдагы ток күчүн жана булактын кыскычтарындагы чыңалууну тапкыла. *(ж: 2А ,10 В)*
4. Схема

5. Көтөрүүчү крандын электр кыймылдаткычы 380В чыңалуу менен иштеп , 20 А ток күчүн керетейт. Эгерде кран массасы 1 тонна жүктү 19 м бийиктике 50 с ичинде көтөрсө, анын ПАКи канча (жообу: 50%)

6. Элетр плитамын оңдогон учурда анын спиралы баштапкы узундугунан 0,1 кыскарган. Плитканын кубаттуулугу канча эсек өзгөрөт.(жообу: 1,1 эсе чоңоет)

III ГЛАВА. Ар кандай заттардын электр өткөрүмдүүлүгү

3.1 Металлдарда электр тогун алып жүрүүчүлөр болуп, эркин электрондор эсептелет. Алардын кыймылын экспериментте биринчи жолу 1913-жылы Л. И. Мандельштам менен Н. Д. Папалекс далилдеген. Металлдарда электрондор электр талаасы тарабынан аракет эткен туруктуу күчтүн таасиринде белгилүү ылдамдыкта иреттүү кыймылга ээ болушат. Металлдарда алардын концентрациясы 10^{28} $м^{-3}$ ка барабар. Алардын орточо иреттүү кыймылынын ылдамдыгы 10^{-4} *м/с* га барабар.

Демек*, металлдардагы электр тогу деп, эркин электрондордун иреттелген (багытталган) кыймылын айтабыз*.

3.2 Суюктуктар диэлектрик, жарым өткөргүч жана өткөргүч да боло алышат. Диэлектрик абалына дистирленген суу кирсе ал эми өткөргүчтөрдүн катарына электролиттер кирет.

Электролиттерде электр талаасынын таасири астында молекулалардын иондорго бөлүнүүсү электролиттик диссоциация деп аталат. Температуранын жогорулашы менен диссоциация даражасы өсөт да, оң жана терс заряддалган иондордун концентрациясы көбөйөт. Электролиттердин эритмелеринде же суу эритиндилеринде зарядды алып жүрүүчүлөр иондор болгондуктан мындай өткөрүмдүүлүк **иондук өткөрүмдүүлүк** деп аталат. Иондук өткөрүмдүүлүктө токтун өтүшү заттын ташылып өтүшү менен байланышкандыктан, электролиттердин электроддорунда заттардын бөлүнүшү жүрөт. Электроддордогу кычкылдандыруучу жана кайра калыбына келтирүүчү реакциянын негизинде заттардын бөлүнүп чыгуу процесси **элекролиз** деп аталат.

Электролиз кезинде электроддорго бөлүнүп чыккан заттын массасын *m*-төмөнкү формула менен аныктайбыз:

$$m=kI\Delta t \qquad (3.1)$$

Бул жерде **k** берилген заттын эквиваленти деп аталат. Ал ошол заттын табиятынан көз каранды болгон чоңдук. Бирдиги клиграмм бөлүнгөн кулонду (кг/кл) берет.

(3.1) формуланы төмөнкүчө баяндалат: ток өткөн учурда белгилүү Δt убактысы ичинде электродко бөлүнүп чыккан заттын массасы ток күчүнө жана убакытка пропорциялуу.

Бул теориялык ырастоо, биринчи жолу француз физиги Фарадей тарабынан эксперимент жүзүндө далилденгендиктен **Фарадейдин электролиз закону** деп аталат.

(3.1) формуласындагы **k** төмөнкүчө аныкталат:

$$k=\frac{1}{eN_A}\cdot\frac{M}{n} \qquad (3.2)$$

Бул жерде n берилген заттын валентүүлүгү. (3.2) ни (3.1) ге коюп төмөнкүнү алабыз:

$$e=\frac{M}{mnN_A}\cdot I\Delta t \qquad (3.3)$$

Бул формула аркылуу биринчи жолу 1874-жылы элементардык электр заряды аныкталган.

Эми электролиздин колнонушуна токтоло турган болсок, электролиз техникада металлдардын бетин жука катмар менен каптоодо (никелдөө, хромдоо, жез менен каптоо, алтын менен каптоо ж.б.) жана алардын бетинен жука катмарды бөлүп алууда (гальванопластика) колдонулат.

65-маселе. тетикти никелдөөдө 2 саат бою ванна аркылуу 25 А ток өттү. Никелдин электрохимиялык эквиваленти $3\cdot10^{-7}$ кг/кл, тыгыздыгы 8900кг/м^3. Эгер тетиктин аянты 0,2м^2 болсо, анда никел катмарынын калыңдыгы кандай?

Берилди:
t=2саат=7200 с
I=25 A
$k=3\cdot10^{-7}$кг/кл
ρ=8900 кг/м^3
S=0,2м^2

---

d-?

Чыгаруу:
(3.1) формуласын жазабыз:

$$m=kI\Delta t \qquad (1)$$

бул жерде белгисиз болгон массаны **m** төмөнкүчө туюнтабыз:

$$m=\rho V=\rho S d \qquad (2)$$

(2) ни (1) ге алып коюп, никел катмарынын калыңдыгы үчүн төмөнкүнү алабыз:

$$d=\frac{kI\Delta t}{\rho S} \qquad (3)$$

Эсептейбиз:

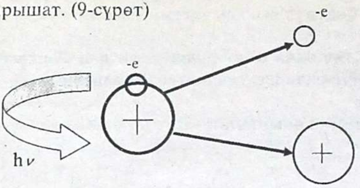
$$d=\frac{3\cdot10^{-7}\,кг/кл\cdot25\,A\cdot7200с}{8900\,кг/м^3\cdot0{,}2\,м^2}=3\cdot10^{-5}\,м$$

Жообу: $d=3\cdot10^{-5}$м

3.3 Токтун газ аркылуу өтүү процесси газ разряды деп аталат. газды ток өтүү жөндөмдүүлүгүнө ээ болуу үчүн аны ысытуу жана утантуу керек. Нурлантуунун төмөндөгүдөй түрлөрүн колдонсок болот: ультра-кызгылт-көк жана рентген нурлантуу радиоактивдүү нурлантуулар жана башка. Себеби кадимки абалында да газ диелектрик болуп эсептелет.

Ысытуудан же нурлантуудан газдардын малекулаларынын тез кыймылы пайда болуп өз ара кагылышуудан иондорго ажырай башташат.

Башкача айтканда алар оң иондорго жана терс электрондорго ажырышат. (9-сүрөт)



9-сүрөт.

Газдардагы иондорго ажыратуучу сырткы таасирлерди (ысытуу) иондоштугуч деп да атаса болот.

Мына ошондуктан, газдаргдагы электр тогун оң иондор жана терс электрондор алып жүргөндүктөн, оң иондордун жана терс электрондордун газдардын иреттелген кыймылы газдардагы электр тогу деп аталат.

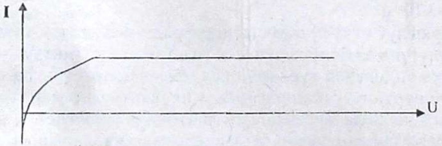
Эгерде биз иондоштургучтун аракетин токтото турган болсок, анда электрондор менен оң заряддалган иондор кайрадан биригишип, нейтралдуу атомдорду пайда кылышы мүмкүн. (10-сүрөт) Мындай процесс **заряддалган бөлүкчөлөрдүн рекомбинациясы** деп аталат

Анод менен катоддун ортосундагы чыңалуу, турактуу болгон учурда аноддук токтун I_A сетканын чыңалуусуна U_C болгон көз карандылыгы лампаңын статистикалык сеткалык мүнөздөмөсү деп аталат.

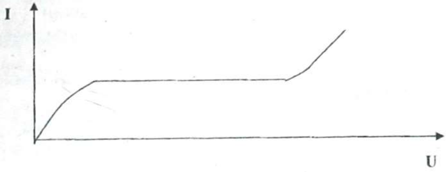
Демек сеткалык чыңалууну U_C өзгөртүү жолу менен лампадагы токту башкарса болот. Мына ошондуктан сетка С башкаруучу деп аталат. Триоддор радио техникалык түзүлүштөрдө начар өзгөрмө токторду күчөтүү үчүн лампалык генераторлордо колдонулат.

3.4 Иондоштургучтун жардамы менен газда оң иондорду жана электрондорду пайда кылабыз иондордун бир бөлүгү газдардын нейтралдуу молекулаларын түзүү менен каңра биригишет. Ал эми калгандары потенциалдардын айырмасы көбөйүшү менен электроддорго жетишет. Бул учурда ток күчү да көбөйө берет. Акырында бардык иондор электродго жетип бүтөт да андан ары ток өспөй калат. Муну биз токтун каныгуу абалы дейбиз.

(12 –сүрөт). Эгерде иондоштургучтун таасирин токтотсок разряд да токтойт.Демек,мындай сырткы иондоштургучтун таасири астында пайда болгон разряддарды **өз алдынча эмес разряд** деп атайбыз.



3.5. Эгерде сырткы иондоштургучтун таасирин токтоткондон кийин электроддордогу потенциалдардын айырмасын көбөйтө баштасак,анда ток кайрадан өсө баштайт(13-сүрөт) Бул болсо иондоштургучтун таасиринен мурда түзүлгөн иондордон башка газда пайда болгон иондордун саны ушунчалык көп болгондуктан сырткы иондоштургучтун зарылдыгы жок болуп калат.Мына ушундай ,сырткы иондоштургучтун таасиоисиз пайда болгон газ разояды **өз алдынча разряд** деп атайбыз.



Эми биз сырткы иондоштургучтун таасирисиз пайда болгон разряддын себебин карап көрөлү.Иондоштургучтун таасиринен пайда болгон оң ион менен электрон өз жолунда иондорго жана нейтралдуу атомдорго кездешип,алардагы электрондорду согуп чыгарышат.Натыйжада,дагы электрондор жана оң иондордун саны көбөйө берет.Бул учурдагы электрондордун кинетикалык энергиясы ,талаанын чыңалышына жана электрондордун эркин жүрүү аралыгына пропорциялуу болот:

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = eE\ell \qquad (3.4)$$

Бул жерде -электрондордун эркин жүрүү аралыгы деп аталат.Жогорудагыдай газдарды иондоштуруу **электрондук согуу аркылуу иондоштуруу** бооолуп эсептелет.

Өз алдынча разряддын төмөндөгүдөй типтери бар.Алар ,бүлбүлдөө разряды(люминесценциялык лампалар),электр жаасы(ширетүү),таажы разряды(өткөргүчтөрдөгү жаркыроо) жана учкун разряды(чагылган).ж.б..

3.6 Эң эле жогорку температурада тез кыймылдагы атомдордун же молекулалардын кагылышууларынан газдардын иондошуусу башталат да газ **плазма** деген жаңы абалга өтөт.Плазма – бул оң жана терс заряддарынын тыгыздыгы иш жүзүндө бирдей болгон ,жарым-жартылай же толук бойдон иондошкон газ.Плазма – бул электр жагынан нейтралдуу система.

Плазманын айрым касиеттери ,аны заттын өзгөчө бир төртүнчү абалы катары кароого мүмкүндүк берет.

1) Плазманын заряддалган бөлүкчөлөрү электр жана магнит талааларынын таасиринен кыймылга келе алат.
2) Ал бөлүкчөлөрдүн арасында Кулон күчү аракет этет.
3) Плазманын бөлүкчөлөрү баш аламан жылуулук кыймылында боло алат.
4) Иреттүү кыймылда болуп,токту да өткөрө алат.
5) Жогорку температурада жогорку өткөрүмдүүлүккө да ээ боло алат.

Ааламдагы заттардын 99%ке жакыны плазма түрүндө кездешет. Күн жана жылдыздар толук бойдон иондошкон плазмалардан турушат.Галактикалар менен жылдыздар аралыгындагы чөйрөлөр дагы плазмалардан турушат.

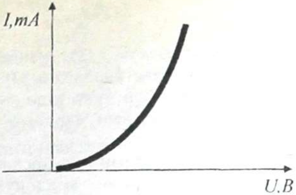
Атмосферанын 100-300км бийиктиктеги жогорку катмары иондошкон газдардан – **ионосферадан** турат.

Плазмалар газ разряддарында;бүлбүлдөө,жаа,учкун түрлөрүндө болушат.Плазмалар газ лазерлеринде ,магнитогидродинамикалык генераторлордо(МГД),космос кемелеринин плазма кыймылдаткычтарында, металдарды кесүүдө жана ширетүүдө, катуу катмарлуу скванижаларды бургулоодо, химиялык реакцияларды тездетүүдө кеңири колдонулат.

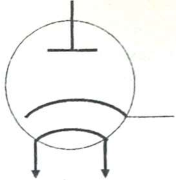
3.7 Ваакум деп абасы толугу менен сордурулуп ташталган чөйрөнү айтабыз. Ваакумда электр тогун пайда кылыш үчүн эки электроддуу айнек түтүккө заряддалган бөлүкчөлөрдүн булагын киргизүү керек. Мындай булак катары жогорку температурага чейин ысытылган катодду көбүнчө колдонушат. Жогорку температурада катоддун электрондорду бөлүп чыгаруу кубулушу термоэлектрондук эмиссия кубулушу деп аталат. Демек, ваакумдагы электр тогун катоддон бөлүнүп чыккан электрондор алып жүрүшөт. Азыркы кездеги ваакумдук электрондук приборлордун көпчүлүгүндө заряддалган бөлүкчөлөрдүн булагы болуп ысытылган катод эсептелет.

3.8 Эки электроддуу электрондук лампалар ваакумдуу диоддор деп аталат, жана алар бир тектүү өткөрүмдүүлүктү камсыз кылышат. Ваакумдук диоддор, абасынын басымы 10^{-6}-10^{-7} мм сымап мамычасына чейин сордурулуп ташталган айнектен же металл керамикадан жасалган баллондордун ичине жайгаштырылган эки электроддон турат. Алардын бири барий, стронций, кальцийдин оксиддери менен капталган оксиддүү катод, ал эми анын ичине жайгаштырылган сүйрү цилиндр сымал анод болуп эсептелет.

Диоддун вольтампердик мүнөздөмөсү металл өткөргүчүнөн айырмаланып сызыктуу болбойт. (14-сүрөт). Диоддун схемалык сүрөттөлүшү 15 – сүрөттө көрсөтүлгөн.



14-чийме

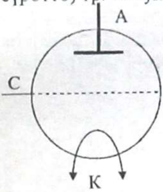


15-чийме

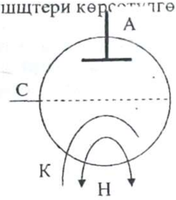
Диоддор радиотехникада өзгөрмөлүү электр тогун түзөтүү үчүн колдонулат.

3.9 Лампада термоэлектрондук токту башкаруу үчүн көп электроддуу лампалар колдонулат. Алар триоддор, тетроддор жана пентоддор. Биз булардын ичинен триоддун түзүлүшүн жана иштешин карап көрөбүз.

Триоддо анод менен катоддун ортосунда үчүнчү электрод болуп кызмат кылуучу башкаруучу сетка С жайгаштырылган. Бул сетка аркылуу катоддон чыккан электрондор анодду көздөй өтүшөт. Төмөнкү сүрөттөрдө (16-17 сүрөттө) триоддун схемалык белгиленишщтери көрсөтүлгөн.



16-чийме



17-чийме

3.10 Электрондук лампанын анодундагы тешиктен өткөн электр талаасындагы ылдамдатылган электрондор анын ары жагында электрондук шоолаларды пайда кылат.

3Электрондук шоолалардын нерсеге тийгенде аны ысытып жиберүү касиетин өтө таза металлдарды ваакумда электрондук эритүү үчүн пайдаланышат.

Электрондор менен бомбалануучу кээ бир заттардын (айнек, цинктин же кадмийдин сульфиддери) жаркырашы жарык энергиясы катары колдонулат.

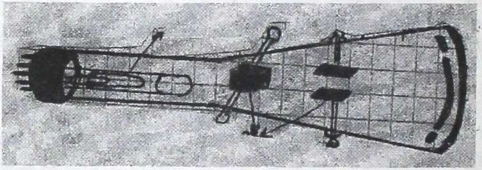
Электрондук шоолалардын электрдик же магниттик талаалардын жардамы менен башкарылышы электрон-нур түтүктөрүндө колдонушат.

Электрон-нур түтүгү телевизордун, дисплейдин жана осциллографтын негизги элементи болуп эсептелет. Электрон-нур түтүгүнүн түзүлүшү 18-сүрөттө көрсөтүлгөн. Ал люминофор менен капталган экрандан (1), түтүктүн кууш учуна жайгаштырылган тез

электрондор булагы – электрондук замбиректен (2), конденсатордун пластиналары сыяктуу эки түгөй башкаруучу пластиналардан (3) турат.

Телевизорлордо колдонулуучу электрон-нур түтүгүндө (кинескоп) электрондук шооланы башкаруу магнит талаасынын жардамы менен иш жүзүнө ашырылат.

Электрондук эсептегич машиналардын дисплейлеринде бириктирилген электрон-нур түтүктөрү кеңири колдонулат. Бул дисплейдин экранынан ЭЭМ тарабынан иштелип чыккан информациялар



берилет.

18- сүрөт.

66-маселе: Анод менен катоддун арасындагы потенциалдардын айырмасы 500 жана 5000 В учурунда электрондун электрондук туткадан чыга беришиндеги ылдамдыгын аныктагыла.

Берилди:
$U_1 = 500$ В
$U_2 = 5000$ В
$m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ Кг
$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Чыгаруу:
Электрондун кинетикалык энергиясынын формуласын анын электр талаасындагы потенциалдык энергиясынын формуласына барабарлайбыз:

$$\frac{m_e \cdot \vartheta^2}{2} = e \cdot U \qquad (1)$$

Бул жерден биринчи учур үчүн ылдамдыктын формуласы төмөнкү түргө ээ болот:

$$\vartheta_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_1}{m_e}} \qquad (2)$$

Экинчи учур үчүн:

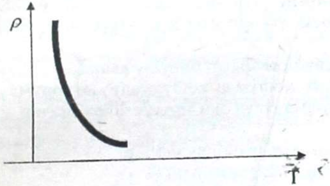
$$\vartheta_{21} = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_1}{m_2}} \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $\vartheta_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} Кл \cdot 500 В}{9{,}11 \cdot 10^{-31} Кг}} = 1{,}3 \cdot 10^7$ м/с

$$\vartheta_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} Кл \cdot 5000 В}{9{,}11 \cdot 10^{-31} Кг}} = 4{,}11 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

Жообу: $\vartheta_1 = 1{,}3 \cdot 10^7 м/$, $\quad \vartheta_2 = 4{,}11 \cdot 10^7 м/с$

3.11 Жарым өткөргүчтөргө төмөнкү элементтер кирет: кремний, германий, селен ж.б. Алар өткөргүчтөрдөн температурадан болгон көз карандылыгы менен айырмаланат. Жарым өткөргүчтөрдө температуранын жогорулашы менен өткөрүмдүүлүгү жогорулап, каршылыгы азая баштайт. (19-сүрөт).

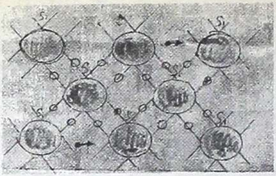


19-чийме

Эми биз жарым өткөргүчтөрдөгү зарядды алып жүрүүчүлөргө токтоло турган болсок, алардын өткөрүмдүүлүгү боюнча экиге бөлөбүз:

1) Электрондук өткөрүмдүүлүк 2) көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк.

1) Жарым өткөргүчтөрдөн эң көп колдонулушка ээ болгон кремнийдин өткөрүмдүүлүгүн карап көрөбүз. Кремний төрт валенттүү элемент болгондуктан анын ядро менс начар байланышкан төрт электрону бар жана алардын коңшу түгөй атомдору менен байланышы коваленттүү болот. Кремнийди ысытканыбызда начар байланышкан электрондордун кинетикалык энергиясы ($20^а$ – сүрөт) жогорулап байланыштардын айрымдары үзүлө баштайт жана ал үзүлгөн электрон эркин болуп торчолордун түйүндөрү арасында жылышуу менен электр тогун түзөт. Жарым өткөргүчтөрдүн мындай өткөрүмдүүлүгү электрондук өткөрүмдүүлүк деп аталат.



20-сүрөт

2) Ал эми көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүк төмөндөгүчө пайда болот: коваленттик байланыш бузулуп, электрону жетишпеген бош орун келип чыгат. Муну шарттуу түрдө көңдөйчө деп атайбыз.Мына ушундай процесс үзгүлтүксүз жүрүп отуруп, көңдөйчө бүт кристалл боюнча которулуп турат. Көңдөйчөлөрдүн кыймыл багыты электрондордун кыймыл багытына карама-каршы болот.

Демек, мындай жарым өткөргүчтөрдө зарядды алып жүрүүчүлөр болуп негизинен көңдөйчөлөр болгондуктан көңдөйчөлүү өткөрүмдүүлүккө ээ деп айтабыз.

Жалпысынан алганда жарым өткөргүчтөрдүн мындай идеалдык шарттагы өткөрүмдүүлүгү жарым өткөргүчтөрдүн өздүк өткөрүмдүүлүгү деп аталат.

3.12 Жарым өткөргүчтөрдө кошулмалардын болушу аларда өздүк өткөрүмдүүлүк менен бирге кошумча кошулмалуу өткөрүмдүүлүктү пайда кылат. Кошулмалуу өткөрүмдүүлүк эки түрдүү кошулмалар аркылуу иш жүзүнө ашырылат.

1) Донордук кошулмалар, 2) Акцептордук кошулмалар.

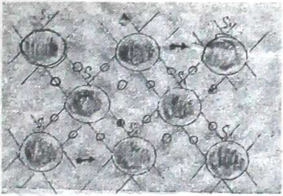
1) Өздөрүнүн электрондорун оңой берип, эркин электрондордун санын көбөйтүүчү кошулмалар ***донордук кошулмалар*** деп аталат. Буга мисал катары кремнийге мышьяктын атомдорун кошкон учурда он миллиондон бир үлүшүн кошкондо, эркин электрондордун концентрациясы 10^{16} $см^{-3}$ га көбөйөт. Бул таза жарым өткөргүчтөрдөгү эркин электрондордун концентрациясынан миң эсе көп болот.

Донордук кошулмасы болгон жарым өткөргүчтөрдө электрондордун саны көп болгондуктан аларды n тибиндеги жарым өткөргүчтөр деп аташат. (negativ терс деген сөздөн алынган), n тибиндеги жарым өткөргүчтөрдө зарядды негизги алып жүрүүчүлөр электрондор, ал эми көңдөйчөлөр негизги эмес алып жүрүүчүлөр болушат . ($20^{б}$-сүрөт)

Кошулмада көңдөйчөнүн саны көп болсо, анда мындай кошулмалар акцептордук кошулмалар деп аталат. Буга кремнийге атомдору үч валенттүү болгон индийди кошкон учурду мисал кылсак болот. (21-сүрөт). Себеби коңшу атомдор менен кош электрондук нормалдуу байланышты түзүү үчүн индийдин электрону жетишпейт да натыйжада бир көңдөйчөдө пайда болот. Мына ушинтип көңдөйчөлөрдүн саны көбөйөт.

Акцептордук кошулмасы бар жарым өткөргүчтөрдө көңдөйчөлөрдүн саны көп болгондуктан аларды Р тибиндеги жарым өткөргүчтөр деп аташат (positiv – оң деген сөздөн алынган), Р тибиндеги жарым

өткөргүчтөрдө зарядды негизги алып жүрүүчүлөр көңдөйчөлөр, ал эми электрондор негизги эмес алып жүрүүчүлөр болушат.

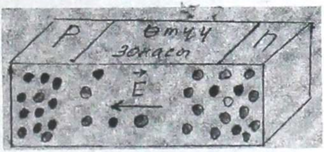


20^6 – сүрөт

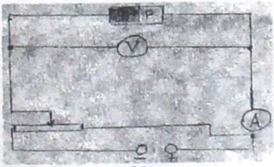
3.13.

22 – сүрөттө көрсөтүлгөндөй эки жарым өткөргүчтүн контактысы p-n өтүү деп аталат. Контакт түзүлгөндө электрондор бир аздан n – тибиндеги жарым өткөргүчтөн p тибиндегисине, ал эми көңдөйчөлөр тескери багытта өтүшөт.

Эми биз p-n өтүүсү бар жарым өткөргүчтү, p тибиндеги потенциалы оң болгондой, ал эми n тибиндегисиники терс болгондой кылып, электр тармагына туташтырабыз. (23-сүрөт).



21- сурот



22-сүрөт

Бул жерде p-n өтүүсү аркылуу токтун жүрүшү заряддарды негизги алып жүрүүчүлөр аркылуу: n аймагынан p аймагына электрондор ал эми p дан n ге көңдөйчөлөр аркылуу ишке ашырылат. Бул каралган өтүү түз өтүү деп аталат.

Эгерде батареянын уюлдарын алмаштырып туташтыра турган болсок, n тибиндегисиникинде көңдөйчөлөр ал эми p тибиндегисиникинде электрондор аз болгондуктан өткөрүмдүүлүгү азайып, каршылыгы көбөйөт. Натыйжада ортодо бикилүүчү катмар пайда болот. Мындай өтүү тескери өтүү деп аталат.

Ошентип p-n өтүүсү токко карата симметриялуу болбойт: түз өтүүнүн каршылыгы тескери багытта өтүүгө караганда бир кыйла аз болот. p- n өтүүсүнүн бул касиети өзгөрмө токту түзөтүү үчүн пайдаланылат.

Азыркы учурда жарым өткөргүчтүү диоддор (электр термелүүлөрүн күчөтүү жана генерациялоо үчүн), транзисторлор (радио кабыл алгычтарда триоддордун ордуна) термисторлор (эң жогорку температураларды өлчөө үчүн (170-570 К ге чейин)) жана фоторезисторлор (жарыктын начар агымдарын каттоо жана өлчөө үчүн, даярдалган беттин сапатын текшерүү үчүн) биздин өндүрүш менен техникада кеңири колдонулушка ээ болууда.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Талаанын чыңалышы E= 96 м В м учурундагы электрондун өтүш концентрациясы $n = 10^{28}$ $м^{-3}$ болсо, болот өткөргүчтөгү электрондун багытталган кыймылынын U ылдамдыгын тапкыла. (*ж: 0.5 мм* с)

2. Күмүштүн электрохимиялык эквивалентин билип, алтындын электрохимиялык эквивалентин эсептеп чыгаргыла. (*жообу 2,04 мг / кл*)
3. Эгер электролит ваннасындагы чыңалуу техникалык норма боюнча 0,4 В ко барабар болсо, 1 тонна жезди тазалоого кетен энергиянын сарпталышы канча? (*ж: 330 квт саат*)

4. Эгер 10 В чыңалуу жана 0,1 МА ток күчү 5мА болсо, ток күчүнүн түз жана карама-каршы багыттагы учурундагы жарым өткөргүчтүү диоддун каршылыгын тапкыла. (*жообу: 100 Ом 100к Ом*)
5. Чынчырга кубаттуу кабыл алгычты туташтырганда үйдүн ичиндеги лампочка эмне себептен көз ирмемге өчө жаздайт?

6. Абада плазма кандай температурада толугу менен иондошот. Азоттун молекулаларынын иондошуу энергиясы $W = 2{,}5\ 10^{18}$ Кдж
(*жообу: $T = 1{,}2.10^{-5}$ К)*

IV Глава. МАГНИТ ТАЛААСЫ

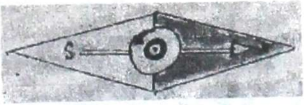
4.1. Тогу бар өткөргүчтөрдүн арасындагы өз ара аракеттенишүү магниттик аракеттешүү деп аталат. Тогу бар өткөргүчтөрдүн бири-бирине аракет этүү күчтөрү **магнит күчтөрү** деп аталат. Жакындан аракет этүү теориясына ылайык өткөргүчтөрдүн бириндеги ток экинчи өткөргүчтөгү токко түздөн түз таасир эте албайт. Өткөрүгчтөрдүн бириндеги электр тогу өзүнүн айланасында магнит талаасын түзөт да ошол талаа экинчи өткөргүчтөгү токко таасир этет. Демек кыймылсыз электр заряддарын курчаган мейкиндикте электр талаасы пайда болгон сыяктуу эле токту курчаган мейкиндикте магнит талаасы пайда болот.

Магнит талаасынын төмөндөгүдөй өзгөчөлөнгөн касиеттери бар: *1) Магнит талаасы электр тогунан (кыймылдагы заряддан) пайда болот. 2) магнит талаасы токко (кыймылдагы зарядга) жасаган аракети боюнча байкалат.*

Магнит талаасы бизден жана биздин ал жөнүндө билимибизге көз карандысыз тышкары жашайт жана ал реалдуу талаа. Анын реалдуу бар экендигинин эксперименталдык далилдөөсү болуп электролиттик толкундардын болуу фактысы эсептелет.

Магнит талаасын мүнөздөөчү физикалык чоңдук магниттик индукция вектору деп аталат жана В тамгасы менен белгиленет.

Магниттик индукция векторунун багыты экспериментте магниттик жебенин жардамы менен аныкталат жана төмөнкүчө аныктамага ээ: Магниттик индукция векторунун багыты үчүн S түштүк уюлдан N түндүк уюлга карай багытталган магнит талаасындагы жебенин эркин багыты кабыл алынат. Бул багыт тогу бар туюк контурдун нормаларынын оң багыты менен дал келет. (24-сүрөт)



24-сүрөт

Ал эми токтун магниттик индукция векторунун багытын бурама эрежеси менен табууга болот. **Бурама эрежеси**: *бураманын алга умтулуу кыймылынын багыты өткөргүчтөгү токтун багытына дал келсе анда бураманын сабынын айлануу багыты магниттик индукция векторунун багыты менен дал келет.*

Магниттик индукция векторунун модулу деп тогу бар контрга аракет эткен күчтүн максималдык моментинин ток күчүнүн контурунун аянтына болгон көбөйтүндүсүнүн катышын аташат:

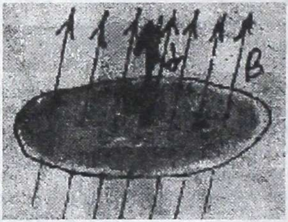
$$B = \frac{M}{I \cdot S} \qquad (4.1)$$

Магниттик индукциянын бирдиги Югославиялык окумуштуу – электротехниги Н. Тесланын ысымына Тесла (Тл) деген атка ээ жана ал төмөнкүгө барабар:

$$1Тл = 1\frac{Н \cdot м}{А \cdot м^2} = 1\frac{Н}{А \cdot м}$$

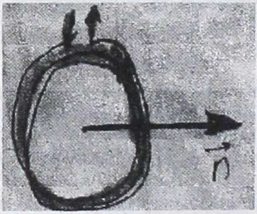
Практикада практикада магниттик индукцияны өлчөө үчүн атайын магнитометрлерди пайдаланышат.

Магнит талаасынын көрсөтмөлүү сүрөттөлүшүн алуу үчүн магниттик индукция сызыктарын сызабыз. Магниттик индукция сызыктары деп, аларга жаныма кылып жүргүзүлгөн сызыктардын багыттары талаанын берилген чекитинде В векторунун багыттарына дал келген сызыктар аталышат. (25-сүрөт).



25-сүрөт.

Тогу бар түз өткөргүчтүн магнит талаасы үчүн магниттик индукция сызыктары төмөнкүдөй түргө ээ болот. (26-сүрөт)

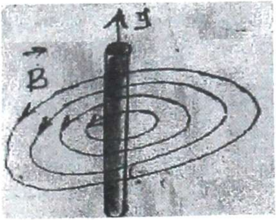


26-сүрөт.

Магниттик индукция сызыктарынын негизги дагы бир өзгөчөлүгү алар туюк болушат. Магнит талаасы мына ушундай туюк күч сызыктуу талаа болгондуктан, аны биз куюндуу талаа дейбиз.

4.2 Эми биз В векторунун бир чекиттеги маанисинин гана эмес, жалпак туюк контур менен чектелген беттин бардык чекиттердеги маанилеринен көз каранды болгон чоңдукту киргизебиз. Ал магнит агымы деп аталат. S аянтынын (27-сүрөт) бети аркылуу магнит агымы Ф деп магниттик индукция В векторунун модулун S аянтка жана В менен n (бетке түшүрүлгөн нормалга) векторлорунун арасындагы α бурчунун косинусуна болгон көбөйтүндүсүнө барабар чоңдукту аташат:

$$\Phi = BS\cos\alpha \qquad (4.2)$$



27 – сүрөт

Магнит агымынын бирдиги 1 Вебер (1 Вб) менен эсептелет. 1 Вб магнит агымы магнит индукциясына перпендикуляр болуп жайланышкан 1 $м^2$ аянттын бети аркылуу өткөн 1 Тл индукциялуу бир тектүү магнит талаасы болуп эсептелет. Азыркы учурдагы бардык электр өлчөөчү приборлордо (вольтметр, амперметр ж.б.) Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчкө жасаган аракетин пайдаланышууда.

67-маселе: Бир тектүү магнит талаасынын индукциясы B = 0,5 Тл. Индукция сызыктарына перпендикуляр жайгаштырылган S = 25 $см^2$ аянт аркылуу өткөн магнит агымын тапкыла. Эгерде аянтты баштапкы абалынан 60° ка бурсак, анда магнит агымы канчага барабар болуп калат?

Берилди:

$B = 0,5$ Тл

$S = 25$ см^2 $= 25 \cdot 10^{-4}$ м^2

$\alpha = 0$°С

$\varphi = 60$°С

Φ_1 - ? Φ_2 - ?

Чыгаруу:

Төмөнкү сүрөттө эки учурдагы теӊ магниттик индукциянын жана аянтчанын абалдары көрсөтүлгөн.

Магниттик агымдын аныктамасы боюнча ал төмөнкүгө барабар:

$\Phi = BS\cos\alpha$ (1), бул жерде α - n нормал менен B магниттик индукция векторунун арасындагы бурч, ал эми биздин биринчи учурда $\alpha = 0$°С болсо, $\cos\alpha = 1$ болот. Анда (1) формула төмөнкү түргө ээ болот.

$$\Phi_1 = BS \qquad (2)$$

Эсептейбиз: $\Phi_1 = 0{,}5$Тл$\cdot 25 \cdot 10^{-4}$ м$^2 = 1{,}25 \cdot 10^{-3}$ Вб.

Ал эми экинчи учурда (1) формула төмөнкүдөй болуп калат:

$$\Phi_2 = B\,S\cos\alpha \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $\Phi_2 = 0{,}5$Тл$\cdot 0{,}25 \cdot 10^{-4}$ м$^2 \cdot \cos 60° = 625 \cdot 10^{-6}$ Вб.

Жообу: $\Phi_1 = 1{,}25$ мВб, $\Phi_2 = 625$ мкВб.

4.3. Магнит талаасынын тогу бар өткөргүчтүн айрым участогуна (токтун элементтин) аракет этүүчү күчтү 1820-жылы француз физиги Ампер ачкан.

Токтун элементи менен α бурчун түзүүчү B индукциялуу магнит талаасы тарабынан I тогу агып өткөн эле $\Delta\ell$ өткөргүчтүн эӊ кыска кесиндисине аракет кылган F күчүнүн модулу төмөнкүгө барабар болот жана ал Ампер закону деп аталат:

$$F_A = B\,|I|\Delta\ell\,\sin\alpha \; (4.3)$$

Ампер күчүнүн багыты сол кол эрежеси менен аныкталат:

Эгерде өткөргүчкө перпендикулярдуу болгон B индукция векторунун түзүүчүсү алаканга киргенде, ал эми төрт манжа токтун багыты боюнча багытталгандай кылып сол колду жайгаштырсак, анда 90° бурч менен созулган баш бармак өткөргүчтүн кесиндисине аракет этүүчү Ампер күчүнүн багытын көрсөтөт

Ампер закону тогу бар өткөргүчтөрдө, көптөгөн техникалык түзүлүштөрдө, анын ичинен электр кыймылдаткычтарында аракет эткен күчтөрдү эсептөө үчүн пайдаланылат. Ошондой эле, бардык электр кыймылдаткычтарынын аракети Ампер күчүн пайдаланууга негизделген.

68-маселе: l = 0,15 м узундуктагы I = 8 А тогу бар өткөргүч. Модулу B = 0,4 Тл болгон бир тектүү магнит талаасынын индукция векторуна перпендикуляр болот. Ампер күчүнүн аракетинин багыты боюнча өткөргүчтү 0,025м аралыкка жылдырганда аткарылган жумушту тапкыла.

Берилди:
l = 0,15 м
I = 8 A
B = 0,4 Тл
S = 0,025 м

A - ?

Чыгаруу:
Берилген шарт боюнча төмөнкү чиймени сызабыз:

Ампер законунун формуласын пайдаланабыз:

$$F_A = B\,|I|\Delta\ell\,\sin\alpha \qquad (1)$$

Биздин учурда α=90°, $\sin\alpha$ = 1 болсо, анда

$$F_A = B\,|I|\Delta\ell \qquad (2)$$ болот.

Эсептейбиз: $F_A = 0{,}4\times8\times0{,}15 = 0{,}48$ (Н)

Эми өткөргүчтү жылдырган учурдагы жумушту табабыз:

$$A = F_A S \qquad (3)$$

Эсептейбиз: $A = 0{,}48Н \times 0{,}025\ м = 1{,}2\cdot10^{-2}$ Дж.

Жообу: A = 0,12 мДж.

4.4.Кыймылдагы заряддалган бөлүкчөлөргө магнит талаасы тарабынан аракет эткен күчтү **Лоренц күчү** деп аташат. Ал заттардын түзүлүшүнүн электрондук теориясын негиздөөчүсү голландиянын улуу физиги Г. Лоренцтин урматына аталган. Бул күчтү Ампер законунун жардамы менен табабыз. Лоренц күчү, узундугу Δl өткөргүчкө аракет эткен Ампер күчүнүн ошол өткөргүчтүн ошол участогундагы иреттелген кыймылдагы заряддалган бөлүкчөлөрдүн N санына болгон катышына барабар:

$$F_л = \frac{F_A}{N} \qquad (4.6)$$

Бизге өткөргүчтөгү заряддалган бөлүкчөлөрдүн иреттелген кыймылынын заряддардын концентрациясынын өз ара байланыш формуласы белгилүү:

$$I = q\cdot n\cdot \upsilon\cdot S \qquad (4.7.)$$

(4.7) ни Ампер законунун формуласына коюп төмөнкүнү алабыз:

$$F_A = q_0\cdot n\cdot \upsilon\cdot S\cdot \Delta l\, B\sin\alpha \qquad (4.8.)$$

Мында $N = n \cdot S \cdot \Delta l$ (4.9) каралып жаткан көлөмдөгү заряддалган бөлүкчөлөрдүн саны. Эми (4.8) менен (4.9) ду (4.6) га алып барып коюп төмөнкүнү алабыз:

$$F_л = \frac{F_A}{N} = |q_0| \upsilon \cdot B \sin\alpha \qquad (4.10)$$

Мында α- ылдамдык вектору менен магниттик индукция векторунун арасындагы бурч. Лоренц күчү $\bar{B}$ жана $\bar{\upsilon}$ векторлоруна перпендикулярдуу болуп, анын багыты Ампер күчүнүн багытындай эле сол кол эрежеси менен аныкталат.

Эгерде заряддын ылдамдыгына перпендикулярдуу болгон $\vec{B}$ магниттик индукциянын түзүүчүсү алаканга киргендей кылып сол колду жайлаштырсак ал эми төрт манжа оң заряддын кыймылынын багыты боюнча багытталса (терс заряддын кыймылына каршы) анда 90° ка созулган баш бармак зарядка аракет эткен $F_л$ Лоренц күчүнүн багытын көрсөтөт.

Магнит талаасынын кыймылдагы зарядка жасаган аракети (Лоренц күчү) азыркы кезде кинескоптордо кеңири колдонулууда. Заряддалган бөлүкчөлөрдүн алардын массасына болгон катышы менен жана алынган натыйжалар боюнча бөлүкчөлөрдүн массасын таап аныктоочу масс-спектрографф деген приборлор да Лоренц күчүнө негизделген. Алардын жардамы менен каалагандай заряддалган бөлүкчөлөрдүн массаларыны так аныктоого болот.

69-маселе: Индукциясы 0,01 Тл болгон бир тектүү магнит талаасында электрон радиусу 10 см ге барабар айлана боюнча кыймылдайт. Бул электрондун кинетикалык энергиясын тапкыла.

Берилди:
B = 0,01 Тл
R = 10 см = 0,1 м

$E_к$ - ?

Чыгаруу:

Электрондун кинетикалык энергиясынын формуласы:

$$E_к = \frac{m_e \cdot \vartheta^2}{2} \qquad (1)$$

Ал эми бир тектүү магнит талаасындагы ылдамдыгы төмөнкүгө барабар:

$$\vartheta = \frac{e \cdot B \cdot R}{m} \qquad (2)$$

(2) ни (1) ге коюп төмөнкүнү алабыз:

$$E_k = \frac{m\left(\frac{eBR}{m}\right)^2}{2} \qquad (3)$$

Эсептейбиз:

$$E_k = \frac{9.1\cdot10^{-31}\,кг\left(\frac{1{,}6\cdot10^{-19}\,Кл\cdot0{,}01\,Гл\cdot0{,}1\,м}{9{,}1\cdot10^{-31}\,кг}\right)^2}{2} = 14\cdot10^{-15}\,Дж$$

Жообу $E_k = 14\cdot10^{-15}\,Дж$

Кайталоо үчүн маселелер

1. Узундугу 8 см болгон өткөргүчтөн квадрат контур жасалган. Индукциясы 0,2 Тл болгон магнит талаасына жайгашкан контурдагы ток күчүн 4 А болгон учурдагы ар бир контурга аракет эткен максималдык айлануу моментин тапкыла. *(жообу: 032м Н.н)*

2. Активтүү бөлүгүнүн узундугу 8 см келген өткөргүчтөгү ток күчү 50 А ге барабар. Ал индукциясы 20м Тл болгон бир тектүү магнит талаасына перпендикуляр болуп,10 см ге которулса , аткарылган жумушту аныктагыла. *(жообу: 8м Дж0)*

3. Индукция сызыктарына перпендикуляр багыт боюнча, магнит талаасына электрон 10 см С ылдамдык менен учуп келет. Эгер электрон талаасында радиусу 1 см болгон айланасын тапкыла. *(жообуб 5,6 м Тл)*
4. Электрон индукциясы B= 4сми Тл болгон бир тектүү магнит талаасына кыймылдайт. Электрондун айлануу мезгили Т ны тапкыла .ж:8,9 н с.

5. Протон индукциясы 0,01 Тл болгн магнит талаасында радиусу 10 см айлана чийди. Протондун ылдамдыгын тапкыла. Ж96 000

6 Протон менен α – бөлүкчө индукция сызыктарына перпендикуляр болуп бир тектүү магнит таласына учуп киришет. Эгер а) ылдамдыктары б) Энергиялары бирдей болс. Бөлүкчөлөр чийген айланалардын радиустарын салыштыргыла. (*Жообу α – бөлүкчөсү үчүн 2 эсе чоң б)* бирдей.

V глава. Электромагниттик индукция

5. 1 Электромагниттик ьз ара аракеттешүүдьгү жаны касиеттерди ачууда биринчи чечкиндүү кадам электромагниттик талаа жьнүндь түшүнүктүн негиз салуучусу Фарадей тарабынан жасаган болсо тьмьндьгүдьй жыйынтыка келген: Убакыт боюнча ьзгьрүүчү магнит талаасы электр талаасын пайда кылат, ал эми ьзгьрүүчү электр талаасы магнит талаасын пайда кылат. Мына ошентип, 1831-жылы 29-августа Фарадей тарабынан электромагниттик индукция кубулушу ачылган. Анык манызы төмөндөгүдөй: өзгөрмөлүү магнит талаасында же туруктуу магнит талаасында кыймылга келүүчү өткөрүүчү контурда электр тогу пайда болот. Бул электр тогу контурду кесип өтүүчү магниттик индукция сызыктарынын санынын кескин көбөйүп кетишине көз каранды болот.

Жана бул учурда пайда болгон ток, индукциялык ток деп аталат. Магниттик индукция сызыктарынын санынын саны канчалык тез өзгөрсө, пайда болгон индукциялык ток да ошончолук чоң болот.

Электромагниттик индукция законун сан жагынан баяндай турган болсок, пайда болгон индукциялык ток күчү контур менен чектелген бет аркылуу өткөн магниттик агымдын өзгөрүү ылдамдыгына пропорциялуу:

$$I_i \approx \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (5.1)$$

5.2.Өткьргүчтүн эркин заряддарына бьтьн күчтөр аракет этишкенде чынжырда электр тогу пайда болот.Бирдик оң зарядды туюк контурду бойлото жылдырууда бул күчтөрдүн аткарган жумушун электр кыймылдаткыч күч деп аташат. Демек, контур менен чектелген бет аркылуу өткөн магниттик агым өзгөргөндө бул контурда аракети индукциянын ЭКК деп аталган ЭКК менен мүнөздөлгөн бөтөн күчтөр пайда болушат. Аны ε_i менен белгилешет. Туюк чынжыр үчүн Ом законуна ылайык

$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$ болот. өткөргүчтүн каршылыгы магниттик агымдын өзгөрүшүн көз каранды эмес. Демек, (5.1) туюнтмасы индукциянын ЭКК $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ га пропорциялуу болгондо гана туура болот.

Электромагниттик индукция закону ток күчү үчүн гана эмес, ЭКК үчүн гана айтылат. Электромагниттик индукция законуна ылайык туюк контурдагы индукциянын ЭКК модулу боюнча контур менен чектелген бет аркылуу өткөн магниттик агымдын өзгөрүү ылдамдыгына барабар:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (5.2)$$

Электромагниттик индукция кубулушун темирдин жана башка ферромагнетиктердин магниттик өткөрүмдүүлүгүн өлчөө үчүн пайдаланууга болот.

70-маселе: 20 оромдон турган катушкада 2мс убакыт ичинде магнит агымы 8 мВб ден 10 мВб ге чейин чонойду. Катушкада пайда болгон индукциянын ЭКК үн тапкыла.

Берилди:

$n = 20$

$t = 2\cdot10^{-3}$ с

$\Phi_1 = 8\cdot10^{-3}\ Вб$

$\Phi_2 = 10\cdot10^{-3}\ Вб$

$\varepsilon - ?$

Чыгаруу:

Магнит агымынын өзгөрүшүн табабыз:

$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = 2\cdot10^{-3}\ Вб$$

Электромагниттик индукция законун пайдаланып, катушкада пайда болгон индукциянын ЭККүн табабыз:

$$\varepsilon = \frac{n\Phi}{t}$$

Эсептейбиз: $\varepsilon = \frac{20\cdot 2\cdot10^{-3}\ Вб}{2\cdot10^{-3}\ c} = 20В$

Жообу: $\varepsilon = 20B$

5.3. Эгер катушка боюнча өзгөрмөлүү ток өтсө, анда катушкадан өтүп кетүүчү магнит агымы өзгөрөт да ал жерде өзүнчө индукциянын ЭККка пайда болот. Бул кубулуш өзүнчө индукция деп аталат. Өзүнчө индукция учурунда өткөрүүчү контур эки милдетти аткарат: ал боюнча индукцияны пайда кылуучу ток агып өтөт жана анда индукциянын ЭКК пайда болот. Өзгөрмөлүү магнит талаасы бул талааны пайда кылуучу ток агып жаткан өткөргүчтөрдүн өзүндө ЭКК үн индукциялайт.

Өзүнчө индукция кубулушун түшүнүүнүн эң ыңгайлуу жолу, анын инерция кубулушу менен окшоштугу. Инерциянын натыйжасында инерция ылдамдыкка акырындык менен ээ болот, ал эми тормоздоо (токтотуу үчүн да) көп убакыт талап кылынат. Ток ушундай эле чынжырды туюктаганда да ток акырындык менен өсө баштайт, ал эми булакты ажыратканыбызда өзүнчө индукция чынжырдын каршылыкка ээ болгонуна карабастан токту белгилүү бир убакытка чейин кармап турат.

Ток менен түзүлгөн B магниттик индукциянын модулу ток күчүнө пропорциялуу. Анткени Φ магниттик агым B га пропорциялуу, демек анда төмөндөгүдөй барабардык туура болот:

$$\Phi = L \cdot \Im \qquad (5.3)$$

мында L контурдун индуктивдүүлүгү же өзүнчө индукция коэффициенти деп аталат. Бул чондук өткөрүүчү контурдагы ток менен контурду көзөп өтүүчү магнит агымынын ортосундагы пропорциалдуулук коэффициент болуп эсептелет. (5.3) туюнтманы пайдаланып, электромагниттик индукция законун төмөнкүчө жазууга болот.

$$\varepsilon_{is} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L\frac{\Delta\Im}{\Delta t} \qquad (5.4)$$

бул формуладан индуктивдүүлүк 1_c ичинде ток күчү 1А өзгөргөндө контурда пайда болгон өзүнчө индукциянын ЭКК нө сан жагынан барабар физикалык чондук экендиги көрүнүп турат. СИ системасында индуктивдүүлүктүн бирдиги генри (Гн) деп бегиленет:

$$1Гн = \frac{1B}{1\frac{A}{c}} = 1\frac{B \cdot c}{A}$$

Өзүнчө индукция кубулушу радио техникада жана эктро техникада маанилүү колдонулушка ээ.

71-маселе: Чынжырга ЭККү 1,2В ток булагы, 10мкаршылыктагы реостат жана индуктивдүүлүгү 1Гн болгон еатушка удаалаш туташтырылган. Чынжырды түюктаганда I_0 турактуу тогу ага баштады. Кандайдыр бир убакыт өткөндөн кийин ток $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 2_c$ ылдамдыгы менен азая тургандай кылып реостаттын каршылыгын азайтышты. Ток өзгөрө баштагандан 2с өткөндөн кийин каршылык R_t кандай болуп калат?

Берилди:

$\varepsilon = 1{,}2B$

$R = 10м$

Чыгаруу:

Маселени чыгаруудан мурда схемалык чиймени сызабыз:

$L = 1Гн \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2c$

$R_t - ?$

******

Ток булагынын ЭКК менен чынжырдагы индуцирленген ЭКК төрүнүн суммасы $\varepsilon + \frac{LI}{\Delta t}$ ны берет. Ток $I = I_0 - \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)t$ закону боюнча өзгөрөт. Бул жерде $I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$ ге барабар болот. Демек чынжырдагы ток өзгөргөн $t = 2c$ ичинде өзгөргөн R_t каршылыгы үчүн төмөнкү фомуланы алабыз.

$$R_t = \frac{\varepsilon + \frac{L\Delta I}{\Delta t}}{\frac{\varepsilon}{R} - \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right) \cdot t}$$

Эсептейбиз:

$$R_t = \frac{1.2B + 1Гн \cdot 2c}{\frac{1,2B}{1Ом} - 2c \cdot 2c} = \frac{3,2B}{2,8A} = 1,12Ом$$

Жообу: $R_t = 1.12Ом.$

5.4 Электростанциялардын кубаттуу генараторлорунун иштешин да электромагниттик индукция кубулушуна негиздеген. Алардын генараторлорунун ЭККү өтө чоң болгону менен анчалык чоң эмес чыңалуу талап кылынат. Өзгөрмө токту, анын кубаттуулугун дээрлик жоготпой чыңалуунун бир нече эсе. Жогорулатып же төмөндөтүп өзгөртүү, трансформаторлордун жардамы менен ишке ашырылат.

Биринчи жолу трансформатор орус окумуштуусу П.Н.Яблочков тарабынан түзүлүп, андан кийин анын идеясын улантып бир топ өркүндөтүлгөн трансформатор Москва университетинин кызматкери М.Ф.Усагин тарабынан түзүлгөн.

Трансформатор зым орому бар эки катушка кийгизилген, кээде анданда көбүрөөк, туюк болот өзөкчөсүнөн турат.Биринчи деп аталган түрмөктүн бири өзгөрмө чыңалуунун булагына туташтырылат, ал эми электр энергиясын талап кылуучу приборлор туташтырыла турган түрмөгүн *экинчи* деп атала. Ал эми эки оромдуу трансформатордун схемада шарттуу белгинеши 29-сүрөттө көрсөтүлгөн.

****** сүрөт.

Жогоруда айтылып кеткендей, трансформаторлордун иштеши болгон биринчи түмөктөгү e_1 индукциянын толук ЭКК $N_1 e$ ге барабар болсо, анда экинчи түрмөктө, толук ЭКК $e_2 N_2 e$ ге барабар. Мындан төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad (5.5)$$

Трасформатордун оромдорундагы активдүү каршылык аз болгондуктан аны эске албай коюга болот. Демек, бул учурда катушканын

кыскычтарындагы чыңалуу болжол менен индукциянын ЭКК нын модулуна барабар:

$$|U_1| \approx |e_1|, |U_2| \approx |e_2| \qquad (5.6)$$

(5.5) фомуласын (5.6) барабардыктарын эске алып төмөнкүчө жазууга болот:

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} = K$$

бул жерде K- трансформациялоо коэффициенти деп аталат. $K > 1$, болгондо трансформатор төмөндөтүүчү, ал эми $K < 1$ болгондо жогорулатуучу болуп эсептелет.

Азыркы кезде трансформаторлордун бул түрлөрү электр энергиясын аралыка берүүдө жана радиотехникалык түзүлүштөрдө кеңири колдонулушка ээ.

72-маселе: Эгерде трансформатордун түрмөгүндө бир ором туюкталып калса, трансформатор иштен чыгат. Эмне үчүн:

Жооп: Себеби бир эле ромдун каршылыгы өтө аз болгондуктан оромдо индукциялык чоң ток пайда болот. Бул болсо Джоуль-Ленцтин закону боюнча өтө көп жылуулуктун пайда болушуна алып келет. Демек, натыйжада түрмөктөрдүн ортосундагы тең салмактуулук бузулуп иштен чыгышына алып келет.

5.5. Өткөргүчтөгү электр тогу ээ болгон энергияны табуу үчүн, биринчи кезекте чынжырды туюктайбыз. Бул учурда ток чоңойо баштайт. Ток күчү L ге барабар болсун үчүн ток булагы куюндуу талаанын күчүнө каршы жумуш аткарып, бул жумуш токтун магнит талаасынын энергиясын чоңойтууга жумшалат. 5.3. тө айтылган өздүк индукция менен инерциянын окшоштугунун негизинде индуктивдүүлүгү L болгон чынжыр боюнча өткөн I тогунун энергиясы үчүн төмөнкү туюнтманы жазууга болот:

$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

бул жерде механикадагы кинетикалык энергиянын формуласындагы:

$W_k = \dfrac{m \cdot \vartheta^2}{2}$, нерсенин массасынын ролун индуктивдүүлүк L, ал эми ылдамдыктны ролун ток күчү I аткарат.

Демек, токтун магнит талаасынын энергиясы L өткөргүчтүн геометриялык мүнөздөмөсү жана андагы I ток күчү аркылуу гана мүнөздөлүшү мүмкүн.

73-маселе: Катушкада индуктивдүүлүгү 0,15 Гн жана эң кичине r каршылыктагы 4 А ток күчү белгиленди. Катушкага параллель кылып $R \geq r$

каршылыктагы резисторду туташтырышты. Ток булагын тез ажыраткандан кийин туташканда жана резистордо кандай жылуулук саны бөлүнүп чыгат?

Берилди:
$L = 0{,}15$ Гн
$I = 4$ А
Q - ?

Чыгаруу:
Ток булагын ажыратканда өздүк индукциянын натыйжасында катушкада жана резистордо энергия сакталып калат. Бул энергия ошол учурда бөлүнүп чыккан жылуулук санына барабар болот: $Q = W_M$

Демек, токтун магнит талаасынын энергиясынын формуласын жазабыз:

$$Q = W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

Эсептейбиз: $Q = \frac{0{,}15 Гн \cdot (4A)^2}{2} = 1{,}2$ Дж

Жообу: $Q = 1{,}2$ Дж

5.6. Магнит талаасы электр тогунан гана түзүлбөстөн, туруктуу магниттен
да түзүлөт. Туруктуу магниттер бир аз гана заттардан жасалат. Ошондой эле магнит талаасына киргизилген бардык заттар да магниттешип калат. Бир тектүү чөйрөдөгү $\vec{B}$ магниттик индукция векторунун ваакум мейкиндигинин ошол эле чекитиндеги $\vec{B}_0$ векторуна болгон катышы чөйрөнүн магниттик касиетин мүнөздөөчү чөйрөнүн магниттик өткөргүчтүгү деп аталат.

$$\mu = \frac{\vec{B}}{\vec{B}_0}$$

Нерселердин магниттик касиетин биринчи жолу француз окумуштуусу Ампер өзүнүн төмөндөгү гипотезалары менен түшүндүрүлгөн:

1) Нерселердин магниттик касиеттери алардын ичиндеги циркуляциалоочу токтордун натыйжасы болот.
2) Ар кандай нерсенин магниттик касиетин анын ичиндеги туюк электр тогу менен аныкталышат.

Магниттик өткөргүчтүгү $\mu \gg 1$ болгон нерселер ферромагниттер деп аталат. Аларга темир, кобальт, никель, сейрек учуроочу элементтер жана көп эритмелер кирет. Буларда магнит талаалары электрондордун ядронун тегерегинде айлануу кыймылынан эмес, өздүк айлануунун эсебинен түзүлөт.

Температураны жогорулата турган болсок ферромагниттер кайсы бир температурада өздөрүнүн магниттик касиеттерин жогото баштайт. Бул температура ушул кубулушту ачкан француз окумуштуусунун ысымы менен ***Кюри температурасы*** деп аталат. Мисалы: темир үчүн $t_{Кюри}$ = 753°C, никель үчүн $t_{Кюри}$ = 365°C ж.б.

Ферромагниттерден магниттик пленкалар жана магниттик ленталар жасалат. Алар магнитофондо үн жазууда жана видеомагнитофондордо видео жазуулар үчүн кеңири пайдаланылат. Ошондой эле азыркы кездеги компьютерлердин эске тутуучу түзүлүштөрүндө да жука магниттик пленкалар орнотулган.

Кайталоо үчүн маселелер

1. Эмне үчүн тулкусу латунь кампастын жебесинин термелүүсү бат басаңдайт, ал эми корпусу пласттмасса болгондо анын жебеси акырындык менен жай басаңдайт?

2. Контурду кесип өтүүчү магнит агымы 5 м с нын ичинде 9дан 4м Вб ге чейин азаят. Контурдагы индукциянын ЭКК үн тапкыла ? (*жообу 1 В)*

3. 4см нын ичинде магнит индукциясы 0,2 т лга өзгөргөн кезде 10 В ЭКК пайда болуш үчүн туура кесилиш аянты 50 см ^{2} болгон катушка канча оромго ээ болушу керек? (*ж: 80*)

4. Индуктивтүүлүгү 0,2 мГн болгон контурга 10 А ток берилсе кандай чоңдуктагы магнит агымы пайда болот?(ж:2мВб)

5. Индуктивтүүлүгү 0,6 гн болгон катушкадагы ток күчү 20 А ге барабар.Бул катушканын магнит талаасынын энергиясын аныктагыла. Эгер ток күчү 2 эсе азайса. Анда талаанын энергиясы кандайча өзгөрөт.(*ж120 дж, 4 эсе азаят*)

6. Эмне үчүн кубаттуу электр кыймылдаткычтарды ток берүүчү тармактан реостаттын жардамында акырындык менен жай ажыратат?

АДАБИЯТТАР:

1. А.П.Рымкевич. Физика боюнча маселелер жыйнагы. М.,1989
2. В.С.Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики;СПб,1991
3. Курманкулов Ш.Ж.,Ташиев У.Ж., Задачи по курсу общей физики (Механика, молекулярная физика и термодинамика).г. Ош-2004
4. М.М.Кидибаев, К.Шаршеев. Жалпы физика. I-II-III-томдор. Бишкек, Илим, 2004
5. Перышкин А.Р. Физические олимпиады по физике, М.,Наука 1986
6. Раимкул Жапар уулу, Жамила Асанбай кызы, Физикалык атамалардын орусча-кыргызча сөздүгү,Бишкек 1993.
7. Сивухин Д.В. Общей курс физики Том 2, Механика, М.,1989.
8. Савельев И.В. Курс физики, Т.1, М., 1989.
9. Физическая энциклопедия Т.1,2,3.

Сунуштар, ойлор,пикирлер

898077