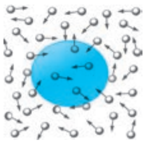
ФИЗИКА

Жалпы орто билим берүүчү мектептердин
9-классы үчүн окуу китеби

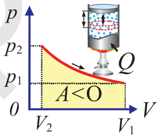
Кайра иштелген жана толукталган үчүнчү басылышы

Өзбекстан Республикасынын Элге билим берүү министрлиги
тарабынан сунушталган

ЗАТТЫН ТҮЗҮЛҮШҮНҮН МОЛЕКУЛЯРДЫК-КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯСЫНЫН НЕГИЗДЕРИ

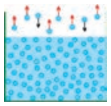


ТЕРМОДИНАМИКАНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИ

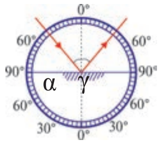


ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРЫ

СУЮК ЖАНА КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН КАСИЕТТЕРИ



ОПТИКА



Гафур Гулам атындагы басма-полиграфиялык чыгармачылык үйү
Ташкент – 2019

http://eduportal.uz

УДК 372.853(075)
КБК 22. 3 я 72
Ф 58

Авторлор: П. ХАБИБУЛЛАЕВ, А. БАЙДЕДАЕВ,
А. БАХРАМОВ, К. СУЯРОВ, Ж. УСАРОВ, М. ЮЛДАШЕВА

Жооптуу редактору:
К. Турсунметов – физ.-мат. илимдеринин доктору, ӨзУУнин профессору

Рецензенттер:

А. Т. МАМАДАЛИМОВ – физ.-мат. илимдеринин доктору, ӨзР ИА академиги.
М. ДЖОРАЕВ – Низами атындагы ТМПУнин профессору, пед. илим. доктору.
Э. ХУЖАНОВ – ТМПУнин «Физика жана астрономияны окутуу кафедрасынын» окутуучусу.
З. САНГИРОВА – РББ «Анык жана табигый илимдер» бөлүмүнүн физика предмети методисти.
Ш. САДЫКОВА – ӨзУУнин «Жалпы физика» кафедрасынын окутуучусу, философия илим. доктору.
В. САИДХОЖАЕВА – Ташкент облусу Пскент району 5-мектептин физика предмети мугалими, Өзбекстанда эмгек сиңирген элге билим берүүнүн кызматкери.
М. САИДААРИПОВА – Юнусабад району 63-мектептин физика предмети мугалими.
Э. ЖУМАНИЯЗОВ – Сергели району 8-мектептин физика предмети мугалими.

Шарттуу белгилер

– көңүл бур жана эсте сакта

– суроолорго жооп бер

– эстеп кал

М 9 – маселелерди чыгар

– практикалык тапшырмаларды аткар жана дептериңе жаз

* – чыгарылышы салыштырмалуу татаал болгон маселе

Республикалык максаттуу китеп фондунун каражаттары эсебинен басылды.

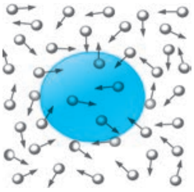
Хабибуллаев П.
Физика. Жалпы орто билим берүүчү мектептердин 9-классы үчүн окуу китеби / П. Хабибуллаев [жана б.]. – Тошкент: Гафур Гулам атындагы басма-полиграфиялык чыгармачылык үйү, 2019. –176 б.

УДК 372.853(075)
КБК 22. 3 я 72

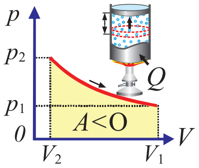
ISBN 978-9943-5551-7-4

© Гафур Гулам атындагы басма-полиграфиялык чыгармачылык үйү, 2019

http://eduportal.uz



МОЛЕКУЛЯРДЫК ФИЗИКА ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ



Молекулярдык физика жана термодинамика – физиканын бөлүмдөрүнөн бири болуп, анда телонун физикалык касиеттери аны түзгөн чексиз бөлүкчөлөрдүн арасында жүргөн жараяндарга байланыштырып үйрөнүлөт.

Молекулярдык физика жана термодинамика үйрөнө турган маселелердин чөйрөсү аябай кең болуп, ал:

– заттардын түзүлүшүн;

– заттын түрдүү абалындагы физикалык касиеттерин;

– заттын бир абалдан башка абалга өтүү мыйзам ченемдүүлүктөрүн;

– заттын беттик кубулуштарын, эки заттын чек арасында жүргөн кубулуштарды;

– затты түзгөн бөлүкчөлөрдүн кыймылы жана алардын ортосундагы өз ара таасир күчтөрүнүн пайда болуу себептерин үйрөнөт жана түшүндүрөт.

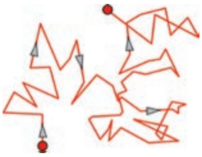
Молекулярдык физика менен термодинамиканы үйрөнүүдө статистикалык жана термодинамикалык методдордон пайдаланылат.

1. Статистикалык метод. «*Статистика*» сөзү «*эсептөө*», «*жалпылаштыруу*» деген маанилерди билдирет. Статистикалык методдо заттагы ар бир бөлүкчөнүн кыймылы эмес, алардын натыйжалык орточо кыймылы үйрөнүлөт. Мисалы, молекулалардын орточо ылдамдыгы, кинетикалык энергиясы жана у. с. Бөлүкчөлөрдүн натыйжалык орточо кыймылы өз алдынча бөлүкчөлөрдүн кыймыл мыйзам ченемдүүлүктөрүнүн негизинде аныкталат. Бул метод заттын түзүлүшүнүн молекулярдык-кинетикалык теориясына негиз кылып алынган.

2. Термодинамикалык метод. «*Термодинамика*» сөзү «*termo*» — «*жылуулук*» жана «*динамика*» — «*күч*», «*кыймыл*» сөздөрүнөн алынган. Термодинамикалык методдо үйрөнүлүп жаткан заттын абалы температура, басым, көлөм сыяктуу термодинамикалык параметрлер менен аныкталат.

Молекулярдык физиканы үйрөнүүдө эки статистикалык жана термодинамикалык методдор тең бири-бирин толуктайт. Бул методдордон газ, суюк жана катуу абалдагы заттардын түзүлүшү жана аларда жүргөн жараяндарды үйрөнүүдө пайдаланылат.

http://eduportal.uz



I ГЛАВА

ЗАТТЫН ТҮЗҮЛҮШҮНҮН МОЛЕКУЛЯРДЫК – КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯСЫНЫН НЕГИЗДЕРИ

1-§. ЗАТТЫН ТҮЗҮЛҮШҮНҮН МОЛЕКУЛЯРДЫК – КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯСЫ

Заттын түзүлүшү жөнүндөгү окууга баштап б. з. ч. V – IV кылымдарда жашаган грек ойчулу Демокрит тарабынан негиз салынган. Ал табият кубулуштарын үйрөнүү үчүн телолордун ички түзүлүшүн үйрөнүү зарыл экендигин жазган. Анын оюнча, бардык заттар абдан кичине бөлүкчөлөрдөн түзүлгөн. Демокрит заттын эң кичине бөлүнбөс бөлүкчөсүн атом деп атагандыгы жөнүндөгү маалымат менен сен 6-класста таанышкансың.

Заттын түзүлүшүн жана касиеттерин аны түзгөн молекулалардын кыймылына жана молекулалардын ортосундагы өз ара таасир күчүнө байланыштырып үйрөнгөн теория молекулярдык - кинетикалык теория (МКТ) деп аталат.

Заттын түзүлүшүнүн молекулярдык-кинетикалык теориясы XVIII кылымдан үзгүлтүксүз теория иретинде өнүгө баштады. Бул теориянын өнүгүшүнө орус окумуштуулары М.В.Ломоносов, Д.И.Менделеев, англис окумуштуулары Д.Дальтон, Ж.Максвелл, немис окумуштуусу О.Штерн, австрия физиги Л.Больцман, италян окумуштуусу А.Авогадро жана б. өздөрүнүн салымын кошушту.

Молекулярдык-кинетикалык теория тажрыйбаларда далилденген үч эрежеге негизденет:

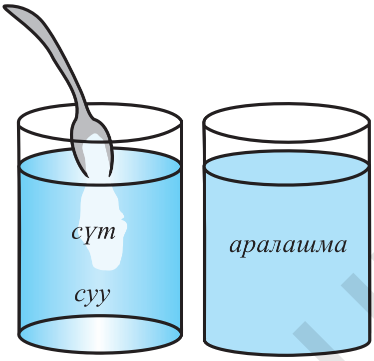
1. Заттар бөлүкчөлөр — атом жана молекулалардан түзүлгөн.
2. Атом жана молекулалар тынымсыз жана баш аламан кыймылдашат.
3. Атом жана молекулалардын арасында өз ара тартышуу жана түртүшүү күчтөрү бар.

Бул эрежелер төмөнкү практикалык мисалдарда таасын байкалат.

1. Бөлмөнүн бир бурчуна атыр себилсе, анын жыты бөлмөнүн башка четине да жетип келет. Бул жыт атырдын молекулаларынан түзүлгөн. Молекулалардын тынымсыз жана баш аламан кыймылы натыйжасында жыт таралат. Жыт бизге жетип келгенге чейин белгилүү убакыт өтөт. Буга себеп – атырдын молекулалары өз жолунда чексиз аба молекулалары менен кагылышат жана өз кыймыл багытын көп жолу өзгөртөт.

http://eduportal.uz

2. Стакандагы суунун үстүнө бир чай кашык сүт куйсак, суу менен сүт заматта аралашып кетпейт (1-*а* сүрөт). Алар аралашуусу үчүн белгилүү убакыт өтөт (1-*б* сүрөт).

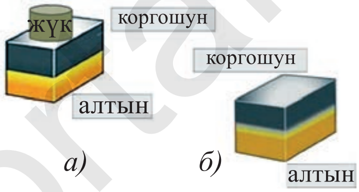


а) *б)*

1-сүрөт.

Суу менен сүттүн өз ара аралашуусу алардын бөлүкчөлөрдөн түзүлгөндүгүн жана бул бөлүкчөлөр тынымсыз жана баш аламан кыймылда болушун көрсөтөт. Аралашууга убакыттын кетиши болсо бөлүкчөлөрдүн **өз ара таасирде аракеттенишин** көрсөтөт.

3. Алтын жана коргошун металлдарынын беттери жылмакайланып, үстү-үстүнөн коюлган түрдө алардын үстүнө оор жүк коюлган (2-*а* сүрөт). Беш жылдан кийин металлдардын үстүндөгү жүк алынганда, алардын бири-бирине жабышып калгандыгы байкалган. Алтындын атомдору коргошун затынын ичине, коргошундун атомдору болсо алтын затынын ичине болжолдуу 1 мм ге кирип барган (2-*б* сүрөт). Мында алтын жана коргошун заттарынын аралашуусу катуу телолордун да бөлүкчөлөрдөн түзүлгөндүгүн билдирет. Катуу тело бөлүкчөлөрүнүн акырын аралашуусу болсо металл бөлүкчөлөрүнүн өз ара таасир күчү суюктук же газдарга караганда күчтүүрөөк экендигин көрсөтөт.



а) *б)*

2-сүрөт.

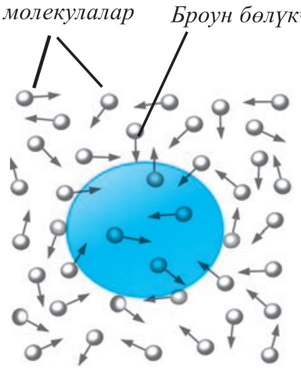
Броун кыймылы

Заттагы молекулалардын баш аламан кыймылын тастыктаган тажрыйба англис ботаниги Роберт Броун тарабынан 1827-жылы жасалган. Ал суунун бетине өсүмдүк гүлүнүн чаңын (спора-урук) сээп, аны микроскопто көрөт. Чаңдын суунун бетиндеги тынымсыз жана баш аламан кыймылын көрүп, аны кандайдыр майда жаныбар деп ойлогон. Аракеттенген нерсе эмнелигин жана мындай кыймылдын себептерин аныктоо үчүн Броун тажрыйба жасаган. Ал тажрыйбалардын негизинде табиятта бөлүкчөлөрдүн тынымсыз жана баш аламан (хаотикалык) кыймыл жасашын аныктаган. Бул кыймыл илимде **Броун кыймылы** деген наам алды.

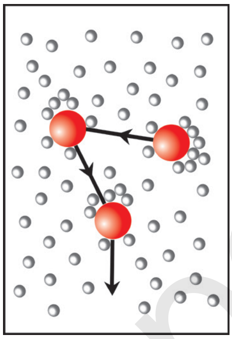
Суюктук же газдагы атом жана молекулалардын тынымсыз жана баш аламан кыймылы *хаотикалык* кыймыл деп аталат.

«Хаотикалык» сөзү латинче *«хаos»* — *«баш аламан»* деген маанини билдирет. Броун кыймылынын пайда болуу себептери зат түзүлүшүнүн молекулярдык-кинетикалык теориясы негизинде төмөнкүдөй түшүндүрүлөт. Броун кыймылынын бул теориясы 1905-жылы Альберт Эйнштейн тара-

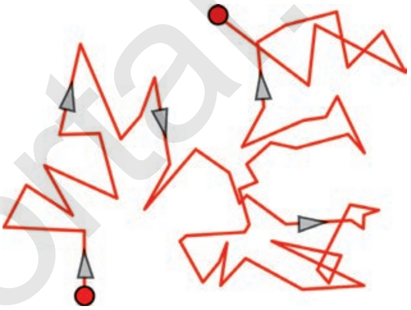
бынан жаратылган. Суюктукта турган гүлдүн чаңына (Броун бөлүкчөсүнө) заттын молекулалары тынымсыз жана баш аламан урулуп турат. Эгерде Броун бөлүкчөсүнүн өлчөмү 1 микрометрден чоң болсо, ага түрдүү жактардан урулган молекулалардын сокку күчтөрү бөлүкчөнү кыймылга келтире албайт (3-сүрөт). Броун бөлүкчөсүнүн өлчөмү 1 нанометр айланасында болсо, ага бир жактан урулган молекулалардын саны башка жактан урулган молекулалар санынан айырмаланат. Броун бөлүкчөсүнө таасир эткен натыйжалык күч бөлүкчөнү кыймылдатат (4-сүрөт). Демек, Броун кыймылы кандайдыр чөйрөдө турган бөлүкчөгө ошол чөйрө молекулаларынын тынымсыз урулушу натыйжасында пайда болот.



3-сүрөт.



4-сүрөт.



5-сүрөт.

Заттын түзүлүшүн үйрөнүү боюнча изденүүлөрдө Броун кыймылынын ачылышы чоң роль ойноду. Броун кыймылы молекулалардын баш аламан кыймыл жасашынан тышкары, заттын молекулалардан түзүлгөндүгүн да тастыктайт.

Броун кыймылын француз физиги ***Жан Перрен*** тажрыйбада үйрөнүп, хаотикалык кыймыл жасаган бөлүкчөнүн бирдей убакыттар аралыгындагы абалдарын сүрөткө тарткан. Броун бөлүкчөсүнүн траекториясы 5-сүрөттө көрсөтүлгөндөй түрдүү узундуктардагы сынык сызыктардан турат экен. 1926-жылы Ж.Перренге заттын молекулалардан түзүлгөндүгүн тажрыйбалык далили үчүн Нобель сыйлыгы берилген.

Броун кыймылы тынымсыз жана баш аламан кыймылдан турат.
Броун кыймылынын траекториясы татаал сынык сызыктардан турат.
Броун кыймылы бөлүкчөнүн өлчөмүнөн көз каранды.

1. Кандай тажрыйбалар зат түзүлүшүнүн молекулярдык - кинетикалык теориясынын негизги эрежелерин тастыктайт?
2. Броун кыймылынын пайда болуу себебин түшүндүрүп бер.
3. Эмне үчүн экиге бөлүнгөн пластилинди бири-бирине бириктирүүгө болот, ал эми экиге бөлүнгөн калемдин бөлүктөрүн бири-бирине кайрадан бириктирүүгө болбойт?

http://eduportal.uz

4. Катуу телолордун бөлүкчөлөрү да тынымсыз жана баш аламан кыймыл жасайт. Эмне үчүн катуу телолор чачылып кетпейт?

Броун кыймылына байкоо жүргүзүү. Түнкүсүн жатакананадагы чыракты өчүрүп, фонардын жардамында шооланы ал. Кандайдыр кездемени ошол шооланын жолунда булгала. Жарыктын шооласында чаң бөлүкчөлөрүнүн тынымсыз жана баш аламан кыймыл жасаганы көрүнөт. Корутундуңду жаз.

Механикалык моделдин негизинде молекулалардын баш аламан кыймылын көрсөтүү.

Керектүү жабдуулар: ак жана кара түстөгү шарчалар, талинке, фломастер.

Максат: молекулалар баш аламан аракеттенет, деген гипотезаны механикалык моделдин негизинде үйрөнүү.

1. Молекуланын модели иретинде ак жана кара түстөгү шарчаларды алабыз. Мисалы, болжолдуу 20 дан ал.

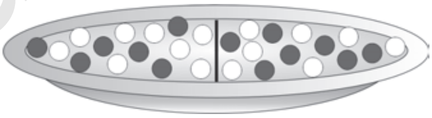
2. Астыңкы негизи тегиз болгон тереңирээк идишти (маселен, талиңкени) ал.

3. Идиштин ички негизин фломастерде чийип, тең экиге бөл.

4. Идиш негизинин биринчи жарымына ак түстөгү шарчаларды, экинчи жарымына кара түстөгү шарчаларды сал (6-*а* сүрөт).

5. Идишти кыймылдатып, анын ичиндеги шарчаларды кыймылга келтир жана алардын жайлашуусуна байкоо жүргүз (6-*б* сүрөт), өзүңдүн корутундуңду жаз.

а)



б)

6-сүрөт.

2-§. МОЛЕКУЛАНЫН МАССАСЫ ЖАНА ӨЛЧӨМҮ

Молекулалар

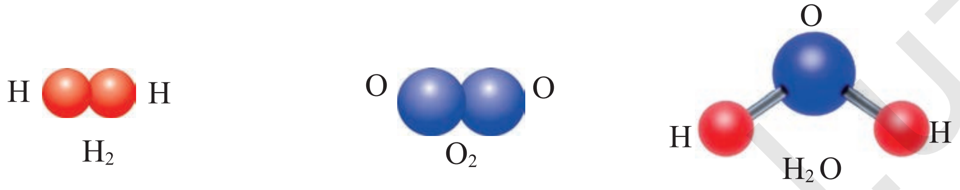
Заттар майда бөлүкчөлөрдөн – молекула жана атомдордон түзүлгөндүгүн билип алдың.

Заттын химиялык касиетин өзүндө сактап калган эң кичине бөлүкчөсүнө молекула дейилет.

Молекула бирдей же ар түрдүү химиялык элементтердин бир нече атомунан турат. Металлдар жана инерттүү газдар табиятта атом абалында кездешет. Металл жана инерттүү газдардан башка заттардын молекуласы аз дегенде эки атомдон түзүлгөн болот. Мисалы, суутек газы суутектин (H_2) молекулаларынан, ар бир суутектин молекуласы болсо 2 суутектин

(H) атомунан турат. Абадагы кычкылтек заты кычкылтектин (O_2) молекулаларынан, ар бир кычкылтектин молекуласы 2 кычкылтектин (O) атомунан түзүлгөн. Суу заты суунун (H_2O) молекулаларынан түзүлгөн. Ар бир суунун молекуласы 2 суутек (H) жана 1 кычкылтектин (O) атомунан турат (7-сүрөт).

Суутектин молекуласы Кычкылтектин молекуласы Суунун молекуласы



7-сүрөт.

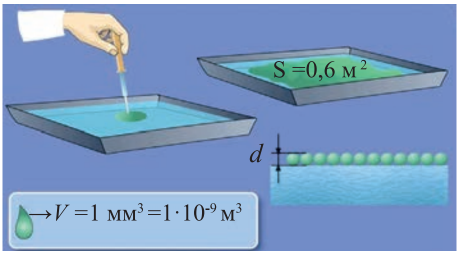
Молекулалардын өлчөмү

Молекулалар абдан кичине болгондуктан, аларды көз менен көрүүгө болбойт. Бирок мына ошол көзгө көрүнбөс, аябай майда бөлүкчөлөр биригип, биз көрө алган телолор жана заттарды түзөт. Молекулалардын өлчөмү кандай? Алардын өлчөмүн аныктоого болобу?

Молекуланын өлчөмүн аныктоо мүмкүнчүлүгүн берген көптөгөн усулдар бар. Алардан бирин, зайтун майы тамчысынын суунун бетинде жайылышын көрөбүз. Эгерде идиш чоң болсо, майдын катмары суунун бетин толук каптабайт (8-сүрөт). Көлөмү 1 мм^3 болгон зайтун майынын тамчысы суунун бетинде болжолдуу 0,6 м^2 аянтты ээлейт. Тамчы суунун бетинде эң чоң аянтка жайылганда, май катмарынын калыңдыгын бир молекуланын диаметрине жакын деп элестетүүгө болот. Демек, май катмарынын калыңдыгын аныктап, молекуланын өлчөмүн болжолдуу эсептөөгө болот.

Май катмарынын калыңдыгын төмөнкүдөй аныктайбыз. Май катмарынын көлөмү *V*, жайылган аянты *S* менен калыңдыгы *d* нын көбөйтүндүсүнө барабар:

$$\boxed{V = S \cdot d.} \qquad (1)$$



8-сүрөт.

Бул барабардыктан май катмарынын калыңдыгы — зайтун майы молекуласынын диаметри төмөнкүгө барабар болот:

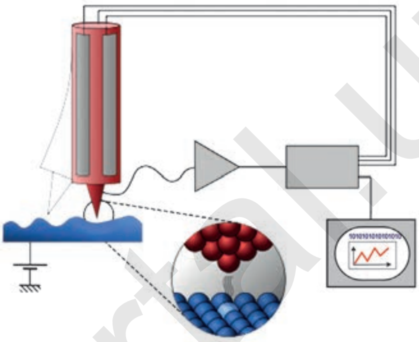
$$d = \frac{V}{S} = \frac{1\ \text{мм}^3}{0,6\ \text{м}^2} = \frac{10^{-9}\ \text{м}^3}{0,6\ \text{м}^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-9}\ \text{м}.$$

Мындай өлчөмдөгү молекуланы эң күчтүү оптикалык микроскопто да көрүүгө болбойт. Өлчөөдө алынган натыйжалардын негизинде биз атомду радиусу 10^{-10} м ге жакын болгон шар көрүнүшүндө элестетишибиз мүмкүн.

http://eduportal.uz

Молекулалар бир нече атомдордон тургандыгы үчүн алардын диаметри атомдун диаметринен чоңураак болот. Мисалы, суутек молекуласынын диаметри $d \approx 2,3 \cdot 10^{-10}$ м, суу молекуласынын диаметри $d \approx 3 \cdot 10^{-10}$ м ге барабар.

Бул өлчөмдөр аябай кичине болгондуктан, аларды элестетүү да кыйын. Мындай учурларда элестетүүгө өз ара салыштыруу жардам берет. Мисалы, эгерде молекула алмадай болгонго чейин чоңойтурулса, ошончо жолу чоңойтулган алма Жер планетасындай болмок. Дагы бир салыштыруу: эгерде табияттагы бардык нерсе 10^8 эсе чоңойсо, бою 1 м болгон баланын бою 100 000 км ге жетмек.



9-сүрөт.

Учурда атайын аспаптар жардамында өз алдынча атомдор жана молекулалардын жайлашуу көрүнүшүн жана алардын өлчөмүн анык өлчөө мүмкүнчүлүгү бар. Ушундай заманбап аспаптардан бири **туннелдүү микроскоп** (9-сүрөт) болуп, ал 1980-жылдарда белгилүү IBM[1] фирмасынын кызматчылары тарабынан жаратылган (бул ачылыштын авторлору болгон Герд Биннинг жана Генрих Рорерге 1986-жылы Нобель сыйлыгы берилген). Туннелдүү микроскоп өлчөмдү 100 миллион эсе чоңойтуу мүмкүнчүлүгүнө ээ. Бул болсо атомдун өлчөмүн өтө чоң аныктыкта өлчөө мүмкүнчүлүгүн берет. Туннелдүү микроскоптун жардамында көмүртек атомунун диаметри $1,4 \cdot 10^{-10}$ м ге барабар экендиги жана башка атомдордун өлчөмдөрү да аныкталган. Туннелдүү микроскоптун жардамында затты түзгөн бөлүкчө сүрөтүнүн алынышы менен заттын атом жана молекулалардан түзүлгөндүгүнө ишеним пайда болду.

Молекуланын массасы

Молекуланын өлчөмү жөнүндөгү маалыматтардан пайдаланып, алардын массасын эсептейбиз. Алсак, суу молекуласынын диаметри болжолдуу $d \sim 3 \cdot 10^{-10}$ м болсо, анда анын көлөмү да болжолдуу $V \sim d^3 = (3 \cdot 10^{-10}\text{ м})^3$ ге барабар болот. Суунун молекулалары бири-бирине тыгыз тийип турат деп, 1 $м^3$ суудагы молекулалардын санын эсептейбиз:

$$N = \frac{1\text{м}^3}{(3 \cdot 10^{-10}\text{м})^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28}$$

1 $м^3$ суунун массасы 1000 кг га барабар экендигинен суу молекуласынын массасын эсептейбиз:

$$m_0 = \frac{1000\text{ кг}}{3,7 \cdot 10^{28}} \approx 2,7 \cdot 10^{-26}\text{ кг}.$$

[1] IBM (Internasional Business Machines) программалык камсыздоо боюнча Америкадагы ири компания.

Эсептөөнүн натыйжасы боюнча, суу молекуласынын массасы аябай кичине экендиги көрүнүп турат. Атомдун (же молекуланын) өлчөмдөрү канчалык кичине болбосун, алардын массалары аныкталган. Мисалы, суу молекуласынын массасы $m_{H_2O} \approx 2{,}7 \cdot 10^{-26}$ кг, кычкылтектин молекуласы $m_{O_2} \approx 5{,}32 \cdot 10^{-26}$ кг, көмүртектин атому $m_C \approx 1{,}992 \cdot 10^{-26}$ кг, сымаптын атому $m_{Hg} \approx 3{,}337 \cdot 10^{-25}$ кг экен.

Салыштырма атомдук (молекулярдык) масса

Жогоруда затты түзгөн молекуланын массасы абдан кичине экендиги айтылды. Бирок мындай кичине массаны таразада өлчөөгө болбойт. Ошондуктан атомдун массасын туюнтуу үчүн атайын **массанын атом бирдиги unit (u)**[2] түшүнүгү киргизилген. Эл аралык келишим боюнча бардык заттар атомдорунун массасын $^{12}_{6}C$ көмүртек атому массасынын 1/12 бөлүгү менен салыштыруу кабыл алынган. Анда массанын атом бирдиги:

$$m_{0C} \cdot \frac{1}{12} = 1{,}992 \cdot 10^{-26}\ \text{кг} \cdot \frac{1}{12} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{кг}.$$

Демек,

$$\boxed{1\text{u} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{кг.}}$$

Берилген зат атому массасынын (m_0) көмүртек атому массасынын (m_{0C}) $^1/_{12}$ бөлүгүнүн катышына ошол заттын салыштырма атомдук массасы дейилет.

Аныктама боюнча салыштырма атом массасы төмөнкүдөй эсептелет:

$$\textit{Салыштырма атомдук массаси} = \frac{\textit{Элементтин бир атомунун массасы}}{\textit{Көмүртектин атом массасынын 1/2 бөлүгү}}$$ же

$$A_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}. \qquad (2)$$

(2) туюнтма боюнча кычкылтек атомунун салыштырма атом массасы:

$$A_n = \frac{2{,}66 \cdot 10^{-26}\ \text{кг}}{1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{кг}} = 16\ \text{u}.$$

Салыштырма атом массасы өлчөмсүз чондук эсептелет. Бардык химиялык элементтердин салыштырма атом массасы Д. И. Менделеев-

[2] «unit» – англисчеде – «unifed mass unit» – массанын атом бирдиги

http://eduportal.uz

дин химиялык элементтер мезгилдик системасында берилген. Татаал зат молекуласынын салыштырма молекулярдык массасын табуу үчүн анын курамына кирген элементтердин салыштырма атом массаларын кошуу керек. Мисалы, суу (H_2O) молекуласынын салыштырма молекулярдык массасын табуу үчүн эки суутек атомунун салыштырма массасына бир кычкылтек атомунун салыштырма массасын кошобуз, б. а.: $M_{H_2O} = 1 \cdot 2 + 16 = 18$ u.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Бир даана суу молекуласынын массасы $3 \cdot 10^{-26}$ кг га барабар болсо, 12 см^3 сууда канча молекула бар?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$m_0 = 3 \cdot 10^{-26}$ кг	$m = \rho \cdot V$; $N = \dfrac{m}{m_0}$;	$N = \dfrac{10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-26}} = 4 \cdot 10^{23}$.
$V = 12$ см^3 $= 12 \cdot 10^{-6}$ м^3	$N = \dfrac{\rho \cdot V}{m_0}$.	**Жообу:** $N = 4 \cdot 10^{23}$.
$\rho = 1000$ кг / м^3.		
Табуу керек: $N = ?$	$[N] = \dfrac{\text{кг}}{\text{кг}} = 1$.	

1. Молекулага мүнөздөмө бер жана мисалдар келтир.
2. Молекуланын өлчөмүн кантип аныктоого болот?
3. Атом жана молекуланын өлчөмү кандай тартипте болот?
4. Массанын атом бирдиги иретинде кандай чоңдук алынган?
5. Заттын салыштырма молекулярдык массасы кандай аныкталат?

1. Массасы 2,4 кг болгон көмүрдө канча көмүртектин атому бар экендигин эсепте. Көмүртек атомунун массасын $2 \cdot 10^{-26}$ кг деп ал.
2. Көлөмү 0,2 мм^3 болгон май суунун бетинде жайылып, болжолдуу 0,8 м^2 аянтта жука жаргакты түздү. Майдын молекулалары суунун бетинде бир калыпта тегиз жайылган деп эсептеп, майдын молекуласынын сызыктуу өлчөмүн аныкта.
3. Бир суу молекуласынын массасы $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Көлөмү 5 см^3 болгон сууда канча суунун молекуласы бар?
4*. Идиштеги сууда 10^{24} суунун молекуласы болсо, суунун көлөмү кандай? Суу молекуласынын диаметрин $3 \cdot 10^{-10}$ м деп ал.
5*. Май молекуласынын диаметри болжолдуу $2{,}6 \cdot 10^{-10}$ м болсо, 35 см^3 майда канча майдын молекуласы бар экендигин аныкта.

http://eduportal.uz

6. Жадыбалды толтур.

№	Зат	Химиялык формуласы	Салыштырма молекулярдык массасы (u)
1	Азот		
2	Озон		
3	Аш тузу		
4	Метан газы		
5	Көмүр кычкыл газы		

3-§. ЗАТТЫН САНЫ

Заттын саны

Макроскопиялык («makro» – сөзү грекче «чоң» деген маанини билдирет) телонун курамында атомдор (же молекулалар) аябай көп болгондуктан, алардын санын массасы 12 г болгон көмүртек затындагы атомдордун саны менен салыштыруу кабыл алынган.

1 моль – заттын саны болуп, андагы атомдордун (молекулалардын) саны 12 г көмүртектеги атомдордун санына барабар.

Мүнөздөмөдөн бардык заттардын 1 моль сандагы молекулаларынын (атомдорунун) саны өз ара барабар, деген тыянак чыгат. ЭБС да заттын санын «моль» менен туюнтуу кабыл алынган. Заттын саны **ν** (нью) тамгасы менен белгиленет.

Авогадро туруктуусу

Саны 1 моль болгон заттагы молекулалардын саны италян окумуштуусу Амедео Авогадронун урматына ***Авогадро туруктуусу*** деп аталат жана аны N_A деп белгилөө кабыл алынган.

Авогадро туруктуусу фундаменталдык физикалык чоңдук болуп, анын сандык мааниси $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ го барабар.

Эгерде заттын саны ν га барабар болсо, андагы молекулалардын саны төмөнкүдөй аныкталат:

$$N = \nu \cdot N_A. \qquad (1)$$

Заттын санын табуу үчүн заттын курамындагы молекулалардын санын Авогадро санына бөлүү керек, башкача айтканда

$$\nu = \frac{N}{N_A}. \qquad (2)$$

http://eduportal.uz

Моль масса

Саны бир моль болгон заттын массасына моль масса дейилет жана *M* тамгасы менен белгиленет.

Бул мүнөздөмө боюнча, заттын моль массасы анын бир молекуласынын массасы менен Авогадро туруктуусунун көбөйтүндүсүнө барабар, б.а.:

$$M = m_0 N_A. \qquad (3)$$

Моль массанын бирдиги иретинде г/моль кабыл алынган. (3) туюнтма боюнча заттын молекуласынын массасын эсептөөгө болот:

$$m_0 = \frac{M}{N_A}. \qquad (4)$$

Демек, ар кандай заттын молекуласынын массасын аныктоо үчүн анын моль массасын Авогадро туруктуусуна бөлүү керек.

Салыштырма молекулярдык массанын $M_n = \dfrac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$ туюнтмасынан m_0 ди

таап, аны (3) туюнтмага койсок, $M = \dfrac{1}{12} m_{0C} \cdot M_n \cdot N_A$ туюнтма алынат. Эми

бул туюнтмага көмүртектин атом массасын жана Авогадро туруктуусунун сандык маанисин коюп жөнөкөйлөштүрүлсө, төмөнкү формула алынат:

$$M = M_n \cdot 10^{-3} \text{ г/моль же } M = M_n \text{ г/моль.}$$

Демек, моль масса салыштырма молекулярдык массага сан жагынан тең кылып граммдар эсебинде алынган масса экен. Менделеевдин мезгилдик системасы негизинде ар кандай зат молекуласынын салыштырма молекулярдык массасын аныктоого болот. Мисалы: көмүр кычкыл газынын молекуласы (CO_2) үчүн салыштырма молекулярдык масса M_{CO_2}= 44u га барабар, анда көмүр кычкыл (CO_2) газы үчүн моль массасы M = 44 г/моль го барабар болот.

Молекулалардын саны

Каалагандай заттын массасын табуу үчүн аны түзгөн молекулалардын санын бир молекуланын массасына көбөйтүү керек, башкача айтканда:

$$m = m_0 N. \qquad (5)$$

(4) барабардыгын (5) туюнтмага койсок, төмөнкү туюнтма алынат:

$$m = \frac{M}{N_A} N. \qquad (6)$$

http://eduportal.uz

(1) туюнтманы этибарга алсак, (6) туюнтмадан төмөнкү туюнтма алынат:

$$\nu = \frac{m}{M}. \qquad (7)$$

Анда (1) барабардыгын (7) туюнтма боюнча жазабыз:

$$N = \frac{m}{M} N_A. \qquad (8)$$

Бул туюнтма боюнча массасы анык болгон ар кандай түрдөгү заттын молекулаларынын (же атомдорунун) санын аныктоого болот.

Молекулалардын концентрациясы

Көлөм бирдигиндеги молекулалардын саны зат молекулаларынын концентрациясы деп аталат жана *n* тамгасы менен белгиленет.

Аныктама боюнча, зат молекулаларынын концентрациясы төмөнкүдөй аныкталат:

$$n = \frac{N}{V}, \qquad (9)$$

мында N – идиштеги молекулалардын саны, V – идиштин көлөмү.

Зат молекулаларынын концентрациясы Эл аралык бирдиктер системасында $[n]$ = $м^{-3}$ бирдигинде өлчөнөт.

(9) туюнтмадагы N дин ордуна (8) туюнтманы коюп, зат молекулаларынын концентрациясын аныктоонун дагы бир туюнтмасы алынат:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{V}\cdot\frac{m}{M}N_A = \frac{\rho}{m_0}. \qquad (10)$$

Бул туюнтмадан заттын тыгыздыгын аныктоонун дагы бир туюнтмасы келип чыгат, башкача айтканда $\rho = n \cdot m_0$.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

1-маселе. Көлөмү 54 $см^3$ болгон суудагы молекулалардын санын аныкта.

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$V = 54\ см^3$ $\rho = 1\ г/см^3$ $M = 18$ г/моль $N_A = 6{,}02\cdot10^{23}\ моль^{-1}$.	$m = \rho\cdot V$; $N = \frac{m}{M}N_A$.	$m = 54\cdot 1г = 54\ г$.
Табуу керек: $N = ?$	$[m] = \frac{г}{см^3}\cdot см^3 = г$. $[N] = \frac{г}{г/моль}\cdot\frac{1}{моль} = 1$	$N = \frac{54}{18}\cdot 6{,}02\cdot10^{23} = 1{,}806\cdot10^{24}$ **Жообу:** $N = 1{,}806\cdot10^{24}$.

http://eduportal.uz

2-маселе. 136 моль сымап канча көлөмдү ээлейт? Сымаптын тыгыздыгы 13,6 г/см^3, моль массасы 200 г/моль.

Берилген:

$\nu = 136$ моль

$\rho = 13{,}6 \cdot 10^3$ кг/м^3

$M = 200 \cdot 10^{-3}$кг/моль.

Табуу керек:

$V = ?$

Формуласы:

$\nu = \dfrac{m}{M}$; $m = \nu \cdot M$.

$V = \dfrac{m}{\rho} = \dfrac{\nu \cdot M}{\rho}$.

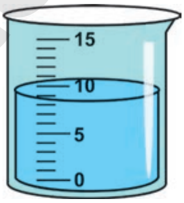
$[V] = \dfrac{\text{моль} \cdot \dfrac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\dfrac{\text{кг}}{\text{кг}^3}} = \text{м}^3$.

Эсептөө:

$V = \dfrac{136 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{13{,}6 \cdot 10^3} \text{м}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{м}^3$.

Жообу: $V = 2 \cdot 10^{-3}$ м^3 = 2 л.

1. Заттын саны деп эмнеге айтылат? Анын чен бирдиги эмне?
2. Авогадро туруктуусунун сандык маанисин айт жана аны түшүндүр.
3. Моль масса деп кандай чоңдукка айтылат? Озон, көмүр кычкыл газы жана метан газы үчүн моль масса эмнеге барабар?
4. Заттагы молекулалардын саны кандайча эсептелет?
5. Идиштеги суу молекулаларынын концентрациясын кандай аныктайсың (10-сүрөт)? Идиштин өлчөм деңгээли мл де берилген.



10-сүрөт.

1. Массасы 270 г болгон суудагы заттын санын аныкта.
2. Саны 8 моль болгон көмүр кычкыл (CO_2) газынын массасы эмнеге барабар?
3. Массасы 7 г болгон азоттун (N_2) курамындагы молекулалардын санын аныкта.
4. Заттын моль массасы 36 г/моль го барабар болсо, ошол заттын бир молекуласынын массасын аныкта.
5. Жадыбалды толтур.

№	Заттын түрү	Химиялык формуласы	Моль массасы (г/моль)	Молекуланын массасы (г)
1	Аш тузу	NaCl		
2	Озон	O_3		
3	Азот	N_2		
4	Метан газы	CH_4		

6. Бир даана газ молекуласынын массасы $7{,}33 \cdot 10^{-26}$ кг га барабар. Ошол газдын моль массасын аныкта.

http://eduportal.uz

4-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Узундугу 15 см жана туурасынан кесилиш аянты 4 мм^2 болгон графит таякчасында канча көмүртек атому бар экендигин аныкта. Графиттин тыгыздыгы 1,6 г/см^3. Бир даана көмүртек атомунун массасы $2\cdot10^{-26}$ кг га барабар.

Берилген:

l =15 см = $15\cdot10^{-2}$ м
S = 4 мм^2 = $4\cdot10^{-6}$ м^2
ρ =1,6 г/см^3 =$1,6\cdot10^3$ кг/м^3
m_0 = $2\cdot10^{-26}$ кг.

Табуу керек:
N = ?

Формуласы:

$V = S\cdot l$, $m = \rho\cdot V$
мындан: $m = \rho\cdot S\cdot l$.

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho\cdot S\cdot l}{m_0}.$$

$$[N] = \frac{кг}{кг} = 1$$

Эсептөө:

$$N = \frac{1,6\cdot10^3\cdot4\cdot10^{-6}\cdot15\cdot10^{-2}}{2\cdot10^{-26}} =$$

$$= 4,8\cdot10^{22}$$

Жообу: $N = 4,8\cdot10^{22}$.

2-маселе. Көлөмү 5 л болгон идишке 140 г массалуу азот газы куюлган. Идиштеги газ молекулаларынын концентрациясын аныкта.

Берилген:

V = 5 л = $5\cdot10^{-3}$ м^3
m = 140 г = 0,14 кг
M = $28\cdot10^{-3}$ кг/моль
N_A = $6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$.

Табуу керек:
n = ?

Формуласы:

$$N = \frac{m}{M}\cdot N_A;$$

$$n = \frac{N}{V}.\quad [n] = \frac{1}{m^3}.$$

Эсептөө:

$$N = \frac{0,14}{28\cdot10^{-3}}\cdot6\cdot10^{23} = 3\cdot10^{24}.$$

$$n = \frac{3\cdot10^{24}}{5\cdot10^{-3}} = 6\cdot10^{26}\,\frac{1}{м^3}.$$

Жообу: $n = 6\cdot10^{26}$ м$^{-3}$.

3-маселе. Беттик аянты 20 см^2 болгон буюмга 1,5 мкм калыңдыкта күмүш капталды. Каптамада канча күмүш атому бар экендигин аныкта. Күмүштүн тыгыздыгы $10,5\cdot10^3$ кг/м^3, моль массасы 108 г/моль го барабар.

Берилген:

S = 20 см^2 = $2\cdot10^{-3}$ м^2
h = 1,5 мкм =$1,5\cdot10^{-6}$ м
ρ = $10,5\cdot10^3$ кг/м^3
M = $108\cdot10^{-3}$ кг/моль
N_A = $6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$.

Табуу керек:
N = ?

Формуласы:

$$m = \rho\cdot V = \rho\cdot S\cdot h,$$

$$\nu = \frac{m}{M},\quad N = \nu\cdot N_A$$

$$N = \frac{m}{M}\cdot N_A = \frac{\rho S h}{M}\cdot N_A.$$

$$[N] = \frac{кг}{кг/моль}\cdot\frac{1}{моль} = 1$$

Эсептөө:

$$N = \frac{10,5\cdot10^3\cdot2\cdot10^{-3}\cdot1,5\cdot10^{-6}}{108\cdot10^{-3}}$$

$$\cdot6\cdot10^{23} = 1,75\cdot10^{20}.$$

Жообу: $N = 1,75\cdot10^{20}$.

http://eduportal.uz

М
3

1. Массасы 81 г болгон буюм алюминийден жасалган. Буюмда канча алюминий атому бар?
2. $4\cdot10^{24}$ темир атому болгон телонун массасы кандай?
3. Идишке куюлган газдын массасы 5,5 кг га барабар. Идиште $7{,}5\cdot10^{25}$ газ молекуласы болсо, бул газдын түрүн аныкта.
4. Идишке массасы 72 г болгон суу куюлган. Идиштеги суу молекулаларынын концентрациясын аныкта.
5. Көлөмү 6 см^3 болгон алмаздагы атомдор санын аныкта. Алмаздын тыгыздыгы 3500 кг/м^3 жана моль массасы 12 г/моль.
6. Заттын саны 200 моль болгон жезден калыңдыгы 2 мм болгон тегиз жез пластинкасы жасалган. Пластинканын аянты эмнеге барабар? Жездин тыгыздыгы 8900 кг/м^3 жана моль массасы 64 г/моль.
7. Заттын тыгыздыгы 5 г/см^3 болсо, толук бетинин аянты 24 см^2 болгон кубдун массасы кандай болот?
8. Заттын саны 34 моль сымап канча көлөмдү ээлейт? Сымаптын тыгыздыгы 13,6 г/см^3, моль массасы 200 г/моль го барабар деп ал.
9. 10 л көлөмдүү идишке 1,6 кг массалуу кычкылтек куюлган. Идиштеги газ молекулаларынын концентрациясын аныкта.
10*. Суу молекуласынын диаметрин $3\cdot10^{-10}$ м деп, 3 г суудагы бардык молекулалар бири-бирине тыгыздап бир катарга жайлаштырылса, кандай узундук алынышын эсепте. Бул узундукту Жерден Айга чейин болгон аралык ($3{,}84\cdot10^5$ км) менен салыштыр.
11*. Идиштеги сууда $3\cdot10^{24}$ суунун молекуласы болсо, суунун көлөмү кандай? Суу молекуласынын диаметри $3\cdot10^{-10}$ м ге барабар.
12*. Май молекуласынын диаметри болжолдуу $2\cdot10^{-10}$ м ге барабар болсо, 24 см^3 майда канча май молекуласы бар экендигин аныкта.
13. Кандайдыр зат молекуласынын диаметри фотосүрөттө 0,5 мм ге барабар. Эгерде фотосүрөт электрондук микроскоп жардамында 200 000 эсе чоңойтуп алынган болсо, ошол зат молекуласынын чыныгы диаметри канча?
14. Эмне үчүн жалындан чыккан түтүн жогоруга өрлөгөн сайын шамал сокпосо да көзгө көрүнбөй кетет?
15. Эмне себептен сынган чыны же фарфор идишти желим менен чаптабаса, аларды бүтүн абалга келтирүүгө болбойт? Телонун молекулалары ортосунда тартышуу күчү бар го!

http://eduportal.uz

5-§. ИДЕАЛДУУ ГАЗ

Идеалдуу газ

Сейректештирилген газда молекулалардын ортосундагы аралык алардын өлчөмдөрүнөн өтө чоң болот. Мындай учурда молекулалардын ортосундагы өз ара таасир күчтөрүн этибар алынбай турган деңгээлде кичине деп эсептөөгө болот. Газды түзгөн молекулалардын ортосундагы аралык чоң болгондугу себептүү газ молекуласынын көлөмү эсепке алынбаса да болот. Ошол себептен газдын молекуласына материалдык чекит деп каралат. Ошондуктан сейрек газга шарттуу түрдө идеалдуу газ деп караса болот.

Идеалдуу газ – молекулалары материалдык чекиттер деп каралган жана алардын ортосундагы өз ара таасир күчтөрү этибар алынбай турган деңгээлде кичине болгон газ.

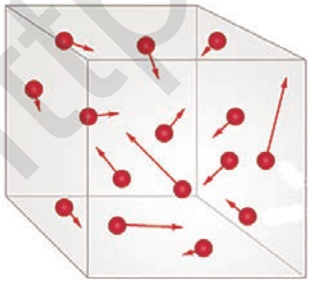
Табиятта абсолюттук идеалдуу газ кездешпейт. Табияттагы газдар реалдуу газдар саналат. Анткени аларды түзгөн молекулалардун ортосунда аз болсо да, өз ара таасир күчтөрү бар.

Касиеттери молекулаларынын өз ара таасиринен көз каранды болгон газ реалдуу газ деп аталат.

Сейрек газдын касиеттери биз элестеткен идеалдуу газдын касиеттерине жакыныраак турат. Молекулаларынын кинетикалык энергиясы алардын өз ара таасирдешкен потенциалдык энергиясынан кыйла чоң болгондугу себептүү мындай газды идеалдуу газ деп эсептөөгө болот.

Идеалдуу газдын басымы

Туюк идиште газ болсун. Идиштин ичиндеги ар бир газ молекуласы хаотикалык кыймыл жасап, идиштин капталдарына урунат. Ал урунган сайын идиштин капталдарына белгилүү күч менен таасир жасайт. Бир молекуланын таасир күчү абдан кичине. Көп сандагы молекулалардын дээрлик тынымсыз урунушунан капталдын бетинде басым күчү пайда болот (11-сүрөт).



11- сүрөт.

Идиштин ичиндеги газдын молекулалары хаотикалык кыймыл учурунда бири-бири менен кагылышканда алар ылдамдыгынын багыты жана сандык мааниси өзгөрөт. Мындай учурда молекуланын кыймыл ылдамдыгы орточо квадраттык ылдамдыгы аркылуу мүнөздөлөт. Молекуланын орточо квадраттык ылдамдыгы төмөнкү туюнтма аркылуу аныкталат, башкача айтканда:

$$\overline{\upsilon^2} = \frac{\upsilon_1^2 + \upsilon_2^2 + \ldots .. + \upsilon_N^2}{N}$$

Газдын басымы газ молекулаларынын идиштин капталына урунушу аркылуу ага $(m_0\vec{\upsilon})$ импульс бериши натыйжасында пайда болот. Ал идиштин капталына урунган молекулалардын санынан, молекуланын массасынан жана молекула кыймылынын орточо квадраттык ылдамдыгынан көз каранды. Бирдик убакыттын ичинде идиштин капталына урунган молекулалардын саны газ молекулаларынын концентрациясына түз пропорциялаш. Газ молекулаларынын жасаган басымын эсептөө үчүн төмөнкү формула келтирип чыгарылган:

$$p = \frac{1}{3} n\, m_o\, \overline{\upsilon^2}. \qquad (1)$$

Мында n – газ молекулаларынын концентрациясы, m_0 – бир молекуланын массасы, $\overline{\upsilon^2}$ – молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы.

(1) туюнтманын оң жагынын алымы менен бөлүмүн 2 ге көбөйтүп, кинетикалык энергия $\overline{E}_k = \frac{m_0 \overline{\upsilon^2}}{2}$ экендигин этибар алсак, (1) туюнтма төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{\upsilon^2}}{2} \quad \text{же} \quad p = \frac{2}{3} n \overline{E}_k. \qquad (2)$$

Газдын басымы көлөм бирдигиндеги молекулалар кинетикалык энергиясынын орточо маанисине түз пропорциялаш.

(1) туюнтмадагы $n \cdot m_0$ көбөйтүндү газдын тыгыздыгын бергендиктен, (1) туюнтманы төмөнкү көрүнүштө да жазууга болот:

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

(1), (2) жана (3) туюнтмалар **газдар молекулярдык-кинетикалык теориясынын негизги теңдемелери саналат**.

Маселе чыгарунун үлгүлөрү

1-маселе. Идеалдуу газдын тыгыздыгы 1,5 кг/м^3 жана басымы 180 кПа болсо, газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы кандай болот

Берилген:

$\rho = 1{,}5$ кг/м^3

$p = 180 \cdot 10^3$ Па.

Табуу керек: $\overline{\upsilon} = ?$

Формуласы:

$$p = \frac{1}{3}\rho\, \overline{\upsilon^2}; \quad \overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}.$$

$$[\overline{\upsilon}] = \sqrt{\frac{\text{Па}}{\text{кг/м}^3}} = \sqrt{\frac{\text{Н/м}^2}{\text{кг/м}^3}} = \sqrt{\frac{\text{кг}\cdot\text{м/с}^2}{\text{кг/м}}} = \text{м/с}.$$

Эсептөө:

$$\overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{3 \cdot 180 \cdot 10^3}{1{,}5}}\ \text{м/с} = 600\ \text{м/с}.$$

Жообу: $\overline{\upsilon} = 600$ м/с.

http://eduportal.uz

2-маселе. Эгерде газдын басымы 120 кПа, молекулаларынын концентрациясы $5 \cdot 10^{26}$ м$^{-3}$ болсо, газ молекулаларынын алга жылуу кыймылы кинетикалык энергиясынын орточо мааниси кандай болот?

Берилген:

$p = 120 \cdot 10^3$ Па
$n = 5 \cdot 10^{26}$ м$^{-3}$.

Табуу керек:

$\overline{E}_k = ?$

Формуласы:

$$p = \frac{2}{3} n \cdot \overline{E}_k \text{ мындан } \overline{E}_k = \frac{3p}{2n}$$

$$\left[\overline{E}_k\right] = \frac{3p}{2n} = \frac{\text{Па}}{\text{м}^{-3}} = \frac{\text{Н/м}^2}{\text{м}^{-3}} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Ж}.$$

Эсептөө:

$$\overline{E}_k = \frac{3 \cdot 120 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{26}} = 3{,}6 \cdot 10^{-22} \text{ Ж}.$$

Жообу: $\overline{E}_k = 3{,}6 \cdot 10^{-22}$ Ж.

1. Кандай шарттарды канааттандырган газ идеалдуу газ деп аталат?
2. Реалдуу газдын идеалдуу газдан айырмасы эмнеде?
3. Молекуланын орточо квадраттык ылдамдыгы дегенде кандай ылдамдыкты түшүнөсүң?
4. Молекулалардын орто арифметикалык жана орточо квадраттык ылдамдыктары кандайча аныкталат?
5. Молекулярдык-кинетикалык теориянын негизинде идеалдуу газдын жасаган басымын түшүндүрүп бер.
6. Газдын идиштин капталына жасаган басымы молекулалардын кандай параметрлеринен көз каранды болот?

М 4

1. Идиш суутектин газы менен толтурулган. Идиштеги газ молекулаларынын концентрациясы $4{,}5 \cdot 10^{24}$ м$^{-3}$ ге барабар. Идиштеги газдын басымын эсепте. Газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгын 400 м/с га барабар деп ал.
2. Идеалдуу газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 600 м/с жана тыгыздыгы 0,9 кг/м^3 болсо, идиштеги газдын басымын аныкта.
3. Идиштеги газдын тыгыздыгы 1,5 кг/м^3 жана басымы 7,2 кПа болгон газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы эмнеге барабар?
4. Идиштеги көлөм бирдигиндеги молекулалар саны $3 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$ жана басымы 80 кПа болгон газ молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясын эсепте.
5. Идишке куюлган кычкылтек газы идиштин капталына 90 кПа басым жасоодо. Эгерде кычкылтектин молекулалары 600 м/с орточо квадраттык ылдамдык менен аракеттенген болсо, идиштеги газдын тыгыздыгы кандай болгон?
6. Массасы 0,3 кг болгон газ 400 кПа басымда 1 м^3 көлөмдү ээлесе, анын молекулалары кыймылынын орточо квадраттык ылдамдыктары кандай болот?
7. 30 кПа басымда бир атомдуу газ молекуласынын орточо кинетикалык энергиясын тап. Берилген басымда бул газ молекулаларынын концентрациясы $4 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$ ге барабар.

http://eduportal.uz

6-§. ТЕМПЕРАТУРА

Жылуулук тең салмактуулугу

Жылуулук кубулуштарын үйрөнүүдө температура түшүнүгү маанилүү орунду ээлейт. Температура молекулярдык физика жана термодинамиканын негизги чоңдуктарынан бири саналат.

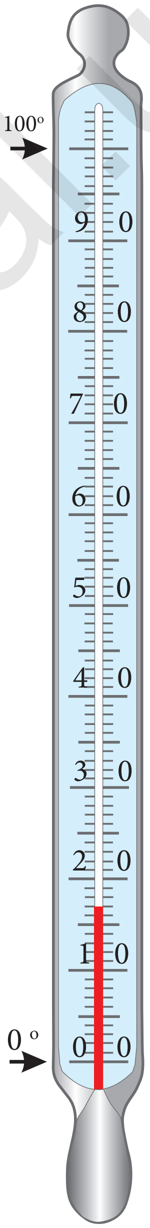
Түрдүү идиштеги сууларга бармакты салып, алардан кайсы бири жылуурак, кайсынысы муздагыраак экенин айта алабыз. Жылуу суунун температурасын жогору, муздак суунукун болсо төмөн дейбиз. Ошондой эле, абанын күндүк температурасын билүүгө да эч ким кайдыгер карабайт.

Температура – заттын жылуулук деңгээлин сандык жактан аныктаган физикалык чоңдук.

«Температура» латинче «абал» деген маанини берет. Киши денесинин температурасын ченөөдө дене менен термометрдин ичиндеги сымаптын ортосунда жылуулук тең салмактуулугу орногонго чейин белгилүү убакыт өтөт. Жылуулук тең салмактуулугу орногондон кийин термометрдин көрсөткүчү өзгөрбөйт.

Заттарда жылуулук алмашуусунун натыйжасында алар температураларынын теңдешүүсүнө жылуулук тең салмактуулугу дейилет.

Жылуулук тең салмактуулугунда системанын бардык бөлүктөрүндө температура бирдей мааниге ээ. Эки телонун температурасы бирдей болгондо, алардын ортосунда жылуулук алмашуу жараяны жүрбөйт. Эгерде телолордун температуралары түрдүүчө болсо, алар бири-бирине тийгизилгенде телолордун ортосунда жылуулук алмашуусу жүрөт. Мында температурасы жогору болгон тело төмөн температуралуу телого жылуулук берет. Жылуулук алмашуусу алардын температуралары теңдешкенге чейин улантылат. Мисалы, чайнектен пиялага ысык чай куюп, столдун үстүнө кой. Белгилүү убакыт өткөндөн кийин анын температурасы бөлмөнүн температурасы менен теңдешет, б. а. тең салмактуулук абалына келет.



12-сүрөт.

Температуранын Цельсий шкаласы

Температура термометр жардамында өлчөнөт. Адатта, көп пайдаланылчу термометр – бул сымаптуу термометр (12-сүрөт). Мындай термометрдин резервуарында сымап болот. Температура чоңойгондо резервуардагы сымаптын көлөмү кеңеет жана сымап түтүкчө аркылуу жогоруга көтөрүлөт.

http://eduportal.uz

Термометр шкаласы даражаланган болуп, сымаптын канчага көтөрүлгөнүнө карай температураны билип алууга болот. Температуранын чен бирдиги иретинде *градус* алынган. Нормалдуу атмосфера басымында муздун эрүү температурасы нөл градус деп, суунун кайноо температурасы 100 градус деп алынган. Бул аралык 100 барабар бөлүктөргө бөлүнгөн жана ар бир бөлүк ***1 градус*** деп кабыл алынган. «*Градус*» латинчеде «*кадам*» деген маанини билдирет.

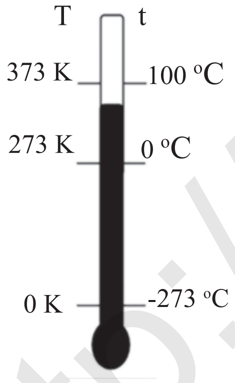
Мындай шкала 1742-жылы швед окумуштуусу ***Андерс Цельсий*** тарабынан сунушталган жана ал температуранын ***Цельсий шкаласы*** деп аталат.

Цельсий шкаласында өлчөнгөн температура °C түрүндө белгиленет жана «градус цельсий» деп окулат.

Термометрлер колдонулуу максаттарына карай түрдүүчө даражаланган болот. Мисалы, суунун температурасын өлчөгөн термометрлер 0 °C тан 100 °C ка чейин, киши температурасын өлчөгөн медициналык термометр 35 °C тан 42 °C ка чейин, аба температурасын өлчөгөн термометр болсо, адатта, 20 °C тан 50 °C ка чейин даражаланган болот. Цельсий шкаласында температура t тамгасы менен белгиленет.

Абсолюттук температура

Турмушта, негизинен, Цельсий шкаласында туюнтулган t температурасы колдонулат. Бирок заттардагы жылуулук кубулуштарын үйрөнүүдө ***абсолюттук температура*** деп аталган температурадан пайдаланылат. Абсолюттук температура T тамгасы менен белгиленет.



13-сүрөт.

Англис окумуштуусу Уильям Томсон ***(Кельвин)*** 1848-жылы температуранын абсолюттук шкаласын сунуш кылды. Ал **Кельвин шкаласы** деп аталат. Абсолюттук температуранын бирдиги ЭБС да **Кельвин** деп аталат жана K тамгасы менен белгиленет.

Кельвин шкаласында алынган температура бирдиги кадамдарынын мааниси Цельсий шкаласындагы мааниге барабар алынган. Цельсий шкаласында өлчөнгөндө абсолюттук нөл температура –273,15 °C ка барабар экендиги аныкталган. Бул $t = 0$ °C та $T = 273{,}15$ K болот. Эгерде 273,15 K ди тегеректеп 273 K деп алсак, Цельсий шкаласынан Кельвин шкаласына өтүү формуласын мындайча туюнтууга болот:

$$T = t + 273. \qquad (1)$$

Температуранын Цельсий жана Кельвин шкалалары ортосундагы байланыштын диаграммасы 13-сүрөттө берилген. Бирок абсолюттук температуранын өзгөрүшү ΔT температуранын Цельсий шкаласы боюнча өзгөрүшү Δt га барабар, башкача айтканда $\Delta T = \Delta t$. Абсолюттук шкаладагы нөл температура абсолюттук нөлгө туура келет.

Абсолюттук нөл температура – болушу мүмкүн болгон эң төмөн температура. Мындай температурада зат молекулаларынын жылуулук кыймылы токтойт.

Температуранын молекулярдык-кинетикалык түшүндүрмөсү

Ар кандай зат атом жана молекулалардан түзүлгөн. Затты түзгөн атом жана молекулалар тынымсыз жана баш аламан кыймыл жасайт. Зат ысыганда бул баш аламан кыймыл дагы да тездешет. ***Молекулалардын баш аламан кыймылы жылуулук кыймылы деп аталат.***

Температура **– газ молекулаларынын алга жылуу кыймылы орточо кинетикалык энергиясынын өлчөмү эсептелет.**

Макроскопиялык көз караштан ***температура*** зат жылуулук абалынын сандык өлчөмү саналат. Молекулярдык-кинетикалык теория боюнча, температура менен молекулалар орточо кинетикалык энергиясынын ортосундагы көз карандылык мындайча туюнтулат:

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2}kT. \qquad (2)$$

Мында k коэффициент газдар молекулярдык-кинетикалык теориясы негиздөөчүлөрүнөн бири болгон австриялык физик Людвиг Больцмандын урматына ***Больцман туруктуусу*** деп аталат. Анын сандык мааниси $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{Ж}{К}$ га барабар.

Больцман туруктуусу **газ молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы менен газ температурасынын ортосундагы көз карандылык коэффициентин туюнтат.**

Жылуулук тең салмактуулугу абалында бардык газ молекулаларынын алга жылуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясы бирдей болот. Абсолюттук нөл температурада молекулалардын алга жылуу кыймылы токтойт.

Газдар молекулярдык-кинетикалык теориясынын негизги теңдемеси болгон $p = \frac{2}{3}n\overline{E}_k$ нын туюнтмадагы ордуна (2) туюнтма коюлса, идеалдуу газ басымынын температурадан көз карандылык туюнтмасы келип чыгат:

$$p = \frac{2}{3}n \cdot \frac{3}{2}kT = nkT \text{ же } p = nkT. \qquad (3)$$

Идеалдуу газдын басымы газ молекулаларынын концентрациясы менен анын температурасына түз пропорциялаш.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Көлөмү 4 л болгон идиштин ичиндеги газдын басымы 120 кПа. Газ молекулаларынын алга жылуу кыймылынын толук кинетикалык энергиясын эсепте.

Берилген:

$V = 4 \cdot 10^{-3}$ м^3
$p = 12 \cdot 10^4$ Па.

Табуу керек:
$E_{толук}$ = ?

Формуласы:

$$p = \frac{2}{3} \cdot n\overline{E}_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \overline{E}_k.$$

$$E_{толук} = N \cdot \overline{E}_k; \quad E_{толук} = \frac{3}{2} pV.$$

$$[E] = \text{Па} \cdot \text{м}^3 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Ж}.$$

Эсептөө:

$$E_{толук} = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} =$$
$$= 720 \text{ Ж}.$$

Жообу: $E_{толук}$ = 720 Ж.

1. Температуранын кандай чен бирдиктерин билесиң?
2. Цельсий температурасы менен Кельвин температурасын байланыштырган формуланы жаз жана алар ортосундагы көз карандылыкты түшүндүр.
3. Газдын температурасы менен анын молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы ортосундагы көз карандылыкты туюнткан туюнтманы жаз жана аны түшүндүр.
4. Газ басымынын абсолюттук температурадан жана газ молекулаларынын концентрациясынан көз карандылык туюнтмасын жаз жана аны түшүндүр.
5. Нормалдуу шартта аба молекулалары концентрациясы кандай болот?

М 5

1. Төмөнкү Цельсий шкаласында туюнтулган температураларды Кельвин шкаласында туюнт: 0 °С, 27 °С, 100 °С, 127 °С, -73 °С, -223 °С, -200 °С.
2. Төмөнкү Кельвин шкалаларында туюнтулган температураларды Цельсий шкалаларында туюнт: 0 K, 73 K, 273 K, 300 K, 773 K, 1000 K, 2000 K.
3. Туюк идиштеги газ 27 °С тан 627 °С ка чейин ысытылды. Мында газ молекулаларынын идиштин капталына жасаган басымы кандай өзгөрөт?
4. Идиштеги газ молекулаларынын концентрациясы $3 \cdot 10^{27} м^{-3}$ ге барабар. Идиштин ичиндеги температура 60 °С болгондо, газ молекулаларынын идиштин капталына жасаган басымы кандай болот?
5. Идиштин ичиндеги газдын температурасы 400 K болгондо, манометр идиштеги газдын басымы 276 кПа га барабар болгондугун көрсөттү. Идиштеги газ молекулаларынын концентрациясы эмнеге барабар?
6. Нормалдуу шартта 1 м^3 көлөмдөгү аба молекулаларынын санын баала. Нормалдуу шарт үчүн басымды 100 кПа, температураны 273 K ге барабар деп ал.
7. Атайын соруучу насос жардамында идиштен аба сорулуп, анын ичинде 1 пПа басымдагы вакуум алынды. Вакуумдун 1 см^3 көлөмүндө канча газ молекуласы бар? Идиштин ичиндеги температура 300 K.

http://eduportal.uz

7-§. ГАЗ МОЛЕКУЛАЛАРЫНЫН КЫЙМЫЛ ЫЛДАМДЫГЫ

Аракеттеги m_0 массалуу газ молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы $\bar{E}_k = \frac{m_0 \overline{\upsilon^2}}{2}$ туюнтма аркылуу аныкталышын билебиз. Ошондой эле, газдын абсолюттук температурасы T га барабар болсо, анын орточо кинетикалык энергиясы төмөнкү $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT$ көрүнүштө да туюнтулушун көрдүк.

Бул эки туюнтманы өз ара теңдештирип жазсак:

$$\frac{m_o \overline{\upsilon^2}}{2} = \frac{3}{2} kT \text{ дан } \overline{\upsilon^2} = \frac{3kT}{m_0}. \quad (1)$$

(1) туюнтмадан молекулалар ылдамдыктары квадраттарынын орточо маанисин табуу туюнтмасын келтирип чыгарабыз, башкача айтканда:

$$\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}. \quad (2)$$

Моль массанын аныктамасы боюнча $M = m_o \cdot N_A$ экендигин этибар алсак, (2) туюнтма төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}}. \quad (3)$$

Больцман туруктуусу k менен Авогадро туруктуусу N_A нын көбөйтүндүсүнө универсалдуу (моляр) газ туруктуусу деп атоо кабыл алынган.

Универсалдуу газ туруктуусу R тамгасы менен белгиленет, б. а.:

$$R = k \cdot N_A. \quad (4)$$

(4) туюнтма боюнча, универсалдуу (моляр) газ туруктуусунун сандык маанисин келтирип чыгарабыз: $R = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ж}}{\text{К}} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} = 8{,}31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

Демек, газдар универсалдуу газ туруктуусунун мааниси төмөнкүгө барабар:

$$R = 8{,}31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

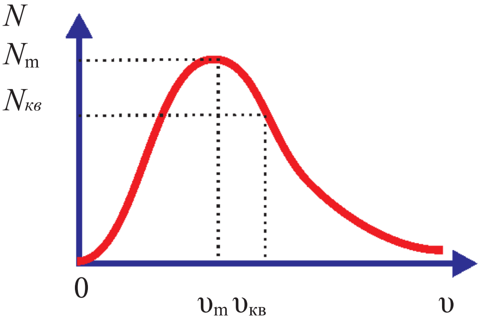
(4)-барабардыгы боюнча, газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгын эсептөө туюнтмасын төмөнкүдөй жазабыз:

$$\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}. \quad (5)$$

http://eduportal.uz

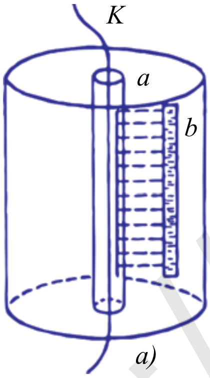
(5) формуланын негизинде түрдүү газ молекулаларынын түрдүү температурадагы орточо квадраттык ылдамдыгын эсептөөгө болот.

Англис физиги ***Ж. Максвелл*** 1859-жылы теориялык жол менен газдын молекулалары түрдүү ылдамдыктар менен аракеттенишин, б. а. молекулалардын ылдамдыктар боюнча бөлүштүрүлүшүн аныктады. Мындай бөлүштүрүлүү 14-сүрөттө график түрүндө берилген. Графикте эң көп молекулалардын алган ылдамдыгы υ_m деп белгиленген. Молекулалардын $\upsilon_{кв}$ орточо квадраттык ылдамдыгы бул υ_m ылдамдыктан бир аз чоң болот.

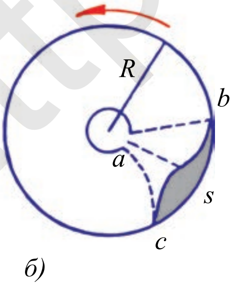


14- сүрөт.

Газ молекулаларынын кыймыл ылдамдыгын тажрыйбада 1920-жылы немис физиги ***Отто Штерн*** (1888 – 1969) аныктаган. Анын тажрыйба курулмасы бири-бирине бекем бириктирилген жалпы окко ээ эки цилиндрден турган болуп, анын схемалык көрүнүшү 15-*а* сүрөттө берилген. Мында ички цилиндрдин радиусу менен тышкы цилиндрдин радиусу r жана R барабар болгон. Ички цилиндрдин огун бойлой үстүнө күмүш жүргүзүлгөн платинадан жасалган ***K*** зым тартылган жана цилиндрден ичке ***a*** көзөнөк ачылган. Тажрыйба башталышынан мурда цилиндрлердин ортосундагы аба сорулуп, идиштер вакуум абалына келтирилет. Эгерде платина зымдан ток өткөрүлсө, анын бетиндеги күмүш катмары буулана баштайт. Ички цилиндрдин капталындагы көзөнөктөн күмүштүн атомдору чыгып, тышкы цилиндрдин ички капталына отурат. Натыйжада көзөнөктүн тушунда энсиз ***b*** күмүш катмары пайда болот.



Күмүш атомдорунун ылдамдыгын өлчөө максатында цилиндрлер өтө чоң ылдамдык менен кыймылга келтирилет. Натыйжада күмүштүн атомдору ички цилиндрдин көзөнөгү тушунда эмес, ал жерден айлануу багытына салыштырмалуу артка отурат жана тышкы цилиндрдин ички бетинде энсиз *b* издин ордунда калыңдыгы бирдей болбогон кеңирээк *bc* күмүш катмар алынат (15-*б* сүрөт). Тышкы цилиндрде алынган *bc* күмүш катмарынын узундугун цилиндрдин бурч ылдамдыгы аркылуу туюнтабыз:



15-сүрөт.

$$s = \omega R t. \qquad (6)$$

Штерн тажрыйбанын натыйжалары боюнча, чоң ылдамдык менен аракеттенген күмүштүн атомдору *b* чеки-

http://eduportal.uz

тине жакыныраак, ылдамдыгы кичине болгон атомдор жолдун *c* аягына жакын-жерлерге келип түшөт, (15-*б,* сүрөт) деген тыянакка келген. Демек, күмүштүн атомдору бирдей ылдамдык менен аракеттенбеген. Анда күмүш атомдорунун ылдамдыгы орточо ылдамдыкка туура келет деп, анын мааниси төмөнкү туюнтма аркылуу эсептелет:

$$\upsilon_{орт} = \frac{R-r}{t}. \qquad (7)$$

(6) туюнтмадан *t* нын маанисин таап, (7) туюнтмага коюп, орточо ылдамдыкты эсептөө туюнтмасын келтирип чыгарабыз: $\upsilon_{орт} = \frac{\omega R(R-r)}{s}.$ (8)

15-*б* сүрөттө көрүнүп тургандай, күмүш катмарынын формасы молекулалардын ылдамдыктар боюнча Максвелл бөлүштүрүлүүсү графигинин формасына окшоштугу аныкталган. Демек, Штерндин тажрыйбасы Максвелл бөлүштүрүлүшүн тажрыйбада текшерүү мүмкүнчүлүгүн берген.

Штерндин тажрыйбасы идеалдуу газ молекулярдык-кинетикалык теориясынын жана Максвеллдин газдын молекулалары ылдамдыктары боюнча бөлүштүрүлүшү жөнүндөгү окуунун тууралыгын тастыктады.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы $2 \cdot 10^{-26}$ кг болгон көмүртек атомунун кинетикалык энергиясы $2{,}5 \cdot 10^{-21}$ Ж болсо, анын кыймыл ылдамдыгы кандай болот?

Берилген:

$m_o = 2 \cdot 10^{-26}$ кг

$E_k = 2{,}5 \cdot 10^{-21}$ Ж.

Табуу керек:

$\upsilon = ?$

Формуласы:

$$E_k = \frac{m_o \upsilon^2}{2}; \quad \upsilon = \sqrt{\frac{2E_k}{m_o}}.$$

$$[\upsilon] = \sqrt{\frac{Ж}{кг}} = \sqrt{\frac{кг\,\frac{м^2}{с^2}}{кг}} = м/с.$$

Эсептөө:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-21}}{2 \cdot 10^{-26}}}\ м/с = 500\ м/с.$$

Жообу: $\upsilon = 500$ м/с.

1. Абада кычкылтек жана суутек молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыктары кандайча айырмаланат?
2. Максвеллдин молекулалар ылдамдыгы боюнча бөлүштүрүлүшүн үйрөн жана анын мазмунун түшүндүрүп бер.
3. Газдын абсолюттук температурасы эки эсе чоңойгондо, андагы молекулалардын орточо кинетикалык энергиясы кандайча өзгөрөт?
4. Газдын абсолюттук температурасы төрт эсе чоңойгондо, андагы молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы кандайча өзгөрөт?

http://eduportal.uz

8-§ МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. *О. Штерндин* тажрыйбасынын натыйжалары боюнча күмүш атомдорунун кыймыл ылдамдыгын аныкта. Платина буласынан ток өткөндө жана ал 1500 К температурага чейин ысыганда андан күмүштүн атомдору буулана баштады. Штерндин цилиндрлери 280 рад/с бурч ылдамдык менен араеттенгенде, тышкы цилиндрде 1,12 см узундуктагы күмүш катмары алынган. Тажрыйба курулмасынын ички жана тышкы цилиндрлеринин радиустары тиешелүү түрдө 1,2 см жана 16 см ге барабар. Ылдамдыктын тажрыйбада алынган маанисин теориялык жол менен эсептелген мааниси менен салыштыр.

Берилген:

$T = 1500\ K$

$\omega = 280$ рад/с

$s = 1{,}12 \cdot 10^{-2}$ м

$r = 1{,}2 \cdot 10^{-2}$ м

$R_t = 16 \cdot 10^{-2}$ м

$R = 8{,}31$ Ж/(моль·К)

$M = 108 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Табуу керек:

$\bar{\upsilon} = ?$

Формуласы:

$$s = \omega \cdot R_t \cdot \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{R_t - r}{\bar{\upsilon}};$$

$$\bar{\upsilon} = \frac{\omega \cdot R_t \cdot (R_t - r)}{s}.$$

$$[\bar{\upsilon}] = \frac{\frac{1}{\text{с}} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Эсептөө:

$$\bar{\upsilon} = \frac{280 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \cdot 14{,}8 \cdot 10^{-2}}{1{,}12 \cdot 10^{-2}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 592 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8{,}31 \cdot 1500}{108 \cdot 10^{-3}}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 588 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Корутунду: ылдамдыкты теориялык эсептелген мааниси тажрыйба на-жалары боюнча эсептелген ылдамдыктын маанисине өтө жакын.

2-маселе. Кандай температурадагы суутек молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 580 K температурадагы гелий газы молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгына барабар болот?

Берилген:

$M_1 = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/ моль

$M_2 = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/ моль

$T_2 = 580$ K

$\bar{\upsilon}_1 = \bar{\upsilon}_2.$

Табуу керек:

$T_1 = ?$

Формуласы:

$$\bar{\upsilon}_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}, \quad \bar{\upsilon}_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

Мындан

$$T_1 = \frac{M_1 T_2}{M_2}.$$

$$[T_1] = \frac{M_1 \cdot T_2}{M_2} = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \text{K}}{\frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = \text{K}.$$

Эсептөө:

$$T_1 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 580}{4 \cdot 10^{-3}} \text{K} = 290\text{K}.$$

Жообу: $T_1 = 290$ K.

http://eduportal.uz

3-маселе. Газдын температурасы 150K ге чоңойтулганда, молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы 250 м/с дан 500 м/с га чейин чоңойду. Газдын баштапкы температурасы кандай болгон?

Берилген:

$T_2 = T_1 + \Delta T$

$\Delta T = 150$ K

$\upsilon_1 = 250$ м/с

$\upsilon_2 = 500$ м/с.

Табуу керек:

$T_1 = ?$

Формуласы:

$$\upsilon_1 = \sqrt{\frac{3\cdot R\cdot T_1}{M}};$$

$$\upsilon_2 = \sqrt{\frac{3\cdot R\cdot T_2}{M}} = \sqrt{\frac{3\cdot R\cdot (T_1+\Delta T)}{M}};$$

$$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \sqrt{\frac{T_1+\Delta T}{T_1}};\quad \left(\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}\right)^2 = \frac{T_1+\Delta T}{T_1};$$

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\left(\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}\right)^2 - 1}.\quad [T_1] = \frac{\text{K}}{\left(\frac{\text{м/с}}{\text{м/с}}\right)^2} = \text{K}.$$

Эсептөө:

$$T_1 = \frac{150\text{K}}{\left(\frac{500}{250}\right)^2 - 1} = 50\text{K}.$$

Жообу: $T_1 = 50$ K.

М6

1. Суутек молекуласынын –23 °С температурадагы орточо квадраттык ылдамдыгын аныкта.
2. Кандай температурада кычкылтек молекуласынын орточо квадраттык ылдамдыгы 500 м/с га барабар болот?
3. Газдын молекулалары алга жылуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясы $9{,}52\cdot 10^{-21}$ Ж болгон газдын температурасын аныкта.
4. Молекулаларынын концентрациясы $4\cdot 10^{26}$ м$^{-3}$ жана басымы $1{,}6\cdot 10^5$ Па болгон бир атомдуу газ молекулаларынын орточо кинетикалык энергиясы эмнеге барабар?
5. Бир атомдуу газ молекулаларынын алга жылуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясы $1{,}2\cdot 10^{-20}$ Ж жана басымы 2,4 МПа болсо, ошол газдын молекулаларынын концентрациясы кандай болот?
6. Саны эки моль болгон газдын идиштин капталына жасаган басымы 10 кПа га барабар. Газ ээлеп турган көлөмдү аныкта. Газдын температурасы 300 К.
7*. Кандай температурадагы гелий молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 350 K температурадагы суутек молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгына барабар болот?
8*. Газдын температурасы 150 °С ка чоңойтулганда, молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 300 м/с дан 600 м/с га чейин чоңойду. Газдын баштапкы температурасы кандай болгон?

http://eduportal.uz

9-§ ИДЕАЛДУУ ГАЗ АБАЛЫНЫН ТЕҢДЕМЕЛЕРИ

Идеалдуу газдын абал теңдемеси

Белгилүү массадагы идеалдуу газдын **термодинамикалык** абалы анын үч макроскопиялык параметрлери, б. а. басымы p, көлөмү V жана температурасы T менен мүнөздөлөт. Газ бир абалдан башка бир абалга өткөндө, анын абалын мүнөздөгөн (p, V, T) параметрлердин үчөөсү тең бир мезгилде өзгөрүшү мүмкүн. Мисалы, баштап m массалуу газдын биринчи абалдагы параметрлери p_1, V_1, T_1 болуп, экинчи абалга өткөндө p_2, V_2, T_2 менен туюнтулсун. Эми ошол эки термодинамикалык абал параметрлеринин өз ара кандай байланышкандыгын туюнткан теңдемени келтирип чыгарабыз.

Идеалдуу газдын абал теңдемесин келтирип чыгаруу үчүн газдар молекулярдык - кинетикалык теориясынын негизги теңдемесинен пайдаланабыз, б. а.:

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

Көлөм бирдигиндеги молекулалардын саны $n = \frac{N}{V}$ жана $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ туюнтмаларынан пайдаланып, (1) теңдемени төмөнкү көрүнүштө жазабыз, башкача айтканда:

$$pV = \frac{m}{M} N_A kT. \qquad (2)$$

Бул туюнтмадагы көбөйтүндү $k \cdot N_A = R$, б. а. газдардын универсалдуу туруктуусу экендигин этибар алсак, (2) теңдеме төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$\boxed{pV = \frac{m}{M} RT.} \qquad (3)$$

(3) теңдемени орус окумуштуусу Дмитрий Менделеев жана француз окумуштуусу Бенуа Клапейрон келтирип чыгарган. Ошол себептен бул теңдемеге **Менделеев-Клапейрон теңдемеси** дейилет. Бул теңдеме идеалдуу газдын абалын аныктагандыктан, ал идеалдуу газ абалынын теңдемеси деп да аталат.

***Идеалдуу газдын абал теңдемеси* газдын массасы, моль массасы, басымы, көлөмү жана температурасы ортосундагы көз карандылыкты туюнтат.**

Менделеев-Клапейрон теңдемесин заттын саны 1 моль болгон газ үчүн жазсак, башкача айтканда:

$$pV = RT \text{ же } \frac{p \cdot V}{T} = R \qquad (4)$$

көрүнүштө болот.

Клапейрон теңдемеси

Идеалдуу газдын абал теңдемесин (масса өзгөрбөгөн $m = const$) жараяны жүргөн газдын эки абалы үчүн колдонолу:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} \cdot RT_1 \text{ жана } p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2. \qquad (5)$$

Бул теңдемелерди бирин-бирине мүчөлөп бөлсөк, ал төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$\boxed{\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.} \qquad (6)$$

Бул теңдемеден төмөнкү туюнтма келип чыгат:

$$\boxed{\frac{pV}{T} = const.} \qquad (7)$$

Демек, газда ар кандай жараян жүргөндө, анын басымы менен көлөмүнүн көбөйтүндүсү, анын абсолюттук температурасына катышы берилген газдын массасы үчүн өзгөрбөй калат. Идеалдуу газдын (4) жана (7) көрүнүштөгү абал теңдемеси **Клапейрон теңдемеси** деп аталат. Клапейрон теңдемеси – туруктуу массалуу идеалдуу газдын абал теңдемесинин бир көрүнүшү.

Жылуулук кубулуштарын үйрөнүүдө абал теңдемесин билүү зарыл. Газ абалынын үч (p, V, T) параметринен бири белгисиз болуп, калган экөөсү белгилүү болгондо, абал теңдемеси белгисиз параметрди аныктоого шарт түзөт.

Мисалы:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$T = \frac{pVM}{mR} \qquad p = \frac{mRT}{MV} \qquad V = \frac{mRT}{Mp}$$

http://eduportal.uz

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Көлөмү 20 л болгон идишке кычкылтек куюлган. Идиштеги газдын температурасы 127 °С жана басымы 160 кПа га барабар болсо, идиштеги газдын массасын аныкта.

Берилген:

$V = 20$ л $= 20 \cdot 10^{-3}$ м^3
$T = 127$ °С $+273 = 400$ К
$p = 160$ кПа $= 16 \cdot 10^4$ Па
$M = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Табуу керек:
$m = ?$

Формуласы :

$$pV = \frac{m}{M} \cdot RT;$$

$$m = \frac{pVM}{RT}.$$

$$[m] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \text{К}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг}}{\text{Н} \cdot \text{м}} = \text{кг}.$$

Эсептөө:

$$\text{м} = \frac{16 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 400} \text{кг} = $$
$$= 30{,}8 \cdot 10^{-3} \text{кг}.$$

Жообу: м $= 30{,}8 \cdot 10^{-3}$ кг.

1. Кандай теңдемеге идеалдуу газдын абал теңдемеси дейилет?
2. Идеалдуу газдын абал теңдемесин келтирип чыгар.
3. Газдын абал теңдемесин билүүнүн мааниси эмнеде?
4. Нормалдуу шартта саны 1 моль болгон идеалдуу газ кандай көлөмдү ээлейт?

М 7

1. Басымы 0,45 МПа жана температурасы 52 °С болгондо, 500 моль газ кандай көлөмдү ээлейт?
2. Көлөмү 0,05 м^3 жана температурасы 500 К болгон газдын басымы 250 кПа. Заттын санын аныкта.
3. Массасы 8 г болгон газ 27 °С температурада жана 150 кПа басымда 4,15 л көлөмдү ээлейт. Бул кандай газ?
4. Температурасы 367 °С жана басымы 415 кПа болгон кычкылтек газынын тыгыздыгы кандай?
5. 24 л көлөмдүү баллондо 1,2 кг көмүр кычкыл газы бар. Баллон $3 \cdot 10^6$ Па басымга чейин чыдайт. Кандай температурада жарылуу коопу туулат?
6. Көлөмү 40 л болгон идишке газ куюлган болуп, анын температурасы 400 К жана басымы 200 кПа га барабар. Идиштеги газдын санын аныкта.
7. Температурасы 17 °С болгон $4 \times 5 \times 3$ м^3 өлчөмдүү бөлмөдөгү абанын санын аныкта. Атмосферанын басымы 10^5 Па га барабар деп ал.
8. Көлөмү 16,6 л болгон идиште 280 г азот газы 3,5 МПа басым астында болсо, анын температурасы эмнеге барабар?

http://eduportal.uz

ИЗОЖАРАЯНДАР

Туруктуу массалуу газ бир абалдан башка абалга өткөндө үч параметрден бири туруктуу болуп, калган экөөсү өзгөрүшү мүмкүн.

Берилген газдын бир параметри туруктуу болгондо, калгандарынын ортосундагы көз карандылыкты мүнөздөгөн жараян изожараян деп аталат.

Изожараяндар үч түрдүү болот: **изотермикалык, изобаралык** жана **изохоралык.**

10-§. ИЗОТЕРМИКАЛЫК ЖАРАЯН

Идеалдуу газдын массасы (m = const) жана температурасы (T=const) туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына изотермикалык жараян дейилет.

Грекче «izos» – барабар, «termos» –жылуулук деген маанини билдирет.

Изотермикалык жараяндагы мыйзам ченемдүүлүктү 1662-жылы англис физиги ***Р. Бойль*** жана 1676-жылы француз физиги ***Э. Мариотт*** тажрыйбалардын негизинде бири-биринен кабарсыз түрдө ачышкан. Ошондуктан бул мыйзам ченемдүүлүккө ***Бойль-Мариотт мыйзамы*** дейилет.

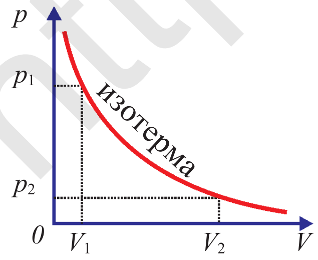
Газ температурасын өзгөртпөй сактап туруусу үчүн газ куюлган идиш **термостат** деп аталган атайын идиштин ичине жайлаштырылат. Болбосо газ кысылганда же кеңейгенде анын температурасы өзгөрөт. T = const болгондо газдын эки абалы үчүн идеалдуу газ абалынын теңдемелерин жазабыз:

$$p_1V_1 = \frac{m}{M}RT \quad \text{жана} \quad p_2V_2 = \frac{m}{M}R\,T. \qquad (1)$$

Эки туюнтманын тең оң жагынын барабардыгынан төмөнкү:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \qquad (2)$$

туюнтманы алабыз жана мындан төмөнкү тыянак чыгат. **Изотермикалык жараянда берилген массалуу газ үчүн газ басымынын көлөмгө көбөйтүндүсү туруктуу болот.** Температура туруктуу болгондо газ басымынын көлөмдөн көз карандылыгын график усулда сүрөттөө үчүн абсмаанилерин коюп, бул маанилерге туура келген чекиттер өз ара туташтырылат. Температура туруктуу болгондо газ басымынын көлөмдөн көз карандылыгы 16-сүрөттө график көрүнүштө берилген. Бул көз карандылык графикте ийри сызык (гипербола) түрүндө чагылат, ага **изотерма сызыгы** дейилет. Газдын изотермасы басым менен көлөм өз ара тескери экендигин сүрөттөйт, башкача айтканда: $p \sim 1/V$ **.**



16-сүрөт.

http://eduportal.uz

Туруктуу температурада **берилген газдын басымы көлөмүнө тескери пропорциялаш түрдө өзгөрөт.**

Бойль-Мариотт мыйзамын газдын тыгыздыгы менен басымы ортосундагы көз карандылык түрүндө да туюнтууга болот. Газдын биринчи жана экинчи абалдары үчүн тыгыздыктары төмөнкүдөй болот, башкача айтканда

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \text{ жана } \rho_2 = \frac{m}{V_2}. \qquad (3)$$

Бул туюнтмалардын бири-бирине катышын алсак, Бойль-Мариотт мыйзамы үчүн төмөнкү туюнтма алынат:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}. \qquad (4)$$

Демек, изотермикалык жараянда газдын тыгыздыгы көлөмгө тескери, ал эми басымга түз пропорциялаш түрдө өзгөрөт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Нормалдуу атмосфера басымы шартында идеалдуу газ 6 л көлөмдү ээлейт. Эгерде газдын басымы 20 кПа га чоңойсо, газ кандай көлөмдү ээлейт? Температураны туруктуу, деп ал.

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$T = const$ $p_1 = 100$ кПа $= 10^5$ Па $V_1 = 6$ *л* $= 6 \cdot 10^{-3}$ м^3 $p_2 = p_1 + 20$ кПа $= 1{,}2 \cdot 10^5$ Па.	$p_1V_1 = p_2V_2$; $V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2}$.	$V_2 = \frac{10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{1{,}2 \cdot 10^5}$ м^3 $= 5 \cdot 10^{-3}$ м^3.
Табуу керек: $V_2 = ?$	$[V] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{Па}} = \text{м}^3$.	**Жообу:** $V_2 = 5 \cdot 10^{-3}$ м$^3 = 5$ л.

1. Изожараяндар деп кандай жараяндарга айтылат?
2. Кандай жараянга изотермикалык жараян дейилет?
3. Изотермикалык жараян үчүн Бойль-Мариотт мыйзамынын формуласын жаз жана түшүндүр.
4. Изотерма сызыгы деген эмне жана ал кандай сызыктан турат?
5. Газдын ар түрдүү температуралары үчүн изотерманы чий жана түшүндүр.
6. Изотермикалык жараянда газдын тыгыздыгынын көлөмдөн көз карандылык туюнтмасын жаз.

М 8

1. Газдын баштапкы көлөмү 0,2 л, басымы болсо 300 кПа. Газ изотермикалык кеңейип, басымы 120 кПа га жетти. Газдын кийинки көлөмүн тап.

http://eduportal.uz

2. Поршендүү цилиндрдин ичине камалган газдын баштапкы көлөмү 24 см^3, басымы 0,8 МПа. Газ изотермикалык кысылып, газдын көлөмү 16 см^3 ге келгенде анын басымы кандай маанини алат?

3. Нормалдуу атмосфера басымы шартында идеалдуу газ 50 л көлөмдү ээлейт. Эгерде басым 4 эсе чоңойсо, газ канча көлөмдү ээлейт? Температура туруктуу.

4. Идеалдуу газ 1,2 л көлөмдөн 0,8 л көлөмгө чейин изотермикалык кысылды. Мында газдын басымы 40 кПа га чоңойду. Газдын баштапкы басымы кандай болгон?

11-§. ИЗОБАРАЛЫК ЖАРАЯН

Идеалдуу газдын массасы *m* (*m* = const) жана басымы *(p = const)* туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына изобаралык жараян дейилет.

Грекче «baros» – басым деген маанини билдирет.

Изобаралык жараянда берилген газ массасынын көлөмү (*V*) анын температурасы (*T*) дан көз каранды түрдө өзгөрөт. Бул жараянда газдын көлөмү менен температурасы ортосундагы көз карандылыкты газдын абал теңдемеси (Менделеев-Клапейрон) нен пайдаланып келтирип чыгарабыз. Газдын абал теңдемесин басым туруктуу болгон $(p_1 = p_2)$ газдын эки абалы үчүн жазабыз:

$$p_1V_1 = \frac{m}{M}RT_1 \ , \qquad p_2V_2 = \frac{m}{M}RT_2 \qquad (1)$$

бул теңдемелерди мүчөлөп болуп, төмөнкү барабардыкты алабыз:

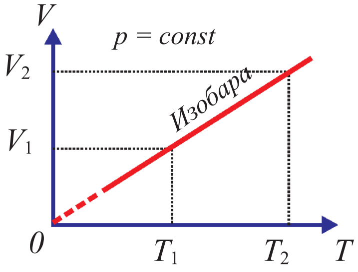
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ же } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}. \qquad (2)$$

(2) теңдемени төмөнкү көрүнүштө да жазууга болот:

$$\frac{V}{T} = const. \qquad (3)$$

Демек, изобаралык жараянда берилген массалуу газ көлөмүнүн абсолюттук температурага катышы туруктуу чоңдук экен. Бул мыйзам 1802-жылы француз физиги Гей-Люссак тарабынан тажрыйбада табылгандыктан **Гей-Люссак** мыйзамы деп аталат. (3) барабардыгын жалпы бөлүмгө келтирип, $V = const \cdot T$ көрүнүштө жазабыз. Туюнтма боюнча изобаралык жараянда берилген массалуу газдын көлөмү анын абсолюттук температурасына түз пропорциялаш экен. Изобаралык жараянда берилген газдын көлөмү менен температурасы ортосундагы катышты туюнткан сызыкка изобара сызыгы дейилет. Изобара сызыгы координа-

http://eduportal.uz



17-сүрөт.

танын башынан чыккан түз сызыктан турат (17-сүрөт).

Туруктуу басымда берилген массалуу газдын көлөмү температурага түз пропорциялаш түрдө өзгөрөт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Идеалдуу газдын температурасы 67 °С жана көлөмү 25 л. Басым өзгөрбөгөндө, көлөм 10 л ге барабар болушу үчүн газды канча муздатуу керек?

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$T_1 = 67\ °C + 273 = 340$ K $V_1 = 25\ l = 25 \cdot 10^{-3}$ м^3 $V_2 = 10\ l = 10 \cdot 10^{-3}$ м^3 $p = const.$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$; $T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1}$; $\Delta T = T_1 - T_2$.	$T_2 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 340\ \text{K}}{25 \cdot 10^{-3}} = 136\,\text{K}.$ $\Delta T = 340\ \text{K} - 136\ \text{K} = 204$ K.
Табуу керек: $\Delta T = ?$	$[\Delta T] = \text{K}$.	**Жообу:** $\Delta T = 204$ K.

1. Кандай жараянга изобаралык жараян дейилет?
2. Изобаралык жараян үчүн Гей-Люссак мыйзамынын формуласын жаз жана аны түшүндүр.
3. Изобара сызыгы деген эмне жана ал кандай сызыктан турат?
4. Газ басымынын түрдүү маанилери үчүн изобараларды чий жана аларды түшүндүр.

M 9

1. Температурасы 27 °С болгон идеалдуу газдын көлөмү 10 л эле. Газ изобаралык түрдө 327 °С ка чейин ысытылгандагы көлөмү кандай өзгөрөт?
2. Идеалдуу газдын температурасы 51 °С жана көлөмү 0,9 л. Басым өзгөрбөгөндө, көлөм 0,3 л ге барабар болушу үчүн газды канча муздатуу керек?
3. Газ 27 °С температурада 3 л көлөмгө ээ. Бул газ изобаралык 100 °С та ысытылса, кандай көлөмдү ээлейт?
4*. Идеалдуу газ 47 °С та 3 л көлөмдү ээлеген. Басымды өзгөртпөстөн, көлөмдү 1,2 л ге чоңойтуу үчүн газдын температурасын канчага жогорулатуу керек?

http://eduportal.uz

12-§. ИЗОХОРАЛЫК ЖАРАЯН

Идеалдуу газдын массасы *m* (*m* = const) жана көлөмү (*V* = const) туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына изохоралык жараян дейилет.

Грекче «xoros» – көлөм деген маанини билдирет.

Изохоралык жараянда берилген массалуу газдын басымы (p) анын температурасы (T) дан көз каранды түрдө өзгөрөт. Бул жараянда газдын басымы менен температурасынын ортосундагы көз карандылыкты газдын абал теңдемесинен пайдаланып келтирип чыгарабыз. Газдын абал теңдемесин көлөм туруктуу болгон ($V_1=V_2$) эки абалда колдойбуз:

$$p_1V_1 = \frac{m}{M}RT_1 , \qquad p_2V_2 = \frac{m}{M}RT_2 \qquad (1)$$

бул теңдемелерди мүчөлөп болуп, төмөнкү барабардыкты алабыз:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ же } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}. \qquad (2)$$

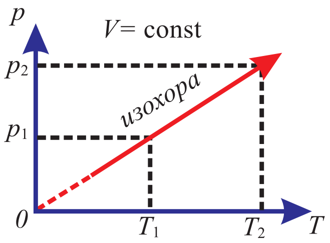
(2) теңдемени төмөнкү көрүнүштө да жазууга болот.

$$\frac{p}{T} = const. \qquad (3)$$

Демек, **изохоралык жараянда берилген массалуу газ басымынын абсолюттук температурага катышы туруктуу чоңдук экен.** Бул мыйзам 1787-жылы француз физиги ***Жак Шарль*** тарабынан тажрыйбада табылгандыктан, ***Шарль мыйзамы*** деп аталат. (3) барабардыгын жалпы бөлүмгө келтирип, аны төмөнкү көрүнүштө жазабыз, башкача айтканда:

$$p = const \cdot T. \qquad (4)$$

(4) туюнтма боюнча изохоралык жараянда берилген массалуу газдын басымы анын абсолюттук температурасына түз пропорциялаш. Изохоралык жараянда берилген газдын басымы менен температурасынын ортосундагы катышты туюнткан сызыкка **изохора сызыгы** дейилет. Изохора сызыгы координатанын башынан чыккан түз сызыктан турат (18-сүрөт).



18-сүрөт.

Туруктуу көлөмдө берилген массалуу газдын басымы температурага түз пропорциялаш түрдө өзгөрөт.

http://eduportal.uz

Ар кандай герметикалык туюк идиште же электр лампочкасында ысытылган газ басымынын чоңоюшу изохоралык жараян эсептелет.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Газ 280 K ден 540 K ге чейин изохоралык ысытылганда, анын басымы 39 кПа га чоңойду. Газ баштап кандай басымда болгон?

Берилген:
$T_1 = 280$ K
$T_2 = 540$ K
$V = \text{const}$
$p_1 = p$
$p_2 = p + \Delta p$
$\Delta p = 39 \cdot 10^3$ Па.

Табуу керек
$p = ?$

Формуласы:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ же } \frac{p}{T_1} = \frac{p + \Delta p}{T_2};$$

$$p = \frac{\Delta p \cdot T_1}{T_2 - T_1}.$$

$$[p] = \frac{\text{Па} \cdot \text{K}}{\text{K}} = \text{Па}.$$

Эсептөө:

$$p = \frac{39 \cdot 10^3 \cdot 280}{540 - 280} \text{Па} = 42 \cdot 10^3 \text{Па}.$$

Жообу: $p = 42$ кПа.

1. Кандай жараянга изохоралык жараян дейилет?
2. Изохоралык жараян үчүн Шарль мыйзамынын формуласын жаз жана аны түшүндүр.
3. Изохора сызыгы кандай сызыктан турат?
4. Газдын ар түрдүү көлөмдөрү үчүн изохораларды чий жана аларды түшүндүр.

М 10

1. Баллондогу газ 17 °C температурада $1{,}45 \cdot 10^5$ Па басымга ээ болсо, кандай температурада анын басымы $2 \cdot 10^5$ Па болот?
2. Кызытма лампочка жанганда, температурасы 17 °C тан 360 °C ка чейин жогорулаcа, анын ичиндеги газдын басымы кандай өзгөрөт?
3. Газ 300 K ден 420 K ге чейин изохоралык ысытылганда анын басымы 50 кПа га чоңойду. Газ баштап кандай басымда болгон?

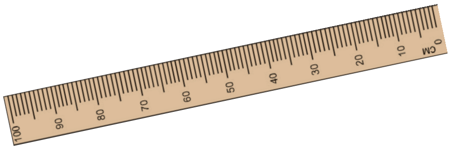
13-§. ПРАКТИКАЛЫК МАШЫГУУ. МОЛЕКУЛАЛАРДЫН ӨЛЧӨМҮН БААЛОО

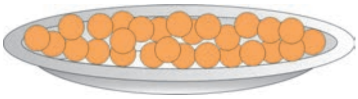
Механикалык моделдин негизинде молекуланын өлчөмүн баалоо

Максат: эң чоң аянтка жайылганда май катмарынын калыңдыгын бир молекуланын диаметрине жакын деп элестетүүнү (гипотезаны) механикалык моделдин негизинде текшерүү.

Керектүү жабдуулар: сызгыч, ак кагаз, буурчактар, мензурка.

http://eduportal.uz





1. Ак кагазга тик бурчтукту чий. Анын өлчөмдөрүн сызгычтын жардамында чене (узуну менен туурасы). Чийилген аянтты аныктап ал (S).

2. Чийилген тик бурчтуктун үстүн бир калыпта (тыгыз абалда) буурчактар менен толтур. Буурчактар чийилген төрт бурчтуктан тышка чыгып кетпесин.

3. Төрт бурчтуктун ичиндеги буурчактарды мензуркага сал. Мензуркага салынган буурчактардын көлөмүн өлчө (V).

4. $d = \frac{V}{S}$ туюнтма боюнча, буурчактын сызыктуу өлчөмүн тап.

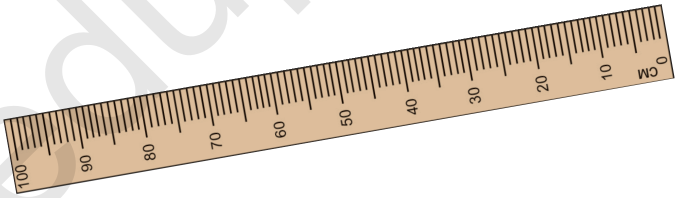
5. Буурчактардын ичинен 10 даанасын алып, аларды тыгыздап бир түз сызыктын үстүнө кой. Сызгычтын жардамында анын узундугун чене. Өлчөнгөн узундукту 10 го бөлсөк, бир буурчактын сызыктуу өлчөмү келип чыгат.

6. Алынган натыйжалардын негизинде өзүңдүн пикириңди жаз.

ПРАКТИКАЛЫК МАШЫГУУ. Класстык бөлмөдөгү абанын тыгыздыгын, бөлмөдөгү газ молекулаларынын концентрациясын жана санын эсептөө (кошумча).

Керектүү жабдуулар. Анероид барометр жана өлчөө сызгычы (1 м).

Анероид барометр


өлчөө сызгычы

1. Барометрдин ичиндеги термометрдин көрсөтүүсүнө карай бөлмөнүн ичиндеги абанын температурасы аныкталат.

2. Анероид барометрдин жардамында бөлмөнүн ичиндеги абанын басымы өлчөнөт.

3. Өлчөө сызгычы жардамында бөлмөнүн өлчөмдөрү алынат: узуну, туурасы жана бийиктиги.

4. Температуранын мааниси кельвинде (K), басымдын мааниси паскалда (Па) туюнтулат.

5. Бөлмөнүн көлөмүн аныкта ($V = a \cdot b \cdot c$).

6. Менделеев-Клапейрон теңдемеси боюнча бөлмөдөгү абанын тыгыздыгын $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$ туюнтма боюнча эсепте.

http://eduportal.uz

Эскертме, эсептөө учурунда абанын моль массасын 29 г/моль деп ал.

7. Газ молекулаларынын концентрациясын $n = \dfrac{p}{k \cdot T}$ туюнтма боюнча эсепте.

8. Бөлмөдөгү газ молекулаларынын санын $N = n \cdot V$ туюнтма боюнча эсепте.

9. Алынган жана эсептелген чоңдуктардун мааниси негизинде төмөнкү жадыбал толтурулат жана корутунду жазылат.

1	Бөлмөнүн өлчөмдөрү	Узуну а =........м, туурасы b = ...м, бийиктиги с =.......м	
2	Бөлмөдөгү абанын температурасы	.... °С	.... К
3	Бөлмөдөгү абанын басымы	.... мм сымап мамычасы	.... Па
4.	Бөлмөнүн көлөмү	........$м^3$	
5.	Бөлмөдөгү абанын тыгыздыгы	........$кг/м^3$	
6.	Бөлмөдөгү газ молекулаларынын концентрациясы	.......$м^{-3}$	
7.	Бөлмөдөгү газ молекулаларынын саны	....	
8.	Бөлмөдөгү абанын массасы	...... кг	
Корутунду:			

14-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Идеалдуу газ 6 л көлөмдөн 4 л көлөмгө чейин изотермикалык кысылды. Мында газдын басымы 0,6 нормалдуу атмосфера басымына чоңойду. Газдын баштапкы басымы кандай болгон? Атмосферанын басымын 100 кПа деп ал.

Берилген:

$T = \text{const}$

$V_1 = 6\ л = 6 \cdot 10^{-3}\ м^3$

$V_2 = 4\ л = 4 \cdot 10^{-3}\ м^3$

$p_2 = p_1 + 0{,}6 \cdot p_{атм}$

$p_{атм} = 100\ кПа = 10^5\ Па.$

Табуу керек:

$p_1 = ?$

Формуласы:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

$$p_1 V_1 = (p_1 + 0{,}6 p_{атм}) \cdot V_2;$$

$$p_1 = \frac{0{,}6 \cdot p_{атм}\ V_2}{V_1 - V_2}.$$

$$[p_1] = \frac{Па \cdot м^3}{м^3} = Па.$$

Эсептөө:

$$p_1 = \frac{0{,}6 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}}\ Па = 1{,}2 \cdot 10^5\ Па.$$

Жообу: $p_1 = 120$ кПа.

http://eduportal.uz

2-маселе. Массасы 2,6 кг болгон идеалдуу газ 27 °С температурада поршендин астында 1,3 м³ көлөмдү ээлеп турат. Газ изобаралык кеңейип, анын тыгыздыгы 1,2 кг/м³ ге барабар болгондо, поршендин ичинде кандай температура болот?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$p = \text{const}$ $T_1 = 300$ K $m = 2,6$ кг $V_1 = 1,3$ м^3 $\rho_2 = 1,2$ кг/м^3. *Табуу керек:* $T_2 = ?$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $m = \rho \cdot V$ жана $\rho_1 . V_1 = \rho_2 . V_2$; $T_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} T_1$. $[T_2] = \frac{\text{кг/м}^3}{\text{кг/м}^3}\text{K=K}$.	$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{2,6\,\text{кг}}{1,3\,\text{м}^3} = 2\,\text{кг/м}^3$. $T_2 = \frac{2}{1,2} 300\,\text{K} = 500\,\text{K}$. **Жообу:** $T_2 = 500$ K.

3-маселе. Газдын температурасы изохоралык түрдө 12 °С ка ысытылганда, газдын басымы баштапкы маанинин 1/75 бөлүгүнө чоңойду. Газдын баштапкы температурасы кандай болгон?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$V = \text{const}$ $\Delta T = 12$ K $T_2 = T_1 + \Delta T$ $p_2 = p_1 + \frac{1}{75} p_1$. *Табуу керек:* $T_1 = ?$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{1}{75} \cdot p_1}{T_1 + \Delta T}$; $T_1 + \Delta T = T_1 \cdot (1 + \frac{1}{75})$ мындан $T_1 = 75 \cdot \Delta T$ ны алабыз.	$T_1 = 75 \cdot 12$ K= 900 K. **Жообу:** $T_1 = 900$ K.

4-маселе. Терендиги 30 м болгон көлдүн түбүнөн аба шарчасы суунун бетине чыкканда, анын көлөмү канча жолу чоңоёт? Суунун үстүңкү жана астыңкы бөлүктөрүндө температураны бирдей деп эсепте.

Берилген:	
$h = 30$ м $p_0 = 10^5$ Па. *Табуу керек:* $\frac{V_2}{V_1} = ?$	**Чыгаруу**: T = *const* – изотермикалык жараян теңдемесинен $p_1V_1 = p_2V_2$ пайдаланабыз, мында p_1 – суунун түбүндөгү аба шарчасынын ичиндеги басым, ал атмосфера басымы менен суюктук мамычасы басымынын суммасына барабар: $p_1 = p_0 + \rho gh$, p_2 – сууну көзөп чыккан учурунда аба шарчасынын ичиндеги басым атмосферанын басымына барабар, б. а. $p_2 = p_0$. Мындан $(p_0 + \rho gh) \cdot V_1 = p_0 \; V_2$. Бул туюнтмадан төмөнкүнү алабыз: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0 + \rho \cdot g \cdot h}{p_0} = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30}{10^5} = 4$ **Жообу:** шарча 4 эсе чоңойгон.

http://eduportal.uz

M 11

1. 27 °C температурада туюк идиштеги газдын басымы 900 кПа га барабар болгон. Газ ысытылып, температурасы 227 °C ка жеткирилгенде идиштин ичиндеги газдын басымы кандай мааниге ээ болот?

2. Баллондо 17 °C температура газ бар. Эгерде газдын 0,4 бөлүгү чыгып кетсе жана мында температура 10 °C ка төмөндөсө, баллондогу газдын басымы кандайча өзгөрөт?

3. Алгачкы температурасы 27°C болгон идеалдуу газ изобаралык кеңейип, көлөмү 24 % га чоңойду. Анын кийинки температурасы кандай болгон?

4. Идеалдуу газ туруктуу басымда 27 °C тан 117 °C ка чейин ысытылганда, газдын көлөмү канча пайызга чоңоёт?

5. Аба шарчасы бассейндин түбүнөн суунун бетине чыкканга чейин 3,5 эсе чоңойду. Бассейндин тереңдиги кандай? Суунун үстүңкү жана астыңкы бөлүктөрүндөгү температураларды бирдей деп эсепте.

6*. Туюк идиштеги газ 120 K ге ысытылганда, анын басымы эки эсе чоңойгон болсо, газдын баштапкы температурасы кандай болгон?

7*. Газ изобаралык түрдө температурасы 10 K ге чоңойтулганда, газдын көлөмү баштапкы маанисинин 1/20 бөлүгүнө чейин чоңойду. Газдын баштапкы температурасы кандай болгон?

8*.Массасы 3 кг болгон идеалдуу газ 127 °C температурада эркин жүргөн поршендин астында 2,5 $м^3$ көлөмдү ээлеп турат. Кандай температурада поршендин астындагы газдын тыгыздыгы 2 $кг/м^3$ болот?

http://eduportal.uz

Идеалдуу газдар молекулярдык-кинетикалык теориясынын негизги теңдемелеринен келип чыккан катыштар

Молекулярдык - кинетикалык теориянын негизги теңдемеси

$$p = \frac{1}{3} n\, m_o\, \overline{\upsilon^2}$$

Молекуланын алга жылуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясы

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

$$p = n k T$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

Менделеев-Клапейрон теңдемеси

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$R = k\, N_A$$

Клапейрон теңдемеси

$$\frac{pV}{T} = const$$

$$m = const$$

Бойль-Мариотт мыйзамы

$$pV = const$$

$$T = const$$

Гей-Люссак мыйзамы

$$\frac{V}{T} = const$$

$$p = const$$

Жак Шарль мыйзамы

$$\frac{p}{T} = const$$

$$V = const$$

http://eduportal.uz

I ГЛАВАНЫ КАЙТАЛОО ҮЧҮН ТЕСТ ТАПШЫРМАЛАРЫ

1. Авогадро саны деп кандай физикалык чоңдукка айтылат?
A) 12 г көмүртектеги атомдор санына; B) 1 моль заттагы бөлүкчөлөр санына; C) 18 г суудагы молекулалар санына; D) жооптордун бардыгы туура.

2. Заттын саны 25 моль болгон кычкылтектин массасын аныкта (г).
A) 144; B) 800; C) 270; D) 600.

3. 27 г сууда канча моль зат бар?
A) 2; B) 1,8; C) 0,9; D) 1,5.

4. Молекулаларынын саны $2{,}4\cdot10^{24}$ болгон азот газы затынын саны кандай (моль)?
A) 2; B) 4; C) 1,5; D) 3.

5. 5 моль суу канча көлөмдү ээлейт ($см^3$)?
A) 2; B) 90; C) 64; D) 18.

6. Газдын көлөмү 2 эсе чоңоюп, молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы 2 эсе азайса, анын басымы кандайча өзгөрөт?
A) 4 эсе чоңоёт; B) 8 эсе азаят;
C) 4 эсе азаят; D) 8 marta чоңоёт.

7. Туюк идиштин ичиндеги идеалдуу газ молекулаларынын орточо квадрат ылдамдыгы 30 % га чоңойсо, газдын басымы кандайча өзгөрүшүн тап.
A) 25 % га чоңоёт; B) 69 % га чоңоёт;
C) 10 % га чоңоёт; D) 20 % га чоңоёт.

8. Басымы $4\cdot10^5$ Па жана көлөмү 2 $м^3$ болгон бир атомдуу идеалдуу газ молекулаларынын кинетикалык энергиясын эсепте (Ж).
A) $1{,}8\cdot10^5$; B) $1{,}2\cdot10^6$; C) $2{,}4\cdot10^5$; D) $4\cdot10^5$.

9. Баллондогу гелий газынын температурасы 27 °C тан 227 °C ка чейин жогоруласа, газдын тыгыздыгы кандайча өзгөрөт?
A) 4 эсе чоңоёт; B) 2 эсе чоңоёт;
C) 3 эсе чоңоёт; D) өзгөрбөйт.

10. Баллондогу кычкылтектин температурасы 227 °C тан 127 °C ка чейин төмөндөсө, андагы газ молекулаларынын концентрациясы кандайча өзгөрөт?
A) 4 эсе чоңоёт; B) 2 эсе чоңоёт;
C) 4 эсе азаят; D) өзгөрбөйт.

11. Газдын абсолюттук температурасы 4 эсе чоңойгондо, молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы канча эсе чоңоёт?
A) 2; B) $\sqrt{3}$; C) 4; D) 3.

http://eduportal.uz

12. Газдын абсолюттук температурасын канча эсе чоңойткондо, молекулалардын орточо квадраттык ылдамдыгы эки эсе чоңоёт?

A) 2 эсе; B) 16 эсе; C) 8 эсе; D) 4 эсе.

13. 400 K температура 138 кПа басымда газ молекулаларынын концентрациясы эмнеге барабар ($м^{-3}$)?

A) $2,5\cdot10^{25}$; B) $5\cdot10^{25}$; C) $1,38\cdot10^{7}$; D) $2,76\cdot10^{6}$.

14. 50 моль газ 75 кПа басым астында жана 27 °C температурада кандай көлөмдү ээлейт ($м^3$)?

A) 8,31; B) 1,662; C) 31; D) 6,2.

15. Температурасы 27 °C болгон 2 моль газдын басымын тап (Pa). Газдын көлөмүн 4 л ге барабар деп ал.

A) $6,12\cdot10^{5}$; B) $5,45\cdot10^{5}$; C) $12,46\cdot10^{5}$; D) $24,9\cdot10^{5}$.

16. Газдын басымы 12 эсе чоңойсо, көлөмү болсо 3 эсе азайса, анын абсолюттук температурасы кандайча өзгөрүшүн аныкта.

A) 3 эсе азаят; B) 3 эсе чоңоёт;
C) 10 эсе чоңоёт; D) 4 эсе чоңоёт.

17. Бойль-Мариотт идеалдуу газ параметрлери үчүн кандай көз карандылыкты үйрөнгөн?

A) $p \sim V$; B) $p \sim 1/V$; C) $p \sim T$; D) $V \sim T$.

18. Изотермикалык жараянда газдын басымы 2 эсе чоңойду. Мында газ молекулаларынын орточо квадраттык ылдамдыгы кандайча өзгөрөт?

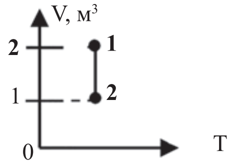
A) 2 эсе чоңоёт; B) 2 эсе азаят;
C) өзгөрбөйт; D) 4 эсе азаят.

19. Изотермикалык жараянда газдын басымы 4 эсе чоңойду. Мында газдын концентрациясы кандайча өзгөрөт?

A) 2 эсе чоңоёт; B) 4 эсе чоңоёт;
C) 4 эсе азаят; D) 2 эсе азаят.

20. Сүрөттө көрсөтүлгөндөй, газ 1-абалдан 2-абалга өткөндө, анын басымы кандайча өзгөрөт?

A) 4 эсе чоңоёт; B) 4 эсе азаят;
C) өзгөрбөйт; D) 2 эсе чоңоёт.



http://eduportal.uz

21. Туруктуу басымдагы идеалдуу газ көлөмүнүн температурадан көз карандылыгын ким тажрыйбада үйрөнгөн?

A) Гей-Люссак; B) Шарль; C) Бойль-Мариотт; D) Штерн.

22. Идеалдуу газ үчүн изобаралык жараяндын туюнтмасын көрсөт.

A) $p = nkT$; B) pV = const; C) V/T = const; D) p/T = const.

23. Кептин мазмунуна ылайык түрдө сүйлөмдү улант: Изохоралык жараянда...

A) p жана T өзгөрөт, V өзгөрбөйт; B) p жана V өзгөрөт, T өзгөрбөйт;
C) V жана T өзгөрөт, p өзгөрбөйт; D) бардык параметрлер өзгөрөт.

24. Туюк идиштеги температурасы –96 °C болгон идеалдуу газды 81°C ка чейин ысытканда, анын басымы канча эсе чоңоёт?

A) 3; B) 2; C) 1,18; D) 2,21.

25. Баллондогу газ 57 °C температурада 10^5 Па басымга ээ болсо, кандай температурада анын басымы $3 \cdot 10^5$ Па болот (°C)?

A) 990; B) 171; C) 444; D) 717.

26. Баллондогу газдын температурасы 400 K ге чыкканда, анын басымы 3 эсе чоңойгон болсо, газдын акыркы температурасын аныкта (K).

A) 450; B) 900; C) 750; D) 600.

27. Эгерде кызытма лампочка жанганда, температурасы 7 °C тан 287 °C ка чейин чоңойсо, анын ичиндеги газдын басымы канча эсе чоңоёт?

A) 3 эсе; B) 4 эсе; C) 1,5 эсе; D) 2 эсе.

28. 2 моль идеалдуу газ 400 K температурада 400 кПа басымга ээ болсо, анын көлөмү эмнеге барабар?

A) 831 л; B) 8,31 л ; C) 16,62 л; D) 41,5 л.

29. Нормалдуу шартта туюк идиш бирдей массалуу суутек, азот жана кычкылтек газдары менен толтурулган. Кайсы газдын порциалдык басымы эң чоң болот?

A) суутек; B) кычкылтек; C) азот; D) басымдар барабар.

30. Газдын басымы 16,6 кПа, тыгыздыгы 0,02 кг/м^3, моль массасы 2 г/моль. Газдын температурасын тап (K).

A) 2; B) 200; C) 275; D) 473.

http://eduportal.uz

I ГЛАВА БОЮНЧА МААНИЛҮҮ КОРУТУНДУЛАР

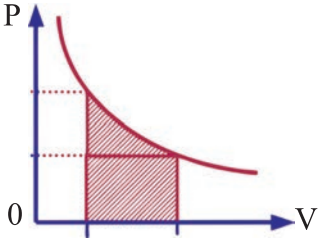
Молекулярдык - кинетикалык теория тажрыйбаларда далилденген үч эрежеге негизденет	1. Заттар бөлүкчөлөрдөн — атом жана молекулалардан түзүлгөн. 2. Атом жана молекулалар тынымсыз жана баш аламан кыймыл жасайт. 3. Атом жана молекулалардын ортосунда өз ара тартышуу жана түртүшүү күчтөрү бар.
Броун кыймылы төмөнкү өзгөчөлүктөргө ээ	Броун кыймылы суюктук же газдагы эркин бөлүкчөлөрдүн тынымсыз жана баш аламан кыймылынан турат. Броун кыймылынын траекториясы татаал сынык сызыктардан турат. Броун кыймылы бөлүкчөнүн өлчөмүнөн көз каранды.
Заттын саны	1 моль – заттын саны болуп, андагы атомдор (молекулалар) санынын массасы 12 г көмүртектеги атомдор санына барабар.
Авогадро туруктуусу	Саны 1 моль болгон заттагы молекулалардын саны итальян окумуштуусу Амедео Авогадронун урматына **Авогадро туруктуусу** деп аталат. Авогадро туруктуусу фундаменталдык физикалык чоңдук болуп, анын сандык мааниси N_A=6,022·10^{-23} моль$^{-1}$ го барабар.
Моль масса	Саны бир моль болгон ар кандай заттын массасына **моль масса** дейилет.
Масса атом бирдиги	Масса атом бирдиги (u) иретинде көмүртек атому массасынын 1/12 бөлүгү менен салыштыруу кабыл алынган, башкача айтканда: 1 u ≈ 1,66·10^{-27} кг.
Салыштырма атом массасы	Берилген зат атому массасынын (m_0) көмүртек атом массасы (m_{0C}) $^1/_{12}$ бөлүгүнүн катышына ошол заттын салыштырма атом массасы дейилет.
Молекулалардын концентрациясы	Көлөм бирдигиндеги молекулалардын саны зат молекулаларынын концентрациясы деп аталат. $n = \frac{N}{V}$; $[n] = \frac{1}{м^3}$.

Идеалдуу газ	Молекулалары материалдык чекиттер деп каралган жана алардын ортосундагы өз ара таасир күчтөрү этибар алынбай турган деңгээлде кичине болгон газ.
Реалдуу газ	Касиеттери молекулаларынын өз ара таасиринен көз каранды болгон газ.
Температуранын молекулярдык - кинетикалык түшүндүрмөсү	**Температура** – газ молекулалары алга жылуу кыймылынын орточо кинетикалык энергиясынын өлчөмү экендигин билдирет, башкача айтканда: $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT.$
Больцман туруктуусу	Больцман туруктуусу молекулалардын орточо кинетикалык энергиясы менен температурасы ортосундагы көз карандылык коэффициентин туюнтат. Анын сандык мааниси $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Ж/К ге барабар.
Универсалдуу газ туруктуусу	Больцман туруктуусу k менен Авогадро туруктуусу N_A нын көбөйтүндүсүнө универсалдуу (моляр) газ туруктуусу деп атоо кабыл алынган. Универсалдуу газ туруктуусунун сандык мааниси $R = 8{,}31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ га барабар.
Идеалдуу газдын басымы	трациясы жана анын температурасына түз пропорциялаш, башкача айтканда: $p = nkT$.
Абсолюттук нөл температура	Абсолюттук нөл температура болушу мүмкүн болгон эң төмөн температура болуп, мындай температурада зат молекулаларынын кыймылы токтойт.
Температуранын Цельсий жана Кельвин шкаласы ортосундагы катыш	Температуранын Цельсий шкаласынан Кельвин шкаласына өтүү формуласы төмөнкүдөй туюнтулат: $T = t + 273$.
Молекулалар жылуулук кыймылынын орточо квадраттык ылдамдыгы	$\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}.$

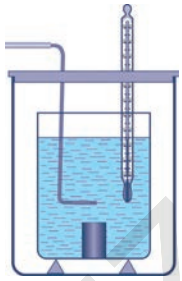
http://eduportal.uz

Молекулалардын ылдамдыктар боюнча бөлүштүрүлүшү	Англис физиги ***Ж. Максвелл*** 1859-жылы теориялык жол менен газдын молекулалары кандайдыр температурада түрдүү ылдамдыктар менен аракеттенишин, башкача айтканда молекулалардын ылдамдыктар боюнча бөлүштүрүлүшүн аныктады.
Штерн тажрыйбасы	Штерн тажрыйбасы идеалдуу газ молекулярдык-кинетикалык теориясын жана Максвеллдин газ молекулаларынын ылдамдыктары боюнча бөлүштүрүлүшү жөнүндөгү окуунун тууралыгын тастыктады.
Менделеев-Клапейрон теңдемеси	Менделеев-Клапейрон теңдемеси идеалдуу газ абалынын теңдемеси болуп, ал газдын массасы, моль массасы, басымы, көлөмү жана температурасы ортосундагы байланышты туюнтат, б. а.: $pV = \frac{m}{M}RT$.
Бойль-Мариотт мыйзамы. Изотермикалык жараян	Идеалдуу газдын массасы (m = const) жана температурасы (T = const) туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына **изотермикалык жараян** дейилет. Туруктуу температурада берилген массалуу газдын басымы көлөмүнө тескери пропорциялаш түрдө өзгөрөт, башкача айтканда: $p \sim 1/V$ же $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$.
Гей-Люссак мыйзамы. Изобаралык жараян	Идеалдуу газдын массасы м (m = const) жана басымы $(p = const)$ туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына **изобаралык жараян** дейилет. Туруктуу басым шартында берилген массалуу газдын көлөмү температурага түз пропорциялаш түрдө өзгөрөт, башкача айтканда: $V \sim T$. $\frac{V}{T} = const$ же $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.
Жак Шарль мыйзамы. Изохоралык жараян	Идеалдуу газдын массасы м (m = const) жана көлөмү $(V = const)$ туруктуу болгондогу газ абалынын өзгөрүү жараянына **изохоралык жараян** дейилет. Туруктуу көлөм шартында берилген массалуу газдын басымы температурага пропорциялаш түрдө өзгөрөт, башкача айтканда: $p \sim T$ $\frac{p}{T} = const$ же $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

http://eduportal.uz



II ГЛАВА
ИЧКИ ЭНЕРГИЯ ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКАНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИ



Макроскопиялык системада жүргөн түрдүү жараяндарда энергия бир түрдөн экинчи түргө өтөт. Физикалык жараяндын ичиндеги катыштарды үйрөнгөн молекулярдык физиканын бөлүмүнө ***термодинамика*** дейилет. Термодинамикада телолордун касиеттери энергия алмашуу көз карашынан гана үйрөнүлүп, алардын молекулалык түзүлүшүнө өзгөчө көңүл бурулбайт.

15-§. ИЧКИ ЭНЕРГИЯ

Молекулярдык - кинетикалык теория боюнча макроскопиялык телону түзгөн бардык молекулалар баш аламан аракеттенет. Телону түзгөн бардык бөлүкчөлөрдүн кинетикалык жана потенциалдык энергияларынын суммасы ошол телонун (заттын) ички энергиясына барабар, башкача айтканда:

$$U = E_k + E_p. \qquad (1)$$

мында E_k жана E_p – телону түзгөн бардык молекулалардын тиешелүү түрдө кинетикалык жана потенциалдык энергиялары.

Идеалдуу газдын ички энергиясын эсептөө катуу жана суюк телолордун ички энергиясын эсептөө сыяктуу татаал эмес. Идеалдуу газдын молекулалары бири-бири менен өз ара таасирдешпегендиги себептүү, алардын өз ара таасир потенциалдык энергиясын нөлгө барабар деп алууга болот. Анда идеалдуу газдын ички энергиясы аны түзгөн бардык молекулаларынын баш аламан кыймылы кинетикалык энергияларынын суммасынан турат, башкача айтканда:

$$U = E_{k1} + E_{k2} + \ldots + E_{kn}. \qquad (2)$$

Идеалдуу газ молекуласынын орточо кинетикалык энергиясы $\overline{E}_k = \frac{3}{2}kT$ экендигин этибар алып, (2) туюнтманы төмөнкүдөй жазабыз:

$$U = N \cdot \overline{E}_k = \frac{3}{2}NkT. \qquad (3)$$

Ошондой эле, $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ жана $k \cdot N_A = R$ экендигин этибар алсак, (3) туюнтма төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M} RT. \tag{4}$$

(4) барабардык идеалдуу газдын ички энергиясын эсептөөгө шарт түзөт. Демек, идеалдуу газдын ички энергиясы анын массасы менен абсолюттук температурасынын көбөйтүндүсүнө түз, моль массасына тескери пропорциялаш экен.

Термодинамикада система бир абалдан экинчи абалга өткөндө анын ички энергиясынын өзгөрүшү маанилүү эсептелет. Ички энергиянын өзгөрүшү дегенде, системанын баштапкы жана соңку абалынын ортосундагы ички энергиялардын айырмасын түшүнөбүз, башкача айтканда:

$$\Delta U = U_2 - U_1. \tag{5}$$

Эгерде газдын температурасы T_1 ден T_2 ге чейин өзгөрсө, (4) туюнтма боюнча анын ички энергиясынын өзгөрүшүн төмөнкүдөй жазууга болот:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\frac{m}{M} R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T. \tag{6}$$

Идеалдуу газдын абал теңдемеси боюнча $pV = \frac{m}{M}RT$ болгондуктан, (4) барабардыкты төмөнкү көрүнүштө жазууга болот:

$$U = \frac{3}{2} pV. \tag{7}$$

(7) барабардыктан газдын ички энергиясы газдын басымы менен көлөмүнөн да көз каранды экендиги көрүнөт. (4) жана (7) теңдемелерди бир атомдуу газдар үчүн жазсак:

$$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV. \tag{8}$$

Ар кандай телонун ички энергиясы анын жылуулук абалынан көз каранды. Телодо жылуулук абалынын өзгөрүшү менен анын ички энергиясы да өзгөрөт. Зат бир агрегаттык абалдан башка агрегаттык абалга өткөндө, мисалы: зат суюк абалдан газ абалга өткөндө жана катуу абалдан суюк абалга өткөндө, телонун ички энергиясы өзгөрөт. Катуу абалдан суюк абалга өткөндө, телонун ички энергиясы чоңойсо, тескерисинче, суюк абалдан катуу абалга өткөндө, телонун ички энергиясы азаят. Ошондой эле, зат суюк абалдан газ абалга өткөндө, анын ички энергиясы чоңоёт.

http://eduportal.uz

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Саны 12 моль болгон аргон газы 12 °С тан –88 °С ка чейин муздатылганда, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$\nu = 12$ моль $T_1 = 12°C + 273 = 285\,K$ $T_2 = -88°C + 273 = 185\,K$	$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1).$	$\Delta U = \frac{3}{2}\cdot 12\cdot 8{,}31\cdot(185-285) =$ $= -14958\,Ж \approx -15\,кЖ.$
Табуу керек: $\Delta U = ?$	$[U] = моль\cdot\frac{Ж\cdot K}{моль\cdot K} = Ж.$	**Жообу:** газдын ички энергиясы $\Delta U = 15$ кЖ га азаят.

1. Термодинамика эмнени үйрөнөт?
2. Идеалдуу газдын ички энергиясы дегенде эмнени түшүнөсүң?
3. Идеалдуу газдын ички энергиясын эсептөө туюнтмасын жаз жана аны түшүндүр.
4. Газ изобаралык кеңейгенде, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

M 12

1. Температурасы 47 °С жана ички энергиясы 80 кЖ болгон аргон газынын массасын аныкта.
2. Бир атомдуу идеалдуу газдын көлөмү 0,4 $м^3$ жана ички энергиясы 45 кЖ болсо, анын басымы эмнеге барабар?
3. Саны 3 моль неон газы 40 °С тан –80 °С ка чейин муздатылганда, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?
4. Массасы 80 г болгон гелий газы 20 °С тан 70 °С ка чейин ысытылганда, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?
5. Идиштеги $4\cdot10^{25}$ молекулага ээ болгон бир атомдуу идеалдуу газдын температурасы 72 K ге чоңойгондо, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?
6. 10^5 Па басым астында турган бир атомдуу идеалдуу газдын көлөмү изобаралык түрдө 300 $см^3$ ден 500 $см^3$ ге чейин чоңойду. Мында газдын ички энергиясы канчага өзгөргөн?
7. Кызытма лампочка жанганда, ичиндеги газдын температурасы 17 °С тан 307 °С ка чейин жогоруласа, анда анын ичиндеги газдын ички энергиясы канча эсе чоңоёт?

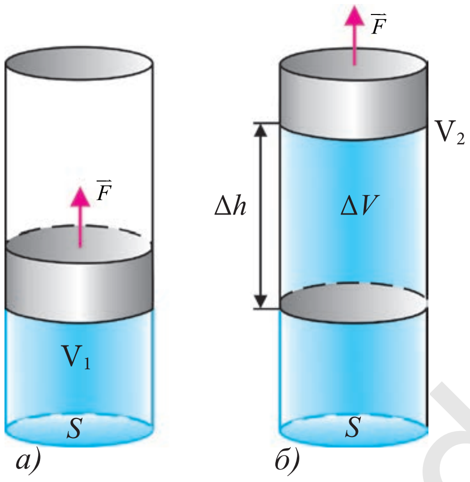
16-§. ТЕРМОДИНАМИКАЛЫК ЖУМУШ

Кандайдыр системанын ички энергиясын өзгөрүшүнө жумуш аткаруу жана жылуулук алмашуу жараяндары себеп болот. Газда жүргөн көптөгөн жараяндарда анын көлөмү өзгөрөт. Газ кандайдыр көлөмдү ээлеп турушу

http://eduportal.uz

рууга тийиш. Элестетели, m массалуу газ эркин сүрүлгөн поршендүү цилиндрдик идишке камалган болсун (19-*а* сүрөт). Газдын бул абалдагы температурасы T_1, көлөмү V_1 жана басымы p_1 болсун. Эгерде газды T_2 температурага чейин ысытсак (поршень эркин сүрүлгөндүктөн, газдын басымы туруктуу деп каралат, башкача айтканда: $p_1 = p_2$), газ изобаралык кеңейип, V_2 көлөмдү ээлейт (19-*б,* сүрөт). Газдын көлөмү өзгөргөндө, ал тышкы басымдын күчүнө каршы жумуш аткарат. Бул жумуш **термодинамикалык жумуш** деп аталат. Газ ысытылганда, газдын молекулалары поршенге барып урунушу натыйжасында поршенди кандайдыр Δh аралыкка жылдырат жана жумуш аткарылат. Механикалык жумуштун формуласы боюнча газдын тышкы күчкө каршы аткарган жумушу төмөнкүгө барабар:

$$A = F \cdot \Delta h. \quad (1)$$



19-сүрөт.

Басымдын аныктамасынан $F = p \cdot S$ экендигин этибар алсак, (1) туюнтма төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$A = p \cdot S \cdot \Delta h = p \cdot \Delta V \quad (2)$$

мында $\Delta V = V_2 - V_1$ – газ көлөмүнүн өзгөрүшү. Демек, газдын изобаралык кеңейүүдө аткарган жумушу анын басымы менен көлөмүнүн өзгөрүшүнүн көбөйтүндүсүнө барабар экен. Бул жараянда газ кеңейип, тышкы күчтөргө каршы оң жумуш аткарат, анткени күчтүн багыты менен поршендин которулуу багыты бирдей. Ошондой эле, газ кысылганда газдын үстүнөн тышкы күчтөр жумуш аткарат.

19-сүрөттө берилген эки абалга тең, башкача айтканда изобаралык кеңейүү жараяны үчүн Менделеев – Клапейрон теңдемесин жазып,

$$pV_1 = \frac{m}{M} RT_1 \text{ жана } pV_2 = \frac{m}{M} RT_2 \quad (3)$$

аларды бирин-биринен кемитебиз:

$$pV_2 - pV_1 = \frac{m}{M} RT_2 - \frac{m}{M} RT_1 \text{ же } p(V_2 - V_1) = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1) \quad (4)$$

Эгерде $T_2 - T_1 = \Delta T$ жана $V_2 - V_1 = \Delta V$ деп алсак, (4) туюнтма төмөнкү көрүнүшкө келет. $p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T.$ (5)

(5) туюнтма боюнча газ изобаралык ΔT температурада ысытылганда тышкы күчтөрдүн үстүнөн аткарылган жумуш төмөнкүдөй аныкталат:

$$A = p\Delta V = \frac{m}{M}R\Delta T, \qquad (6)$$

туюнтманы 1 моль сандагы газ үчүн жазсак, ал төмөнкү көрүнүшкө келет:

$$A = R\Delta T. \qquad (7)$$

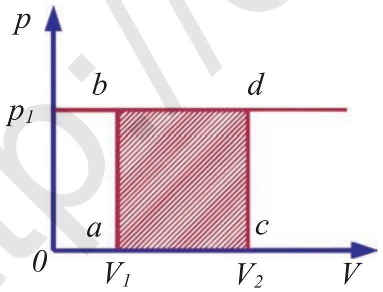
Бул туюнтмадан универсалдуу газдын туруктуусу үчүн төмөнкү катыш келип чыгат, башкача айтканда: $R = \frac{A}{\Delta T}$.

Универсалдуу газдын туруктуусу сандык жактан бир моль газ бир градуска изобаралык ысытылганда, ошол газ тарабынан аткарылган жумушка барабар.

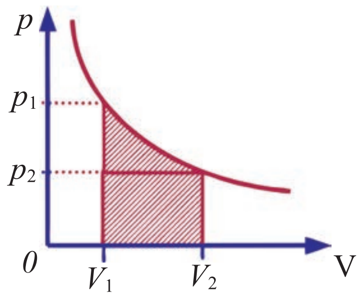
Газ аткарган жумуштун геометриялык түшүндүрмөсү. Жумуштун геометриялык түшүндүрмөсүн бул жараянда аткарылган жумушту геометриялык жол менен түшүндүрүү түзөт. Мында газ басымынын көлөмүнө байланыштуу график чийилет, мисалы, газ изобаралык кеңейсин (20-сүрөт). Туруктуу p басымга ээ болгон газдын көлөмү V_1 ден V_2 ге кеңейгенде аткарылган жумуш *abcd* тик бурчтугунун аянтына сандык жактан барабар, башкача айтканда:

$$A = p_1(V_2 - V_1) = |ab| \cdot |ac|.$$

Изотермикалык жараянда басым көлөмгө тескери пропорциялаш түрдө өзгөрөт (21-сүрөт). Бул абалда газдын аткарган жумушу сандык жактан изотерма графигинин астындагы штрихтелген аянтка барабар болот.



20-сүрөт.



21-сүрөт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Поршендин астындагы кычкылтек газы 64 K ге изобаралык ысытылганда, газ тышкы күчтөрдүн үстүнөн 16,6 кЖ жумуш аткарган. Кычкылтектин массасы кандай болгон?

http://eduportal.uz

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$M = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль $\Delta T = 64$ K p = const A =16,6 кЖ=$16{,}6 \cdot 10^3$ Ж. *Табуу керек:* m = ?	$A = \frac{m}{M} R \cdot \Delta T;$ $m = \frac{A \cdot M}{R \cdot \Delta T}.$ $[m] = \frac{Ж \cdot \frac{кг}{моль}}{\frac{Ж}{моль \cdot К} \cdot К} = кг$	$m = \frac{16{,}6 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 64}$ кг = кг. **Жообу**: m = 1 кг.

1. Газдын изобаралык кеңейүүдө аткарган жумушунун формуласын келтирип чыгар жана аны түшүндүр.
2. Газдын изобаралык кеңейүүдө аткарган жумушун температуранын өзгөрүшү аркылуу туюнт.
3. Механикалык жана термодинамикалык жумуштун ортосундагы айырма эмнеде?

М 13

1. Цилиндрдик идиштеги 160 кПа басым астында турган газ изобаралык түрдө кеңейип, 48 кЖ жумуш аткарды. Мында газдын көлөмү канчага чоңойгон?
2. Поршендин астындагы 400 г массалуу аба изобаралык ысытылды. Аба тышкы күчтөр үстүнөн 8 кЖ жумуш аткарган болсо, ал канча градуска ысыган?
3. 100 кПа басым астында турган идеалдуу газ изобаралык кеңейип, көлөмү 100 см^3 ден 300 см^3 ге чейин чоңойду. Мында газ кандай жумуш аткарган?
4*. Ички диаметри 5 см болгон цилиндрге газ камалган. Цилиндрдин поршенине 50 Н тышкы күч таасир этип, газдын көлөмүн 10 см^3 ге азайтырды. Тышкы күч алынгандан кийин газ кеңейип, баштапкы абалына кайтты. Тышкы күч алынгандан кийин кысылган газ канча жумуш аткарган?

17-§. ЖЫЛУУЛУК САНЫ

Телолордо жылуулук алмашуусу

Бир телодон экинчи телого жумуш аткарбастан энергия берүү жараянына жылуулук алмашуу же жылуулук берүү дейилет.

Жылуулук алмашуу жараянында тело алган же жоготкон ички энергиянын санын белгилеген физикалык чоңдукка жылуулук саны дейилет.

Жылуулук санынын чен бирдиги жумуштун бирдиги менен бирдей, б. а. ***Жоуль*** (**1 Ж**). Жылуулук санын эсептөө үчүн ***калория*** (**1 кал**) деп аталган бирдик да киргизилген. Жылуулук санын Q тамгасы менен белгилөө кабыл алынган.

http://eduportal.uz

1 грамм дистилленген сууну 1°С ка ысытуу үчүн керек болгон жылуулук саны *1 калория* деп кабыл алынган.

Калория менен бирге килокалория да колдонулат (1 ккал = 1000 кал). Жылуулук санынын Жоуль менен калория бирдиктери ортосундагы катыш төмөнкүдөй туюнтулат: 1 Ж = 0,24 кал же 1 кал = 4,19 Ж.

Жылуулук берилүү жараянында телонун температурасы t_1 маанисинен t_2 маанисине өзгөргөн болсо, тело алган же жоготкон жылуулук саны төмөнкүдөй эсептелет:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \qquad (1)$$

мында m – телонун массасы, c – пропорциялаштык коэффициенти болуп, ага заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу дейилет, t_1 – телонун баштапкы температурасы, t_2 – телонун соңку температурасы. Жылуулук алмашуу жараянынан кийин телонун температурасы $t_2 > t_1$ катышта болсо, $Q > 0$ болуп, тело жылуулук санын алгандыгын жана тескерисинче $t_2 < t_1$ катышта болсо, $Q < 0$ болуп, тело жылуулук санын бергендигин билдирет.

(1) туюнтма боюнча заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу төмөнкүдөй эсептелет:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \qquad (2)$$

(2) барабардыгы боюнча салыштырма жылуулук сыйымдуулугунун Эл аралык бирдиктер системасындагы бирдиги $[c] = \frac{Ж}{кг \cdot K}$ экендиги келип чыгат.

Массасы 1 кг болгон заттын температурасын 1 °С ка өзгөртүү үчүн керек болгон жылуулук санын мүнөздөгөн физикалык чоңдукка заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу дейилет.

Заттардын салыштырма жылуулук сыйымдуулуктарынын сандык маанилери төмөнкү жадыбалда келтирилген.

	Заттын түрү	Салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, Ж/ (кг · К)		Заттын түрү	Салыштырма жылуулук сыйымдуулугу, Ж/ (кг · К)
1	Коргошун	130	**6**	Айнек	830
2	Күмүш	230	**7**	Алюминий	890
3	Калай	230	**8**	Муз	2100
4	Жез	390	**9**	Керосин	2140
5	Болот	460	**10**	Суу	4200

http://eduportal.uz

Жылуулук балансынын теңдемеси

Үйрөнүлүп жаткан телолор системасы айланадагы телолордон жетиштүү деңгээлде изоляцияланган болсо, биз аны туюк система деп атайбыз. Убакыттын өтүшү менен туюк системанын ичинде турган телолордун ички энергиясы өзгөрбөйт. Мисал иретинде калориметр, суу жана ысытылган металлдан турган туюк системаны карап көрөлү. Мында системанын ичиндеги телолордун ортосунда жылуулук алмашуусу жүрөт, жылуу металл жылуулук берсе, суу жана идиш жылуулукту алат.

Жылуулук алмашуусу жараянында катышкан бардык телолордун ички энергиялары алардын температуралары бирдей болгонго чейин өзгөрөт. Орногон температурага телолор системасынын термодинамикалык тең салмактуулук температурасы дейилет. Жылуулук алмашуу жараяны эч кандай жумуш аткарылбастан жүргөндө, ички энергиянын өзгөрүшү айрым телолордун ысышы, башка телолордун муздашы эсебине ишке ашат. Жумуш аткарылбастан жылуулук алмашуусу натыйжасында гана жүргөн жараяндарды мүнөздөө үчүн жылуулук балансы теңдемеси (французча «баланс» – тең салмактуулук сөзүнөн алынган) түзүлөт. Бул теңдеме төмөнкүдөй түшүндүрүлөт:

Жылуулук алмашуусу натыйжасында ички энергиялары азайган телолордун берген жылуулук сандарынын суммасы ички энергиялары чоңойгон телолордун кабыл алган жылуулук сандарынын суммасына барабар.

$$Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = Q_1' + Q_2' + \ldots + Q_n' \qquad (3)$$

бул жерде $Q_1, Q_2, \ldots Q_n$ – жылуураак телолордун берген жылуулук сандары.

$Q_1', \ Q_2', \ \ldots \ Q_n'$

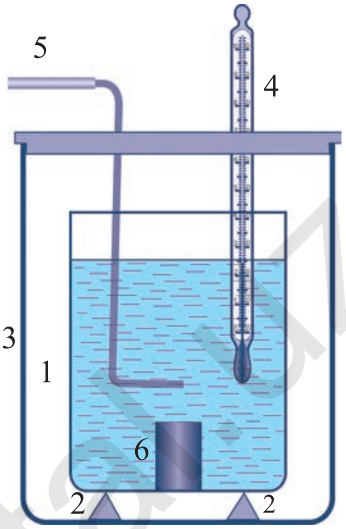
(3) теңдемеси жылуулук балансы теңдемеси деп аталат. Ал жылуулук алмашуу жараяны үчүн энергиянын сакталуу мыйзамынан турган болуп, төмөнкүдөй мүнөздөлөт:

Жылуулук алмашуусу жараянында жылуулук саны жоктон бар болбойт, бардан жок болбойт, бир телодон башка бир телого гана өтөт.

Телонун (заттын) берген же алган жылуулук санын калориметр жардамында аныктоого болот (22-сүрөт). *Калориметр* сөзү *жылуулукту өлчөө* деген маанини билдирет (латинче *calor – жылуулук*, грекче *metreo – өлчөө*).

http://eduportal.uz

Калориметрдин ички идиши жука капталдуу 1 металл идиштен турган болуп, жылуулукту аз өткөргөн 2 негизге орнотулган 3 пластмасса идишке салынган. Калориметрге 4 термометр жана 5 аралаштыргыч түшүрүлгөн болот.



22-сүрөт.

Калориметр идишинин аралаштыргыч менен бирге массасы m_1 жана салыштырма жылуулук сыйымдуулугу c_1 болсун. Калориметрге m_2 массалуу суу куялы. Суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу c_2, жылуулук тең салмактуулукка келгенден кийин калориметр менен суунун температурасы t_1 болсун. Калориметрге температурасы t_2, массасы m, салыштырма жылуулук сыйымдуулугу c болгон 6 ысытылган темирди түшүрөлү. Жылуулук тең салмактуулугу орногондогу суулуу калориметр менен темирдин температурасы t болсун. Мында ысытылган темир t_2 ден t га чейин муздап, калориметр менен сууга $Q = cm(t_2 - t)$ жылуулук санын берет. Натыйжада калориметр менен суунун температурасы t_1 ден t га чейин көтөрүлөт. Мында калориметр $Q_1 = c_1m_1(t - t_1)$, суу $Q_2 = c_2m_2(t - t_1)$ жылуулук санын алат.

Энергиянын сакталуу мыйзамы боюнча, телонун берген жылуулук саны калориметр менен суу алган жылуулук сандарынын суммасына барабар:

$$Q = Q_1 + Q_2 \qquad (4)$$

Калориметр, суу жана темирдин салыштырма жылуулук сыйымдуулугун жана массаларын билген түрдө t_1, t_2 жана t температураларды өлчөп, темирдин берген Q жылуулук санын, калориметр менен суунун алган Q_1 жана Q_2 жылуулук сандарын эсептөөгө болот.

(4) туюнтмага Q, Q_1 жана Q_2 нин туюнтмаларын коюп, жылуулук балансы теңдемесинин төмөнкү туюнтмасын алабыз:

$$cm\,(t_2 - t) = c_1m_1(t - t_1) + c_2m_2(t - t_1). \qquad (5)$$

Эгерде калориметрге салынган телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу c белгисиз болсо, аны (5) туюнтмадан келтирип чыгарууга болот:

$$c = \frac{(c_1m_1 + c_2m_2)(t - t_1)}{m(t_2 - t)}. \qquad (6)$$

Бул калориметрге салынган каалагандай телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун табуу формуласын туюнтат.

Демек, калориметр жардамында каалагандай телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктоого болот экен.

http://eduportal.uz

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Суу 210 м бийиктиктен агып түшүүдө. Оордук күчүнүн аткарган жумушу суунун температурасын канчага өзгөртөт? Суунун түшүшүн эркин түшүү деп эсепте.

Берилген:
$h = 210$ м
$g = 9{,}81$ м/с^2
$c = 4200$ Ж/ (кг·K).

Табуу керек:
$\Delta t = ?$

Чыгарылышы: оордук күчү аткарган жумуштун белгилүү бир бөлүгү телонун ички энергиясын өзгөртөт жана мында тело ысыйт. Элестетели, суу h бийиктиктен түшкөндөгү оордук күчүнүн жумушу толук ички энергияга (жылуулукка) айлансын, башкача айтканда: $m \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$

Туюнтманы жөнөкөйлөштүрүп, $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{g \cdot h}{c}$ ке ээ болобуз. Абсолюттук температуранын өзгөрүшү ΔT температуранын Цельсий шкаласы боюнча өзгөрүшү Δt га барабар, башкача айтканда $\Delta T = \Delta t$.

$$[\Delta t] = \frac{\frac{Н}{кг} \cdot м}{\frac{Ж}{кг \cdot K}} = \frac{\frac{Ж}{кг}}{\frac{Ж}{кг \cdot K}} = K. \quad \Delta t = \frac{9{,}81 \cdot 210}{4200} K = 0{,}49 K.$$

Жообу: $\Delta t = 0{,}49$ K.

1. Жылуулук саны деп эмнеге айтылат? Анын кандай бирдиктери бар?
2. Салыштырма жылуулук сыйымдуулугун мүнөздөп, анын эсептөө формуласын жаз.
3. Жылуулук балансы теңдемесинин физикалык мазмуну эмнеден турат?
4. Жылуулук алмашуу жараяны үчүн энергиянын сакталуу мыйзамын мүнөздө.
5. Бирдей бийиктиктен бирдей массага ээ болгон алюминий, коргошун жана темир шарлар ташталды. Алардын кайсы бири көбүрөөк ысыйт?

M 14

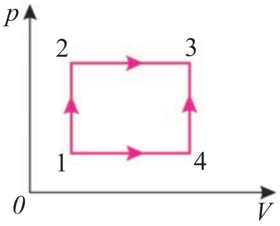
1. Массасы 0,5 кг жана салыштырма жылуулук сыйымдуулугу 450 Ж/(кг·K) болгон тело 10 °C тан 310 °C ка чейин ысытылганда, канча жылуулук санын кабыл алат?
2. Массасы 3 кг болгон тело 20 °C тан 500 °C ка чейин ысыганда, 1281,6 кЖ жылуулук санын алган болсо, бул тело кандай заттан даярдалган?
3. Нормалдуу шартта температурасы 20 °C жана көлөмү 1,5 л болгон суу кайнаганга чейин канча жылуулук санын алат?
4. Нормалдуу шартта кайнап турган суунун ичинде жез жана коргошундан жасалган телолор бар болчу. Алар суудан алынган учурда ар бири кандай жылуулук санына ээ болот? Жезден жасалган телонун массасын 200 г, коргошундан жасалган телонун массасын 150 г га барабар деп ал.

http://eduportal.uz

18-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Идеалдуу газ 1-абалдан 3-абалга эки түрдүү жараян аркылуу өткөн (23-сүрөт). Эки багытта тең ички энергиянын өзгөрүшү кандай жүрөт?

Берилген. Чийме



23-сүрөт.

Чыгарылышы: 1→2→3 багытта газ баштап изохоралык ысытылган, андан кийин изобаралык кеңейген. Экинчи 1→4→3 багытта болсо, газ баштап изобаралык кеңейген, андан кийин изохоралык ысытылган. Ички энергиянын өзгөрүшү дегенде, системанын баштапкы жана соңку абалы ортосундагы ички энергиялардын айырмасын түшүнөбүз, башкача айтканда:

$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = U_3 - U_1$.

Идеалдуу газ ички энергиясынын $U = \frac{3}{2} p \cdot V$ туюнтмасы боюнча, ички энергиясынын өзгөрүшү

$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = \frac{3}{2}(p_3 \cdot V_3 - p_1 \cdot V_1)$ ге барабар.

Система бир абалдан башка абалга каалагандай багытта өткөндө, анын ички энергиясынын өзгөрүшү ошол абалдарды мүнөздөгөн параметрлерден гана көз каранды болот. **Жообу:** эки багытта тең ички энергия бирдей өзгөрөт.

2-маселе. Поршендин астындагы туруктуу массалуу идеалдуу газ 7°С тан 77°С ка чейин ысытылганда, ал изобаралык кеңейди. Мында газ тышкы күчтөрдүн үстүнөн кандай жумуш аткарат? Газдын басымы 125 кПа жана баштапкы көлөмү 2 л ге барабар болгон.

Берилген:

$T_1 = 7\ °C + 273 = 280$ K

$T_2 = 77\ °C + 273 = 350$ K

$p = 125$ кПа $= 125 \cdot 10^3$ Па

$V_1 = 2$ л $= 2 \cdot 10^{-3}$ м^3.

Табуу керек:

$A = ?$

Чыгарылышы: газдын баштапкы көлөмү бизге белгилүү. Газдын кийинки көлөмүн изобаралык жараян теңдемеси боюнча табабыз, башкача айтканда: $V_2 = \frac{T_2 \cdot V_1}{T_1}$.

Газ изобаралык кеңейгенде, анын аткарган жумушу $A = p \cdot (V_2 - V_1)$ туюнтма боюнча эсептелет. Газдын кийинки көлөмүнүн туюнтмасын жумуштун туюнтмасына койсок, жумуштун туюнтмасы:

$A = p \cdot (\frac{T_2}{T_1} - 1) \cdot V_1$ көрүнүшкө келет

Бул туюнтмага чоңдуктардын сандык маанисин коюп жумуштун сандык маанисин аныктайбыз. $A = 125 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{350}{280} - 1\right) \cdot 2 \cdot 10^{-3}$Ж$= 62{,}5$ Ж.

Жообу: $A = 62{,}5$ Ж.

3-маселе. Идиште 40 °C температуралуу 85 л суу бар. Ал температурасы 15 °C муздак жана 100 °C температурадагы кайнаган суудан даярдалган. Идишке канча муздак жана канча кайнаган суу куюлган?

Берилген:	**Чыгарылышы**: жылуулук балансы теңдемеси боюнча жылуулук алмашуу жараянында муздак суу алган жылуулуктун саны: $Q_1 = m_1 c(t - t_1)$ жана жылуу суу берген жылуулуктун саны $Q_2 = m_2 c(t_2 - t)$ га барабар болот, башкача айтканда: $Q_1 = Q_2$.
$t_1 = 15$ °C $t_2 = 100$ °C $t = 40$ °C $V = 85$ л.	Суулардын массаларын алардын көлөмдөрү аркылуу туюнтуп:
Табуу керек: $V_1 = ?$ $V_2 = ?$	$m_1 = \rho V_1,\ m_2 = \rho V_2$, төмөнкү катышка ээ болобуз: $\rho V_1 c(t - t_1) = \rho V_2 c(t_2 - t)$, же $V_1(t - t_1) = V_2(t_2 - t)$.

Аралашманын көлөмү $V = V_1 + V_2$ экендигин этибар алып, V_1 көлөмдү табабыз: $V_1 = \dfrac{t_2 - t}{t_2 - t_1} \cdot V$. Бул барабардык боюнча, муздак суунун көлөмүн эсептейбиз:

$V_1 = \dfrac{100 - 40}{100 - 15} \cdot 85 л = 60$ л. Кайнаган суунун көлөмү $V_2 = V - V_1 = 85$ л – 60 л = 25 л.

Жообу: $V_1 = 60$ л жана $V_2 = 25$ л.

4-маселе. 800 м/с ылдамдык менен учкан болот ок кумга батып калды. Ок урунганда ажыраган жылуулуктун 60 % кумду ысытканга кетсе, октун температурасы канчага чоңоёт? Болоттун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу $c = 460$ Ж/(кг·К) ге барабар.

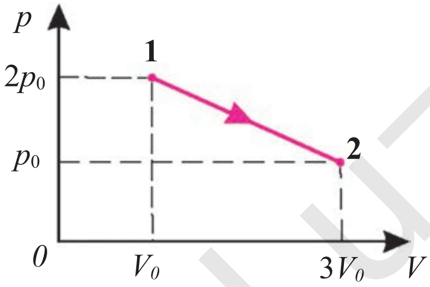
Берилген:	**Чыгарылышы:** ок кумга батып калганда анын кинетикалык энергиясы толугу менен ички энергияга айланат. Бул энергиянын $1 - \eta = 0,4$ бөлүгү окко өтөт. Мындан $Q = (1 - \eta)E_k;\quad mc\Delta t = (1 - \eta)\cdot\dfrac{m\upsilon^2}{2}$.
$\upsilon = 800$ м/с $\eta = 0,6$ $c = 460$ Ж/кг·К.	
Табуу керек: $\Delta t = ?$	Бул туюнтмалардан пайдаланып ок температурасынын өзгөрүшүн эсептейбиз: $\Delta t = (1 - \eta)\cdot\dfrac{\upsilon^2}{2c}$. $[\Delta t] = \dfrac{\left(\frac{м}{с}\right)^2}{\frac{Ж}{кг \cdot К}} = К$. $\Delta t = \dfrac{0,4 \cdot 800^2}{2 \cdot 460} К = 278 К$. **Жообу**: $\Delta t = 278$ К.

http://eduportal.uz

М 15

1. Температурасы 27 °С жана ички энергиясы 50 кЖ болгон гелий газынын массасы канча?

2. Бир атомдуу газдын басымы 30 % га азайып, көлөмү 6 эсе чоңойсо, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?



24-сүрөт.

3. Туруктуу массалуу бир атомдуу идеалдуу газ 1-абалдан 2-абалга өттү (24-сүрөт). Мында газдын ички энергиясы кандайча өзгөрөт? Газдын баштапкы басымы p_0 =150 кПа жана көлөмү V_0 = 4 л болгон.

4. Цилиндрдин поршени астында 1,6 кг массалуу кычкылтек газы 17 °С температурада турат. Газ изобаралык кеңейип, 40 кЖ жумуш аткарган болсо, ал кандай температурага чейин ысыган?

5. Эркин сүрүлө алган поршендин астындагы температурасы 27 °С, көлөмү 10 л жана басымы 100 кПа болгон идеалдуу газ 60 К ге изобаралык ысытылды. Мында газ тышкы күчтөрдүн үстүнөн кандай жумуш аткарат?

6. Заттын саны 25 моль болгон газ 20 К ге ысытылганда, изобаралык кеңейип, анын көлөмү баштапкы көлөмүнө салыштырмалуу 20 % га чоңойду. Газдын баштапкы температурасы кандай болгон? Газ кеңейгенде аткарылган жумуш эмнеге барабар?

7. Массасы 8 кг жана 90 °С температурага ээ болгон сууга 20 °С температурадагы суудан канчаны кошкондо, аралашманын температурасы 30 °С ка барабар болот?

8. Массасы жана баштапкы температурасы бирдей болгон суутек жана гелий газдары изобаралык түрдө 60 К ге ысытылды. Суутекти ысытканда аткарылган жумушту гелийди ысытканда аткарылган жумуш менен салыштыр.

9. 15 °С температурадагы 125 л суу, 45 °С температуралуу 25 л суу менен аралаштырылса, натыйжалык температура кандай болот?

10. Киринүү ваннасына 10 °С туу муздак суу жана 90 °С туу жылуу сууну куюп, 50 °С туу ысык суу даярдалды. Эгерде ваннадагы ысык суунун көлөмү 80 л болсо, ваннага муздак жана жылуу суунун ар биринен канчадан куюлган? Ванна идишинин алган жылуулук санын эсепке алба.

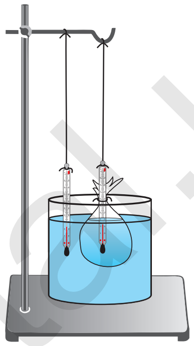
11*. 800 м/с ылдамдык менен учкан болот ок кумга батып калды. Октун урунушунда ажыраган жылуулуктун 54 % ы кумду ысытканга кетсе, ок канча градуска ысыйт? c_p = 460 Ж/(кг·К).

http://eduportal.uz

19-§. ПРАКТИКАЛЫК МАШЫГУУ. ТЕЛОЛОРДО ЖЫЛУУЛУК ТЕҢ САЛМАКТУУЛУКТУ ҮЙРӨНҮҮ

Машыгуунун максаты: жылуулук тең салмактуулуктун орноо жараянына байкоо жүргүзүү.

Керектүү жабдуулар: идиш, жылуу жана муздак суу, эки термометр, электрондук саат, полиэтилен пакет, штатив жана жип.



Машыгууну аткаруунун тартиби:

1. Төмөнкү жадыбалды чийип алабыз.

Каралган убакыт (минут)	0	1	2	....	....	....	....	....
Жылуу суунун температурасы								
Муздак суунун температурасы								

– идишке жылуу сууну куябыз. Идиштеги жылуу суунун температурасын өлчөп баруу үчүн ага термометрди түшүрөбүз;

– полиэтилен пакетке муздак сууну куябыз. Идиштеги муздак суунун температурасын өлчөө үчүн ага термометрди түшүрөбүз;

– полиэтилен пакетке салынган суу термометр менен бирге жылуу суу куюлган идиштин ичине түшүрүлөт;

– бир аз күтөбүз. Соң минут сайын жылуу жана муздак суунун ичиндеги термометрлердин көрсөткүчүн белгилеп, аларды жадыбалга жазып барабаз;

– суулардын термодинамикалык тең салмактуулук температурасы жана термодинамикалык тең салмактуулук орногон убакыт аныкталат. Алынган натыйжалар жадыбалга жазылат;

– термодинамикалык тең салмактуулук орногондон кийин да байкоону бир нече минут улантабыз;

– координата тегиздигинде убакыт боюнча жылуу суунун муздашын, муздак суунун ысышын график түрүндө сүрөттө. Машыгуу боюнча өзүңдүн корутундуңду жаз.

1. Жылуулук алмашуу жараянында муздак жана жылуу суунун ички энергиясы кандайча өзгөрөт?
2. Термодинамикалык тең салмактуулуктан кийин суунун ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

http://eduportal.uz

20-§. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ: КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН САЛЫШТЫРМА ЖЫЛУУЛУК СЫЙЫМДУУЛУГУН АНЫКТОО

***Иштин максаты*:** телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктоону үйрөнүү.

***Керектүү жабдуулар*:** калориметр жана аралаштыргыч, тараза, термометр, салыштырма жылуулук сыйымдуулугу аныктала турган 3 бирдей заттан даярдалган түрдүү массадагы телолор, кайнаган суу.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Ишти аткарууда пайдаланылчу калориметр 22-сүрөттө берилген. Калориметр менен аралаштыргычты бирге таразада тартып, алардын массасын аныкта (m_k). Калориметр алюминийден жасалгандыктан анын салыштырма жылуулук сыйымдуулугун $c_k = 890$ Ж/(кг °С) га барабар деп ал.

2. Мензурка жардамында суунун көлөмүн (V) өлчөп, аны калориметрдин идишине куй.

3. Калориметрге куюлган суу массасын $m_s = \rho_s V_s$ формуладан пайдаланып эсепте. Мында ρ_s – суунун тыгыздыгы.

4. Калориметрге термометрди түшүр. Бир аз күт. Жылуулук тең салмактуулугу орногон суунун температурасын (t_s) аныкта.

5. Салыштырма жылуулук сыйымдуулугу аныкталып жаткан телонун массасын (m_j) таразада өлчө.

6. Телону жипке байлап, кайнап турган суунун ичине түшүр. Бир аз күт (2–3 минут). Тело менен суунун ортосунда жылуулук тең салмактуулугу орнойт. Кайнап турган суунун (t_j) температурасын термометр жардамында өлчөп ал.

7. Кайнап турган суудан алынган телону тезинен муздак суу куюлган калориметрдин ичине түшүр. Аралаштыргыч менен калориметрдеги сууну аралаштыр жана аралашманын термометр көрсөткөн (t_a) температурасын жазып ал.

8. Төмөнкү формула жардамында телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныкта:

$$c_j = \frac{(m_s \cdot c_s + m_k \cdot c_k)\cdot(t_a - t_s)}{m_j(t_j - t_a)}$$

9. Массалары түрдүүчө, куду ушундай заттан жасалган дагы эки телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун жогорудагыдай тартипте аныкта.

10. Биринчи, экинчи жана үчүнчү телолор үчүн аныкталган салыштырма жылуулук сыйымдуулуктары үчүн орточо $c_{j.орт}$ ту эсепте.

11. Алынган натыйжаларды төмөнкү жадыбалга жаз.

№	m_k, кг	m_s, кг	m_j, кг	c_k, Ж/кг·°С)	t_c, °С	t_j, °С	t_a, °С	c_j, Ж/кг·°С)	$c_{j\,орт}$, Ж/(кг·°С)
1									
2									
3									

http://eduportal.uz

1. Салыштырма жылуулук сыйымдуулугун түшүндүрүп бер.
2. Жылуулук балансы теңдемесинен пайдаланып, 8-пунктта келтирилген телонун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу формуласын келтирип чыгар жана түшүндүрүп бер.
3. Жадыбалдагы натыйжаларды иликте жана корутунду чыгар.

21-§. ОТУНДУН САЛЫШТЫРМА КҮЙҮҮ ЖЫЛУУЛУГУ

Адатта, жыгач, таш көмүр, табигый газ, бензин сыяктуу отундар күйгөндө жылуулук ажырап чыгат. Бул кандай жылуулук? Эмне себептен бул заттар күйгөндө жылуулук ажырап чыгат?

Белгилүү болгондой, молекулалар атомдордон түзүлгөн. Мисалы, азоттун молекуласы эки азоттун атомунан алынган. Молекулаларды атомдорго ажыратууга болот. Молекулалардын атомдорго ажырашы *химиялык бөлүнүү реакциясы* деп аталат. Молекуланын курамындагы атомдор бири-бири менен күчтүү тартышып турат. Аларды бири-биринен ажыратып жиберүү үчүн андагы тартышуу күчүнө каршы жумуш аткаруу керек. Демек, молекуланы бөлүү үчүн энергия сарпталууга тийиш. Атомдор биригип, молекуланын куралышында болсо, тескерисинче, энергия ажырап чыгат.

25-сүрөт.

Адаттагы отундар (көмүр, мунай, бензин жана башкалар)дын курамында көмүртектин атомдору бар. Күйүү учурунда көмүртектин атому абадагы кычкылтектин молекуласы менен биригип (CO_2) көмүр кычкыл газынын молекуласын түзөт (25-сүрөт). Көмүр кычкыл газы молекуласынын куралуу жараянында жылуулук ажырап чыгат.

1 кг отун толук күйгөндө андан ажырап чыккан жылуулук саны отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп аталат. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу *q* тамгасы менен белгиленет.

Массасы m болгон ар кандай отун күйгөндө ажырап чыккан жылуулук саны Q ну эсептөө үчүн анын салыштырма күйүү жылуулугу q ну толук күйгөн отундун массасына көбөйтүү керек, башкача айтканда:

$$Q = q \cdot m.$$

Бул формула боюнча, отундун салыштырма күйүү жылуулук бирдиги $[q]=\left[\frac{Q}{m}\right]=\frac{1\ Ж}{1\ кг}=1\frac{Ж}{кг}$ да өлчөнөт. Ар түрдүү отун үчүн салыштырма күйүү жылуулугу аныкталган. Жадыбалда кээ бир отундардын салыштырма күйүү жылуулугунун сандык маанилери келтирилген.

	Отун	Салыштырма күйүү жылуулугу, (МЖ/ кг)		Отун	Салыштырма күйүү жылуулугу, (МЖ/ кг)
1	Бензин	46	4	Кургак отун	10
2	Керосин	42	5	Табигый газ	44
3	Таш көмүр	29	6	Спирт	29

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 20 кг болгон таш көмүр күйгөндө чыккан жылуулукту алуу үчүн, канча кургак отунду күйдүрүү керек болот?

Берилген:

$m_1 = 20$ кг
$q_1 = 29\cdot10^6$ Ж/кг
$q_2 = 10\cdot10^6$ Ж/кг

Табуу керек:
$m_2 = ?$

Чыгарылышы: маселенин шарты боюнча $Q_1 = Q_2$.
Анда $m_1\cdot q_1 = m_2\cdot q_2$ мындан

$$m_2=\frac{m_1\cdot q_1}{q_2}=\frac{20\ кг\cdot29\cdot10^6\ \frac{Ж}{кг}}{10\cdot10^6\ \frac{Ж}{кг}}=58\ кг.$$

Жообу: $m_2 = 58$ кг.

1. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп эмнеге айтылат?
2. m массалуу отун күйгөндө ажырап чыккан жылуулук саны кандайча аныкталат?
3. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу 44 МЖ/кг га барабар, деген сөз эмнени билдирет?

М 16

1. Массасы кандай болгон спирт күйгөндө 5,8 МЖ жылуулук саны ажырап чыгат? Спирттин салыштырма күйүү жылуулугу $2{,}9\cdot10^7$ Ж/кг га барабар.
2. Массасы 25 кг болгон таш көмүр толук күйгөндө ажырап чыккан жылуулукту алуу үчүн, канча кургак отунду күйдүрүү керек болот?
3. Neksiya автомашинасына ар жүз километрге орточо 10 л бензин сарпталса, ар бир километрде канча жылуулук ажырап чыгат? Бензиндин тыгыздыгы 700 кг/м^3.
4. Очокто тамак жасоо үчүн 12 кг кургак отун күйдүрүлдү. Отун күйгөндө ажырап чыккан жылуулуктун төрттөн бир бөлүгү тамакка, калган бөлүгү очокту, казанды жана абаны ысытууга кетти. Тамак бышканга чейин өзүнө канча жылуулук санын алган?

http://eduportal.uz

22-§. ТЕРМОДИНАМИКАНЫН БИРИНЧИ МЫЙЗАМЫ

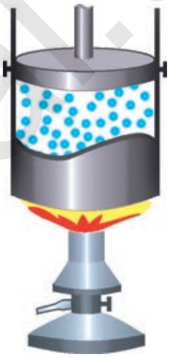
Термодинамиканын биринчи мыйзамы жөнүндө түшүнүк

Жылуулук кубулуштарын үйрөнүү боюнча байкоо жана тажрыйбалар жалпылаштырылып, ***энергиянын сакталуу мыйзамына*** төмөнкүдөй мүнөздөмө берилген:

Табиятта энергия жоктон бар болбойт жана жоголбойт. Энергиянын саны өзгөрбөйт, энергия бир түрдөн башка түргө гана айланат.

Энергиянын сакталуу мыйзамы табиятта жүргөн бардык кубулуш жана жараяндарда аткарылат. ***Термодинамиканын биринчи мыйзамы*** энергия сакталуу мыйзамынын жылуулук кубулуштарына колдонулушун туюнтат.

Алсак, ичине газ камалган цилиндрдин поршени оордук күчүнүн таасиринде болсун. Ал цилиндрдин капталына сүртүлбөстөн эркин аракеттене алсын. Газга Q жылуулук саны берилсин. Берилген бул жылуулук газдын ички энергиясын ΔU га чоңойтууга жана поршенди Δh бийиктикке көтөрүүгө сарпталат (26-сүрөт). Газ поршенди Δh бийиктикке көтөрүшү үчүн тышкы күчтөргө каршы, алсак, поршендин оордук күчүнө каршы A жумуш аткарат.



26-сүрөт.

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

Системага берилген жылуулук саны системанын ички энергиясын өзгөртүүгө жана системанын тышкы күчтөргө каршы жумуш аткарышына сарпталат.

Бул мүнөздөмө жана формула ***термодинамиканын биринчи мыйзамын*** туюнтат. Аны XIX кылымдын ортолорунда немис окумуштуулары ***Р. Майер, Г. Гельмгольц*** жана англис окумуштуусу ***Ж. Жоуль*** мүнөздөгөн.

Термодинамика биринчи мыйзамынын изожараяндарга колдонулушу

1. Изотермикалык жараян (T = const). Идеалдуу газдын температурасы өзгөрбөсө, ички энергиясы да өзгөрбөйт жана (1) формулада $\Delta U = 0$ болот. Мындай абал үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат:

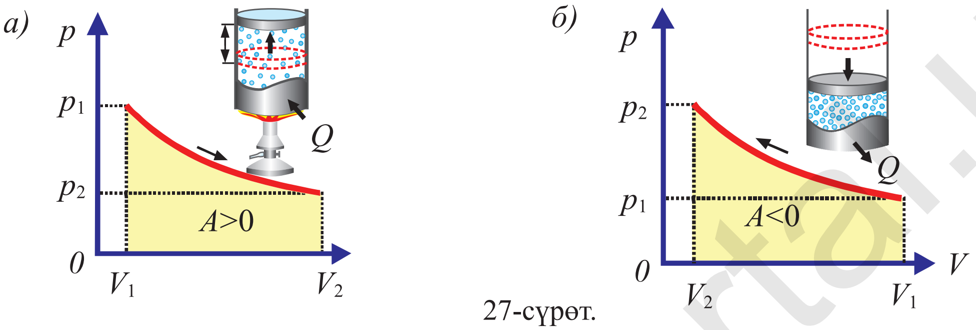
$$Q = A. \qquad (2)$$

Изотермикалык жараянда **идеалдуу газга берилген жылуулук саны жумуш аткарууга сарпталат.**

http://eduportal.uz

Изотермикалык жараянда газ жылуулук алып жаткан ($Q > 0$) болсо, газ ΔV көлөмгө кеңеет жана оң жумуш ($A > 0$) аткарат. 27-*а,* сүрөттөгү диаграммада аткарылган жумуш боёлгон аянтка барабар болот.

Эгерде газ тышкы чөйрөгө жылуулук берип жаткан ($Q < 0$) болсо, газ терс жумуш ($A < 0$) аткарып жаткан болот. Мында тышкы система газдын үстүндө жумуш аткарып жаткан болот. Аткарылган жумуштун чоңдугу диаграммада көрсөтүлгөн аянтка барабар (27-*б,* сүрөт).



27-сүрөт.

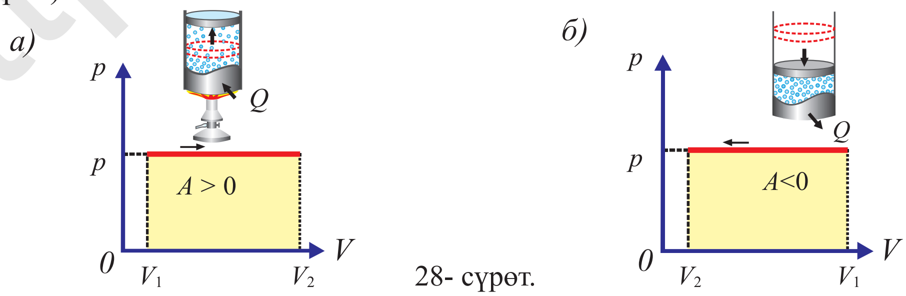
2. Изобаралык жараян (p = const). Туруктуу басым шартында газга жылуулук берилип жаткан болсо, аткарылган жумуш $A = p\cdot\Delta V$ болот. Анда термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат:

$$Q = \Delta U + p\cdot\Delta V. \qquad (3)$$

***Изобаралык жараянда* системага берилген жылуулук системанын ички энергиясын өзгөртүүгө жана туруктуу басымда жумуш аткарууга сарпталат.**

Эгерде газ туруктуу басымда ысытылып жаткан ($Q > 0$) болсо, газдын ички энергиясы чоңоёт ($\Delta U > 0$) жана ошон менен бирге газ кеңейип, оң жумуш ($A > 0$) аткарат. Аткарылган жумуштун саны диаграммадагы аянтка барабар болот (28-*а,* сүрөт).

Газ туруктуу басымда муздатылганда ($Q < 0$) газдын ички энергиясы азаят ($\Delta U < 0$), ошону менен бирге терс жумуш аткарылат ($A < 0$). Аткарылган жумуштун чоңдугу диаграммада көрсөтүлгөн аянтка барабар болот (28-*б,* сүрөт).



28- сүрөт.

http://eduportal.uz

3. Изохоралык жараян (V = const). Изохоралык жараянда газдын көлөмү туруктуу болгондуктан ($\Delta V = 0$), газ тышкы күчтөргө каршы жумуш аткарбайт, башкача айтканда: $A = p \cdot \Delta V = 0$ болот. Мындай абал үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат:

$$Q = \Delta U. \tag{4}$$

***Изохоралык жараянда* системага берилген жылуулуктун бардыгы системанын ички энергиясын өзгөртүүгө сарпталат.**

Газ ысытылганда ички энергиясы чоңоёт ($\Delta U > 0$), муздатылганда болсо ички энергиясы азаят ($\Delta U < 0$).

Адиабаталык жараян

Жогоруда каралган изожараяндарда системанын айланасындагы чөйрө менен жылуулук алмашылды. Эми айланасындагы чөйрө менен жылуулук алмашпаган ($Q = 0$) системадагы жараянды карап көрөбүз.

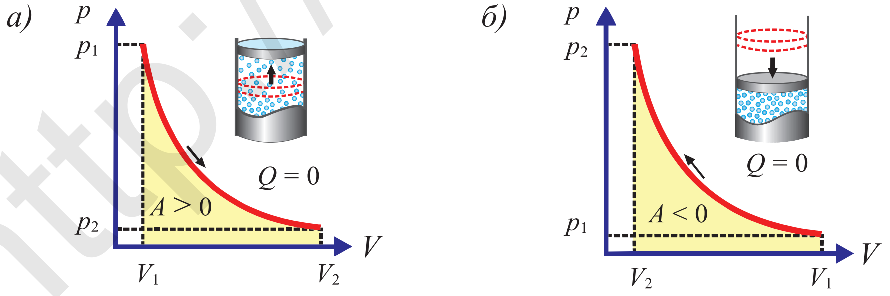
Жылуулук алмашпай турган түрдө изоляцияланган системадагы жараянга *адиабаталык жараян* дейилет.

Адиабаталык жараянда $Q = 0$ болгондуктан, (1)-теңдемеден төмөнкү катышты алууга болот: $\Delta U + A = 0$ же

$$A = -\Delta U. \tag{5}$$

Газ адиабаталык кеңейгенде, ички энергиясы азаят ($\Delta U < 0$). Жумуш газдын ички энергиясынын азайышы эсебине аткарылат ($A > 0$). Газ аткарган жумуштун саны диаграммадагы аянтка барабар болот (29-*а,* сүрөт).

Газ адиабаталык кысылганда, ички энергиясы чоңоёт ($\Delta U > 0$) жана газдын үстүндө жумуш аткарылат ($A < 0$). Тышкы күч тарабынан аткарылган жумуштун чоңдугу диаграммада көрсөтүлгөн аянтка барабар болот (29-*б* сүрөт).



29- сүрөт.

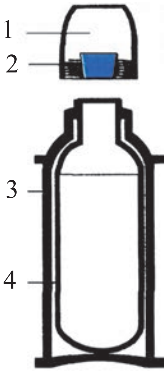
Адиабаталык жараянда газдын үч макроскопиялык параметрлери – *p*, *V* жана *T* өзгөрөт.

http://eduportal.uz

Газдын тышкы чөйрө менен жылуулук алмашуусу үчүн белгилүү убакыт кетет. Эгерде жараян өтө тез жүрсө (поршень жардамында газ тез кысылса же тескерисинче, тез кеңейтилсе), газ тышкы чөйрө менен жылуулук алмашууга үлгүрбөйт жана жараян адиабаталык жараянга жакын болот. Газдын адиабаталык кеңейүүдө муздашы же адиабаталык кысылууда ысышы турмушта жана техникада көп кездешет. Атмосферадагы аба жогоруга көтөрүлүп, кеңеет жана муздайт. Абанын муздашы натыйжасында андагы суунун буулары конденсацияланып, булутту пайда кылат.

1. Термодинамиканын биринчи мыйзамынын туюнтмасын жаз жана аны түшүндүр.
2. Системага берилген жылуулук саны изотермикалык, изобаралык жана изохоралык жараяндарда кандайча сарпталат?
3. Адиабаталык жараян деп кандай жараянга айтылат? Мындай жараянга мисалдар келтир.
4. Газ адиабаталык кеңейгенде ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

Табиятта жылуулукту таптакыр өткөрбөгөн заттардын жоктугу себептүү, системаны айланадагы телолордон изоляциялоого болбойт. Бирок адиабаталык изоляцияланган системаларга күндөлүк турмушта иштетилчү термос мисал боло алат (30-сүрөт). Үйүңдөгү термостун түзүлүшү менен таанышып, аларды кандай бөлүктөргө ажырашын үйрөн. Эмне үчүн термосто чай ысык абалда көпкө сакталышын түшүндүр.



30-сүрөт.

23-§ МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Эркин сүрүлгөн поршендүү цилиндрдик идиште бир атомдуу газ бар. Газга жылуулук саны берилишинин натыйжасында газ тышкы күчтөрдүн үстүндө 500 Ж жумуш аткарды. Газга кандай жылуулук саны берилген?

Берилген:	**Формуласы**	**Эсептөө**
$p = \text{const}$ $A = 500$ Ж. *Табуу керек:* $Q = ?$	$Q = \Delta U + A$ $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T.$ $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\frac{m}{M}\cdot R\Delta T.$	$Q = \frac{5}{2}\cdot 500\text{Ж} = 1250\text{Ж}.$ **Жообу:** $Q = 1250$ Ж.

http://eduportal.uz

Анда изобаралык жараянда сарпталган жылуулук саны:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R\Delta T + \frac{m}{M} R\Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{m}{M} R\Delta T = \frac{5}{2} \cdot A.$$

Эскертме: бир атомдуу газ изобаралык кеңейгенде системага берилген жылуулук санынын 0,4 бөлүгү тышкы күчтөр үстүнөн жумуш аткарууга, 0,6 бөлүгү газдын ички энергиясынын өзгөрүшүнө сарпталат, б. а.: $A = 0{,}4 \cdot Q$ жана $\Delta U = 0{,}6 \cdot Q$.

2-маселе. Металл баллондогу массасы 20 г болгон гелий газына 2500 Ж жылуулук саны берилсе, анын температурасы кандайча өзгөрөт?

Берилген:
$V = \text{const}$
$m = 20$ г
$M = 4$ г/моль
$Q = 2500$ Ж.

Табуу керек:
$\Delta T = ?$

Чыгарылышы: изохоралык жараянда газга берилген жылуулук саны газдын ички энергиясынын өзгөрүшүнө сарп болот. Бул жараян үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамынын теңдемесин жазабыз: $Q = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R\Delta T.$

Бул теңдемеден пайдаланып, газ температурасынын өзгөрүшүн эсептейбиз:

$$\Delta T = \frac{2Q \cdot M}{3 \cdot m \cdot R}; \qquad [\Delta T] = \frac{\text{Ж} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} = \text{К}.$$

$$\Delta T = \frac{2 \cdot 2500 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31} \text{К} = 40 \text{К}.$$

Жообу: $\Delta T = 40$ К.

М 17

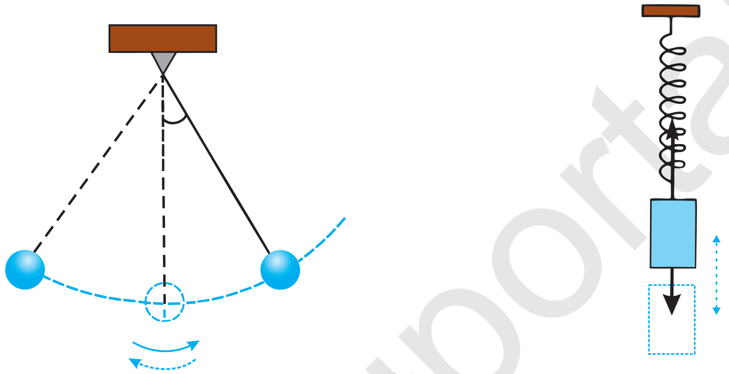
1. Изотермикалык жараянда газга 5 кЖ жылуулук берилген болсо, газдын үстүндө канча жумуш аткарылган болот?
2. Изохоралык жараянда газга 2,8 кЖ жылуулук саны берилсе, газдын ички энергиясы канчага өзгөрөт?
3. Газга 3,5 кЖ жылуулук берилгенде, анын ички энергиясы 2,1 кЖ га чоңоёт. Газдын үстүндө канча жумуш аткарылган?
4. Нормалдуу шартта бир атомдуу газга жылуулук берилгенде, газ изобаралык түрдө 0,05 $м^3$ ге кеңейди. Газдын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?
5. Металл баллондогу 25 моль бир атомдуу идеалдуу газдын температурасын 20 К ге чоңойтуу үчүн ага канча жылуулук санын берүү керек?
6. Цилиндрдик идиштеги эркин сүрүлгөн поршендин астында бир атомдуу газ бар. Газдын басымы 10^5 Па га барабар. Ага канча жылуулук саны берилсе, көлөмү 2 л ге чоңоёт?
7. Баллондогу бир атомдуу идеалдуу газга 500 Ж жылуулук саны берилгенде, анын температурасы 40 К ге чоңойду. Баллондогу газдын саны кандай болгон?

http://eduportal.uz

24-§. ЖЫЛУУЛУК ЖАРАЯНДАРЫНЫН КАЙТПАСТЫГЫ. ТЕРМОДИНАМИКАНЫН ЭКИНЧИ МЫЙЗАМЫ

Кайтма жана кайтпас жараяндар

Табиятта ар кандай жараян кайтпас жараян эсептелет. Бирок кайтма жараянга кыйла жакын болгон механикалык жараяндар да бар. Мисалы, изоляцияланган системада сүрүлүү жана пластикалык деформация болбогон шартта жүргөн бардык механикалык жараяндар кайтма жараяндар болот. Мындай жараянга асмага илинген математикалык маятниктин жана пружинага илинген жүктүн термелүүсү мисал болот (31-сүрөт).



31-сүрөт.

Системада жараян баштап бир багытта, андан кийин ага тескери багытта жүрүп, ал өзүнүн баштапкы абалына кайтып келгенде тышкы чөйрөдө эч кандай өзгөрүү болбосо, мындай жараянга кайтма жараян дейилет.

Жылуулук жараяндары механикалык жараяндардан таптакыр айырмалангандыктан, алардын бардыгы кайтпас болот. Кайтпас жараяндарды төмөнкү мисалдарда көрүп чыгалы.

1. Ысытылган телолор өзүнүн энергиясынын бир бөлүгүн айланадагы муздагыраак телолорго берип, акырындап муздайт. Бирок буга тескери жараян, муздак телодон жылуу телого жылуулук берүү жараяны эч качан жүрбөйт.

2. Бири-бири менен чорголуу түтүкчө аркылуу туташкан газдуу жана газсыз идиштердин ортосундагы чоргону ачсак, газдын бир бөлүгү бош идишке өтөт. Натыйжада эки идиштеги газдын басымы теңдешет. Бирок канча убакыт өтсө да, газ өзү-өзүнөн баштапкы абалына кайтпайт.

3. Мылтыктан атылган ок тоскоолго тийип, өзүн да, тоскоолду да ысытат. Алардын ички энергиялары чоңоёт. Бирок тескери жараян, башкача айтканда ок менен тоскоолдун ички энергиясы өзү-өзүнөн октун механикалык энергиясына айланып, окту кайрадан кыймылга келтирбейт.

Бул мисалдардан көрүнүп тургандай, табияттагы бардык жараяндар дайындуу бир багытта гана жүрөт. Алар өзү-өзүнөн тескери багытта жүрө албайт экен.

Системада жараян жүрүп, өзүнүн абалынан чыгарылганда, ал өзү-өзүнөн же тышкы чөйрөдө кандайдыр өзгөрүү жасабай, баштапкы абалына кайтпаса, мындай жараянга кайтпас дейилет.

Термодинамиканын экинчи мыйзамы

Немис окумуштуусу Р. Клаузиус кайтпас жараяндар жөнүндө түшүнүктөрдү жалпылаштырып, термодинамиканын экинчи мыйзамын төмөнкүдөй мүнөздөгөн.

Эгерде муздагыраак система менен жылуураак системанын экөөсүндө же айланадагы телолордо кандайдыр өзгөрүү жүрбөсө, муздагыраак системадан жылуураак системага жылуулук өткөрүүгө болбойт.

Термодинамиканын экинчи мыйзамынын маанилүү жери, бул мыйзам жылуулук берүү жараянынын кайтпас жараян экендиги жөнүндөгү гана эмес, табияттагы башка жараяндардын да кайтпас жараян экендиги жөнүндө корутунду чыгарууга болот. Мисалы, киши организминин картаюу жараянын тескерисине айландырууга болбойт.

1. Кайтма жана кайтпас жараяндарды мүнөздөп, жылуулук жараяндарынын механикалык жараяндардан айырмасын түшүндүр.
2. Кайтпас жылуулук жараяндарына мисалдар келтир.
3. Кайтпас жараяндар үчүн термодинамиканын экинчи мыйзамын мүнөздө.

25-§. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ. ТҮРДҮҮ ТЕМПЕРАТУРАЛУУ СУУ АРАЛАШТЫРЫЛГАНДА ЖЫЛУУЛУК САНДАРЫН САЛЫШТЫРУУ

Иштин максаты: жылуулук алмашып жаткан суюктуктардын ортосунда жылуулук баланс теңдемесин текшерип көрүү.

Керектүү жабдуулар: 1 л сыйымдуу эки идиш, термометр, мензурка, жылуулук жана муздак суу.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Мензурка жардамында m_1 массалуу жылуу сууну өлчөп, биринчи идишке куй жана анын температурасы t_1 ди өлчө.

2. Мензурка жардамында m_2 массалуу муздак сууну өлчөп экинчи идишке куй жана анын температурасы t_2 ни өлчө.

3. Экинчи идиштеги муздак сууну биринчи идиштеги жылуу суунун үстүнө куй жана аралашманын тең салмакташкан температурасы t ны өлчө.

4. Аралашмада жылуу суу берген жылуулук санын $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ формула жардамында эсепте. Мында c – суунун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу.

5. Аралашмада муздак суу алган жылуулук санын $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ формула жардамында эсепте.

6. Аралаштырылчу жылуу жана муздак суунун массаларын өзгөртүп, 1 жана 5-пункттар боюнча ишти үч жолу кайтала.

7. Өлчөөнүн жана эсептөөнүн натыйжаларын төмөнкү жадыбалга жаз.

№	m_1, кг	t_1, °C	m_2, кг	t_2,°C	t, °C	c, Ж/кг· К	Q_1, Ж	Q_2, Ж
1								
2								
3								

1. Өлчөө жана эсептөө натыйжаларынын негизинде алынган Q_1 жана Q_2 жылуулук сандарынын маанилерин салыштыр. Эмне үчүн $Q_1 = Q_2$ шарт аткарылууга тийиш?

2. Жылуулук санынын формуласында эмне себептен абсолюттук температуралардын айырмасынын ордуна Цельсий шкаласы боюнча өлчөнгөн температуралардын айырмасын колдоого болот?

II ГЛАВАНЫ КАЙТАЛОО ҮЧҮН ТЕСТ ТАПШЫРМАЛАРЫ

1. Саны 4 моль аргон газы 30 °C тан –70 °C ка чейин муздатылганда, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

A) 5 кЖ га азаят; B) 2,5 кЖ га азаят;
C) 1,5 эсе азаят; D) 3 эсе азаят.

2. Бир атомдуу идеалдуу газдын көлөмү 2 м³ жана ички энергиясы 3000 Ж болсо, анын басымы эмнеге барабар (Pa)?

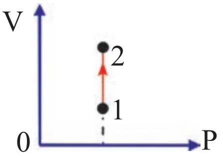
A) 1000; B) 500; C) 800; D) 1500.

3. Температурасы 30 °C жана ички энергиясы 3030 Ж болгон гелий газынын массасын аныкта (г).

A) 2,2; B) 3,2; C) 10; D) 4,8.

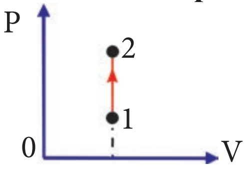
http://eduportal.uz

4. Графикте берилген жараянда идеалдуу газдын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?



A) азаят;
B) чоңоёт;
C) өзгөрбөйт;
D) баштап чоңоёт, андан кийин азаят.

5. Идеалдуу газ 1-абалдан 2-абалга өткөндө, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?



A) өзгөрбөйт;
B) азаят;
C) чоңоёт;
D) баштап азаят, андан кийин чоңоёт.

6. Бир атомдуу газдын басымы 25 % га азайып, көлөмү 60 % га чоңойсо, анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

A) 1,4 эсе азаят; B) 1,2 эсе чоңоёт;
C) 1,8 эсе чоңоёт; D) 1,6 эсе азаят.

7. Заттын жылуулук сыйымдуулугу төмөнкү параметрлердин кайсы биринен көз каранды?

A) жылуулук санынан; B) зат массасынан;
C) баштапкы температурадан; D) заттын түрүнөн.

8. Температурасы 10 °C болгон 1 кг сууга 200 г кайнаган суу кошуп аралаштырылды. Аралашманын температурасын тап (°C).

A) 35; B) 45; C) 40; D) 25.

9. Массасы 8 кг жана 90 °C температурага ээ болгон сууга 20 °C температурадагы суудан канча кошкондо, аралашманын температурасы 30 °C ка барабар болот?

A) 40 кг; B) 24 кг; C) 48 кг; D) 16 кг.

10. 210 м бийиктиктен түшкөн суу аткарган жумуштун 70 % анын температурасын канчага жогрулатат (K)?

A) 4,2; B) 2,1; C) 0,6; D) 0,35.

11. Кайсы жараянда газ жумуш аткарбайт?

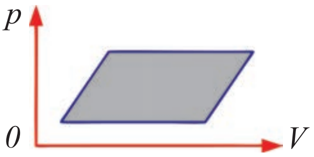
A) изохоралык; B) изобаралык;
C) изотермикалык; D) адиабаталык.

12. Ушул $p \cdot \Delta V$ көбөйтүндүнүн чен бирдигин көрсөт.

A) Жоуль; B) Паскаль; C) литр; D) моль.

http://eduportal.uz

13. Сүрөттөгү боёлгон аянттын физикалык мааниси эмнеден турат?



A) аткарылган жумушка барабар;
B) температуранын өзгөрүшүнө барабар;
C) басымдын өзгөрүшүнө барабар;
D) физикалык мааниси жок.

14. 10^5 Па басым астында турган идеалдуу газдын көлөмү изобаралык түрдө 300 дөн 500 $см^3$ ге чейин чоңойду. Мында газ канча Жоуль жумуш аткарган?

A) 10; B) 20; C) 50; D) 200.

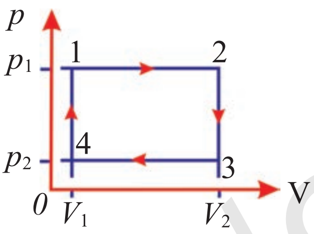
15. Кычкылтек газы 14 K ге изобаралык ысытылганда, 8310 Ж жумуш аткарылды. Кычкылтектин массасын аныкта (кг).

A) 2; B) 3,2; C) 1,6; D) 0,32.

16. 5 моль газ изобаралык түрдө 20 K ге ысытылганда аткарылган жумушту тап.

A) 830; B) 1000; C) 420; D) 560.

17. Идеалдуу газдын сүрөттө көрсөтүлгөн циклди өтүүдө аткарган жумушун эсептеп тап.



A) $(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)$;
B) $p_1(V_2 - V_1)$;
C) $p_2(V_2 - V_1)$;
D) $(p_2 - p_1)V_2$.

18. Идеалдуу газ изобаралык ысытылганда, анын көлөмү 40 % га чоңойсо, газ тышкы күчтөр үстүнөн кандай жумуш аткарат?

A) 40 pV; B) 4 pV; C) 0,6 pV; D) 0,4 pV.

19. Термодинамиканын биринчи мыйзамы эмнени сүрөттөйт?

A) механикалык энергиянын сакталышын;
B) серпилгичтүү деформациянын энергиясын;
C) жылуулук тең салмактуулугун;
D) энергиянын сакталуу мыйзамын.

20. Газдын изотермикалык кеңейишинде анын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

A) чоңоёт; C) өзгөрбөйт;
B) азаят; D) ички энергия каалагандай болушу мүмкүн.

21. Термодинамиканын биринчи мыйзамы адиабаталык жараян үчүн кандай көрүнүштө жазылат? Жооптордон туурасын танда.

A) $Q = \Delta U + A$;   B) $Q = \Delta U$;

C) $A + \Delta U = 0$;   D) $Q = \Delta U - A$.

22. Эгерде эркин сүрүлүп жаткан поршендүү тик турган цилиндрдик идиштеги бир атомдуу газга 375 Ж жылуулук саны берилсе, канча жумуш аткарылат (Ж)?

A) 300;   B) 240;   C) 200;   D) 150.

23. Эгерде сүрүлүп жаткан поршендүү тик турган цилиндрдик идиштеги бир атомдуу газга 750 Ж жылуулук саны берилсе, газдын ички энергиясы канчага чоңоёт (Ж)?

A) 500;   B) 450;   C) 300;   D) 250.

24. Цилиндрдик идиштеги эркин сүрүлгөн поршендин астында бир атомдуу газ бар. Газдын басымы $1{,}5 \cdot 10^5$ Па га барабар. Ага канча жылуулук саны берилсе, көлөмү 2 л ге чоңоёт (Ж)?

A) 1662;   B) 500;   C) 750;   D) 150.

25. Берилген сөздөрдүн мазмуну боюнча сүйлөмдү улант: Адиабаталык жараянда ...

A) *V, T* жана *p* өзгөрөт жана тышкы чөйрө менен жылуулук алмашуу жүрбөйт;
B) *V* жана *T* өзгөрөт, *p* өзгөрбөйт;
C) *p* жана *T* өзгөрөт, *V* өзгөрбөйт;
D) *p* жана *V* өзгөрөт, *T* өзгөрбөйт.

26. Идеалдуу газды адиабаталык кысууда 50 МЖ жумуш аткарылды. Мында газдын ички энергиясы кандайча өзгөрөт?

A) нөлгө барабар болот;   B) 50 МЖ га чоңоёт;
C) 50 МЖ га азаят;   D) 25 МЖ га чоңоёт.

27. Бир атомдуу газга жылуулук берилгенде, газ изобаралык түрдө 0,05 м³ ге кеңейди. Эгерде газдын басымы 10^5 Па болсо, газдын ички энергиясы канча кЖ га чоңойгон?

A) 7,5;   B) 5,5;   C) 7;   D) 12.

28. Массасы 580 г болгон абаны 40 К ге изобаралык ысытканда канча жумуш аткарылат (Ж)? Абанын моль массасы 29 г/моль го барабар.

A) 6648;   B) 4564;   C) 2050;   D)1518.

29. Массасы 100 г болгон гелийдин температурасы 8 К ге чоңойгондо, анын ички энергиясы канчага өзгөрөт (Ж)?

A) 3408;   B) 4546;   C) 4028;   D) 2493.

http://eduportal.uz

II ГЛАВА БОЮНЧА МААНИЛҮҮ КОРУТУНДУЛАР

Ички энергия	Телону түзгөн бардык бөлүкчөлөрдүн кинетикалык энергиялары менен бардык молекулалардын өз ара таасири потенциалдык энергияларынын суммасы ошол телонун ички энергиясына барабар, башкача айтканда: $Ал = E_к + E_п$
Идеалдуу газдын ички энергиясы	Бир атомдуу идеалдуу газдын ички энергиясы $U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT = \frac{3}{2}\,pV$
Термодинамикалык жумуш	Газдын көлөмү өзгөргөндө, ал тышкы басым күчүнө каршы жумуш аткарат. Бул жумуш **термодинамикалык жумуш** деп аталат. Изобаралык жараянда аткарылган жумуш төмөнкү туюнтма боюнча эсептелет: $A = p\Delta V = \frac{m}{M}R\Delta T$
Универсалдуу газ туруктуусу	Универсалдуу газ туруктуусу сандык жактан бир моль газды бир кельвинге изобаралык ысытылганда ошол газ тарабынан аткарылган жумушка барабар.
Жылуулук алмашуу же жылуулук берүү	Бир телодон экинчи телого жумуш аткарбастан энергия берүү жараянына жылуулук алмашуу же жылуулук берүү дейилет.
Жылуулук саны	Жылуулук берүү учурунда тело алган же жоготкон ички энергиянын санын белгилеген физикалык чоңдукка жылуулук саны дейилет.
Тело алган же жоготкон жылуулук санын эсептөө	Жылуулук берилүү жараянында телонун температурасы t_1 маанисинен t_2 маанисине өзгөргөн болсо, тело алган же жоготкон жылуулук саны: $Q = mc(t_2 - t_1)$
1 калория (1кал)	1 грамм дистилленген сууну 1°С ка чейин ысытуу үчүн керек болгон жылуулук санын *1 калория* деп атоо кабыл алынган**.**
Заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу	Массасы 1кг болгон заттын температурасын 1°С ка өзгөртүү үчүн керек болгон жылуулук санын мүнөздөгөн физикалык чоңдукка заттын салыштырма жылуулук сыйымдуулугу дейилет.

http://eduportal.uz

Жылуулук балансынын теңдемеси	Жылуулук алмашуусу натыйжасында ички энергиялары азайган телолордун берген жылуулук сандарынын суммасы ички энергиялары чоңойгон телолордун кабыл алган жылуулук сандарынын суммасына барабар, башкача айтканда $Q_1 + Q_2 + ... + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + ... + Q'_n$ бул жерде Q_1, Q_2, ... Q_n –жылуураак телолордун берген жылуулук сандары, Q'_1, Q'_2, ... Q'_n болсо муздагыраак телолордун алган жылуулук сандары.
Салыштырма күйүү жылуулугу	1 кг отун толук күйгөндө андан ажырап чыккан жылуулук саны отундун салыштырма күйүү жылуулугу деп аталат. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу q тамгасы менен белгиленет.
Отун күйгөндө ажырап чыккан жылуулук саны	Массасы m болгон ар кандай отун күйгөндө ажырап чыккан жылуулук саны Q ну эсептөө үчүн анын салыштырма күйүү жылуулугу q ну толук күйгөн отундун массасына көбөйтүү керек: $Q = q \cdot m$
Термодинамиканын биринчи мыйзамы	Системага берилген жылуулук саны системанын ички энергиясын өзгөртүүгө жана системанын тышкы күчтөргө каршы жумуш аткарышына сарпталат: $Q = \Delta U + A$
Изотермикалык жараян үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы	Изотермикалык жараян (T = const). Идеалдуу газдын температурасы өзгөрбөсө, ички энергиясы да өзгөрбөйт жана $\Delta U = 0$ болот. Мындай абал үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат: $Q = A$. Изотермикалык жараянда идеалдуу газга берилген жылуулук жумуш аткарууга сарпталат. Изотермикалык жараянда газ жылуулук алып жаткан ($Q > 0$) болсо, газ ΔV көлөмгө кеңеет жана оң ish ($A > 0$) аткарат.
Изобаралык жараян үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы	Газ изобаралык кеңейгенде газдын тышкы күчтөрдүн үстүнөн аткарган жумушу $A = p \cdot \Delta V$ болот. Изобаралык жараян үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат: $Q = \Delta U + p \cdot \Delta V$. Изобаралык жараянда системага берилген жылуулук саны система ички энергиясынын өзгөрүшүнө жана туруктуу басымда жумуш аткарууга сарпталат.

http://eduportal.uz

Изохоралык жараян үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы	Изохоралык ($\Delta V = 0$) жараянда $A = p \cdot \Delta V = 0$ болот, башкача айтканда жумуш аткарылбайт. Мындай абал үчүн термодинамиканын биринчи мыйзамы төмөнкүдөй туюнтулат: $Q = \Delta U$. Изохоралык жараянда системага берилген жылуулуктун бардыгы системанын ички энергиясынын өзгөрүшүнө сарпталат.
Адиабаталык жараян	Жылуулук алмашпагандай изоляцияланган системадагы жараянга ***адиабаталык жараян*** дейилет. Адиабаталык жараянда $Q = 0$. Газ адиабаталык кеңейгенде (же кысылганда) газдын үч макроскопиялык параметрлери p, V жана T өзгөрөт.
Газдын адиабаталык кеңейиши	Газ адиабаталык кеңейгенде оң жумуш аткарат, башкача айтканда газ тышкы күчтөр үстүнөн жумуш аткарат. Бирок газ адиабаталык кеңейгенде анын ички энергиясы жана басымы азаят.
Газдын адиабаталык кысылышы	Газ адиабаталык кысылганда терс жумуш аткарылат, башкача айтканда газ үстүнөн тышкы күчтөр жумуш аткарат. Газ адиабаталык кысылганда анын ички энергиясы жана басымы чоңоёт.
Кайтма жараян	Системада жараян баштап бир багытта, андан кийин ага тескери болгон багытта жүрүп, ал өзүнүн баштапкы абалына кайтып келгенде тышкы чөйрөдө эч кандай өзгөрүү жүрбөйт, мындай жараянга кайтма жараян дейилет.
Кайтпас жараян	Системада жараян жүрүп, өзүнүн абалынан чыгарылганда ал баштапкы абалына кайтпаса, мындай жараянга кайтпас жараян дейилет.
Термодинамиканын экинчи мыйзамы	Эгерде муздагыраак система менен жылуураак системанын экөөсүндө же айланадагы телолордо кандайдыр өзгөрүү жүрбөсө, муздагыраак системадан жылуураак системага жылуулук өткөрүүгө болбойт.

http://eduportal.uz

III ГЛАВА.
ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРЫ

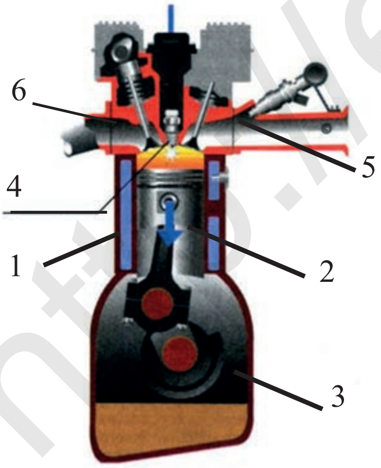
26-§. ИЧИНЕН КҮЙМӨ КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАР

Өнөр жайда жана турмушта иштетилчү кыймылдаткычтардын көпчүлүгүн жылуулук кыймылдаткычтары түзөт. Жылуулук кыймылдаткычтарынын бир нече түрү бар: ичинен күймө кыймылдаткыч, дизель кыймылдаткычы жана реактивдүү кыймылдаткычтар.

Жылуулук кыймылдаткычы деп, жылуулук энергиясын меникалык энергияга айландырып берген курулмага айтылат.

Ичинен күймө кыймылдаткыч

Эң көп таралган жылуулук кыймылдаткычы – бул **ичинен күймө кыймылдаткыч**. Бул кыймылдаткычта отун кыймылдаткыч цилиндринин ичинде күйөт. Ошол себептен, ал ичинен күймө кыймылдаткыч аталышы менен аталат. Ичинен күймө кыймылдаткычтар суюк отун (бензин, керосин) же күйүүчү газ (метан, пропан, октан) менен иштейт. 32-сүрөттө эң жөнөкөй (бир цилиндрлүү) ичинен күймө кыймылдаткычтын кесилиши көрсөтүлгөн. Кыймылдаткыч цилиндринин (1) ичиндеги поршень (2) жогоруга жана ылдыйга аракеттенет. Поршень муунактуу валь (3) га шатун (4) аркылуу бекиген. Цилиндрдин үстүңкү бөлүгүндө отунду тутандыруучу свеча (5) орнотулган. Поршень жогоруга көтөрүлгөн учурда клапан (6) ачылып, цилиндрдин ичине күйүүчү аралашма (бензин менен аба) сорулат жана свеча күйүүчү аралашманы заматта күйдүрөт. Поршендин үстүндө отун күйгөндө, цилиндрдин ичиндеги аба 1600–1800 ^{0}С ка чейин көтөрүлөт. Натыйжада поршендин үстүндөгү басым кескин чоңоёт. Газ кеңейип, поршень ылдый жылат, мында кеңейген газ механикалык жумуш аткарат жана клапан (7) ачылып, иштеп болгон газ тышка чыгарылат. Кыймылдаткыч ток-



32-сүрөт.

http://eduportal.uz

тоосуз иштеп турушу үчүн анын цилиндринде күйүүчү аралашманын мезгилдүү түрдө күйүшүн камсыздоо зарыл. Өлкөбүздө өндүрүлгөн NEXIA, JENTRA, MATIZ автомобилдерине инжекторлуу ичинен күймө кыймылдаткычтар орнотулган (33 - сүрөт).

33-сүрөт.

Дизель кыймылдаткычы

Ичинен күймө кыймылдаткычка салыштырмалуу пайдалуу аракет коэффициенти жогору болгон кыймылдаткычты 1893-жылы немис инженери ***Рудольф Дизель*** жаратты. Ошондуктан мындай түрдөгү кыймылдаткыч дизель кыймылдаткычы деп аталат. Дизель кыймылдаткычында отунду тутандыруучу свеча болбойт. Поршендин үстүндөгү абаны кысуу даражасы инжектор (карбюратор)луу кыймылдаткычтардыкына караганда жогору болот. Цилиндрдин ичиндеги газдын өтө тез кысылышы натыйжасында газдын температурасы кескин чоңоюп кетет. Заматта цилиндрдин ичине атайын форсунка суюк отунду бүркөт (34-сүрөт). Натыйжада отун алоолонуп кетет. Өлкөбүздө өндүрүлгөн MAN оор жүк машиналарына жана микроавтобустарга дизель кыймылдаткычтары коюлган (35-сүрөт).

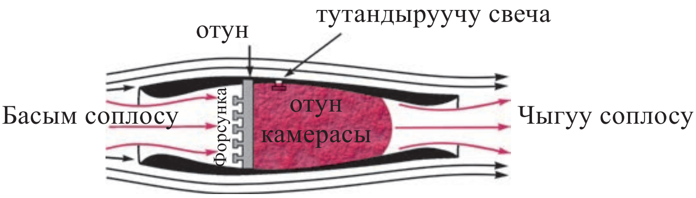
34-сүрөт.

35-сүрөт.

Реактивдүү кыймылдаткычтар

Реактивдүү самолёт жана космостук ракеталар реактивдүү кыймылдаткыч жардамында аракеттенет. Реактивдүү кыймылдаткычтар төмөнкү негизги бөлүктөрдөн турат: отун бакы, отун күйө турган камера, отунду камерага жеткирип бере турган жана отун күйгөндө алынган газды тышка чыгара турган (сопло) бөлүктөн турат. 36-сүрөттө реактивдүү кыймылдаткычтын схемалык көрүнүшү келтирилген.

http://eduportal.uz



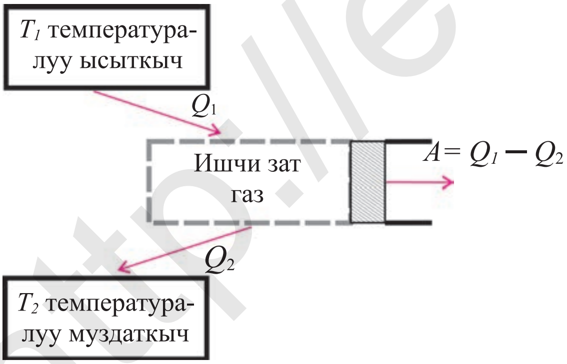
36-сүрөт.

Космостук кеме реактивдүү кыймылдаткычынын отуну да, ишчи заты да өзүндө болот. Ошондуктан анын иштеши айланада-чөйрөдөн көз каранды эмес.

1. Ичинен күймө кыймылдаткычтын иштөө принцибин түшүндүр.
2. Дизель кыймылдаткычынын иштөө принциби инжекторлуу кыймылдаткычтыкынан кандайча айырмаланат?
3. Реактивдүү кыймылдаткычтын иштөө принцибин түшүндүр.

27-§. ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРЫНЫН ИШТӨӨ ПРИНЦИБИ

Жылуулук кыймылдаткычтарынын бардыгында ишчи зат (жумуш аткарган зат) газ болуп, ал кеңейгенде жумуш аткарылат. Ар кандай жылуулук кыймылдаткычы Q_1 жылуулук санын берген T_1 температуралуу ысыткычтан, Q_2 жылуулук санын алган T_2 температуралуу муздаткычтан жана механикалык жумуш аткарган ишчи заттан (газдан) түзүлгөн (37-сүрөт).

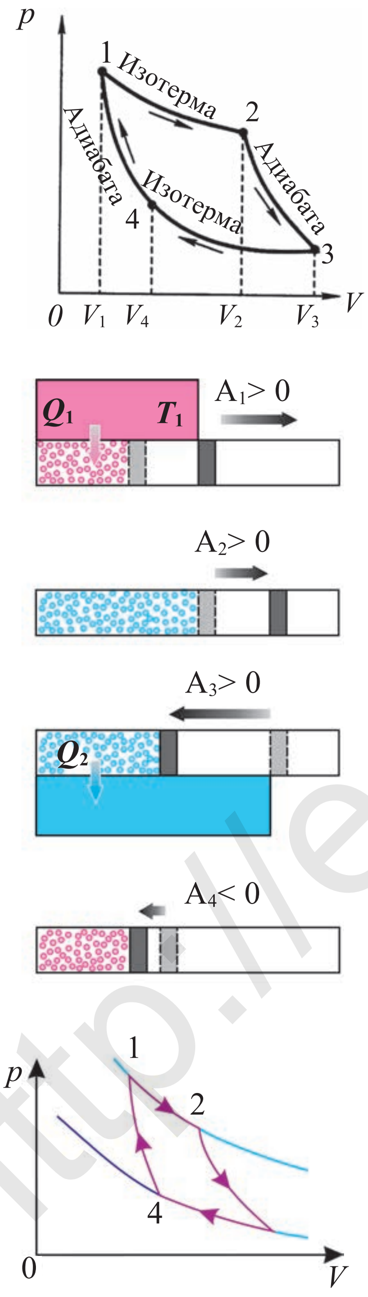


37-сүрөт

Жылуулук кыймылдаткычынын иштөө принциби төмөнкүдөй:

1. Ар кандай жылуулук кыймылдаткычында отундун ички энергиясы механикалык энергияга айланат.
2. Жылуулук кыймылдаткычтарынын иштеши үчүн түрдүү температуралуу ысыткыч жана муздаткычтын болушу зарыл.
3. Каалагандай жылуулук кыймылдаткычынын иштеши ишчи зат (мисалы, газ) абалы өзгөрүшүнүн кайталануучу циклдеринен турат.

Алгачкы жолу француз инженери Сади Карно төрт циклдүү идеалдуу жылуулук кыймылдаткычынын иштөө принцибин түшүндүрдү. Анын иштөө цикли эки изотерма жана эки адиабатадан турат (38-сүрөт).



38-сүрөт.

1-абалда турган ишчи заттын (газдын) баштапкы температурасын T_1 деп белгилейли. 1-абалда турган газ T_1 температурада изотермикалык кеңейип, 2-абалга өтөт. Бул учурда газ ысыткычтан Q_1 ге барабар жылуулук санын алып, тышкы күчкө каршы A_1 жумуш аткарат.

2-абалга өткөндөн кийин газ ысыткыч менен контакттан ажырайт. Натыйжада газдын адиабата кеңейишине мүмкүнчүлүк түзүлөт жана ишчи зат 3-абалга өтөт. Мында газ өзүнүн ички энергиясы эсебине тышкы күчтөргө каршы A_2 жумуш аткарат. Жумуш аткарылганда газдын ички энергиясы азаят, натыйжаdа анын температурасы T_1 ден T_2 температурага чейин төмөндөйт. Бирок бул температура айланадагы чөйрөнүн температурасынан кыйла жогору болот.

Газ 3-абалга өткөндөн кийин анын температурасы T_2 болгон муздаткыч менен контактка келет. Бул абалдан газ тышкы күчтөргө каршы 4-абалга өтүү жараянында изотермикалык кысылат. Мында тышкы күчтөр газды кысып, A_3 жумуш аткарат. Ошондой эле, ишчи зат муздаткычка Q_2 жылуулук берет.

Газ 4-абалга жеткенден кийин ишчи зат муздаткычтан ажырайт жана 1-абалга адиабата өтөт. Мында газ адиабата кысылып, анын үстүнөн тышкы күчтөр дагы A_4 жумуш аткарат. Ошондой эле, газдын температурасы T_2 ден T_1 ге чейин көтөрүлөт.

Карно цикли боюнча иштеген жылуулук кыймылдаткычынын аткарган пайдалуу аракети $A_{пай} = Q_1 - Q_2$ туюнтма аркылуу аныкталат. Мында Q_1 – ысыткычтан алынган жылуулук саны, Q_2 – муздаткычка берилген жылуулук саны.

http://eduportal.uz

Жылуулук кыймылдаткычы пайдалуу аракетинин коэффициенти (ПАК)

Жылуулук кыймылдаткычы ПАК деп, кыймылдаткыч аткарган $A_{пай}$ жумуштун ысыткычтан алынган Q_1 жылуулук санына катышына айтылат:

$$\eta = \frac{A_{foy}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \text{ же } \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \qquad (1)$$

Бардык кыймылдаткычтарда белгилүү санда жылуулук муздаткычка берилгендиктен, бардык учурларда ПАК $\eta<1$ болот. Азыркы жылуулук машиналарында ПАКнин (пайыздарда алынган) орточо мааниси дизель кыймылдаткычтарында ~ 40 %, карбюраторлуу кыймылдаткычтарда 25–30 % ды түзөт.

Термодинамиканын мыйзамдары ысыткычтын температурасы T_1 жана муздаткычтын температурасы T_2 болгон жылуулук кыймылдаткычынын жетиши мүмкүн болгон эң чоң ПАК эсептөөгө шарт түзөт. Муну биринчи болуп француз инженери жана окумуштуусу ***Сади Карно*** эсептеп тапты. Идеалдуу жылуулук машинасы үчүн ПАКнин мааниси төмөнкү туюнтманын негизинде аныкталат:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \qquad (2)$$

Демек, идеалдуу жылуулук машиналарынын ПАК ысыткыч менен муздаткыч температураларынын айырмасына түз пропорциялаш экен. Жылуулук машинасынын ПАК жогорулатуу үчүн ысыткычтын температурасын чоңойтуп, муздаткычтын температурасын төмөндөтүү керек. Эгерде ысыткыч менен муздаткыч температураларынын айырмасы $T_1 - T_2 = 0$ болсо, кыймылдаткыч жумуш аткара албайт.

1. Жылуулук кыймылдаткычында ысыткыч, муздаткыч жана ишчи заттын ролу кандай?
2. Карно цикли кандай жараяндардан турат?
3. Карно циклинин иштөө принцибин түшүндүр.
4. Жылуулук машиналары аткарган пайдалуу аракет кандайча аныкталат?
5. Кыймылдаткыч пайдалуу аракетинин коэффициенти кандайча эсептелет?

Өлкөбүздө иштеп жаткан «GENERAL MOTORS» компаниясы тарабынан иштеп чыгарылган ичинен күймө кыймылдаткычтын тышкы көрүшүнү.

http://eduportal.uz

28-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Жылуулук машинасы бир циклде 600 Ж жумуш аткарып, муздаткычка 600 Ж жылуулук берет. Жылуулук машинасынын ПАК тап.

Берилген:
$A = 600$ Ж
$Q_2 = 600$ Ж

Табуу керек:
$\eta = ?$

Чыгарылышы: Карно цикли боюнча иштеген жылуулук кыймылдаткычынын аткарган пайдалуу аракети $A=Q_1-Q_2$ туюнтма аркылуу аныкталат. Ошондой эле, жылуулук кыймылдаткычынын ПАК кыймылдаткыч аткарып жаткан А жумуштун ысыткычтан алынган Q_1 жылуулук санына катышы менен аныкталат, башкача айтканда: $\eta = \frac{A}{Q_1}$.

Мындан $\eta = \frac{A}{A+Q_2} \cdot 100\ \% = \frac{600\text{Ж}}{600\text{Ж}+600\text{Ж}} \cdot 100\ \% = 50\ \%.$

Жообу: $\eta = 50\ \%$.

2-маселе. Карно циклинде иштеген буу турбинасына температурасы 480 °С болгон буу кирип, андан 130 °С температурада чыкса, анын ПАК аныкта.

Берилген:

$t_1 = 480$ °С,
$T_1 = t_1 + 273 = 753$ K
$t_2 = 130$ °С,
$T_2 = t_2 + 273 = 403$ K

Табуу керек:
$\eta = ?$

Чыгарылышы: ысыткычтын температурасы T_1 жана муздаткычтын температурасы T_2 болгон жылуулук кыймылдаткычынын ПАК

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ туюнтма аркылуу эсептейбиз.

$\eta = \frac{753K - 403K}{753K} \cdot 100\ \% \approx 46{,}5\%$. **Жообу:** $\eta \approx 46{,}5\ \%$.

3-маселе. Жылуулук машинасында ысыткычтын температурасы 237 °С, муздаткычтыкы 67 °С. Эгерде бир циклде ысыткычтан 1800 Ж жылуулук саны алынса, машина бир циклде канча жумуш аткарат?

Берилген:
$t_1 = 237$ °С,
$T_1 = t_1 + 273 = 510$ K
$t_2 = 67$ °С,
$T_2 = t_2 + 273 = 340$ K
$Q_1 = 1800$ Ж

Табуу керек: $A = ?$

Чыгарылышы: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ (1) $\eta = \frac{A}{Q_1}$. (2)

(1) жана (2) туюнтманы теңдештиребиз.

Бул катыштардан кыймылдаткычтын аткарган жумушу: $A = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$

$A = \frac{510K - 340K}{510K} \cdot 1800\text{Ж} = 600\text{Ж}.$

Жообу: А= 600 Ж.

http://eduportal.uz

М 18

1. Ишчи зат (газ) ысыткычтан 840 Ж жылуулук алды. Эгерде жылуулук кыймылдаткычы ПАК 30 % болсо, газ канча жумуш аткарат?
2. Ысыткычтын температурасы 477 °С, муздаткычтыкы 27 °С болгон жылуулук машинасынын максималдуу ПАК эсепте.
3. Идеалдуу жылуулук кыймылдаткычынын ПАК 62,5 % болушу үчүн анын ысыткычтагы температурасы кандай болууга тийиш? Муздаткычтын температурасы 300 К ге барабар.
4. Эгерде ысыткычтын температурасы 127 °С, муздаткычтын температурасы 7 °С болгон идеалдуу жылуулук машинасы бир циклде ысыткычтан 1300 Ж жылуулук алса, аткарылган пайдалуу аракет эмнеге барабар?
5. Пайдалуу аракет коэффициенти 40 % болгон жылуулук машинасы бир циклде муздаткычка 63 кЖ жылуулук берет. Машина бир циклде канча жумуш аткарат?
6. Идеалдуу жылуулук кыймылдаткычында муздаткычтын температурасы 62 °С, жылуулук кыймылдаткычынын ПАК 50 % болсо, ысыткыч менен муздаткыч температураларынын ортосундагы айырма кандай?
7*. Карно циклинде иштеген идеалдуу машинада ысыткыч менен муздаткыч температураларынын катышы 5 ке барабар. Эгерде бир циклде муздаткычка 180 кЖ жылуулук берилген болсо, ысыткычтан алынган жылуулук санын аныкта.
8*. Идеалдуу жылуулук кыймылдаткычы ысыткычынын температурасы 327 °С болуп, муздаткычтын температурасы 127 °С ка барабар. Анын ПАК эки эсе чоңойтнң үчүн ысыткычтын температурасын канчага чоңойтуу керек болот?

29-§. ЖЫЛУУЛУК МАШИНАЛАРЫ ЖАНА ТАБИЯТТЫ КОРГОО

Адамзаттын бүгүнкү жашоосун жылуулук машиналарысыз элестетүүгө болбойт. Жылуулук машиналары отундун күйүшү эсебине кыймылга келет. Аларда отун иретинде бензин, керосин, суюлтурулган пропан жана метан газынан пайдаланылат. Учкан самолётту, ордунда жүрүп турган машинаны кунт коюп байкасак, алардын кыймылдаткычынан түтүн көрүнүшүндөгү газдардын ажырап чыкканын көрөбүз. Ичинен күймө кыймылдаткычта отун күйгөндө, анын бир бөлүгү тышка түтүн болуп чыгып кетет. Бул газдардын негизги бөлүгү кишинин организми жана эне табиятыбыз үчүн зыяндуу. Мындан тышкары, бүгүнкү күндө Жер жүзүндөгү кыймылдаткычтар керектеп жаткан кубаттуулук 10^{10} кВт ка жетти. Жылуулук кыймылдаткычтары керектеген кубаттуулук $3 \cdot 10^{12}$ кВт ка жеткенде, Жер шарындагы температура болжолдуу бир градуска көтөрүлөт. Бул болсо ири мөңгү жана муздуктардын эришине жана дүйнөлүк океан суусу деңгээлинин көтөрүлүшүнө алып келет. Натыйжада деңиз жана океан жээктеринде жайлашкан шаар жана айылдардын, түшүмдүү эгин талааларынын суунун астында калуу коркунучу туулат.

Жерибизде жылуулук кыймылдаткычтарынын саны жылдан жылга тез темптер менен көбөйүүдө. Аларда ар жылы орточо 2 миллиард тонна

көмүр жана 1 миллиард тонна мунай продукциялары күйдүрүлөт. Алардын иштеши натыйжасында атмосферага өтө чоң сандагы көмүр кычкыл газы кошулууда. Жылуулук кыймылдаткычтарынан чыккан газдарды толук тазалоо азырынча оор иш. Окумуштуулардын оюнча, ар жылы айлана-чөйрөгө болжолдуу 120 миллион тонна күл, 60 миллион тонна зыяндуу газдар таралууда. Жылуулук кыймылдаткычтарынын жыл сайын көбөйүп отурушу коомдун алдына табиятты коргоо сыяктуу чоң көйгөйдү коёт.

Өлкөбүз үчүн абдан зарыл болгон электр энергиясынын чоң бөлүгү отундун эсебине алынат. Жылуулук берген станциялар да отунсуз иштей албайт. Бул станцияларда ар күнү тонналаган отун күйүп, мындан зыяндуу газ айланабызга таралат. Жер шарында экологиялык көйгөй пайда болуп турган бир учурда, мамлекетибиз да мындай көйгөйлөргө кайдыгер карап турган жок. Республикабызда мындай көйгөйдү чечүүнүн жападан-жалгыз туура жолу Күндүн энергиясынан пайдалануу. Жергебизде күнөстүү күндөрүбүз кээ бир өлкөлөргө салыштырмалуу кыйла көп. Айылдарда курулуп жаткан заманбап үйлөрдүн үстүнө күн батареялары орнотулуп, алардан пайдаланылууда.

Күндөлүк турмушубузда жылуулук машиналары сыяктуу муздаткыч машиналардан да пайдаланабыз. Алардын саны да жыл сайын кескин түрдө көбөйүп отурат. Бул машиналарда ишчи зат иретинде фреон деп аталган суюктук колдонулат. Муздаткыч машиналардын системасы канчалык герметикалык болчо да, алардан өтө аз болсо да фреон бууланып, атмосферага таралат. Натыйжада атмосферанын курамында жылдан жылга фреон буусунун саны чоңоюуда.

Атмосферанын Жердин бетинен 25 – 30 км бийиктиктеги бөлүгү озон (O_3) катмарынан турат. Озон катмары жер бетиндеги тирүү организмдерди космостон келип жаткан өтө кыска толкундуу нурлануулар таасиринен коргойт. Эгерде атмосферанын курамында фреон буусунун саны чоңойсо, озон катмары жешилип, анда көзөнөк пайда болот. Озон көзөнөгү аркылуу өткөн өтө кыска толкундуу нурлануулар тирүү организмдерге зыян келтирип, жашоо үчүн кооп туудурат. Мунун оң чечимин табуу максатында, окумуштуулар фреонду башка суюктук менен алмаштыруу үстүндө илимий изилдөөлөр жүргүзүшүүдө.

Тыянактап айтканда, жылуулук кыймылдаткычтары адамзатка бир жактан өтө чоң мүмкүнчүлүктөрдү жаратса, экинчи жактан Жердин атмосферасына,табиятка өзүнүн терс таасирин тийгизет жана тийгизүүдө.

1. Өлкөбүздө өндүрүлүп жаткан электр энергиясынын канча бөлүгүн жылуулук машиналары берет?
2. Табиятты коргоо үчүн автомобиль өнөр жайында кандай чаралар көрүлөт?
3. Атмосферага кошулуп жаткан зыяндуу газдар кандай натыйжага алып келиши мүмкүн?

30-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Трактордун кыймылдаткычы 60 кВт кубаттуулукту пайда кылат жана ошол кубаттуулукта саатына орточо 18 кг дизель отунун сарптайт. Кыймылдаткычтын ПАК тап. Дизель отунунун салыштырма күйүү жылуулугу 42 МЖ/кг.

Берилген:

$P = 60$ кВт $= 60 \cdot 10^3$ Вт
$t = 1$ саат $= 3{,}6 \cdot 10^3$ с
$m = 18$ кг
$q = 42 \cdot 10^6$ Ж/кг

Табуу керек:
$\eta = ?$

Чыгарылышы: Кубаттуулуктун аныктамасы боюнча, P кубаттуулук менен иштеген курулманын t убакытта аткарган пайдалуу аракети төмөнкүдөй аныкталат: $A_{пай} = P \cdot t$. Кыймылдаткычта кандайдыр m массалуу отун толук күйгөндө $m \cdot q$ га барабар жылуулук саны ажырап чыгат. $m \cdot q$ жылуулук санын – ысыткычтын берген жылуулук саны $Q_1 = m \cdot q$ же ысыткычтын жалпы аткарган жумушу деп да кабыл алууга болот, $A_{жал} = m \cdot q$. Анда кыймылдаткычтын ПАК:

$$\eta = \frac{A_{пай}}{Q_1} \cdot 100\ \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100\ \%. \quad [\eta] = \left[\frac{A_{пай}}{Q_1}\right] = \frac{Ж}{Ж} = 1.$$

$$\eta = \frac{A_{пай}}{Q_1} \cdot 100\ \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100\ \% = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3}{18 \cdot 42 \cdot 10^6} \cdot 100\% = 28{,}6\%.$$

Жообу: $\eta = 28{,}6\ \%$.

2-маселе. Меште массасы 42 г керосин күйгөндө, 3 кг суунун температурасы канчага көтөрүлөт? Мештин ПАК 30 %, керосиндин салыштырма күйүү жылуулугу 46 МЖ/кг.

Берилген:

$m_1 = 42$ г $= 42 \cdot 10^{-3}$ кг
$m = 3$ кг
$q = 46 \cdot 10^6$ Ж/кг
$\eta = 0{,}3$
$c = 4200 \dfrac{Ж}{кг \cdot {}^oC}$

Табуу керек:
$\Delta t = ?$

Чыгарылышы:
$A_{пай} = Q = m \cdot c \cdot \Delta t$. m_1 массалуу отун күйгөндө ажыраган жылуулук саны $Q_1 = m_1 \cdot q$.
Курулманын пайдалуу аракет коэффициенти:

$$\eta = \frac{A_{пай}}{Q_1} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{m_1 \cdot q}.$$ Мындан:

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} \qquad [\Delta t] = \frac{кг \cdot \frac{Ж}{кг}}{кг \cdot \frac{Ж}{кг \cdot {}^o C}} = {}^o\ C.$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} = \frac{0{,}3 \cdot 42 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6}{3 \cdot 4{,}2 \cdot 10^3} = 46^oC.$$

Жообу: $\Delta t = 46\ {}^oC$.

http://eduportal.uz

3-маселе. Автомобиль 100 км жолду басып өтүү үчүн 10 л бензин сарптады. Автомобиль 90 км/саат ылдамдык менен аракеттенген болсо, анын кубаттуулугу кандай болгон? Кыймылдаткычтын ПАК 30 %. Бензиндин тыгыздыгы $\rho = 0{,}7$ г/см^3, салыштырма күйүү жылуулугун $q = 46$ МЖ/кг га барабар деп ал.

Берилген:
s = 100 км $=10^5$ м
υ = 90 км/саат = 25 м /с
V = 10 л = $10 \cdot 10^{-3}$ м^3
ρ_b = 0,7 г/см^3 = 700 кг/м^3
$q = 46 \cdot 10^6$ Ж/кг
$\eta = 0{,}3$

Табуу керек:
$P = ?$

Чыгарылышы: Бул маселени чыгарууда төмөнкү бир нече амалды удаалаш аткарабыз.
1) Автомобиль υ ылдамдык менен s жолдо аракеттенген болсо, анын кыймыл убакытын аныктоо, башкача айтканда $t = \dfrac{s}{\upsilon}$.
2) Отундун массасын аныктоо, башкача айтканда $m = \rho \cdot V$.
3) Отун күйгөндө ажыраган жылуулук саны $Q_1 = m_1 \cdot q$ га барабар.
Курулманын пайдалуу аракет коэффициенти:
$\eta = \dfrac{A_{foy}}{Q_1} = \dfrac{P \cdot t}{m \cdot q} = \dfrac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot \upsilon}$. Бул туюнтмадан

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot \upsilon}{с}. \quad [P] = \frac{1 \cdot \frac{кг}{м^3} \cdot м^3 \cdot \frac{Ж}{кг} \cdot \frac{м}{с}}{м} = \frac{Ж}{с} = Вт.$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot \upsilon}{с} = \frac{0{,}3 \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 25}{10^5} = 24150 Вт.$$

Жообу: P = 24150 Вт= 24,15 кВт

М 19

1. Очокто 60 кг болотту 1400 °С ка ысытуу үчүн 4,6 кг атайын отун сарп болот. Эгерде болоттун салыштырма жылуулук сыйымдуулугу 460 Ж/кг·К, атайын отундун күйүү жылуулугу 30 МЖ/кг болсо, очоктун жылуулук бериши (ПАК) кандай?
2. Минутуна 4 г керосин сарптаган ысыткычта температурасы 31 °С болгон 2 л суу канча убакыттан кийин кайнаган? Курулманын ПАК 35 % $q_{керосин}$ = 46 МЖ/кг га барабар деп ал.
3.72 км/саат ылдамдыкта аракеттенген автомобилдин 2 км жолдогу бензин сарпын эсепте. Автомобилдин кубаттуулугу 23 кВт, ПАК 25 % га барабар. Бензиндин салыштырма күйүү жылуулугу 46 МЖ/кг.
4. Эгерде кубаттуулугу 50 кВт болгон дизель кыймылдаткычынын пайдалуу аракет коэффициенти 34 % болсо, ал үч саатта канча отун сарптайт? Дизель отунунун салыштырма күйүү жылуулугу 42 МЖ/кг га барабар.

http://eduportal.uz

5. Идеалдуу жылуулук машинасындагы газ ысыткычтан алган жылуулугунун 60 % ын муздаткычка берет. Эгерде ысыткычтын температурасы 227 °С болсо, муздаткычтын температурасы кандай болгон?
6. Идеалдуу жылуулук машинасында ысыткычынын абсолюттук температурасы муздаткычтын абсолюттук температурасынан үч эсе жогору. Ысыткыч газга 30 кЖ жылуулук саны бергенде, ал канча жумуш аткарат?
7*. Горизонталь жолдо мотоциклдин кыймылдаткычы 60 км/саат ылдамдыкта 3,5 кВт кубаттуулук алат. Эгерде кыймылдаткычтын ПАК 25 % болсо, мотороллер 3,6 л бензин сарптап, канча жолду басып өтөт? Бензиндин салыштырма күйүү жылуулугу 46 МЖ/кг, тыгыздыгы 0,7 г/см^3.
8*. Туруктуу 108 км/саат ылдамдык менен аракеттенген автомобиль 46 км жолго 5 кг бензин сарптады. Бензиндин салыштырма күйүү жылуулугу $46 \cdot 10^6$ Ж/кг жана кыймылдаткычтын ПАК 24 % болсо, автомобилдин пайдалуу кубаттуулугун аныкта.

III ГЛАВАНЫ КАЙТАЛОО ҮЧҮН ТЕСТ ТАПШЫРМАЛАРЫ

1. Идеалдуу жылуулук машинасынын ПАК ким эсептеген?

A) Больцман; B) Цельсий; C) Кельвин; D) Карно.

2. Пайдалуу аракет коэффициенти η болгон жылуулук машинасы ысыткычтан Q_1 жылуулук санын алганда, кандай жумуш аткарат?

A) $(1-\eta)Q_1$; B) $(1+\eta)Q_1$; C) ηQ_1; D) Q_1/η.

3. Идеалдуу жылуулук кыймылдаткычы ысыткычтан 0,8 МЖ жылуулук санын кабыл алып, муздаткычка 0,3 МЖ жылуулук санын берет. Бул жылуулук кыймылдаткычынын максималдуу ПАК (%) эсепте.

A) 50; B) 62,5; C) 83,5; D) 30.

4. Циклде жылуулук машинасы 21 кЖ жумуш аткарып, муздаткычка 29 кЖ жылуулук санын берет. Машинанын пайдалуу аракет коэффициентин аныкта.

A) 30 %; B) 40 %; C) 42 %; D) 52 %.

5. Идеалдуу жылуулук машинасынын пайдалуу аракет коэффициенти 75 % болушу үчүн ысыткычтын температурасы муздаткычтын температурасынан канча эсе чоң болууга тийиш?

A) 4; B) 3; C) 5; D) 2.

6. ПАК 40 % болгон жылуулук машинасы бир циклде 34 кЖ жумуш аткарат. Машина бир циклде муздаткычка канча жылуулук санын беришин аныкта (кЖ).

A) 28; B) 42; C) 51; D) 63.

http://eduportal.uz

7. Жылуулук машинасынын ПАК 25 %, ысыткычтан алган жылуулук саны 400 Ж болсо, пайдалуу аракети канча болот (Ж)?

A) 200; B) 100; C) 300; D) 400.

8. Эгерде жылуулук кыймылдаткычы ысыткычтан алган жылуулук санынын үчтөн эки бөлүгүн муздаткычка берсе, кыймылдаткычтын ПАК тап (%).

A) 33; B) 54; C) 67; D) 60.

9. Муздаткычтын абсолюттук температурасы ысыткычтын абсолюттук температурасынын төрттөн бирине барабар. Идеалдуу жылуулук машинасынын ПАК эсептеп тап (%).

A) 25; B) 30; C) 75; D) 54.

10. Идеалдуу жылуулук машинасында ысыткычтын абсолюттук температурасы муздаткычтын абсолюттук температурасынан эки эсе чоң болсо, мындай машинанын ПАК кандай?

A) 30 %; B) 40 %; C) 50 %; D)67 %.

11. Эгерде жылуулук машина ысыткычынын температурасы 500 K, муздаткычыныкы 250 K болсо жана ал бир циклде ысыткычтан 6000 Ж жылуулук алса, бир циклде аткарылган жумушту тап (Ж).

A) 1200; B) 1500; C) 300; D) 3000.

12. ПАК 40 % болгон идеалдуу жылуулук машинасы ысыткычтан 10 кЖ жылуулук алат. Муздаткычка берилген жылуулук саны канчага барабар (кЖ)?

A) 7; B) 6; C) 3; D) 3,5.

13. Эгерде кубаттуулугу 42 кВт болгон дизель кыймылдаткычынын ПАК 20 % болсо, ал 3 саатта канча отун сарптайт (кг)? Дизель отунунун салыштырма күйүү жылуулугу 42 МЖ/кг га барабар.

A) 20; B) 21; C) 28; D) 54.

14. Көлөмү 3600 л сууну казанда ысытуу үчүн очокто 42 кг көмүр жагылат. Эгерде суунун баштапкы температурасы 10 °С жана очоктун жылуулук берүү жөндөмү 30 % болсо, суу канча градуска чейин ысыйт? $c_{суу}$= 4200 Ж/кг·K, көмүрдүн салыштырма күйүү жылуулугу 30 МЖ/кг.

A) 35 °С; B) 50 °С; C) 60 °С; D) 70 °С.

15. Кургак жыгачтын күйүү жылуулугу 10^7 Ж/кг, табигый газдыкы болсо $4\cdot10^7$ Ж/кг. Бирдей жылуулук санын алуу үчүн жыгач (m_1) менен газдын (m_2) массаларын салыштырып, туура жоопту танда.

A) $m_2 = 2\ m_1$; B) $m_1 = m_2$; C) $m_1 = 4\ m_2$; D) $m_2 = 2\ m_1$.

http://eduportal.uz

III ГЛАВА БОЮНЧА МААНИЛҮҮ КОРУТУНДУЛАР

Жылуулук кыймылдаткычы	Жылуулук кыймылдаткычы деп, жылуулук энергиясын механикалык энергияга айландырып берген курулмага айтылат.
Жылуулук кыймылдаткычынын түрлөрү	Ичинен күймө кыймылдаткыч, дизель кыймылдаткычы, реактивдүү кыймылдаткыч.
Жылуулук кыймылдаткычынын иштөө принциптери	1. Ар кандай жылуулук кыймылдаткычында отундун ички энергиясы механикалык энергияга айланат. 2. Жылуулук кыймылдаткычтарынын иштеши үчүн түрдүү температуралуу ысыткыч жана муздаткыч болууга тийиш. 3. Каалагандай жылуулук кыймылдаткычынын иштеши ишчи зат (мисалы, газ) абалы өзгөрүшүнүн кайталануучу циклдеринен турат.
Жылуулук кыймылдаткычында энергиянын бир түрдөн башка түргө айланышы	Ар кандай жылуулук кыймылдаткычында отундун ички энергиясы механикалык энергияга айланат.
Карно цикли	Идеалдуу жылуулук машиналары үчүн Карно цикли эки изотерма жана эки адиабатадан турат.
Жылуулук машинасында аткарылган пайдалуу аракет	Карно цикли боюнча иштеген жылуулук кыймылдаткычынын аткарган пайдалуу аракети $A_{пай} = Q_1 - Q_2$ туюнтма аркылуу аныкталат. Мында Q_1 – ысыткычтан алынган жылуулук саны, Q_2 – муздаткычка берилген жылуулук саны.
Жылуулук машиналарынын пайдалуу аракет коэффициенти (ПАК)	Жылуулук кыймылдаткычы пайдалуу аракетинин коэффициенти деп, кыймылдаткыч аткарып жаткан $A_{пай}$ аракеттин ысыткычтан алынган Q_1 жылуулук санына катышына айтылат, башкача айтканда: $\eta = \frac{A_{пай}}{Q_1}100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}100\%.$
Идеалдуу жылуулук машиналарынын пайдалуу аракет коэффициенти (ПАК)	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$

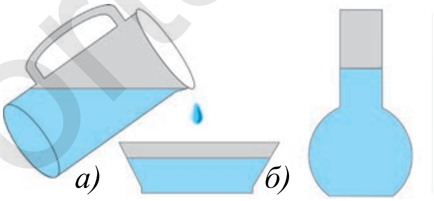
IV ГЛАВА.
СУЮКТУК ЖАНА КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН КАСИЕТТЕРИ

31-§. СУЮКТУКТУН КАСИЕТТЕРИ

Суюктуктун агуучулугу

Газдын молекулалары бири-биринен өзүнүн өлчөмүнө салыштырмалуу өтө чоң аралыктарда жайлашкандыктан, алардын ортосундагы өз ара тартышуу күчтөрү эсепке алынбай турган деңгээлде кичине болот. Газ молекулаларынын ортосундагы тартышуу күчтөрүнүн кичинелиги алардын бири-биринен алыстап кетишине – газдын кеңейишине алып келет. Ошондуктан, газдын эркин бети болбойт.

Газдардан айырмалуу түрдө суюктуктарда молекулалар дээрлик бири-бирине тийип турат. Ошондуктан алардын ортосунда өз ара таасир күчтөрү газдын молекулалары ортосундагы таасир күчтөрүнө салыштырмалуу чоң болот. Суюктуктун молекулалары ортосундагы тартышуу күчү молекулаларды бири-биринен алыстап кетишине жол койбойт. Ошентип, газдардан айырмаланып, суюктуктар өзүнүн көлөмүн сактайт.



39-сүрөт.

Идиштеги суюктукка ылдыйга багытталган оордук күчү таасир этет. Ошондой эле, суюктук асты жана каптал жактары тосулгандыктан, ал тең салмактуулук абалында болот. Эгерде идиш бир жакка кыйшайтырылса, суюктук оордук күчүнүн таасиринде идиш кыйшайтырылган жакка агат (39-*а* сүрөт). Идишке куюлган суюктук ошол идиш формасына кирет (39-*б* сүрөт).

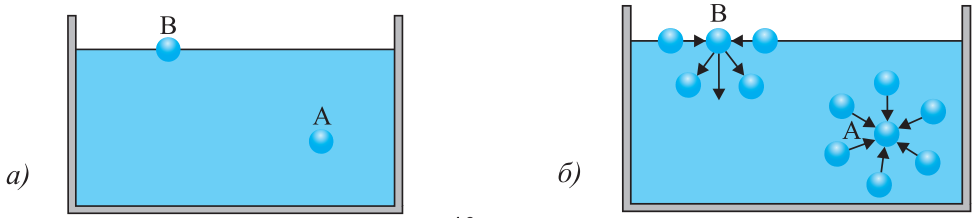
Суюктуктар агуучулук өзгөчөлүгү себептүү өзүнүн формасын сактай албайт. Бирок алар өзүнүн көлөмүн сактай алат.

Беттик тартылуу кубулушу

Кандайдыр идишке суюктук куялы, мисалы, пиялага суу. Суюктуктун бетине көз салсак, суюктук бетинин тегиздигин көрөбүз. Өзү-өзүнөн бизде, эмне себептен суюктуктун бети тегиз, деген суроо туулат.

Зат түзүлүшүнүн молекулярдык-кинетикалык теориясы боюнча, заттын молекулалары ортосунда дайыма өз ара таасир күчтөрү болот. Суюктуктагы А жана анын бетинде турган В чекиттеги молекулага башка молекулалардын таасирин карап чыгалы (40-*а* сүрөт). Суюктуктун ичиндеги А чекитинде турган молекулага кара-

ма-каршы жактардан таасир эткен күчтөр бири-бирин тең салмактайт (40-*б* сүрөт). Натыйжада ага таасир эткен күчтөрдүн тең таасир этүүчүсү нөлгө барабар болот.



40-сүрөт.

В чекиттеги молекулага болсо ылдыйдан жана каптал жактан күчтөр таасир этет. Анткени суюктуктун үстүңкү жагы аба менен чектелгендиктен, суюктуктун бетиндеги молекулага жогору жактан таасир эткен күчтү эсепке албаса да болот. Натыйжада суюктуктун бетиндеги молекула суюктуктун ичине карай тартылат (40-*б*, сүрөт). Бул жагдай суюктук бетинин тартылышына алып келет.

Суунун бетине абайлап металл ийне коюлса, ийне суунун үстүндө калат. Суунун бет жаргагы бир аз ийилип, ийнени чөктүрбөй көтөрүп турганынын күбөсү болобуз (41-сүрөт). Буга себеп суунун бетинде беттик тартылуунун бар экендиги.

41-сүрөт.

Беттик тартылуу күчү

Күндөлүк турмушта бекем жабылбаган суунун чоргосунда суу тамчысынын пайда болгонун көргөнсүң. Чоргонун учунда пайда болгон тамчыны серпилгич баштыкчанын ичинде деп элестетүүгө болот. Тамчы чоңойгондо, аны көтөрүп туруу үчүн баштыкчанын бышыктыгы жетишпейт жана тамчы үзүлөт (42-сүрөт).

42-сүрөт.

Чындыгында болсо, баштыкча жок. Тамчынын бет катмарындагы ар бир молекулага тамчынын ичине багытталган күч таасир этет. Мындай күчтөрдүн натыйжасында тамчынын бетки катмарында аны кармап турган беттик тартылуу күчү пайда болот. Бетки катмарын чектеген сызыкка таасир эткен беттик тартылуу күчү ошол сызыктын узундугуна пропорциялаш жана суюктуктун түрүнөн көз каранды болот, башкача айтканда:

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

Бул туюнтмадагы σ – суюктуктун табиятынан көз каранды болгон суюктук бетинин касиеттерин мүнөздөөчү чоңдук болуп, беттик тартылуу коэффициенти деп аталат. (1) туюнтмадан

$$\sigma = \frac{F}{l}. \qquad (2)$$

экендиги келип чыгат. (2) барабардыктан σ нын бирдиги [Н/м] экендиги көрүнүп турат. (2) туюнтма боюнча беттик тартылуу коэффициентинин төмөнкү физикалык мааниси келип чыгат. Суюктуктун бетин чектеген сызыктын узундук бирдигине таасир эткен беттик тартылуу күчүнө сан жагынан барабар болгон физикалык чоңдукка **беттик тартылуу коэффициенти** дейилет.

43-сүрөт.

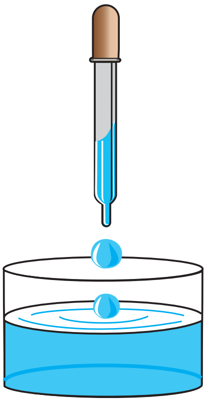
Беттик тартылуу күчү суюктуктун бетин чектеп турган бетти мүмкүнчүлүгүнүн болушунча кичирейтет. Эркин түшүп жаткан жамгырдын тамчылары шардын формасында болот. 43-сүрөттө салмаксыздык шартында космостук кеменин ичинде чоң массадагы суу да шардын формасында болушу сүрөттөлгөн.

Беттик тартылуу коэффициентин аныктоо

Суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин аныктоонун бир канча усулдары бар**.** Беттик тартылуу коэффициентин аныктоонун эң жөнөкөй усулу тамчынын үзүлүү усулу эсептелет (44-сүрөт). Суюктуктун ичке түтүкчө боюнча агышы натыйжасында анын учунда тамчы пайда болот. Тамчы кичинелигинде түтүкчөнүн учунан ажырабайт, анткени аны беттик тартылуу күчү кармап турат. Тамчы чоңоюп, анын салмагы ($m_0 g$), беттик тартылуу күчү ($\sigma \cdot l$) нө сан жагынан теңдешкенден кийин, ал үзүлөт, башкача айтканда

$$m_0 g = \sigma l. \qquad (3)$$

бул жерде m_0 – бир даана суюктук тамчысынын массасы. (3) туюнтма боюнча, беттик тартылуу коэффициенти төмөнкүдөй эсептелет:



44-сүрөт.

$$\sigma = \frac{m_0 g}{l}. \qquad (4)$$

Кээ бир суюктуктардын беттик тартылуу коэффициентинин сандык маанилери төмөнкү жадыбалда келтирилген (20 °С температурада).

№	**Суюктуктар**	σ, Н/м	**№**	**Суюктуктар**	σ, Н/м
1	Сымап	0,47	4	Өсүмдүк майы	0,033
2	Суу	0,073	5	Керосин	0,024
3	Самындуу эритме	0,04	6	Этил спирти	0,022

http://eduportal.uz

Беттин энергиясы

Суюктуктун бетинде пайда болгон беттик тартылуу күчүнүн эсебине суюктуктун бетки катмарындагы молекулалар суюктуктун ичиндеги молекулаларга караганда ашыкча потенциалдык энергияга ээ болот.

Суюктуктун бетиндеги бардык молекулалардын суюктуктун көлөмүндөгү молекулаларга салыштырмалуу ашыкча потенциалдык энергиясы беттин энергиясы деп аталат.

Беттин энергиясынын саны суюктук бетинин чоңдугу (S) на түз пропорциялаш болот, башкача айтканда:

$$W = \sigma S. \qquad (5)$$

(5) туюнтма боюнча, беттик тартылуу коэффициенти төмөнкүгө барабар:

$$\sigma = \frac{W}{S}. \qquad (6)$$

(6) барабардыктан төмөнкү физикалык маани келип чыгат. Беттик тартылуу коэффициенти сандык жактан суюктук бетинин аянт бирдигине туура келген беттин энергиясына барабар физикалык чоңдук эсептелет. (6) туюнтма боюнча σ нын бирдиги Эл аралык бирдиктер системасында [Ж/м^2] менен туюнтулат.

1. Беттик тартылуу күчү кандайча пайда болот?
2. Беттин энергиясы кандайча пайда болот?
3. Эмне үчүн тамызгычтан тамчы үзүлүп түшөт?
4. Космостук кемеде пиялага чай куюп ичсе болобу?
5. Эмне үчүн майда шүүдүрүм тамчыларынын формасы дээрлик шар сымал болот?
6. Салмаксыздык абалында суюктуктун тамчысы кандай формада болот?

Пластилинден диаметри 3 мм айланасында болгон шарча жаса. Шарчага жыгачтан тутка жаса. Аны суунун үстүнө абайлап койсоң, суунун шарчаны чөктүрбөй көтөрүп тургандыгынын күбөсү болосуң. Өзүңдүн түшүнүгүң негизинде корутунду жаз.

32-§. НЫМДОО. КАПИЛЛЯРДЫК КУБУЛУШТАР

Нымдоо жана нымдабоо

Колубуздагы ручка же калемди сууга салып, андан кийин аны суудан чыгарып алсак, анын «нымдалган» абалда чыкканын көрөбүз. Бизде эмне себептен тело нымдалып калды, деген суроо туулат.

Тело жана суюктук молекулалардан түзүлгөн. Нымдоо же нымдабоо суюктук жана катуу тело молекулаларынын өз ара таасиринен көз каранды болот.

Суюктук жана катуу тело молекулаларынын ортосундагы тартышуу күчтөрү суюктук молекулаларынын өз ара тартышуу күчтөрүнөн чоң болсо, суюктук катуу телонун бетин нымдайт.

Демек, калем суюктуктун бөлүкчөлөрүн өзүнө тартып алат.

Суюктукка матырылган калемдин нымдалып калышына себеп, калем суюктуктун молекулаларын бири-биринен ажыратып, өзүнө тартып алат.

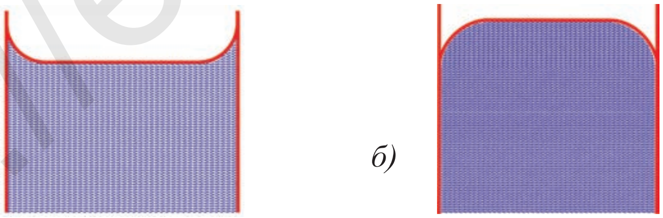
Суюктук жана катуу тело молекулаларынын ортосундагы тартышуу күчтөрү суюктук молекулаларынын өз ара тартышуу күчтөрүнөн кичине болсо, суюктук катуу телонун бетин нымдабайт.

Айнек сымаптын бөлүкчөлөрүн бири-биринен ажырата албайт. Ошондуктан, сымап айнек идишке куюлса, ал идиштин капталдарын нымдабайт. Демек, кандайдыр катуу телону бир суюктук нымдаса, башка суюктук аны нымдабастыгы мүмкүн.

Суюктук бетинин ийрилениши

Катуу телонун бетинде суюктук бетинин ийрилеништне себеп болгон кубулуш нымдоо же нымдабоо кубулушунан көз каранды болот.

Суюктук катуу телону нымдашын же нымдабастыгын суюктук жана катуу телонун чегиндеги суюктуктун формасынан билип алууга болот. Эгерде суюктук идишти нымдаса, анын бети иймек (45-*а* сүрөт) жана тескерисинче нымдабаса, суюктуктун бети томпок формада болот (45- *б* сүрөт).



а) *б)*

45-сүрөт.

Нымдоо жана нымдабоо кубулуштары турмушта жана техникада өтө чоң мааниге ээ. Самындын эритмеси денебизди жакшы нымдайт. Ошол себептүү самын менен жуунабыз. Каз жана өрдөктөр суудан чыкканда куш жүндөрү кургак болот. Алардын куш жүнү майлуу болгондуктан, суу аларды дээрлик нымдабайт.

Нымдоо кубулушу практикалык мааниге ээ. Нымдоо кубулушунун телолорду сырдоо, ширетүү, тетиктерди майлоо, телолорду бирин-бирине чаптоо сыяктуу жараяндарда ролу аябай чоң.

http://eduportal.uz

Капиллярдык кубулуштар

Диаметри абдан кичине түтүкчөлөргө **капиллярлар** дейилет. Нымдоочу суюктук капиллярда жогорулайт, нымдабай турган суюктуктун деңгээли болсо төмөндөйт. Нымдоочу суюктук куюлган (46-*а* сүрөт) капиллярдагы суюктук бетки катмарынын чек арасына жогоруга карай багытталган беттик тартылуу күчү таасир этет, башкача айтканда:

$$F = \sigma\, l = \sigma\, 2\,\pi\, r. \qquad (1)$$

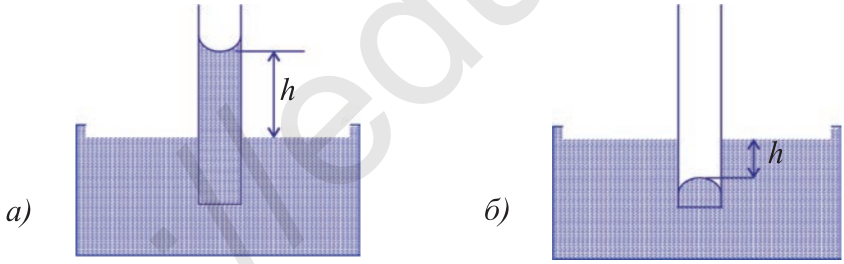
Бул күч түтүкчөдө жогоруга көтөрүлгөн суюктук мамычасынын салмагына ($m \cdot g$) теңдешкенде, суюктуктун капиллярда жогорулашы токтойт:

$$\sigma\, 2\,\pi\, r = m\, g. \qquad (2)$$

Капилляр боюнча көтөрүлгөн суюктуктун салмагы $mg = \rho_s V g = \rho_s \pi r^2 h g$ экендигинен, (2) туюнтма боюнча капилляр боюнча көтөрүлгөн суюктук мамычасынын бийиктиги төмөнкүдөй эсептелет:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s\, r\, g}. \qquad (3)$$

Бул формула нымдоочу суюктуктарда суюктуктун капиллярда көтөрүлүү бийиктигин, нымдабай турган суюктуктун болсо төмөндөө тереңдигин туюнтат. Демек, капиллярда суюктуктун көтөрүлүү же түшүү бийиктиги, анын беттик тартылуу коэффициентине түз, суюктуктун тыгыздыгы менен капиллярдын радиусуна тескери пропорциялаш болот экен.



46-сүрөт.

Капиллярдык кубулуштар табиятта жана техникада чоң мааниге ээ. Капиллярлар аркылуу азыктандыруучу эритме өсүмдүктүн денеси боюнча жогоруга көтөрүлөт. Өсүмдүк денесиндеги капиллярлар өсүмдүк клеткаларынын беттеринде пайда болот. Ошондой эле, топуракта пайда болгон капилляр боюнча суу топурактын төмөнкү катмарынан үстүнкү катмарына көтөрүлөт. Натыйжада топурактагы суу тез бууланып, топурак кургайт. Топурактагы нымды сактоо үчүн анын бетин жумшартып, капиллярлары бузуп салынат. Имарат пайдубалынын капиллярлары аркылуу көтөрүлгөн суулар аны кулатат. Бул жараянды азайтуу үчүн имарат пайдубалы фундаментинин үстү суу өткөрбөй турган (мисалы, кара мом) материалдар менен капталат.

http://eduportal.uz

1. Эмне себептен суюктук катуу телону нымдайт ?
2. Эмне себептен суюктук катуу телону нымдабайт?
3. Эмне себептен каз жана өрдөктөр суудан кургак чыгат?
4. Нымдоо кубулуштарынын турмуштагы кандай маанилерин билесиң?
5. Кандай кубулуштарга капиллярдык кубулуштар дейилет?
6. Капиллярда суунун көтөрүлүү, сымаптын төмөндөө себебин түшүндүр.
7. Капилляр түтүкчө боюнча көтөрүлгөн суюктуктун бийиктиги эмнеден көз каранды?
8. Эмне себептен нымдалган кийимди кийүү кыйын болот?
9. Эмне үчүн кийимге майдын тагы түшсө, аны самындуу эритмеде жууйбуз?

1. Ички диаметри эки түрдүү капилляр түтүкчөлөрдө суу же майдын көтөрүлүшүнө байкоо жүргүзүү. Байкаганың боюнча корутунду жаз.

33-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Радиусу 0,5 мм болгон капиллярда керосин кандай бийиктикке көтөрүлөт? Керосиндин беттик тартылуу коэффициенти 24 мН/м ге, тыгыздыгы 800 кг/м³ ге барабар деп ал.

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$r = 5 \cdot 10^{-4}$ м $\sigma = 24 \cdot 10^{-3}$ Н/м $\rho = 800$ кг/м^3 $g = 9{,}81$ м/с^2.	$h = \dfrac{2\sigma}{\rho_s r g}$;	$h = \dfrac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3}\ \text{м}}{800 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 9{,}81} =$ $= 12{,}2 \cdot 10^{-3}\ \text{м} = 12{,}2\ \text{мм}.$
Табуу керек: $h = ?$	$[h] = \dfrac{\frac{\text{Н}}{\text{м}}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \dfrac{\text{Н}}{\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}} = \dfrac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}} = \text{м}.$	**Жообу:** $h = 12{,}2$ мм.

2-маселе. Узундугу 6 см болгон ийне суунун үстүндө турат. Ага кандай беттик тартылуу күчү таасир этет?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$l = 6$ см $= 6 \cdot 10^{-2}$ м $\sigma = 73 \cdot 10^{-3}$ Н/м.	$F = 2\sigma \cdot l$	$F = 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2}\ \text{Н} =$ $= 8{,}76 \cdot 10^{-3}\ \text{Н}.$
Табуу керек: $F = ?$	$[F] = [\sigma \cdot l] = \dfrac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot \text{м} = \text{Н}.$	**Жообу:** $F = 8{,}76 \cdot 10^{-3}$ Н.

http://eduportal.uz

3-маселе. Көзөнөгүнүн диаметри 3 мм болгон тамызгычта 73 см^3 суу бар. Анын беттик тартылуу коэффициенти 73 мН/м. Тамызгычтан бардыгы болуп канча тамчы тамат?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$d = 3$ мм $= 3\cdot10^{-3}$ м $V = 73$ см^3 $= 73\cdot10^{-6}$ м^3 $\sigma = 73\cdot10^{-3}$ Н/м $\rho = 1000$ кг/м^3 g=9,81 м/с^2	$m_0 = \frac{\sigma\cdot l}{g} = \frac{\sigma\cdot\pi\cdot d}{g}$ $м = \rho\ V$;	$N = \frac{10^3\cdot73\cdot10^{-6}\cdot9,81}{73\cdot10^{-3}\cdot3,14\cdot3\cdot10^{-3}}$ $=1040$ та.
Табуу керек: $N = ?$	$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho\cdot V\cdot g}{\sigma\cdot\pi\cdot d}$ $[N] = \left[\frac{m}{m_0}\right] = \frac{кг}{кг} = 1.$	**Жообу:** $N = 1040$.

4-маселе. Самын шарчасынын радиусу 2 см ден 3 см ге чейин чоңойду. Анын бетинин энергиясы канчага өзгөргөн? Самындын эритмесинин беттик тартылуу коэффициенти 0,04 Н/м ге барабар.

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
$R_1 = 2$ см $= 2\cdot 10^{-2}$ м $R_2 = 3$ см $= 3\cdot 10^{-2}$ м $\sigma = 4\cdot10^{-2}$ Н/м.	$W = 2\ \sigma\ S$; $S = 4\pi\ R^2$;	$W = 2\cdot4\cdot10^{-2}\cdot4\cdot3,14\cdot$ $\cdot(9\cdot10^{-4} - 4\cdot10^{-4}) = 5\cdot10^{-4}$ Ж **Жообу:** $\Delta W = 5\cdot10^{-4}$ Ж га чоңоёт.
Табуу керек: $\Delta W = ?$	$\Delta W = 2\sigma S_2 - 2\sigma S_1 =$ $= 2\sigma\cdot4\pi(R_2^2 - R_1^2)$ $[\Delta W] = \frac{Н}{м}\cdot м^2 = Н\cdot м = Ж.$	

http://eduportal.uz

M 20

1. Суу капиллярда 14 мм ге көтөрүлгөн болсо, анын диаметри кандай болгон?
2. Капиллярда спирт 22 мм бийиктикке көтөрүлдү. Капиллярдын радиусу кандай болгон? Спирттин тыгыздыгы 800 кг/$м^3$.
3. Радиусу 0,6 мм болгон капиллярда керосин кандай бийиктикке көтөрүлөт? Керосиндин тыгыздыгы 800 кг/$м^3$.
4. Көзөнөгүнүн диаметри 2 мм болгон тамызгычтан тамган суу тамчысынын массасын аныкта.
5. Ички диаметри 2 мм болгон тамызгычтан үзүлүп жаткан суюктук тамчысынын массасы 15 мг экендигин билген түрдө, ошол суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин тап.
6. Тыгыздыгы 0,9 г/$см^3$ болгон суюктуктун диаметри 1,5 мм болгон капилляр түтүкчөдөгү көтөрүлүү бийиктиги 10 мм болсо, ошол суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин аныкта.
7. Көзөнөгүнүн диаметри 3 мм болгон тамызгычта 20 $см^3$ суу бар. Анын беттик тартылуу коэффициенти 73 мН/м. Тамызгычтан бардыгы болуп канча тамчы тамат?
8. Жердин бетиндеги капиллярда суу 15 мм ге көтөрүлөт. Эгерде Айда эркин түшүү ылдамдануусу Жердегиден 6 эсе кичине экендиги белгилүү болсо, Айда ошол капиллярда суу канча бийиктикке көтөрүлөт?
9. Самын шарчасынын беттик аянты 12 $см^2$ ге чоңойгондо, беттин энергиясы канчага өзгөрөт?
10. Самын шарчасынын радиусу 2 см ден 3 см ге чейин чоңойгондо, беттин энергиясы кандайча өзгөрөт?
11. Эмне себептен колдогу май калдыктарын суу менен жууш кыйын, бирок керосин менен оңой?
12. Самоордун чоргосунан тамчылап жаткан суунун тамчысы муздак абалда оор болобу же жылуу абалдабы?
13. Эмне үчүн камыр ысыткычта жумшабайт, тескерисинче катыйт?
14. Муздак суунун молекулалары ысык жана кайнаган суунун молекулаларынан айырмаланабы? Муздун молекулаларынанчы?

http://eduportal.uz

34-§ ЛАБОАРТОРИЯЛЫК ИШ

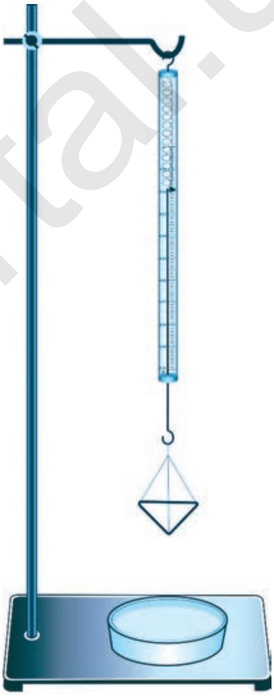
СУЮКТУКТУН БЕТТИК ТАРТЫЛУУ КОЭФФИЦИЕНТИН АНЫКТОО

Иштин максаты: суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин аныктоону үйрөнүү.

Керектүү жабдуулар: сезгич динамометр, штатив, үч бурчтук, квадрат жана айлана формасындагы зымдар, суу куюлган идиш, сызгыч, штангенциркуль.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Динамометрди штативге орнот (47-сүрөт).
2. Сызгычтын жардамында үч бурчтук формасындагы зымдын периметри l ди өлчө.
3. Динамометрдин төмөнкү алкагына үч бурчтук формасындагы зымды ас жана анын оордук күчү F_1 ти өлчө.
4. Идиштеги сууну көтөрүп, динамометрге илинген зымга тийгиз.
5. Идишти акырын ылдый тартып, зымдын суудан үзүлүшү учурундагы динамометрдин көрсөтүшү F_2 ни жазып ал.
6. $F = F_2 - F_1$ формуладан беттик тартылуу күчүн тап.
7. $\sigma = \dfrac{F}{2l}$ формуласынын жардамында суунун беттик тартылуу коэффициентин эсепте.
8. Тажрыйбаны төрт бурчтук жана айлана формасындагы зымдарда да аткар, σ_2 жана σ_3 тү эсепте. $\sigma_{o'rt} = \dfrac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ формуласынын жардамында беттик тартылуу коэффициентинин орточо маанисин эсепте.



47-сүрөт.

9. Тажрыйбадагы өлчөө жана эсептөө натыйжаларын жадыбалга жаз.

№	m, кг	l, м	σ, Н/м	$\sigma_{орт}$, Н/м
1				
2				
3				

1. Беттик тартылуу күчү эмнелигин түшүндүрүп бер.
2. Эмне себептен зымды суудан ажыратып алууда күч керек болот?
3. Тажрыйбанын натыйжаларын иликтеп, корутундуну жазып кел.

http://eduportal.uz

35-§. КРИСТАЛЛДЫК ЖАНА АМОРФТУК ТЕЛОЛОР

Кристаллдык телолор

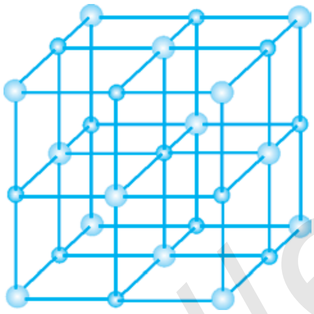
Суюктуктан айырмалуу түрдө катуу телонун атомдору (молекулалары) бири-бири менен күчтүү байланышкан болот. Алар тең салмактуулук абалда турган жеринде тынымсыз термелип турат. Оордук күчү атомдордун ортосундагы тартышуу күчүн жеңе албайт. **Катуу телолор өзүнүн көлөмүн сактайт жана өзүнүн формасына ээ болот.**

Катуу телолор түзүлүшү боюнча *кристаллдык* жана *аморфтук телолорго* бөлүнөт.

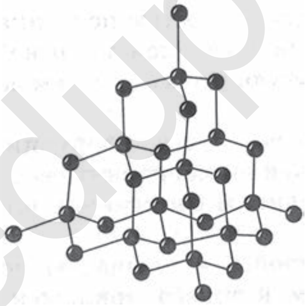
Атом же молекулалары мейкиндикте анык тартиптүү абалдарды ээлеген катуу телого кристаллдык телолор дейилет.

«*Кристалл*» сөзү грекче болуп, «*муз*» деген маанини билдирет.

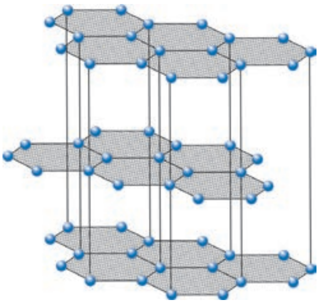
Кристаллдык телонун атомдору (молекулалары) турган жерлер туташтырылса, *кристаллдык торчо* алынат. Атомдор (молекулалар) жайлашкан чекиттерге кристаллдык торчонун *түйүндөрү* дейилет. 48 жана 49-сүрөттөрдө аш тузу менен алмаздын кристаллдык торчолору берилген.



48-сүрөт.



49-сүрөт.



50-сүрөт.

Кристаллдык телолордо түрдүү багыттарда атомдордун (молекулалардын) ортосундагы аралык бирдей эмес. Түрдүү багыттарда кристаллдар жылуулукту, электр тогун жана жарыкты түрдүүчө өткөрөт.

Телонун физикалык касиеттери анын жактары боюнча багыттарынан көз карандылыгы *анизотропия* деп аталат. Кристаллдык телолор анизотроптук касиетке ээ.

Грекче *anizos – бирдей эмес*, *tropos – багыт* деген маанилерди билдирет.

Кристаллдардын физикалык касиеттери анда тандап алынган багыттардан көз каранды болот. Мисалы, графиттин кристаллын белгилүү бир багытта оңой эле катмарларга ажыратууга болот. Калем менен жазганында, графит катмарларга ажырап, жука графит катмары кагазда калат. Анткени графиттин

http://eduportal.uz

кристаллдык торчосу катмарланган структуралуу жана алардын ортосундагы байланыштар күчсүзүрөөк болгондуктан, алар бири-биринен тез ажырайт (50-сүрөт). Бирок графиттин кристаллын перпендикуляр багытта ажыратуу кыйла татаал.

Металлдардын бөлүкчөсү абдан көп майда кристаллчалардан түзүлгөн болот. Металлды куюуда мындай кристаллчалар бири-бирине салыштырмалуу баш аламан жайлашып калат. Ошондуктан мындай металлдардын физикалык касиеттери бардык багыттарда бирдей болот.

Бири-бирине салыштырмалуу баш аламан жайлашкан көптөгөн кристаллдардан түзүлгөн тело *поликристалл* деп аталат.

Латинчеде *poli* сөзү *көп* деген маанини берет. Мисалы, катып калган туздун бөлүкчөсү жана чакмак кант поликристаллдар болот. Алар майда кристаллчалардан түзүлгөн. Өнөр жай, курулуш, энергетика, байланыш жана башка тармактарда, негизинен, поликристалл абалдагы продукциялар иштетилет.

Эгерде тело бүтүн кристаллдан турган болсо, мындай тело *монокристалл* деп аталат.

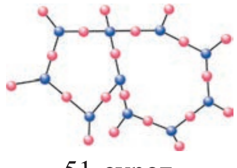
Латинчеде *mono* сөзү *бир* деген маанини билдирет.

Мисалы, майда аш тузу, кум шекердин бөлүкчөлөрү монокристаллдар саналат. Айрым максаттарда, мисалы, электроника тармагында монокристаллдар кеңири колдонулат. Ал үчүн атайын усулдар жардамында монокристалл өстүрүлөт. Сууда эритилген кум шекерди өстүрүү аркылуу даярдалган наабат да монокристалл эсептелет.

Монокристалл анизотроптук өзгөчөлүккө ээ болот.

Аморфтук телолор

Кристаллдардан айырмалуу түрдө аморфтук телолордо атомдор (молекулалар) белгилүү тартипте жайлашкан эмес (51-сүрөт). Айнек, чайыр, пластмассаларды аморфтук телолорго мисал иретинде көрсөтүүгө болот.



51-сүрөт.

Аморфтук телолордун физикалык касиеттери бардык багыттарда бирдей болот. Телонун физикалык касиеттери анын жактары боюнча багыттарынан көз каранды эместиги *изотропия* деп аталат. Аморфтук телолор изотроптук касиетке ээ.

Грекче *izos* сөзү *бирдей* деген маанини билдирет.

Сырткы таасир астында аморфтук телолор да катуу телолордой сынуучу, суюктуктардай агуучу болот. Аморфтук тело күч менен урулса, ал майдаланат. Бирок күчтөр көпкө таасир этсе, аморфтук тело сезилерлүү деңгээлде агат. Мисалы, чайырдын бөлүкчөсү катуу бетте акырындап агып, жайылып барат. Айнек да белгилүү деңгээлде агат. Мисалы, көпкө вертикалдуу абалда турган терезе айнегинин калыңдыгы өлчөнгөндө, төмөнкү бөлүгү калыңдашып калгандыгы аныкталган.

Кристаллдык телолор так эрүү температурасына ээ. Бирок аморфтук телолор так эрүү температурасына ээ эмес. Алар ысытылганда адегенде жумшап, андан кийин акырындык менен суюктукка өтө баштайт.

Беруний — минерал таануучу окумуштуу

Катуу телолорду, атап айтсак, кымбат баалуу таштардын, түрдүү металлдардын касиеттерин билүү байыртадан адамдарды кызыктырып келген. X–XI кылымдарда жашаган улуу бабабыз ***Абу Райхан Беруний*** кымбат баалуу таштардын, түрдүү металлдардын касиеттерин үйрөнүүдө да чоң иштерди жасаган.

Беруний кымбат баалуу таштардын түсүн, жалтырактыгын сүрөттөп берди, катуулугун, магниттик жана электрдик касиеттерин күзөттү. Минералдарды мүнөздөөдө өзү ачкан аспаптардын жардамында 50 дөн ашуун заттын салыштырма салмагын аныктады, касиеттерин үйрөндү. Бул тармактагы изилдөөлөрүн Беруний өзүнүн «Минералогия» аттуу чыгармасында жазып калтырды. Анын минералогия жаатындагы иштерин анын шакирти ***Абдурахман Хазин*** улантты.

1. Кристаллдык телолор деп кандай телолорго айтылат? Мисалдар келтир.
2. Эмне себептен бардык кристаллдык телолор анизотроптук болот?
3. Кандай кристаллдар монокристаллдар деп аталат? Поликристалл эмне?
4. Эмне себептен бардык аморфтук телолор изотроптук болот?
5. Аморфтук телолор кандай касиеттерге ээ?
6. Беруний минералогия жаатында кандай иштерди жасаган?

36-§. КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН МЕХАНИКАЛЫК КАСИЕТТЕРИ

Деформация

Катуу телолор өзү-өзүнөн формасын өзгөртпөйт. Эгерде катуу телого сырткы таасир берилсе, ал өзүнүн формасын өзгөртүшү мүмкүн. Мисалы, резина аркандын учтарынан кармап тартылса, аркандын бөлүктөрү бири-бирине салыштырмалуу жылат, аркан узунураак жана ичкерээк болуп калат. Күчтөрдүн таасири токтотулгандан кийин резина аркан баштапкы абалына кайтат.

Телонун сырткы күчтүн таасиринде өзүнүн формасын же өлчөмүн өзгөртүүсү деформация деп аталат.

Деформация серпилгичтүү же пластикалуу болушу мүмкүн.

http://eduportal.uz

Сырткы күчтөрдүн таасири токтотулгандан кийин телонун формасы же өлчөмү өзүнүн баштапкы абалына кайтса, мындай деформацияга серпилгичтүү деформация дейилет.

Бир бөлүк пластилин бармактар менен эзилсе, бармактар пластилинден алынгандан кийин, ал баштапкы абалын калыбына келтире албайт.

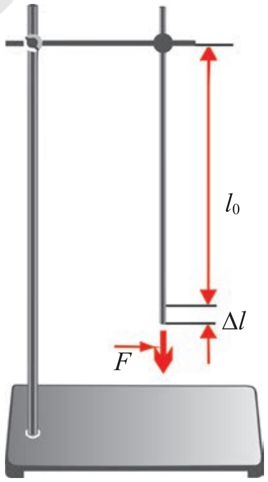
Телого берилген сырткы таасир токтотулгандан кийин деформация таптакыр жоголбосо, мындай деформацияга пластикалуу деформация дейилет.

Ылай, мом, коргошун сыяктуу телолор ушундай касиетке ээ болуп, алар пластикалуу деформацияланат. Аябай чоң күч пайда кылган пресстердин жардамында болот буюмдарды штамповкалоодо болоттун пластикалуулук касиетинен пайдаланылат.

Чоюлуу деформациясы

Узундугу l_0, туурасынан кесилиш аянты S болгон резина материалдан даярдалган стерженди алалы. Стерженди жогору учу штативге бекемделген болсун. Анын төмөнкү учуна ылдыйга багытталган F күч менен таасир этилсе, стержень Δl ге узарат (52-сүрөт). Мында F күч деформациялоочу күч, Δl ***абсолюттук узаруу*** деп аталат. Эгерде стержендин деформацияланышы натыйжасында узундугу l ге барабар болсо, анын абсолюттук узаруусу төмөнкүдөй аныкталат:

$$\Delta l = l - l_0 . \quad (1)$$



52- сүрөт

Туруктуу күчтүн таасиринде абсолюттук узаруу стержендин баштапкы узундугу l_0 ден көз каранды болот. Ошондуктан ***салыштырма узаруу*** деген түшүнүк да киргизилген. Стержендин салыштырма узаруусу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ же } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Механикалык чыңалуу

Катуу телолордун механикалык касиеттери дегенде, алардын сырткы механикалык күчтөрдүн таасири астында деформацияланышын жана ошол күчтөрдүн таасириндеги кыйроого чыдай алуу жөндөмүн белгилеген касиеттерин түшүнөбүз.

Деформацияланган телонун бирдик туурасынан кесилиш аянтына таасир көрсөтүп жаткан деформациялоочу күчкө сан жагынан барабар болгон физикалык чоңдукка механикалык чыңалуу дейилет жана ал σ тамгасы менен белгиленет.

Аныктама боюнча механикалык чыңалуу: $\sigma = \frac{F}{S}$. (3)

σ – механикалык чыңалуу. Голланд окумуштуусу Гук тажрыйбада серпилгичтүү деформацияда механикалык чыңалуу салыштырма узарууга түз пропорциялаш болушун аныктады, башкача айтканда:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|. \quad (4)$$

Бул туюнтмада катышкан пропорциялаштык коэффициенти ***E*** серпилгичтик модулу же ***Юнг модулу*** деп аталат. Эл аралык бирдиктер системасында механикалык чыңалуу жана Юнг модулунун бирдиги үчүн, куду басым бирдиги сыяктуу **Паскаль** кабыл алынган.

Юнг модулу E канчалык чоң болсо, материал ошончолук аз деформацияланат. Кээ бир заттардын серпилгичтик модулу жадыбалда келтирилген.

№	Зат	E, Па	№	Зат	E, Па
1	Коргошун	$1{,}1 \cdot 10^{10}$	4	Жез	$1{,}1 \cdot 10^{11}$
2	Бетон	$1{,}6 \cdot 10^{10}$	5	Болот	$1{,}9 \cdot 10^{11}$
3	Алюминий	$7 \cdot 10^{10}$	6	Никель	$2{,}1 \cdot 10^{11}$

Механикалык чыңалуунун $\sigma = \frac{F}{S}$ жана салыштырма узаруунун $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ туюнтмаларын Гук мыйзамы туюнтмасына (4) коюп, төмөнкүнү алабыз:

$$\frac{F}{S} = E\frac{|\Delta l|}{l_0}. \quad (5)$$

Мындан $F = E \cdot S\frac{|\Delta l|}{l_0}$ (6) келип чыгат. Эгерде $\frac{E \cdot S}{l_0} = k$ деп белгилесек, (6) туюнтманы төмөнкүдөй жазууга болот: $F = k \cdot |\Delta l|$.

Бекемдиктин чек арасы

Бир учу асмага бекемделген болот зымдын экинчи учуна табакчаны илип ага жүк койсок, болот зым тартышат. Табакчага бир-бирден жүк коюп

http://eduportal.uz

барылса, зымдагы механикалык чыңалуу да чоңоюп отурат. Чыңалуунун белгилүү бир маанисинде зым үзүлөт. Заттын материалы чыдашы мүмкүн болгон механикалык чыңалуунун бул маанисин бекемдиктин чек арасы деп атоо кабыл алынган. Кээ бир заттардын бекемдигинин чек арасы төмөнкү жадыбалда келтирилген. Материалдын бекемдигинин чек арасы заттын түрүнөн жана аны даярдоонун технологиясынан көз каранды болот.

	Зат	σ, МПа
1	Бетон	48
2	Алюминий	50 ÷115
3	Капрон	55 ÷ 80
4	Мрамор	100
5	Болот	170 ÷ 700

Серпилгичтик. Ар кандай материалдан жасалган тело кичине деформацияларда өзүн серпилгич тело сыяктуу кармайт. Сырткы таасир алынгандан кийин телонун формасы жана өлчөмдөрү калыбына келет.

Морттук. Катуу телолордун морттук деп аталган касиети турмушта чоң мааниге ээ. Эгерде материал өтө чоң болбогон деформацияларда кыйраса, ал морт материал деп аталат. Айнек жана фарфор буюмдар морт болот. Ошондой эле, чоюн жана мрамор морт эсептелет. Морт материалдарда пластикалуулук касиети дээрлик болбойт.

1. Деформация деп эмнеге айтылат? Анын кандай түрлөрүн билесиң?
2. Абсолюттук жана салыштырма узаруу туюнтмаларын жаз жана аларды түшүндүр.
3. Механикалык чыңалуу деп эмнеге айтылат? Ал кандай бирдикте өлчөнөт?
4. Юнг модулу деп эмнеге айтылат? Анын маанисин түшүндүр.

37-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Металл стерженди абсолюттук жана салыштырма узаруусу тиешелүү түрдө 3 мм жана 0,15 % болсо, деформацияланбаган стержендин узундугун аныкта.

Берилген:
Δl = 3 мм = $3\cdot10^{-3}$ м
ε = 0,15 %.

Табуу керек:
l_0 = ?

Формуласы:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}\cdot 100\%$$ мындан

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\varepsilon}\cdot 100\%.$$

Эсептөө:

$$l_0 = \frac{3\cdot10^{-3}}{0{,}15\ \%}\cdot 100\ \% = 2\,\text{м}.$$

Жообу: l_0 = 2 м.

http://eduportal.uz

2-маселе. Диаметри 2 мм болгон болот зымга 6 кг массалуу жүк илинген. Зымда кандай механикалык чыңалуу алынат?

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$d = 2$ мм $= 2\cdot10^{-3}$ м $m = 4$ кг.	$F = m\cdot g$ жана $S = \pi d^2/4$ $\sigma = \dfrac{F}{S} = \dfrac{mg}{\frac{\pi\cdot d^2}{4}} = \dfrac{4mg}{\pi\cdot d^2}.$ $[\sigma] = \left[\dfrac{F}{S}\right] = \dfrac{Н}{м^2} =$ Па.	$\sigma = \dfrac{4\cdot4\cdot10}{3{,}14\cdot4\cdot10^{-6}}$ Па$=$ $= 1{,}27\cdot10^7$ Па . **Жообу:** $\sigma = 1{,}27\cdot10^7$ Па.
Табуу керек: $\sigma = ?$		

3-маселе. Узундугу 4 м, кесилиши 10 мм² болгон болот зымды 2 мм ге чоюу үчүн канча күч коюу сарптоо керек? Болот үчүн серпилгичтик модулу 190 ГПа.

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$\ell_0 = 4$ м $S = 10$ мм$^2 = 10^{-5}$ м^2 $\Delta l = 2$ мм $= 2\cdot10^{-3}$ м $E = 190$ ГПа $= 1{,}9\cdot10^{11}$ Па.	$\sigma = \dfrac{F}{S};$ $\sigma = E\lvert\varepsilon\rvert = E\dfrac{\Delta l}{l_0};$ $F = E\dfrac{\Delta l}{l_0}S.$ $[F] = \dfrac{Н}{м^2}\cdot\dfrac{м}{м}\cdot м^2 = Н.$	$F = \dfrac{1{,}9\cdot10^{11}\cdot10^{-5}\cdot2\cdot10^{-3}}{4}$ Н$=$ $= 950$ Н. **Жообу:** $F = 950$ Н.
Табуу керек: $F = ?$		

4-маселе. Вертолёттон түшүрүлүп жаткан болот аркан өзүнүн салмагынан үзүлүп кетпестиги үчүн анын узундугу аз дегенде канча болууга тийиш? Болоттун бекемдигинин чек арасы $1{,}7\cdot10^8$ Па, тыгыздыгы 7800 кг/м³ ге барабар.

Берилген:	**Формуласы:**	**Эсептөө:**
$\sigma = 1{,}7\cdot10^8$ Па $\rho = 7800$ кг/м^3 $g = 10$ м/с^2.	$\sigma = \dfrac{\rho Vg}{S} = \dfrac{\rho Slg}{S} = \rho lg;$ $l = \dfrac{\sigma}{\rho g}.$ $[l] = \dfrac{\frac{Н}{м^2}}{\frac{кг}{м^3}\cdot\frac{Н}{кг}} =$ м.	$l = \dfrac{1{,}7\cdot10^8}{7800\cdot10}$ м $= 2180$ м. **Жообу:** $l = 2180$ м.
Табуу керек: $l = ?$		

http://eduportal.uz

1. Диаметри 2 см болгон болот арканга салмагы 30 кН болгон жүк илинген. Аркандагы механикалык чыңалууну аныкта.
2. 18 кН чоюу күчү берилгенде, $6\cdot10^7$ Н/м^2 механикалык чыңалуу алынышы үчүн болот стержендин туурасынан кесилиш аянты канча болууга тийиш?
3. Бекемдик чек арасы 0,5 МПа жана тыгыздыгы 4000 кг/м^3 болгон кыш дубалдын бийиктиги көп дегенде канча болушу мүмкүн?
4. Узундугу 80 см жана туурасынан кесилиш аянты 0,5 мм^2 болгон зымга массасы 25 кг болгон жүк илингенде, зым 2 мм ге узарды. Ошол зым үчүн Юнг модулун аныкта.
5. Болоттон жасалган стержендин учуна 7,85 кН күч коюлганда, ал үзүлүп кетти. Анын диаметри кандай болгон? Болот үчүн бекемдиктин чек арасы 170 МПа.
6*. Бир учунан илип коюлган болот зым сууга түшүрүлүүдө. Зым өзүнүн салмагы таасиринде үзүлүп кетпестиги үчүн зымдын узундугу канча болууга тийиш? Болот үчүн бекемдиктин чек арасы 170 МПа, тыгыздыгы 7800 кг/м^3 ге барабар.

38-§. КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН ЭРҮҮСҮ ЖАНА КАТУУЛАНУУСУ

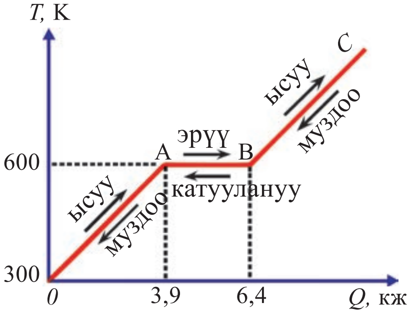
Катуу телого жылуулук берүү менен аны суюк абалга өткөрүүгө болот.

Заттын катуу абалдан суюк абалга өтүү жараяны *эрүү* деп аталат.

Кристаллдык телону эритүү үчүн ага жылуулук берип, анын температурасын жогорулатып баралы. Кристаллдык телонун температурасы белгилүү температурага жеткенде, ал эрий баштайт.

Кристаллдык телонун эрүү жараянындагы температурасы ошол кристаллдын *эрүү температурасы* деп аталат.

Кристаллдык телонун эрүү жана катуулануу жараянын коргошундун мисалында көрүп чыгалы. Анын эрүү жана катуулануу жараянын график түрдө сүрөттөйлү. Ал үчүн координатанын абсцисса огуна коргошунга берилип жаткан жылуулук санын, ордината огуна болсо кристаллдын температурасынын өзгөрүшүн чагылдыралы (53-сүрөт).



53-сүрөт.

27 °C (300 K) температуралуу массасы 0,1 кг болгон коргошунду алалы. Аны кыйын эриген металл идишке салып, жылуулук берип баралы. Бул жылуулук катуу абалдагы коргошундун температурасын жогорулатууга сарпталып

http://eduportal.uz

отурат. Мында коргошунга берилген жылуулук анын ички энергиясын жогорулатууга сарпталат. Коргошундун температурасы 327 °С (600 К) ка жеткенде, ал эрий баштайт жана эрип болгонго чейин анын температурасы өзгөрбөйт. Бул температура коргошундун ***эрүү температурасы*** болот.

Эрүү температурасындагы кристаллдык телону толугу менен суюктукка айландыруу үчүн сарпталган жылуулук санына эрүүнүн жылуулугу дейилет.

Берилген 0,1 кг массалуу катуу абалдагы коргошундун температурасын 27 °С тан 327 °С ка чейин жогорулатуу үчүн $Q = cm\ (T_2 - T_1) =$ 130 Ж/(кг · К)·0,1 кг · (600 –300) К = 3900 Ж = 3,9 кЖ жылуулук саны сарпталат (53-сүрөттө берилген *графиктин О – А бөлүгү*).

Коргошундун температурасы 327 °С (600 К)ка жеткенден кийинки берилген жылуулук саны кристаллдык торчосун кыйратып отурат жана кристалл эрий баштайт. Коргошун толук эрип болгонго чейин анын температурасы өзгөрбөйт (*графиктин А–В бөлүгү*). Берилген бул энергия кристаллдык торчону талкалоого, анын атомдорунун ортосундагы өз ара таасирди азайтууга, башкача айтканда коргошундун ***суюк абалга өтүшүнө*** сарпталат.

Эрүү жараянында кристалл суюктукка толук айланып болгонго чейин анын температурасы өзгөрбөйт. Коргошун суюктукка толук айланып болгондон кийин анын температурасы кайра жогорулап отурат (*графиктин В – С бөлүгү*). Мында берилген жылуулук суюк абалдагы коргошун атомдорунун кыймыл ылдамдыгын чоңойтууга, башкача айтканда ***кинетикалык энергиясын чоңойтууга*** сарпталат.

Суюк абалдагы коргошунду ысыткан жалын өчүрүлсө, башкача айтканда ага энергиянын берилиши токтотулса, ал муздай баштайт (*графиктин С – В бөлүгү*). Мында коргошун атомдорунун кинетикалык энергиясы, демек, заттын ***ички энергиясы азайып отурат.*** Коргошундан жылуулук ажырап чыгат.

Суюк коргошун муздап отуруп, 327 °С (600 К) ка жеткенде, анын температурасы өзгөрбөй калат (*графиктин В – А бөлүгү*). Бул температура ***коргошундун катуулануу температурасы*** болот. Бирок коргошундан жылуулуктун ажырап чыгышы улантылат. Мында коргошун атомдорунун кинетикалык энергиясы азайып отурат жана атомдор иреттүү жайлаша баштайт. Бул жараянга заттын ***катуулануусу*** же ***кристаллдашуусу*** дейилет.

Коргошун катуу абалга өтүп болгондон кийин, анын температурасы кайра төмөндөй баштайт (*графиктин А – О бөлүгү*). Атомдордун кинетикалык энергиясынын азайышы эсебине анын ***ички энергиясы азайып отурат***. Мында температура баштапкы 27 °С ка чейин төмөндөгөнгө чейин коргошун айлана-чөйрөгө жылуулук берет. Толук кристалл абалга кайтып, 327 °С тан 27 °С ка чейин муздаганга чейин коргошундан 3,9 кЖ жылуулук саны ажырап чыгат.

Башка бардык кристаллдык телолордун эрүү жана катуулануу жараяндары коргошун сыяктуу болот. Каралган эрүү жана катуулануу жараянынан төмөнкү корутундуларды чыгарууга болот:

http://eduportal.uz

1. Кристаллдык телонун эрүү жана катуулануу температуралары бирдей болот.

2. Кристаллдык тело эрүү жараянында сырттан канча жылуулук санын алса, катуулануу жараянында тышка ошончо жылуулук санын берет.

3. Кристаллдык телонун эрүү жана катуулануу жараяндарын туюнткан жылуулуктун графиктери үстү-үстүнөн түшөт.

Коргошун сыяктуу башка кристаллдык телолор да так эрүү (катуулануу) температурасына ээ. Жадыбалда айрым заттардын эрүү температурасы $t_э$ берилген.

№	**Зат**	$t_э$, °C	№	**Зат**	$t_э$, °C	№	**Зат**	$t_э$, °C
1	Сымап	-39	5	Цинк	420	9	Чоюн	1220
2	Муз	0	6	Алюминий	660	10	Темир	1539
3	Калай	232	7	Алтын	1064	11	Платина	1769
4	Коргошун	327	8	Жез	1083	12	Вольфрам	3410

1. Эрүү деп кандай жараянга айтылат?
2. Эрүү температурасы деп кандай температурага айтылат?
3. Эрүү жылуулугу деп кандай жылуулукка айтылат?
4. 53-сүрөттө берилген графикти иликтеп бер.

39-§. ЗАТТЫН САЛЫШТЫРМА ЭРҮҮ ЖЫЛУУЛУГУ. АМОРФТУК ТЕЛОЛОРДУН ЭРҮҮСҮ ЖАНА КАТУУЛАНУУСУ

Заттын салыштырма эрүү жылуулугу

Эрүү температурасында турган 1 кг кристалл затты толук эритүү үчүн зарыл болгон жылуулук санына салыштырма эрүүнүн жылуулугу дейилет жана λ (лямбда) менен белгиленет.

Аныктама боюнча, *m* массалуу заттын салыштырма эрүүсүнүн жылуулугу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\lambda = \frac{Q_э}{m}, \qquad (1)$$

мында $Q_э$ – эрүү температурасында затты суюктукка айландыруу үчүн зарыл жылуулук саны. λ негизинен Ж/кг жана кЖ/кг бирдиктерде өлчөнөт.

(1) формуладан салыштырма эрүүнүн жылуулугу λ болгон *m* массалуу телону эрүү температурасында эритүү үчүн зарыл болгон жылуулук санын төмөнкүдөй туюнтууга болот:

$$Q_э = \lambda \cdot m. \qquad (2)$$

http://eduportal.uz

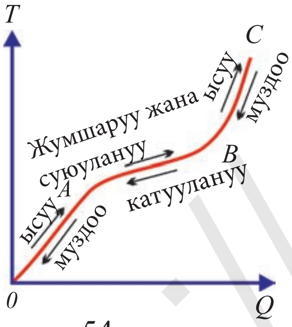
Берилген массалуу кристаллдык телону эрүү температурасында суюктукка айландыруу үчүн канча жылуулук саны сарпталган болсо, ошол температурада суюк абалдан катуу абалга айлануусунда ошончо жылуулук саны ажырап чыгат.

Айрым кристаллдардын салыштырма эрүү жылуулугу жадыбалда берилген.

№	Зат	λ, кЖ / кг	№	Зат	λ, кЖ / кг
1	Сымап	12	6	Күмүш	105
2	Коргошун	25	7	Жез	205
3	Калай	60	8	Темир	266
4	Алтын	64	9	Муз	334
5	Болот	84	10	Алюминий	385

Аморфтук телолордун эрүүсү жана катуулануусу

Аморфтук телого жылуулук берилгенде анын температурасы баштап бир калыпта чоңоюп отурат (54-сүрөттөгү *графиктин O–A бөлүгү*). Мында берилген жылуулук телодогу молекулалардын өз ордунда термелүүсүн күчөтүүгө, б. а. ***кинетикалык энергиясын чоңойтууга*** сарп болот.



54-сүрөт.

A чекитинен баштап температуранын чоңоюшу басаңдайт (*графиктин A–B бөлүгү*). Берилген жылуулук ***молекулалардын кинетикалык энергиясын жана молекулалардын өз ара таасир потенциалдык энергиясын чоңойтууга*** сарпталат. Мында молекулалардын ортосундагы байланыш бекемдигинин азайып отуруушу натыйжасында тело жумшап суюуланып отурат.

Тело толук суюктукка айлангандан кийин берилген жылуулук саны молекулалардын кыймыл ылдамдыгын чоңойтууга, б. а. ***кинетикалык энергиянын чоңоюшуна*** сарпталат (*графиктин B – C бөлүгү*).

***Аморфтук телолор* так эрүү температурасына ээ эмес. Жылуулук берилгенде аморфтук телолор адагенде акырындап жумшайт, андан кийин суюктукка өтө баштайт.**

Суюк абалга айланган аморфтук телонун муздатылгандагы катуулануусу эрүү жараянына тескери болот. Кристаллдык телодогу сыяктуу аморфтук телонун эрүү жараянындагы температуранын жылуулук санынан көз карандылык графиги катуулануу жараянындагы график менен үстү-үстүнөн түшөт.

http://eduportal.uz

Эрүү жараянын үйрөнүү табиятта (мисалы, Жердин бетинде кар жана муздун эрүүсү), илим жана техникада (мисалы, нукура металлдар, куймаларды алууда, ширетүүдө) чоң мааниге ээ.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

20 °С температурадагы 4 кг массалуу сууга 0 °С температуралуу муз салынды. Муз толук эрип бүтүшү үчүн анын массасы көп дегенде кандай болууга тийиш? Муздун салыштырма эрүү жылуулугу 336 кЖ/кг.

Берилген:

$t_1 = 20$ °С

$m_1 = 4$ кг

$t_2 = 0$ °С

$\lambda = 336$ кЖ/кг.

Табуу керек:

$m_2 = ?$

Формуласы: $Q_1 = Q_2$

$Q_1 = m_1c(t_1 - t_2)$ жана $Q_2 = \lambda m_2$

$$m_2 = \frac{m_1c(t_1 - t_2)}{\lambda}.$$

$$[m_2] = \frac{кг \cdot \frac{Ж}{кг \cdot К} \cdot К}{\frac{Ж}{кг}} = кг.$$

Эсептөө:

$$m_2 = \frac{4 \cdot 4200 \cdot 20}{336 \cdot 10^3} кг = 1 кг.$$

Жообу: $m_2 = 1$ кг.

1. Заттын салыштырма эрүү жылуулугу деп эмнеге айтылат?
2. Заттын салыштырма эрүү жылуулугунун формуласы кандай туюнтулат? Анын чен бирдиктерин айт.
3. Аморфтук телолордун эрүү жана катуулануу жараянын түшүндүрүп бер.
4. Аморфтук телолордун эрүү жана катуулануу жараяны кристаллдык телолордун эрүү жана катуулануусунан кандайча айырмаланат?

М 22

1.Эрүү температурасында турган 3 кг музду сууга айландыруу үчүн ага канча жылуулук санын берүү керек?

2.Эрүү температурасында турган m массалуу калайды толук эритүүгө 10 кЖ жылуулук саны сарпталды. Эритилген калайдын массасын тап.

3. Муздаткычка коюлган 0 °С тагы 0,5 л суу толук муздаганга чейин андан канча жылуулук ажырап чыгат?

4. Эрүү температурасында турган 5 кг телону толук эриткенге чейин 420 кЖ жылуулук саны сарпталды. Бул тело кайсы заттан даярдалган?

5. Температурасы 0 °С болгон 1 л сууну кайнатуу үчүн сарпталган энергия ошондой температурадагы канча музду эритиши мүмкүн?

6. Бетинин аянты 250 м^2 болгон бассейндин суусу 0°С температурада 1 мм калыңдыктагы муз менен капталды. Мында айланага канча жылуулук саны ажырап чыккан? Муздун тыгыздыгын 900 кг/м^3 ге барабар деп ал.

http://eduportal.uz

40-§. БУУЛАНУУ ЖАНА КОНДЕНСАЦИЯ

Оозу жакшы туюкталган идиште суюктук (мисалы, атыр) көпкө турса да, анын саны өзгөрбөйт. оозу ачык калтырылса, убакыттын өтүшү менен анын саны азайып отурат жана көптөн кийин идиште атырдын калбаганын көрөбүз. Бул физикалык кубулушка бууланув кубулушу себепчи.

Заттын суюк же катуу агрегаттык абалынан газ абалына өтүү жараянына *буулануу* дейилет.

Заттын газ абалына өтүүсү анын эркин бетинде буу пайда болушу менен жүрөт. Биз адегенде суюктуктун буу абалына өтүүсүн көрүп чыгабыз.

Ар кандай температурада суюктуктун ичиндеги молекулалардын ортосунда кинетикалык энергиясы чоң болгон молекулалар болот. Алар башка молекулалардын тартышуу күчтөрүн жеңип, суюктуктун бетки катмарын «көзөп өтүп» учуп чыгышы жана газ абалына өтүшү мүмкүн.

Суюктуктун температурасы чоңоюшу менен буулануу да чоңоёт. Буулануу суюктуктун үстүндөгү абанын абалынан да көз каранды. Шамал согуп турганда суюктуктун бетиндеги молекулаларга шамал кошумча энергия бергендиктен, суюктук тезирээк бууланат. Мисалы, эгерде абанын температурасы жогору жана шамал согуп турган болсо, көлчүк суу тезирээк кургайт.

Талиңкеге жана стаканга бирдей санда суу куялы. Бир нече сааттан кийин талиңкедеги суу бууланып кетет, ал эми стакандагы суу калат. Демек, буулануу суюктуктун бетинин чоңдугунан да көз каранды экен. Ошондой эле, бууланууну ылдамдыгы суюктуктун бетине таасир этип жаткан атмосферанын басымынан да көз каранды. Атмосферанын басымы төмөн болгон жерлерде буулануу тездешет.

Салыштырма буулануу жылуулугу

Буулануу жараянында энергиясы чоңураак болгон молекула башка молекулалардын тартышуу күчүн жеңип, суюктуктан тышка чыгып кетет. Бууланып жаткан молекулалардын тышка чыгып кетиши үчүн жумуш аткарылат. Ошол себептүү буулануу жараянында суюктук муздайт.

Бууланууда суюктуктун температурасы туруктуу болгондуктан, ага сырттан жылуулук берип туруу керек болот. Бул берип турулушу зарыл болгон жылуулук санына ***буулануу жылуулугу*** дейилет.

Туруктуу температурада 1 кг суюктукту толук буута айландыруу үчүн зарыл болгон жылуулук санына салыштырма буулануу жылуулугу дейилет жана *r* тамгасы менен белгиленет.

http://eduportal.uz

Аныктама боюнча, *m* массалуу суюктуктун салыштырма буулануу жылуулугу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$r = \frac{Q_b}{m}. \quad (1)$$

Бул туюнтма боюнча салыштырма буулануу жылуулугунун бирдиги Ж/кг да туюнтулат. (1) туюнтмадан *m* массалуу суюктукту толук буугa айландыруу үчүн зарыл болгон жылуулук санын эсептөөнүн туюнтмасы келип чыгат:

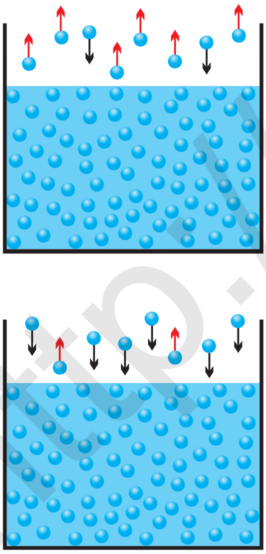
$$Q_b = r \cdot m. \quad (2)$$

Нормалдуу шартта кайноо температурасында турган 1 кг сууну толук буугa айландыруу үчүн $2{,}3 \cdot 10^6$ Ж энергия сарпталат. Демек, суу үчүн салыштырма буулануу жылуулугу $r = 2{,}3 \cdot 10^6$ Ж/кг га барабар экен.

Конденсация

Буулануу жараянына бир мезгилде тескери жараян да бар, башкача айтканда буу кайра суюктукка айланат. Оозу туюк идиштеги суюктук санынын өзгөрбөй калышына мына ошол буунун конденсацияланышы себеп болот.

Буунун суюктук абалына өтүү жараяны *конденсация* деп аталат.



55-сүрөт.

«*Конденсация*» латинчеде «*тыгыздашуу*», «*коюулануу*» деген маанилерди билдирет.

Адатта, суюктук бир эле мезгилде бууланат жана конденсацияланат. Буулануу жараяны үстөмдүк кылса, суюктук бууланат дейилет (55-*а,* сүрөт). Конденсация жараяны үстөмдүк кылганда болсо, конденсацияланат дейилет (55-*б*, сүрөт).

Атмосферадагы суу бууларынын конденсациясы натыйжасында *жамгыр, мөндүр, кар*, *шүүдүрүм* жана *кыроо* пайда болот.

Энергиянын сакталуу жана айлануу мыйзамы боюнча берилген суюктукту бууландыруу үчүн канча жылуулук саны сарпталган болсо, буу конденсацияланып, ошондой температуралуу суюктукка айланганда, буулануу жылуулугуна барабар болгон жылуулук саны ажырап чыгат жана бул жылуулукка конденсациялануу жылуулугу дейилет.

$$Q_k = - Q_b = - r \cdot m. \quad (3)$$

http://eduportal.uz

Каныккан жана каныкпаган буу

Бууланып жаткан суюктуктун үстү жабылса, суюктуктун үстүндө буу топтоло баштайт. Баштап бууланып жаткан молекулалардын саны конденсацияланып жаткан молекулалардын санынан көп болот. Мындайда суюктуктун үстүндөгү бууга ***каныкпаган буу*** дейилет.

Туюк идиштеги суюктуктун үстүндө буунун молекулалары көбөйүшү менен конденсациялануу да чоңоёт. Белгилүү убакытка барып буулануу жана конденсациялануу ылдамдыгы теңдешет. Мындай абалга ***динамикалык тең салмактуу абал*** дейилет.

Өзүнүн суюктугу менен динамикалык тең салмактуулукта болгон буу *каныккан буу* деп аталат. Мындай шартта суюктуктун үстүндөгү буунун басымына *каныккан буунун басымы* дейилет.

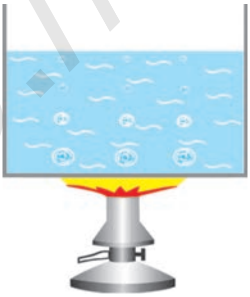
Суюктук температурасы чоңоё баштаганда каныккан буунун басымы да чоңоёт. Каныккан буунун басымы $p = nkT$ теңдеме аркылуу туюнтулат.

Кайноо

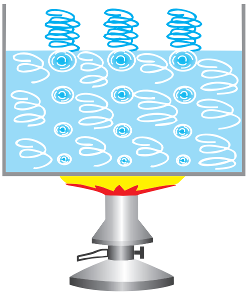
Ар кандай шартта суюктуктун ичинде көзгө көрүнбөгөн аба шарчалары болот. Суюктуктун үстүндөгү сыяктуу бул шарчалардын ичинде да суюктуктун буулары пайда болот. Суюктуктун, мисалы, суунун температурасы чоңоё баштаганда, шарчалардагы буунун басымы да чоңоё баштайт жана шарчалар чоңоёт. Чоңойгон шарчалар Архимед күчүнүн таасиринде жогоруга умтулат.

Суунун жогорку катмарлары идиштин түбүнө салыштырмалуу жетиштүү деңгээлде ысып үлгүрбөгөндүктөн, шарчалардагы буунун белгилүү бөлүгү конденсацияланат (56-*а* сүрөт). Бул кубулуш суунун кайноосу алдынан өзүнө мүнөздүү үн чыгышында байкалат. Белгилүү убакыттан кийин суюктуктун бүткүл көлөмүндө температура теңдешет. Көтөрүлүп жаткан шарчалар эми кичиреет. Алар бетке чыгып жарылып, абада буу пайда болот (56-*б,* сүрөт).

а)



б)



56-сүрөт.

Суюктуктун бүткүл көлөмү боюнча буунун пайда болуу жараяны кайноо деп аталат.

Кайноо учурунда суюктуктун бүткүл көлөмүндө температура теңдешет жана ал интенсивдүү түрдө бууланат. Суюктук кайнай баштаганда анын температурасынын жогорулашы токтойт. Анын бүткүл көлөмүндө шарчалар пайда болот. Бул температурага **суюктуктун кайноо температурасы** дейилет.

Кайноо температурасы түрдүү суюктуктар үчүн түрдүүчө болот. Мисалы, нормалдуу шартта спирт 78 °С та, суу 100 °С та кайнайт.

Сырткы басым канчалык чоң болсо, кайноо температурасы ошончолук жогору болот. Мисалы, ичиндеги басым $16\cdot10^5$ Па га барабар болгон буу казанында суу 200 °С та да кайнабайт. Медеициналык мекемелерде хирургия аспаптарын жугуштуу бактериялардан зыянсыздандыруу үчүн алар жогору басымда кайнатылат.

Сырткы басым төмөндөшү менен болсо суюктуктун кайноо температурасы төмөндөй баштайт. Мисалы, тоонун 5 км бийиктигинде атмосферанын басымы төмөнүрөөк болгондуктан, суу 84 °С та кайнайт. Мындай температурада суу канча кайнатылса да, ага салынган эт бышпайт. Аны бышыруу үчүн идиш герметикалык туюкталып, кайнатылууга тийиш.

1. Буулануу деп кандай жараянга айтылат? Ал кандай ишке ашат?
2.Эмне үчүн орулган чөп шамал жоктогуна караганда, шамал болгондо тезирээк кургайт?
3. Конденсация жараяны кандай жүрүшүн түшүндүрүп бер.
4. Кандай буу каныкпаган буу болот?
5. Каныккан буу деп кандай абалдагы бууга айтылат?
6. Сууну ысытпастан кайнатууга болобу?
7. Суу 250 ^{0}С температурада да суюк абалда болобу?
8. Көп кабаттуу үйлөрдүн биринчи жана соңку кабаттарында суунун кайноо температурасы кандайча айырмаланат?

41-§. АТМОСФЕРАДАГЫ КУБУЛУШТАР

Абанын нымдуулугу

Жер шарынын 2/3 бөлүгүн суу түзөт. Суунун буулануусу себептүү атмосферанын курамында дайыма суунун буусу болот. Курамында суунун буусу болгон абага нымдуу аба же **нымдуулук** дейилет. Абада суунун буулары канча көп болсо, анын нымдуулугу ошончо жогору эсептелет.

1м³ абадагы суу буусунун массасы абанын абсолюттук нымдуулугу деп аталат.

Абсолюттук нымдуулук 1м³ абада канча грамм суунун буусу бар экендигин билдирет. Берилген көлөмдөгү абада суу буусунун массасы аркылуу абсолюттук нымдуулук төмөнкүдөй эсептелет:

$$\rho = \frac{m}{V}. \qquad (1)$$

Нымдуулук белгилүү ρ_0 санга жеткенде, аба суунун буусуна каныгат. Бул учурда абадагы суу буусунун тыгыздыгын каныккан суу буусунун тыгыздыгы деп атоо кабыл алынган. Абанын температурасы чоңоюшу менен, анын каныгуу чек арасы да чоңоюп отурат.

Абадагы суу буусунун каныккандык даражасын баалоо үчүн салыштырма нымдуулук түшүнүгү киргизилген. Температурасы t болгон абадагы суу буусунун тыгыздыгы, абсолюттук нымдуулугу ошол температурада каныккан буу тыгыздыгына катышынын пайыздарда алынган маанисине **абанын салыштырма нымдуулугу** дейилет, башкача айтканда:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0}100\%. \qquad (2)$$

Демек, абсолюттук нымдуулуктун берилген температурадагы каныккан буу тыгыздыгына катышы салыштырма нымдуулук экен. Салыштырма нымдуулук абанын суунун буусуна канчалык каныккандыгын билдирет. Салыштырма нымдуулук 100 % га барабар болгондо, абадагы суу буусунун каныккандыгын, бууланууу жүрбөй жаткандыгын билдирет.

Кээде абадагы суу буусунун басымына да абсолюттук нымдуулук дейилет. Ошондуктан абсолюттук нымдуулукту суу буусунун басымы аркылуу да туюнтууга болот. Температурасы t болгон абадагы суунун буусу басымы p нын ошол температурада каныккан буунун басымы p_0 га катышынын пайыздарда алынган маанисине абанын салыштырма нымдуулугу дейилет жана аны төмөнкүдөй эсептейбиз, башкача айтканда:

$$\varphi = \frac{p}{p_0}100\%, \qquad (3)$$

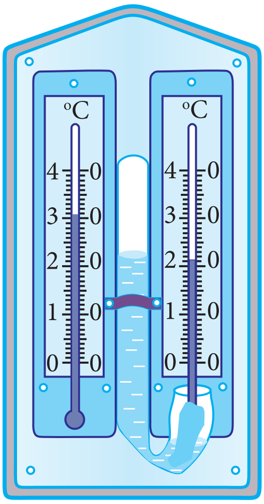
мында p – абадагы суу буусунун басымы, p_0 – каныккан буунун басымы.

Температуранын түрдүү маанилери үчүн каныккан суу буусунун тыгыздыгы жана каныккан суу буусунун басымы төмөнкү жадыбалда берилген.

t,°C	ρ_0, г/м³	p_0, к*Па*	t, °C	ρ_0, г/м³	p_0, к*Па*	t, °C	ρ_0, г/м³	p_0, к*Па*
1	5,2	0,653	11	10,0	1,31	21	18,3	2,49
2	5,6	0,706	12	10,7	1,39	22	19,4	2,64
3	6,0	0,759	13	11,4	1,49	23	20,6	2,81
4	6,4	0,813	14	12,1	1,59	24	21,8	2,98
5	6,8	0,880	15	12,8	1,71	25	23,0	3,17
6	7,3	0,933	16	13,6	1,81	26	24,4	3,36
7	7,8	0,999	17	14,5	1,93	27	25,5	3,56
8	8,3	1,07	18	15,4	2,07	28	27,2	3,78
9	8,8	1,15	19	16,3	2,19	29	28,7	3,99
10	9,4	1,23	20	17,3	2,33	30	30,3	4,24

http://eduportal.uz

Абанын салыштырма нымдуулугун өлчөө



57-сүрөт.

Түзүлүшү жөнөкөй болгон Август психрометринен пайдаланып, абанын нымдуулугун өлчөөгө болот (грекче *psixros–муздак*). Ал бири кургак, экинчиси нымдуу термометрден турат (57-сүрөт). Биринчи термометр абанын температурасын өлчөйт. Экинчисинин үстү кездеме менен оролуп, төмөнкү учу суулуу идишке салынган болот. Аба канчалык кургак болсо, суу кездемеден ошончолук тез бууланат жана анын температурасы ошончолук төмөн болот. Кургак жана нымдуу термометрлер көрсөткөн температуралардын айырмасын эсептеп, психрометрик жадыбалдан салыштырма нымдуулук аныкталат. Психрометрик жадыбал ошол аспап менен кошо берилет. Психрометрик жадыбалдын бир бөлүгү (15–28 °С үчүн) жадыбалда келтирилген.

Мисалы, 57-сүрөттөгү психрометрдин кургак термометри 28 °С, нымдуулук термометри 21 °С ту көрсөтүүдө. Термометрлердеги айырма 7 °С ту түзөт. Психрометрик жадыбалдан абанын салыштырма нымдуулугу 53 % экендигин аныктоого болот.

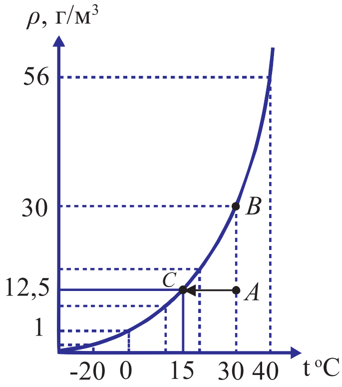
Психрометрик жадыбал

Кургак термометрдин көрсөткүчү, °С	Кургак жана нымдуу термометрлер көрсөткүчтөрүнүн айырмасы, °С									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	75	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	29
	Салыштырма нымдуулук, %										

http://eduportal.uz

Адатта, абанын салыштырма нымдуулугу 50 % дан аз болгондо аба кургак, 50–80 % болгондо нормада, 80 % дан чоң болгондо нымдуу эсептелет. Нымдуулуктун чоң болушу металл буюмдардын дат басышына, жыгач буюмдардын көөп кетишине алып келет. Кургак абада болсо жыгач буюмдар өзүнүн нымдуулугун жоготуп, кыйшайышы жана жарылыш мүмкүн.

Жаандардын пайда болушу



58-сүрөт.

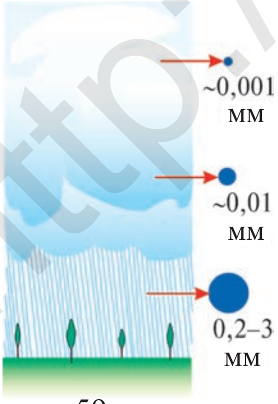
Жердин кыртышында абанын нымдуулугу чоң болгондо, суу бууларынын бир бөлүгү конденсацияланып, майда суу тамчыларына айланат. Алардын атмосферадагы аралашмасы ***туман*** деп аталат.

Каныкпаган суунун буусу муздатылса, белгилүү бир температурада каныккан буугa айланат. Күндүзү 30°C туу абанын абсолюттук нымдуулугу 12,5 г/м^3 болсун (58-сүрөттөгү *A* чекит). Мындай температурада абадагы суунун буулары каныкпаган болот, каныгуу үчүн суу буусунун тыгыздыгы 30 г/м^3 болууга тийиш (*B* чекит). Бирок түнкүсүн абанын температурасы төмөндөп, таңга жуук 15 °C ка түшүшү мүмкүн. Мындай температурада абадагы суунун буулары (12,5 г/м^3) каныккан абалга өтөт (*C* чекит) жана алар толук эмес конденсацияланып, жерге ***шүүдүрүм*** болуп түшөт. Мында *C* чекитине туура келген $t_ш$ температура шүүдүрүм чекит болот.

Суу буусу каныга турган температура *шүүдүрүм чекити* деп аталат.

Абанын абсолюттук нымдуулугун шүүдүрүм чекит аркылуу аныктаган аспапка **гигрометр** дейилет.

Температура 0 °C тан төмөн болгондо конденсацияланган суунун буулары муз бөлүкчөлөрүн түзүп, жерге ***кыроо*** болуп түшөт.



59-сүрөт.

Океан жана кургактыктардан көтөрүлгөн буулардын чоң бөлүгү жерден бир нече километр бийиктикте каалгып жүрөт. Мындай бийиктикте температура жердин бетиндегиге караганда кыйла төмөн болот. Мындай шартта суу бууларынын каныгуусу оңой жүрөт. Нымдуулук жогору болгондо жана температура дагы да төмөндөгөндө, каныккан буулар конденсацияланып, майда суунун бөлүкчөлөрүн пайда кылат. Алар бизге ***булут*** болуп көрүнөт. Температура дагы да төмөндөгөндө суу бөлүкчөлөрү биригип, суунун тамчыларына айланып отурат. Өзүнүн салмагын кармай албаган суунун тамчылары жерге ***жамгыр*** болуп жаай баштайт (59-сүрөт).

Булуттагы температура муздаганда, суунун буулары муздун бөлүкчөлөрүн пайда кылып конденсацияланат. Алар бири-бири менен биригип, ***кардын*** учкундарын түзөт жана ошентип кар жаайт (60-сүрөт).

Төмөн температуралуу булутта пайда болгон муздун бөлүкчөлөрү аба агымынын таасиринде бир нече жолу жогору-ылдый кыймыл жасашы мүмкүн. Мында муздун бөлүкчөлөрү көтөрүлгөндө аларды муз жаргагы каптайт. Ар бир көтөрүлүп түшкөндө муздун бөлүкчөлөрү ирилешип отуруп, ***мөндүр*** пайда болот.

60-сүрөт.

Аба-ырайы

Абанын температурасы, нымдуулугу, басымы, шамал, булут, жаандар, туман, шүүдүрүм, кыроо сыяктуу атмосферадагы кубулуштар абанын абалын түзөт.

Анык бир мезгилде белгилүү бир жердеги абанын абалы *аба-ырайы* деп аталат. Абанын температурасы, нымдуулугу жана басымына аба-ырайынын *негизги элементтери* дейилет.

Аба-ырайынын негизги элементтеринин абалынан көз каранды түрдө шамал, булуттар пайда болот, жаандар жаайт. Мисалы, аба температурасынын төмөндөшү атмосфера басымынын азайышына, салыштырма нымдуулуктун чоңоюшуна алып келет. Басымдын өзгөрүшү шамалды пайда кылат, салыштырма нымдуулуктун чоңоюшу болсо жаанды келтирип чыгарат. Шамал жер бетиндеги абанын агымын жана булуттарды бир жерден башка жерге айдап жүрөт. Бул болсо аба температурасынын өзгөрүшүнө жана жаан жаашына себеп болушу мүмкүн.

Аба-ырайын алдын ала билүү чоң мааниге ээ. Аба-ырайын үйрөнүү метеорология борборлорунда ишке ашырылат. Өзбекстанда аба-ырайын үйрөнүү боюнча Ташкент шаарында жана облустарда метеорологиялык борбор кызмат көрсөтөт.

1. Абсолюттук нымдуулук деп кандай чондукка айтылат?
2. Абанын салыштырма нымдуулугу деп эмнеге айтылат жана ал кандайча туюнтулат?
3. Август психрометри жардамында салыштырма нымдуулук кандайча өлчөнөт?
4. Шүүдүрүм чекити деп эмнеге айтылат?
5. Туман, шүүдүрүм жана кыроо кандай пайда болушун түшүндүр.
6. Булут, жамгыр, кар жана мөндүр кандайча пайда болот?
7. Аба-ырайы деп эмнеге айтылат?
8. Аба-ырайын үйрөнүү кызматы жөнүндө эмнелерди билесиң?

http://eduportal.uz

42-§. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ. АБАНЫН САЛЫШТЫРМА НЫМДУУЛУГУН АНЫКТОО

Иштин максаты: Абанын нымдуулугун тажрыйбада аныктоону үйрөнүү.

Керектүү жабдуулар: Август психрометри (же эки бирдей термометр, суу куюлган идиш жана даки.

Лабораториялык ишти аткаруудан мурда төмөнкү жадыбалды чийип ал.

№	t, С	t_a, С	Δt, С	φ, %	ρ, г/м^3
1					
2					
3					

Ишти аткаруунун тартиби

1. Психрометрдин идишчесине суу куй жана 4–5 минут күт.
2. Кургак жана нымдуу термометрлердин көрсөткүчтөрүн жазып ал.
3. Кургак жана нымдуу термометрлердин t жана t_h көрсөткүчтөрүн жазып ал.
4. Кургак жана нымдуу термометрлердин көрсөткүчтөрүнүн айырмасын, башкача айтканда: $\Delta t = t - t_h$ эсепте.
5. Психрометрик жадыбалдан кургак термометрдин t көрсөткүчүнө жана Δt туура келген салыштырма нымдуулукту белгиле (121-бетте психрометрик жадыбал берилген).
6. 120-бетте берилген жадыбалдан пайдаланып, бөлмөдөгү абсолюттук нымдуулукту аныкта.
7. Тажрыйбанын натыйжаларын жадыбалга жаз.

Эскертүү. Лабораториянын окуу куралдарынын ичинде Август психрометри болбой, термометрлер гана болсо, алардан психрометр курулмасын чогултууга болот. Эгерде бир гана термометр болсо, анда баштап бөлмөнүн температурасын өлчөп аласың. Андан кийин ошол термометрдин резервуарын нымдуу кездеме (даки) менен ороп, кездеменин бир бөлүгүн суулуу идишке салып коёсуң. 5-6 минут өткөндөн кийин термометрдин көрсөткүчүн жазып аласың. Алынган натыйжалардын негизинде абанын салыштырма нымдуулугун эсептейсиң.

1. Абанын салыштырма нымдуулугун аныктоо усулун айт.
2. Тажрыйбанын натыйжалары боюнча, бөлмөдөгү абсолюттук нымдуулук кандайча эсептелет?

http://eduportal.uz

43-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. 16 °C температурада абадагы салыштырма нымдуулук 70 % ды түзгөн болсо, абсолюттук нымдуулук кандай болот? 16 °C температурада каныккан суу буусунун тыгыздыгы 13,6 г/м³ ге барабар.

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
t = 16 °C φ = 70 % ρ_t = 13,6 г/м³.	$\varphi = \frac{\rho}{\rho_t}\cdot 100\%;\ \rho = \frac{\varphi\cdot\rho_t}{100\%}.$	$\rho = 0{,}7\cdot 13{,}6$ г/м³ $= 9{,}52$ г/м³.
Табуу керек: ρ = ?	$[\rho] = \frac{\varphi\cdot\rho_t}{100\%} = \frac{\%}{\%}\cdot\frac{кг}{м^3} = \frac{кг}{м^3}.$	**Жообу:** ρ = 9,52 г/м³.

2-маселе. 17 °C температурада абадагы суу буусунун басымы 2 кПа га барабар болсо, абсолюттук нымдуулук эмнеге барабар болот?

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
t = 17 °C T = 290 K $p = 2\cdot 10^3$ Па M= $18\cdot 10^{-3}$ кг/моль	$pV = \frac{m}{M}RT;\ \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT};$ $\rho = \frac{m}{V};\ \rho = \frac{Mp}{RT}.$	$\rho = \frac{18\cdot 10^{-3}\cdot 2\cdot 10^3}{8{,}31\cdot 290}\frac{кг}{м^3} =$ $= 14{,}9\cdot 10^{-3}\frac{кг}{м^3}.$
Табуу керек: ρ = ?	$[\rho] = \frac{\frac{кг}{моль}\cdot\frac{Н}{м^2}}{\frac{Ж}{моль\cdot K}\cdot K} = \frac{кг\cdot\frac{Н}{м^2}}{Н\cdot м} = \frac{кг}{м^3}.$	**Жообу:** ρ = 14,9 г/м³.

3-маселе. Температурасы 20 °C болгон абада, температурасы 8 °C болгон тело тердей баштайт. Абанын салыштырма нымдуулугун аныкта. 8 °C температурада каныккан суу буусунун басымы 1,06 кПа, 20 °C температурада каныккан суу буусунун басымы 2,33 кПа га барабар.

Берилген:	Формуласы:	Эсептөө:
t_1 = 20 °C t_2 = 8 °C p = 1,06 кПа =1060 Па p_0 = 2,33 кПа =2330 Па	$\varphi = \frac{p_p}{p_{tb}}\cdot 100\%.$	$\varphi = \frac{1060}{2330}\cdot 100\% = 45{,}5\%.$
Табуу керек: φ = ?	$[\rho] = \frac{Pa}{Pa}\cdot\% = \%.$	**Жообу:** φ = 45,5 %.

http://eduportal.uz

М 23

1. Кайноо температурасында 5 кг суу толук бууга айланышы үчүн канча жылуулук саны керек? Суунун салыштырма буулануу жылуулугу $2{,}3\cdot10^6$ Ж/кг.
2. Массасы 50 г болгон буу конденсацияланганда канча жылуулук ажырайт?
3. 20 °С температурада 4 $м^3$ абада 40 г суунун буусу болсо, абанын салыштырма нымдуулугу канча? 20 °С температурада каныккан суу буусунун тыгыздыгы 17,3 г/$м^3$.
4. 20 °С температурада абадагы суу буусунун басымы 1,54 кПа га барабар. Эгерде 20 °С температурада каныккан суу буусунун басымы 2,43 кПа болсо, салыштырма нымдуулукту аныкта.
5. 20 °С температурада абадагы суу буусунун тыгыздыгы 17 г/$м^3$ ди түзөт. Эгерде абанын абсолюттук нымдуулугу 11 г/$м^3$ болсо, салыштырма нымдуулугу канча?
6. 24 °С температурада абанын салыштырма нымдуулугу 50 % болсо, абсолюттук нымдуулук кандай болот? 24 °С температурада каныккан суу буусунун тыгыздыгы 21,8 г/$м^3$.
7. Психрометрдин кургак термометри 24 °С ту, нымдуу термометри 19 °С ту көрсөтүүдө. Психрометрик жадыбалдан пайдаланып, абанын салыштырма нымдуулугун аныкта.

IV ГЛАВАНЫ КАЙТАЛОО ҮЧҮН ТЕСТ ТАПШЫРМАЛАРЫ

1. Суюктуктун беттик тартылуу коэффициентинин бирдиги кайсы жоопто туура берилген?

A) Ж·с; B) Ж/м; C) Ж/$м^3$; D) Н/м.

2. Диаметри 1,46 мм болгон капилляр түтүкчөдө суу канча бийиктикке көтөрүлөт (см)? Суунун беттик тартылуу коэффициенти 73 мН/м ге барабар.

A) 4; B) 2; C) 1; D) 8.

3. Суу капилляр түтүкчөдө 2,8 см ге көтөрүлдү. Түтүкчөнүн диаметрин аныкта (мм). Суунун беттик тартылуу коэффициентин $7\cdot10^{-2}$ Н/м деп эсепте.

A) 1; B) 2; C) 0,2; D) 0,7.

4. Диаметрлери 2 жана 1 мм болгон эки капиллярдагы суу деңгээлинин айырмасын аныкта (м). Суунун беттик тартылуу коэффициенти 73 мН/м.

A) $14{,}6\cdot10^{-3}$; B) $28{,}8\cdot10^{-3}$; C) $43{,}2\cdot10^{-3}$; D) $57{,}6\cdot10^{-3}$.

5. 20 °С температурада диаметри 1 мм болгон вертикалдуу айнек түтүкчөдөн суу тамчысы үзүлдү. Тамчынын салмагы эмнеге барабар (мН)? Суунун беттик тартылуу коэффициенти 73 мН/м ге барабар.

A) 0,11; B) 0,32; C) 0,50; D) 0,23.

6. Жер бетиндеги капилляр түтүкчөдө суу 12 мм ге көтөрүлөт. Эгерде Айда эркин түшүү ылдамдануусу жердегиден 6 эсе кичине экендиги белгилүү болсо, Айда ошол түтүкчөдөгү суу канча бийиктикке көтөрүлөт (мм)?

A) 134; B) 36; C) 72; D) 24.

http://eduportal.uz

7. Серпилгичтик (Юнг) модулу кандай бирдикте өлчөнөт?
A) Н/м; B) Н·м; C) Па·м; D) Па.

8. Жүк илингенде зым 1,5 мм ге чоюлса, куду ошондой, бирок 3 эсе узун зымга ошол жүк илингенде ал канчага (мм) чоюлат?
A) 4; B) 2,25; C) 3; D) 4,5.

9. Узундугу 1,2 м жана туурасынан кесилиш аянты 1,5 мм^2 болгон зымга кандай күч коюлганда, ал илингенде зым 2 мм ге узарды. Ошол зым үчүн Юнг модулу 180 ГПа.
A) 260; B) 225; C) 130; D) 450.

10. Болот зымдун учтарына $8 \cdot 10^7$ Па механикалык чыңалуу берилгенде, кандай салыштырма узаруу болот? Болот үчүн Юнг модулу 200 ГПа.
A) $4 \cdot 10^{-4}$; B) $4 \cdot 10^{-2}$; C) $2 \cdot 10^{-3}$; D) $5 \cdot 10^{-3}$.

11.Кристаллдык тело эрүүнү баштагандан кийин эрип бүткөнгө чейин температурасы кандай өзгөрөт?
A) чоңоёт; B) азаят;
C) өзгөрбөйт; D) баштап чоңоёт, андан кийин азаят.

12. Муз 0 °С температурада эрүүдө. Мында энергия жутулабы же ажырайбы?
A) жутулат; B) ажырайт;
C) жутулбайт да, ажырабайт да; D) муздун массасынан көз каранды.

13. Суу туруктуу 0 °С температурада музга айланат. Мында энергия жутулабы же ажырайбы?
A) жутулат; B) ажырайт;
C) жутулбайт да, ажырабайт да; D) муздун биринчи кристаллчалары пайда болгондо ажырайт, андан кийин жутулат.

14. Кристаллдык катуу телолордун туруктуу температурада эрүү жараянында ички энергиясы кандай өзгөрөт?
A) өзгөрбөйт; B) чоңоёт;
C) азаят; D) кээде чоңоёт же азаят.

15. Салыштырма катуулануу жылуулугунун бирдиги кайсы жоопто туура берилген?
A) Ж/кг; B) Ж/кг·К; C) Ж/К; D) Ж.

16. Эрүү температурасында турган 300 г чоюнду толук эритүү үчүн ага кандай жылуулук берүү керек (кЖ)? Чоюндун салыштырма эрүү жылуулугу 130 кЖ/кг.
A) 39; B) 43; C) 10; D) 26.

http://eduportal.uz

IV ГЛАВА БОЮНЧА МААНИЛҮҮ КОРУТУНДУЛАР

Суюктуктун касиеттери	Суюктук өзүнүн көлөмүн сактайт, бирок өзүнүн формасына ээ эмес. Идишке куюлган суюктук ошол идиштин формасына кирет. Суюктук агуучулук касиетине ээ.
Беттик тартылуу	Беттик тартылуу суюктуктун бетки катмарындагы молекулалардын суюктуктун ичине багытталган күчтөрүнүн бар экендиги себептүү алынат.
Беттик тартылуу күчү	Бетки катмарын чектеген сызыкка таасир эткен беттик тартылуу күчү ошол сызыктын узундугуна пропорциялаш жана суюктуктун түрүнөн көз каранды болот, башкача айтканда: $F = \sigma l$. Мында σ – суюктуктун табиятынан көз каранды болгон суюктук бетинин касиеттерин мүнөздөөчү чоңдук болуп, беттик тартылуу коэффициенти деп аталат.
Беттин энергиясы	Суюктуктун бетиндеги бардык молекулалардын суюктуктун көлөмүндөгү молекулаларга салыштырмалуу ашыкча потенциалдык энергиясы беттин энергиясы деп аталат. Ал төмөнкү формула менен аныкталат: $W = \sigma \cdot S$.
Катуу тело бетинин нымдалуусу	Суюктук жана катуу телонун молекулалары ортосундагы тартышуу күчтөрү суюктук молекулаларынын өз ара тартышуу күчтөрүнөн чоң болсо, суюктук катуу телонун бетин нымдайт.
Катуу тело бетинин нымдалбастыгы	Суюктук жана катуу телонун молекулалары ортосундагы тартышуу күчтөрү суюктук молекулаларынын өз ара тартышуу күчтөрүнөн кичине болсо, суюктук катуу телонун бетин нымдабайт.
Капиллярдык кубулуш	Суюктуктун ичке түтүкчөлөрдө – капиллярда кең идиштеги суюктук деңгээлине салыштырмалуу көтөрүлүшү же төмөндөшү капиллярдык кубулуш деп аталат.
Капиллярда көтөрүлгөн (же түшкөн) суюктуктун бийиктиги	Толук нымдоочу суюктуктун капиллярда көтөрүлүү бийиктиги же толук нымдоочу суюктуктун төмөндөө тереңдиги төмөнкү формула менен аныкталат: $h = \dfrac{2\sigma}{\rho_s r g}$.
Кристаллдык телолор	Атомдору же молекулалары мейкиндикте белгилүү тартиптеги мезгилдүү структураны түзгөн катуу телолор кристаллдык телолор деп аталат.
Анизатропия	Телонун физикалык касиеттери анын багыттарынан көз карандылыгы анизотропия деп аталат. Кристаллдык телолор анизотроптук касиетке ээ.

http://eduportal.uz

Поликристалл	Бири-бирине салыштырмалуу баш аламан абалдагы көптөгөн кристаллчалардан түзүлгөн тело поликристалл деп аталат.
Монокристалл	Эгерде тело бүтүн кристаллдан турган болсо, мындай тело монокристалл деп аталат.
Изотропия	Аморфтук телолордун физикалык касиеттери бардык багыттарда бирдей болот. Телонун физикалык касиеттери анын ички багыттарынан көз каранды болбостугу изотропия деп аталат. Аморфтук телолор изотроптук касиетке ээ.
Деформация	Телонун сырткы күчтүн таасиринде өзүнүн формасын же өлчөмүн өзгөртүүсү деформация деп аталат.
Серпилгич деформация	Сырткы күчтөрдүн таасири токтотулгандан кийин телонун формасы же өлчөмү өзүнүн баштапкы абалына кайтса, мындай деформацияга серпилгичтүү деформация дейилет.
Пластикалык деформация	Телого коюлган сырткы таасир токтотулгандан кийин деформация жоголбосо, мындай деформацига пластикалык деформация дейилет.
Механикалык чыңалуу	Деформацияланган телонун бирдик туурасынан кесилиш аянтына таасир эткен деформациялоочу күчкө сан жагынан барабар болгон физикалык чоңдукка механикалык чыңалуу дейилет.
Кристаллдык телонун эрүүсү	Заттын катуу абалдан суюк абалга өтүү жараяны эрүү деп аталат. Кристаллдык телонун эрип жаткандагы температурасы ошол кристаллдын эрүү температурасы деп аталат.
Бууланую	Заттын суюк же катуу агрегаттык абалдан газ абалга өтүү жараянына бууланую дейилет.
Конденсация	Буунун суюктукка же катуу абалга айлануу жараяны конденсация деп аталат.
Кайноо	Суюктуктун бүткүл көлөмү боюнча буу пайда болуу жараяны кайноо деп аталат.
Каныккан буу	Өзүнүн суюктугу менен динамикалык тең салмак туулукта болгон буу каныккан буу деп аталат.
Абанын абсолюттук нымдуулугу	1 $м^3$ абадагы суу буусунун массасы абанын абсолюттук нымдуулугу деп аталат. Берилген көлөмдө абадагы суу буусунун массасы аркылуу абсолюттук нымдуулук төмөнкүдөй эсептелет: $\rho = \frac{m}{V}$.

ОПТИКА

Физиканын **«*Оптика*»** бөлүмүндө жарыктын табияты, жарык кубулуштарынын мыйзам ченемдүүлүктөрү, жарык менен заттардын өз ара таасири үйрөнүлөт. Оптика (οπτικοζ) грекчеден алынган болуп, *көрүлгөн* маанисин берет.

Жарыктын *түз сызык боюнча таралуусу жөнүндөгү түшүнүктөр* байыркы Египетте белгилүү болгон жана андан курулуш иштеринде пайдаланылган. Сүрөттүн күзгүдө пайда болушун б. з. ч. III кылымда грек окумуштуулары ***Аристотель, Платон, Евклид***дер үйрөнүшкөн.

Орто кылымдарда журтубуздун окумуштуулары – ***Беруний, Ибн Сина, Улугбек, Али Кушчу*** жана башкалар жарыктын түз сызык боюнча таралуусу, Күндүн жана Айдын тутулушу, күн желесинин пайда болуу себебин үйрөнүшкөн.

1620 – 1630-жылдарда голландиялык окумуштуу ***Виллеброд Снеллиус*** жана француз окумуштуусу ***Рене Декарт*** *жарыктын сынуу мыйзамын* түшүндүрүп берди. Роберт Гук 1672-жылы Англия Королдугу коомунун жыйналышында жасаган докладында жарык туурасынан кеткен толкун сыяктуу таралат деген пикирди (гипотеза) айтты. 1690-жылы голланд физиги Христиан Гюйгенс жарыктын узатасынан кеткен толкун теориясын иштеп чыкты. Ал ошол теория боюнча, акустикалык жана оптикалык кубулуштардын бирин-бирине окшоштугун түшүндүрдү жана жарыктын толкун теориясын чөйрөнүн чек арасынан чагылуусу жана эки чөйрөнүн чек арасында сынуусу мисалында түшүндүрдү.

Дүйнөнүн окумуштуулары тарабынан оптиканын түрдүү багыттарында кең көлөмдө изилдөө иштери жүргүзүлүп, жогорку натыйжалар алынды. *Проекциялык аппараттар, микроскоп, фотоаппарат, телескоп, бинокль* сыяктуу оптикалык аспаптардын жаратылышы, *фотография, телевидение, рентгенография, лазерлер физикасы, буралуу оптика, гелиотехника* сыяктуу тармактардын пайда болушу жана өнүгүшү оптика жаатында жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн натыйжасы саналат.

Өзбекстанда да оптиканын заманбап багыттары боюнча практикалык мааниге ээ болгон изилдөө иштери жүргүзүлүп, дүйнө илим жана техникасынын өнүгүшүнө татыктуу салым кошуп келинүүдө. Алсак, «Физика-Күн» илимий өндүрүштүк бирикмесинде Күндүн энергиясынан пайдалануу боюнча кең көлөмдүү изилдөө иштери жүргүзүлүүдө жана практикада колдонулууда.

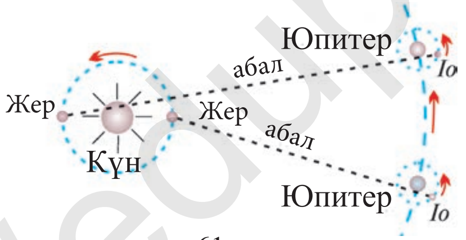
V ГЛАВА
ЖАРЫКТЫН ТАРАЛУУ МЫЙЗАМДАРЫ. ОПТИКАЛЫК АСПАПТАР

44-§. ЖАРЫКТЫН ЫЛДАМДЫГЫН АНЫКТОО

Эгерде түнкүсүн бөлмөнүн электр чырагын жандырсак, заматта бөлмөнүн жарыктана түшкөнүнүн күбөсү болобуз. Колубузда убакытты өлчөгөн аспап (секундомер), өлчөө тасмасы болсо да, жарыктын таралуу ылдамдыгын өлчөй албайбыз. Бирок окумуштуулар тарабынан жарыктын ылдамдыгын өлчөөнүн бир нече усулдары үйрөнүлгөн.

Жарыктын ылдамдыгын өлчөөнүн астрономиялык усулу

Жарыктын ылдамдыгын биринчи болуп даниялык окумуштуу ***Олаф Рёмер*** 1676-жылы өлчөдү. Ал жарыктын ылдамдыгын Юпитердин «Ио» жандоочусу анын көлөкөсүнө кириши жана андан чыгышы, башкача айтканда тутулушу негизинде аныктады. Астрономиялык байкоолор Жер Юпитерге эң жакын болгондо (61-сүрөт, 1-абал) Ио жандоочусунун тутулушу орточо кайталануу мезгилинен болжолдуу 11 минут мурда, Юпитерден Жер эң алыс болгондо болсо (2-абал) болжолдуу 11 минут кийин башталганын көрсөткөн.



61-сүрөт.

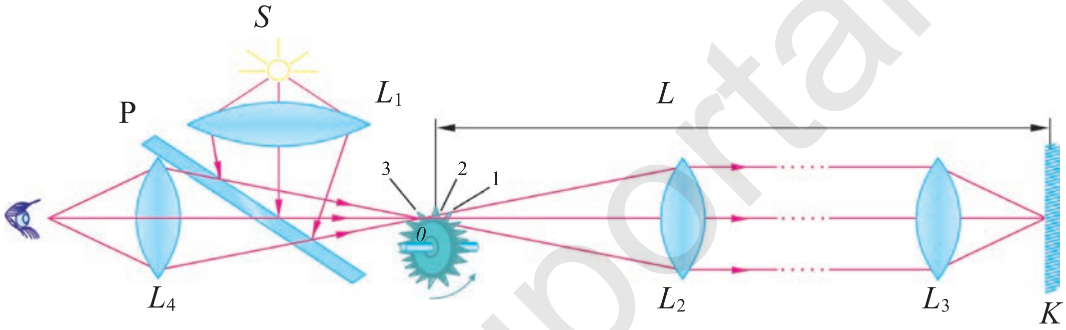
Мындан t = (11 + 11) минут = 22 минут болот. Рёмер бул убакытты жарыктын Жер орбитасын кесип өтүшү үчүн кеткен убакыт деп түшүндүрдү. Ал Жердин Күндүн айланасында айлануу орбитасынын диаметрин D = 284 000 000 км деп алып, $c = D/t$ дан жарыктын ылдамдыгын аныктады.

О. Рёмер 1676-жылы биринчи болуп жарыктын ылдамдыгын аныктаган. Анын мааниси болжолдуу 215 000 000 м/с га барабар болуп чыккан.

Жарык ылдамдыгынын Рёмер аныктаган мааниси учурда аныкталган маанисинен чоң айырмаланса да, бул натыйжа ошол доордо өтө чоң жаңылык эле. Рёмер муну менен, биринчиден, жарык чектелген ылдамдыкка ээ экендигин тажрыйбада далилдеди. Экинчиден, жарыктын ылдамдыгы аябай чоң экендигин аныктады.

Физонун тажрыйбасы

Арадан 173 жыл өткөндөн кийин – 1849-жылы француз физиги ***Арман Физо*** тажрыйба жолу менен жарыктын ылдамдыгын тагыраак өлчөө боюнча ийгиликке жетишти. Физо тажрыйбасынын курулмасы 62-сүрөттө берилген. Жарыктын булагы S жолуна коюлган линза L_1 ден өткөн нурлар жалпак айнек пластина P дан чагылып, O чекитинее чогулат. Нур чогулган чекитке тиштүү дөңгөлөк орнотулган, нур анын тиштеринин арасынан өтөт. Дөңгөлөктөн өткөн нур линза L_2 нин жардамында параллель нурлар агымын пайда кылат. Параллель нурлардын жолуна өтө алыс аралыкка коюлган линза L_3 нурларды жалпак күзгү K га чогултуп берет. Күзгүдөн чагылган нурлар келген жолу боюнча дөңгөлөктүн тиштеринин арасынан өтүп, айнек пластина P жана линза L_4 аркылуу байкоочунун көзүнө түшөт.



62-сүрөт.

Дөңгөлөк жайыраак айландырылганда чагылган нурду байкоочу көрүп турат. Дөңгөлөктүн айлануу ылдамдыгын чоңойтуп отуруп, белгилүү ылдамдыкка жеткенде чагылган нур байкоочуга көрүнбөй калат. Буга себеп, дөңгөлөктүн тиштери арасынан өткөн нур чагылып келгенге чейин ошол тиштер белгилүү бурчка бурулуп, нурдун жолун тосуп коёт.

Дөңгөлөктүн айлануусу белгилүү ω бурч ылдамдыкка жеткенде, байкоочуга нур кайра көрүнө баштаган. Дөңгөлөк ошол ылдамдык менен айландырып турулганда, чагылган нурдун көрүнүшү улантыла берген. Буга себеп, дөңгөлөктүн 1- жана 2-тиштеринин арасынан өткөн нурлар чагылып келгенге чейин дөңгөлөктүн 1-тишинин ордун 2-тиши, 2-тишинин ордун 3-тиши ээлегенге үлгүргөн. Натыйжада чагылган нур 2- жана 3-тиштердин арасынан өткөн.

Физо дөңгөлөктүн айлануу жыштыгын ν ($\nu = 12{,}67\ с^{-1}$), дөңгөлөктөгү тиштердин саны N ($N = 720$), дөңгөлөктөн күзгүгө чейинки аралыкты l ($l = 8{,}6$ *км*) билген түрдө, жарыктын ылдамдыгын $c = 4\,N\,l\,\nu$ туюнтма боюнча аныктады.

Физонун тажрыйбасында *жарыктын ылдамдыгы* 313 300 000 м/с га барабар болуп чыккан.

Физонун тажрыйбасынан кийин башка окумуштуулар тарабынан да жарыктын ылдамдыгын дагы да тагыраак өлчөө усулдары үйрөнүлдү. Мисалы, француз физиги ***Жан Фуко*** (1819–1868) 1862-жылы Физонун тажрыйбасындагы тиштүү дөңгөлөктүн ордуна айлануучу күзгүлөрдү орнотуп, жарыктын ылдамдыгын аныктады жана анын 298 000 000 м/с га барабар маанисин алды.

Америкалык физик ***Альберт Майкельсон*** (1852–1931) 1927-жылы Фуконун тажрыйбасын өркүндөтүп, жарыктын ылдамдыгы үчүн 299 796 000 м/с маанини алууга жетишти.

Учурдагы маалыматтар боюнча, жарыктын вакуумдагы ылдамдыгы 299 792 458 м/с га барабар.

1983-жылы Эл аралык өлчөм жана бирдиктердин Башкы ассамблеясында жарыктын вакуумдагы ылдамдыгы c =299 792 458 м/с га барабар экендигин эсепке алып, метрдин жаңы аныктамасы кабыл алынган. «***Метр*** – жарыктын вакуумда 1/299792458 с убакыт интервалында өткөн жол узундугуна барабар».

Жарык ылдамдыгынын аныкталышы анын табиятын билүүгө жардам берди. Ааламда эч бир тело жарыктын вакуумдагы ылдамдыгынан чоң ылдамдык менен аракеттене албайт.

Жарыктын вакуумдагы таралуу ылдамдыгын латин тамгасы c менен белгилөө кабыл алынган (латинче *celeritas* – ылдамдык). Жарыкты ылдамдыгын тегеректеп, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с деп алабыз.

1. Жарыктын ылдамдыгы астрономиялык усулда кандайча аныкталганын түшүндүрүп бер.
2. Жарыктын ылдамдыгын аныктоо боюнча Рёмердин иши кандай мааниге ээ?
3. Жарыктын ылдамдыгын аныктоо боюнча Физонун тажрыйбасы эмнеден турат?
4. Фуко жана Майкельсондун тажрыйбасы Физонун тажрыйбасынан кандайча айырмаланат?
5. Жарыктын ылдамдыгынын учурда аныкталган мааниси канча?

М 24

1. Жерден Күнгө чейин орточо аралык 149,6 млн км, Юпитерден Күнгө чейин орточо аралык 778,3 млн км ге барабар. Жер Күн менен Юпитердин ортосундагы абалда болсо, Юпитерден чагылган нур канча убакытта Жерге жетип келет?
2. Күндүн нуру Жерге канча убакытта жетип келет? Жерден Айга чейин орточо аралык 384 миң км болсо, Айдан жарык нуру канча убакытта жетип келет? Жерден Күнгө чейин болгон аралык 149,6 млн км.
3. Физонун усулу менен жарыктын ылдамдыгын аныктоодо тиштүү дөңгөлөк күзгүдөн 8633 м аралыкка жайлаштырылган. Дөңгөлөк 720 тишке ээ. Тажрыйбада жарыктын ылдамдыгы 313000 км/с болуп чыкты. Дөңгөлөктүн айлануу жыштыгы кандай болгон?

http://eduportal.uz

45-§. ЖАРЫКТЫН ЧАГЫЛУУ ЖАНА СЫНУУ МЫЙЗАМДАРЫ

Жарыктын нуру

Жарыктын булагынан чыккан нурлардын жолуна кичине көзөнөк коюлса, ичке жарыктын агымы алынат. Жарыктын шооласына байкоо жүгүзсөк, анын түз сызык боюнча таралып жаткандыгын көрөбүз. Жарыктын таралуу багытында жарыктын энергиясы да которулат.

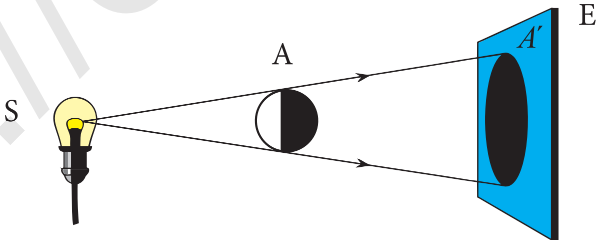
Багыттары мейкиндиктин каалагандай чекитинде жарык энергиясынын которулуу багыты менен үстү-үстүнөн түшкөн геометриялык сызыкка жарыктын нуру дейилет.

Демек, жарыктын нуру – геометриялык түшүнүк. Жарыктын таралуу мыйзамдарын үйрөнгөн бөлүм геометриялык оптика деп аталат. Тажрыйба жолу менен геометриялык оптиканын төмөнкү төрт мыйзамы негизделген:

жарыктын түз сызык боюнча таралуу мыйзамы;
жарыктын көз карандысыздык мыйзамы;
жарыктын чагылуу мыйзамы;
жарыктын сынуу мыйзамы.

Жарыктын түз сызык боюнча таралуусу

S чекиттик жарыктын булагы менен экрандын ортосуна A телону коёлу (63-сүрөт). Жарык түз сызык боюнча таралгандыктан, A тело жарыктын нурун тосуп калат, натыйжада бул телонун артында кесилген конус формасындагы көлөкө алынат. Бул кесилген конустун ичиндеги кандайдыр чекитке S булактан келип жаткан жарык түшпөйт. Ошондуктан мындай конустун огуна тик коюлган E экранда A телонун A′ көлөкөсү алынат. Мындан жарыктын түз сызык боюнча таралуусу күзөтүлөт. Аба ачык күнү дарак, үйлөрдүн көлөкөсү жарыктын түз сызык боюнча таралуусу натыйжасында алынат.



63-сүрөт.

Жарыктын көз карандысыздыгы

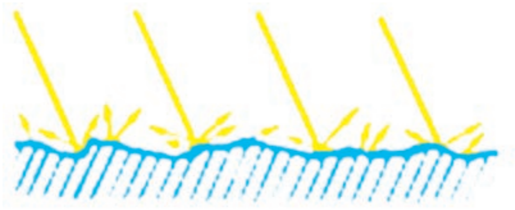
Класстык бөлмөгө же чоң имаратты жакшы жарыктандыруу максатында бир нече жарык чыгарган булактар орнотулат. Алар иштеп жатканда ар биринен жарыктын нуру чыгат жана айланага таралат. Жарыктын нурлары өз ара кесилишкенде, бири-бирине эч кандай таасир тийгизбейт. Бул болсо, жарык нурунун көз карандысыздык принцибине ээ экендигин билдирет.

Жарыктын чагылуусу

Күндөн, лампадан жана башка булактардан келип жаткан жарык дубал, Жер жана буюмдарга түшкөндө, алардан чагылат. Чагылган нур көзүбүзгө түшкөндөн кийин, биз анын формасын, түсүн сезебиз.

Эгерде бет бодуракай болсо, шоола беттин чек арасында чачылат. Беттен чагылган жарыктын нурлары түрдүү багыттарда тарала баштайт. Жарыктын мындай чагылуусу **чачырап** же **диффузиялуу чагылуу** деп аталат (64-сүрөт).

Жарык жылмакай эмес, башкача айтканда бодуракай беттен *чачылып* (диффузиялуу) чагылат.

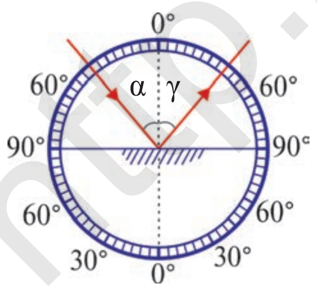


64-сүрөт.

65-сүрөт.

Жарыкты жакшы кайтарган жылмакай бетке **күзгү** дейилет. Эгерде күзгүнүн бети жалпак болсо, ага **жалпак күзгү** дейилет. Жалпак күзгүгө түшкөн параллель жарык ачымы чагылгандан кийин да параллель жарык ачымы көрүнүшүндө калат (65-сүрөт). Жарыктын мындай чагылуусун **тегиз чагылуу** же күзгү сымал чагылуу деп атоо кабыл алынган.

Эгерде бет тегиз (жылмакай) болсо, мындай беттен жарык *күзгү сымал* чагылат.



66-сүрөт.

Беттен нурлардын күзгү сымал чагылуусу төмөнкү чагылуу мыйзамына баш иет (66-сүрөт):

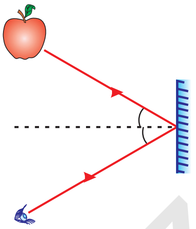
1. Түшкөн нур, чагылган нур жана эки чөйрөнүн чек арасына нурдун түшүү чекитине жүргүзүлгөн перпендикуляр бир тегиздикте жатат.

2. Чагылуу бурчу γ түшүү бурчу α га барабар, башкача айтканда:

$$\alpha = \gamma. \qquad (1)$$

http://eduportal.uz

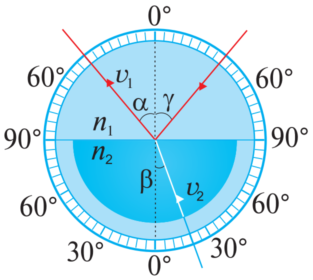
Жалпак күзгүдө кандайдыр нерсенин күзгүдөгү чагылышын көрүү жарыктын чагылуу мыйзамына негизделген (67-сүрөт).



67-сүрөт.

Жарыктын сынуу мыйзамы

Жарыктын агымы айнек, суу жана башка тунук заттардын бетинен чагылат жана сынып, экинчи чөйрөгө өтөт. Эки чөйрөнүн чек арасында нурдун сынуусу төмөнкү сынуу мыйзамына баш иет (68-сүрөт):



68-сүрөт.

1. Түшкөн нур, сынган нур жана эки чөйрөнүн чек арасына нурдун түшүү чекитине жүргүзүлгөн перпендикуляр бир тегиздикте жатат.

2. Түшүү бурчу синусунун сынуу бурчунун синусуна катышы берилген эки чөйрө үчүн туруктуу чоңдук эсептелет.

Бул туруктуу чоңдук n_{21} ге экинчи чөйрөнүн биринчи чөйрөгө салыштырмалуу ***салыштырма нур сындыруу көрсөткүчү*** дейилет жана төмөнкүдөй туюнтулат:

$$n_{21} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}. \qquad (2)$$

Мында n_{21}– экинчи чөйрөнүн биринчи чөйрөгө салыштырмалуу салыштырма нур сындыруу көрсөткүчү, α – нурдун түшүү бурчу, β – нурдун сынуу бурчу.

Көптөгөн учурларда салыштырма нур сындыруу көрсөткүчүнүн ордуна ***абсолюттук нур сындыруу көрсөткүчү*** колдонулат. Заттын абсолюттук нур сындыруу көрсөткүчү n төмөнкүдөй туюнтулат:

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

мында $c = 3\cdot 10^8$ м/с – жарыктын вакуумдагы ылдамдыгы, υ – жарыктын берилген заттагы ылдамдыгы. Жарыктын айрым заттардагы ылдамдыгы (υ) жана ошол заттардын абсолюттук сындыруу көрсөткүчү (n) жадыбалда келтирилген.

№	Зат	υ, 10^8 м/с	n	№	Зат	υ, 10^8 м/с	n
1	Муз	2,29	1,31	4	Кварц	1,95	1,54
2	Суу (20° C)	2,25	1,33	5	Жакут	1,70	1,76
3	Айнек	2,0	1,5	6	Алмаз	1,24	2,42

Жарыктын абадагы ылдамдыгын вакуумдагы ылдамдыгына болжолдуу барабар деп алууга болот. Ошондуктан иш жүзүндө заттардын нур сындыруу көрсөткүчү вакуумга салыштырмалуу эмес, абага салыштырмалуу алынат.

http://eduportal.uz

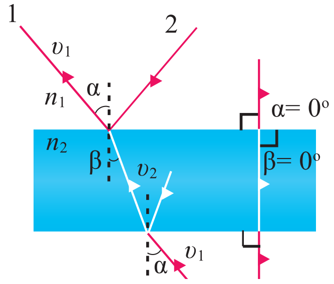
Эгерде нур түшүп жаткан чөйрөдө жарыктын ылдамдыгы υ_1, сындыруунун көрсөткүчү n_1, нур сынган чөйрөдө жарыктын ылдамдыгы υ_2, сындыруунун көрсөткүчү n_2 болсо, төмөнкү катышты жазууга болот:

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

Нур түшүп жаткан чөйрөнүн нур сындыруу көрсөткүчү n_1, нур сынган чөйрөнүкү n_2 экендиги эсепке алынса, $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ болот. Анда (2) формуланы төмөнкүдөй туюнтууга болот:

$$\boxed{\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}. \qquad (5)$$

Жарыктын нуру сындыруу көрсөткүчү кичине болгон чөйрөдөн сындыруу көрсөткүчү чоң болгон чөйрөгө өткөндө сынуу бурчу түшүү бурчунан кичине болот. Болбосо сынуу бурчу түшүү бурчунан чоң болот. Бул шартты төмөнкүдөй туюнтууга болот: $n_2 > n_1$ де $\beta < \alpha$ жана $n_2 < n_1$ де $\beta > \alpha$.



69-сүрөт.

Жарыктын нуру абадан (n_1 = 1) айнекке (n_2= 1,5) α бурч менен түшүп, андан кайра абага өтсүн (69-сүрөт, 1-нур). Мында нур айнектен абага өткөндөгү сынуу бурчу да α га барабар болот.

Эки чөйрөнүн чек арасына перпендикулярдуу түшкөндө, нур сынбайт, анткени түшүү бурчу $\alpha = 0^0$ жана сынуу бурчу $\beta = 0^0$ болот (69-сүрөт, 2 -нур).

1.Жарыктын нуру деген эмне?
2. Жарыктын чачырап чагылуусунун себеби эмнеде?
3. Бир тектүү тунук чөйрөдө жарыктын таралуусу кандай мыйзамга негизделген?
4. Жарыктын чагылуу мыйзамы эмнеден турат?
5. Жарык нурунун чөйрөнүн чек арасында сынуусуна себеп эмне?
6. Жарыктын сынуу мыйзамын мүнөздөп бер.
7. Абсолюттук нур сындыруу көрсөткүчүнүн физикалык маанисин түшүндүр.
8. Эмне үчүн күндүз күндөрү жылдыздарды көрбөйбүз?
9. Биз жарыкты айнек аркылуу күзөтсөк, нур биздин көзүбүзгө келгенге чейин канча жолу сынат?
10. Нур сындыруунун көрсөткүчү нурдун чөйрөдө таралуу ылдамдыгынан көз карандылыгы кандайча туюнтулат?

Стакандын ичине тыйын салып, анын үстүнөн суу куй. Стакандагы суунун деңгээли көтөтрүлүшү менен тыйын да көтөрүлүп жаткан өңдүү көрүнөт. Мунун себебин түшүндүр.

http://eduportal.uz

46-§ МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе.Жарык нурунун биринчи чөйрөдөн экинчи чөйрөгө өткөндө түшүү бурчу 60º, сынуу бурчу болсо 30º ка барабар. Экинчи чөйрөнүн биринчи чөйрөгө салыштырмалуу сындыруу көрсөткүчү канчага барабар?

Берилген:

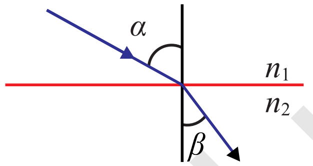
$\alpha = 60°$

$\beta = 30°$

Табуу керек:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = ?$$

Чиймеси:



Формуласы:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}.$$

Эсептөө:

$$n_{21} = \frac{\sin 60^0}{\sin 30^0} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$$

Жообу: $n_{21} = \sqrt{3}.$

2-маселе. Эгерде жарыктын толкуну кандайдыр убакыттын ичинде вакуумда 45 см аралыкты өтсө, кандайдыр суюктукта ошончо убакытта 30 см аралыкты өтөт. Бул суюктуктун нур сындыруу көрсөткүчү эмнеге барабар?

Берилген:

$n_1 = 1$

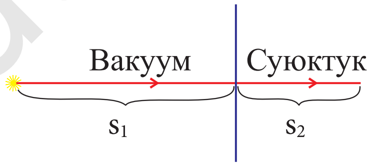
$s_1 = 45$ см

$s_2 = 30$ см

Табуу керек:

$n_2 = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\upsilon_1 = \frac{c}{n_1} \text{ жана } \upsilon_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$\upsilon_1 \cdot n_1 = \upsilon_2 \cdot n_2 \quad \upsilon_1 = \frac{s_1}{t} \quad \upsilon_2 = \frac{s_2}{t}$$

$$\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}.$$

Эсептөө:

$$n_2 = \frac{45\,\text{см} \cdot 1}{30\ \text{см}} = 1{,}5.$$

Жообу: $n_2 = 1{,}5.$

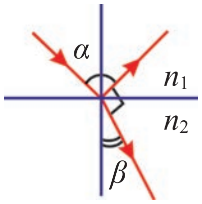
http://eduportal.uz

3-маселе. Жарыктын нуру биринчи чөйрөдөн экинчи чөйрөгө 45° бурч менен түшүп, экинчи чөйрөгө 30° бурч менен сынып өтөт. Биринчи чөйрөнүн абсолюттук нур сындыруу көрсөткүчү $\sqrt{2}$ ге барабар болсо, жарыктын экинчи чөйрөдөгү ылдамдыгы эмнеге барабар?

Берилген:
$\alpha = 45°$
$\beta = 30°$
$n_1 = \sqrt{2}$.

Табуу керек:
$\upsilon_2 = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}; \quad n_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cdot n_1.$$

$$\upsilon_2 = \frac{c}{n_2}.$$

Эсептөө:

$$n_2 = \frac{\sin 45^o}{\sin 30^o}\cdot\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2}\cdot\sqrt{2} = 2$$

$$\upsilon_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3\cdot 10^8}{2}\,\frac{\text{м}}{\text{с}} = 1{,}5\cdot 10^8\,\frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Жообу: $\upsilon_2 = 1{,}5\cdot 10^8$ м/с.

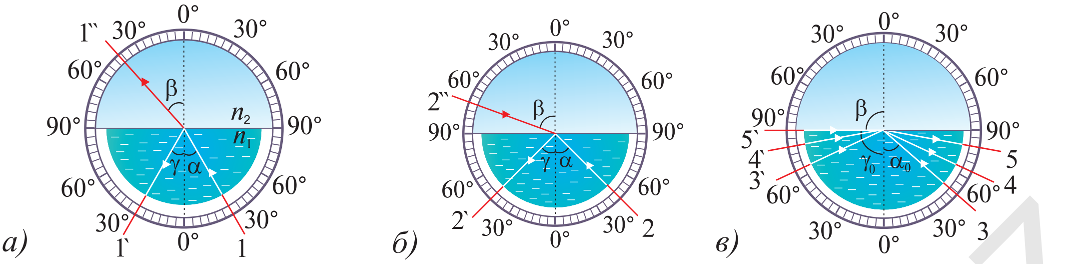
M 25

1. Түшкөн жана чагылган нурлардын ортосундагы бурч 70° болушу үчүн жалпак күзгүгө нур кандай бурч менен түшүүгө тийиш?
2. Жалпак күзгүдө буюмдун сүрөттөлүшү күзгүдөн 60 см аралыкта пайда болсо, буюм менен анын сүрөттөлүшү ортосундагы аралык кандай болот?
3. Абсолюттук сындыруу көрсөткүчү 2 ге барабар болгон чөйрөдө жарык кандай ылдамдык менен таралат?
4. Абадан айнекке түшкөн жана чагылган нурлардын ортосундагы бурч 60° ка барабар. Эгерде айнектин сындыруу көрсөткүчү 1,5 ке барабар болсо, сынуу бурчу кандай болот?
5. Нур суудан айнекке өтүүдө. Суунун сындыруу көрсөткүчү 1,33 кө, айнектики 1,5 ке барабар. Бирдей убакыттын ичинде ошол заттардан жарыктын нуру өткөн аралыктардын катышы кандай болот?

47-§. ТОЛУК ИЧКИ ЧАГЫЛУУ

Жарыктын нуру сындыруу көрсөткүчү чоң болгон чөйрөдөн сындыруу көрсөткүчү кичине болгон чөйрөгө түшкөндө укмуш кубулушту байкоого болот. Мисалы, жарыктын агымын айнек аркылуу абага өткөндөй кылып α бурч менен багыттайлы. Нурдун бир бөлүгү чөйрөлөрдүн чек арасынан чагылат, калган бөлүгү β бурч менен экинчи чөйрө – абага өтөт (70-*а,* сүрөт).

http://eduportal.uz



70-сүрөт

Айнектин нур сындыруу көрсөткүчү (n_1 = 1,5) абанықынан (n_2 = 1) чоң болгондуктан, нурдун сынуу бурчу β түшүү бурчу α дан чоң болот.

Нурдун түшүү бурчу чоңойтуп барылса, сынуу бурчу 90° ка жакындашып отурат. Сынуу бурчун төмөнкү туюнтма аркылуу аныктоого болот:

$$\sin\beta = \frac{n_1}{n_2}\cdot\sin\alpha. \qquad (1)$$

Мисалы, α = 30° та $\beta \approx$ 42° (70-*а* сүрөт), α = 40° та болсо β = 75° (70-*б,* сүрөт) болот. Нурдун түшүү бурчун чоңойтуп отуруп, белгилүү $\alpha = \alpha_0$ чек аралык мааниге жеткенде, сынуу бурчу β= 90° болуп калат (70-*в* сүрөт).

Түшүү бурчунун чек аралык мааниси α_0 төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\boxed{\sin\alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.} \qquad (2)$$

Нурдун айнектен абага түшүүдөгү α_0 чек аралык бурчун аныктайлы:

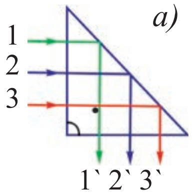
$$\sin\alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667 \text{ мындан } \alpha_0 \approx 42°.$$

Түшүү бурчу α_0дөн каалагандай чоң маанилерге барабар болгон учурларда сынган нур эки чөйрөнүн чек арасынан ошол чөйрөнүн ичине толук чагылат, башкача айтканда ***толук ички чагылуу*** кубулушу жүрөт.

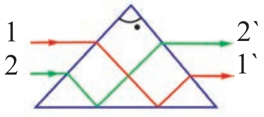
Сындыруу көрсөткүчү чоң болгон чөйрөдөн сындыруу көрсөткүчү кичине болгон чөйрөгө жарык багытталганда түшүү бурчу белгилүү бурчтан чоң болгондо нур эки чөйрөнүн чек арасынан *толук чагылат*.

Толук ички чагылуу кубулушунан жарыктын нурларын кандайдыр багытка буруу (71-*а*, сүрөт) же жарык агымынын ордун алмаштыруу (71-*б*, сүрөт) үчүн пайдаланылат.

а)



б)

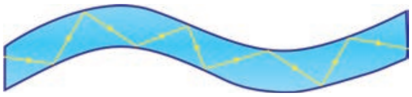


71- сүрөт.

http://eduportal.uz

Толук ички чагылуу кубулушу маалымат технологиясы жаатында кеңири колдонулат. Бул кубулуш «Нур булалар оптикасы» деп аталган оптиканын өз алдынча тармак адистери тарабынан кеңири үйрөнүлөт. Мында оптикалык сүрөттөлүш белгилүү тартип менен жайлаштырылган нур булалар кабелдери аркылуу берилет.

Ар бир буладан нурдун өтүүсүн 72-сүрөттө берилгендей элестетүүгө болот. Буланын сындыруу көрсөткүчтөрү бири-биринен айырмаланган цилиндр формасындагы айнек же пластикалуу өзөк жана аны курчап турган кабыктан түзүлгөн. Өзөктүн сындыруу көрсөткүчү кабыктыкынан чоң болот. Ошол себептүү өзөк менен кабыктын чек арасында жарыктын толук ички чагылуу кубулушу жүрөт. Өзөктүн ичине багытталган нур тышка чыгып кетпестен, буланын экинчи учунан чыгат.



72-сүрөт.

Була өзөгүнүн диаметри бир нече микрондон жүздөгөн микронго чейин, кабыктын калыңдыгы ондогон микрондон жүздөгөн микронго чейин болот. Ушундай кабелдин бир учунан сигнал (сүрөт) жиберилсе, анын экинчи учунан ошол сигналдын өзүн кабыл алууга болот. Нур булалуу кабелдер аркылуу жиберилген сигнал аябай аз жоготуу жана жогорку сапат менен алыскы аралыктарга берилет.

Нур булалуу байланыш кабелдери Тынч жана Атлантика океандарынын суусу астынан өткөрүлгөн. Учурда кабелдер Азия менен Европаны Америка материги менен, Европаны Өзбекстан аркылуу Кытай менен байланыштырып турат.

Нур булалар оптикасы медицинада да кеңири колдонулат. Нур булалуу кабелдин жардамында кишинин ички органдарын көрүүгө, сүрөткө тартууга болот.

Мында нур булалуу кабель кызыл өңгөч аркылуу карынга түшүрүлөт. Кабелдеги бир буладан жарык берилет, экинчисинен карындын капталдарынан чагылган жарык кабыл алынат.

1. Толук ички чагылуу кубулушу кандайча жүрөт?
2. Нур булалуу кабелдерде сүрөттөр кандайча берилет?
3. Толук ички чагылуунун колдонулушу жөнүндө эмнелерди билесиң?
4. Температуранын жогорулашы менен суунун сындыруу көрсөткүчү бир аз азаят. Мында суу үчүн толук чагылуунун чек аралык бурчу кандайча өзгөрөт?
5. Абага салыштырмалуу таза суу, айнек жана алмаздын сындыруу көрсөткүчтөрү 1,33; 1,5 жана 2,42 ге барабар. Ушул заттардан кайсы биринде толук ички чагылуунун чек аралык бурчу эң кичине?
6. Нур абадан сууга түшүүдө. Мында толук ички чагылуу кубулушун байкоого болобу?

48-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Жарык нурунун эки чөйрөнүн чек арасына түшүү бурчу 30° болгондо, сынуу бурчу 45° экендигин билген түрдө, толук ички чагылуунун чек аралык бурчу канчага барабар болушун аныкта.

Берилген:

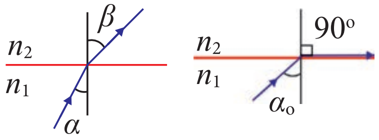
$\alpha = 30°$

$\beta = 45°$

Табуу керек:

$\alpha_0 = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}; \quad \sin\alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Эсептөө:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 30^0}{\sin 45^0} = \frac{1/2}{\sqrt{2}/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$\sin\alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Жообу: $\alpha_0 = 45°$.

2-маселе. Айнек – аба чек арасындагы жарыктын толук ички чагылуу чек аралык бурчу 37° экендигин билген түрдө, жарыктын айнектеги ылдамдыгын аныкта.

Берилген:

α = 37°

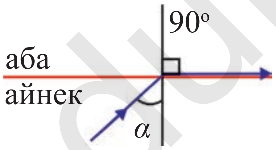
$n_2 = 1$

β = 90°

Табуу керек:

$\upsilon_1 = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\sin\alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}; \quad n_1 = \frac{n_2}{\sin\alpha_0};$$

$$\upsilon_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{c}{n_2}\cdot\sin\alpha_0.$$

Эсептөө:

синустун 37° бурчтагы маанисин жадыбалдан алабыз, башкача айтканда sin 37° ≈ 0,6

$$\upsilon_1 = \frac{3\cdot10^8}{1}\cdot\sin 37^\circ \approx$$

$$\approx 3\cdot10^8\cdot0{,}6 \approx 1{,}8\cdot10^8 \text{ м/с}.$$

Жообу: $\upsilon_1 = 1{,}8\cdot10^8$ м/с.

М 26

1. Жарыктын агымы суудан (n = 1,33) абага өтүүдө. Толук ички чагылуу жүрүшү үчүн суунун ичинен түшүп жаткан нур кандай бурч менен түшүүгө тийиш?
2. Бриллиант үчүн толук чагылуунун чек аралык бурчу 34° ка барабар. Анын сындыруу көрсөткүчүн аныкта.
3. Эгерде алмаз үчүн сындыруу көрсөткүчү 2 болсо, жарык нурунун алмаздагы толук ички чагылуу чек аралык бурчу кандай?

http://eduportal.uz

4. Жарык агымы сындыруу көрсөткүчү 1,5 болгон бир чөйрөдөн экинчи чөйрөгө 53° бурч менен түшкөндө, толук ички чагылуу күзөтүлдү. Экинчи чөйрөнүн сындыруу көрсөткүчү кандай болгон?
5. Жарык агымы бир чөйрөдөн нур сындыруу көрсөткүчү 1,2 болгон экинчи чөйрөгө 47° бурч менен түшкөндө толук ички чагылуу күзөтүлдү. Биринчи чөйрөнүн нур сындыруу көрсөткүчү кандай болгон?

49-§. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ. АЙНЕКТИН НУР СЫНДЫРУУ КӨРСӨТКҮЧҮН АНЫКТОО

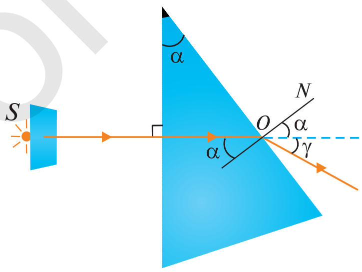
***Максат*:** айнектин нур сындыруу көрсөткүчүн аныктоону үйрөнүү.

***Керектүү жабдуулар*:** жарыктын булагы, көзөнөктүү тосмо, үч бурчтуу айнек призма, ийнелер, транспортир.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Жарык агымынын жолуна үч бурчтуу айнек призманы 73-сүрөттө көрсөтүлгөндөй жайлаштыр. Призманын жогорку чокусундагы α бурчун жазып ал (бул бурч призмага жазылган болот).

2. Призма коюлганда жарык агымы O чекитинде сынат жана өзүнүн жолун өзгөртүп, γ бурчка бурулат. Нурдун сынган жолун ийнелер менен белгиле жана γ бурчун транспортирдин жардамында өлчө.



73-сүрөт.

3. Нур сындыруу көрсөткүчү n болгон айнек призмадан абага өтүү абалы үчүн жарыктын сынуу мыйзамын төмөнкүдөй туюнтууга болот:

$$\frac{1}{n}=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha+\gamma)} \quad (1) \text{ же } \quad n=\frac{\sin(\alpha+\gamma)}{\sin\alpha} \quad (2)$$

мында α – айнек менен абанын чек арасына нурдун түшүү бурчу болуп, анын чоңдугу призманын жогорку бурчуна барабар. α жана γ нын өлчөнгөн маанисин (2) формулага коюп, берилген айнектин нур сындыруу көрсөткүчүн аныкта.

4. Тажрыйба жараянындагы өлчөө жана эсептөө натыйжаларын жадыбалга жаз.

№	α	sin α	γ	sin (α+γ)	n	$n_{орт}$
1						
2						

1. Тажрыйбадагы жарык нурунун жолун иликте, түшүү жана сынуу бурчтарын көрсөт.

2. Тажрыйба жараянын жана натыйжаларын иликте.

http://eduportal.uz

50-§. ЛИНЗАЛАР

Томпок жана иймек линзалар

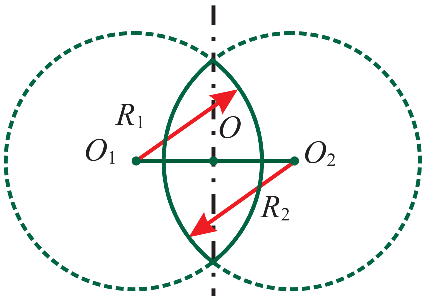
> **Бир же эки жагы сфералык бет менен чектелген тунук тело *линза* деп аталат.**

Линзалар томпок же иймек болот. Ортоңку бөлүгү четки бөлүктөрүнө салыштырмалуу калың болсо – ***томпок линза***, жука болсо – ***иймек линза*** дейилет. Эки линзанын тең үчтөн түрү бар (74-сүрөт).

а) *б)*

74-сүрөт.

Томпок линзанын бетин R_1 жана R_2 радиустуу сфералардын өз ара кесилишинен алынган бет деп кароого болот (75-сүрөт). Мында R_1 жана R_2 – линзанын ийрилик радиустары. Сфералардын O_1 жана O_2 борборлорунан жүргүзүлгөн O_1O_2 түз сызыгына ***линзанын башкы оптикалык огу*** дейилет. Линзанын ортосундагы *O* чекитине ***линзанын борбору*** дейилет.

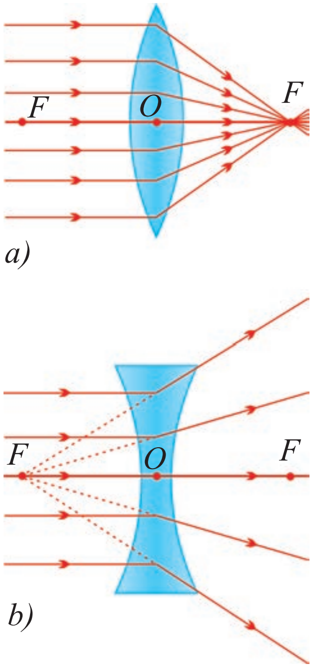


75-сүрөт.

Эгерде томпок линзага анын башкы оптикалык огуна параллель багытталган нурларды жөнөтсөк, линзадан өткөн нурлар башкы оптикалык октун үстүндөгү бир чекитте чогулат (76-*а* сүрөт). Мына ошол *F* чекитине линзанын ***башкы фокусу*** дейилет. Томпок линза нурларды бир чекитке чогултуу өзгөчөлүгүнө ээ болгондуктан, ал ***чогултуучу линза*** деп да аталат.

Эгерде томпок линзанын ордуна иймек линзага нурлар куду ушундай жөнөтүлсө, линзадан өткөн нур бир калыпта чачылат (76-*б* сүрөт). Ошондуктан иймек линза ***чачыратуучу линза*** деп да аталат. Чачыратуучу линзадан өткөн нурлар тескери жакка улантылса, алар башкы оптикалык октун бир чекитинде кесилишет. Мына ошол *F* чекитине иймек линзанын ***жалган фокусу*** дейилет.

http://eduportal.uz



76-сүрөт.

Линзалар эки фокуска ээ болуп, алар линзанын эки жагында борборунан бирдей аралыкта жатат. Линзанын борборунан фокусуна чейинки аралыкка линзанын ***фокус аралыгы*** дейилет жана F тамгасы менен белгиленет.

Фокус аралыгына тескери чоңдукка линзанын *оптикалык күчү* дейилет жана *D* тамгасы менен белгиленет.

Линзанын оптикалык күчү: $D = \dfrac{1}{F}$, (1)

туюнтмасы боюнча аныкталат. Оптикалык күчтүн негизги бирдиги кылып *диоптрия* (1дптр) кабыл алынган. Фокус аралыгы 1 м болгон линзанын оптикалык күчү 1 дптр га барабар болот: 1 дптр = 1/м.

Чогултуучу линзада оптикалык күч жана фокус аралыгы оң, чачыратуучу линзада болсо экөөсү да терс болот.

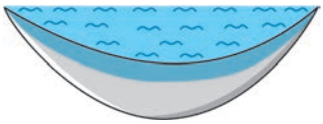
Ийрилик радиусу R_1 жана R_2, сындыруу көрсөткүчү n болгон линзанын фокус аралыгын төмөнкү формула аркылуу табууга болот:

$$F = \frac{1}{(n-1)\cdot\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right)}. \quad (2)$$

Мында нур абадан линзага түшөт жана абанын нур сындыруу көрсөткүчү 1 ге барабар деп алынат.

1. Линза деп кандай телого айтылат?
2. Томпок жана иймек линзанын бири-биринен айырмасы эмнеден турат?
3. Томпок жана иймек линзанын кандай негизги түрлөрү бар?
4. Линзанын башкы оптикалык огу, башкы фокусу, жалган фокусу, фокус аралыгы деп эмнеге айтылат? Аларды 76-сүрөттөн көрсөт.
5. Линзанын оптикалык күчү деп кандай чоңдукка айтылат? Ал кандай бирдикте туюнтулат?

1. Томпок-иймек линзаны сүрөттө көрсөтүлгөндөй горизонталдуу кой. Ага суюктук куюлса, линзанын оптикалык күчү кандайча өзгөрөт. Тажрыйбада текшерип көр. Корутунду жаз.



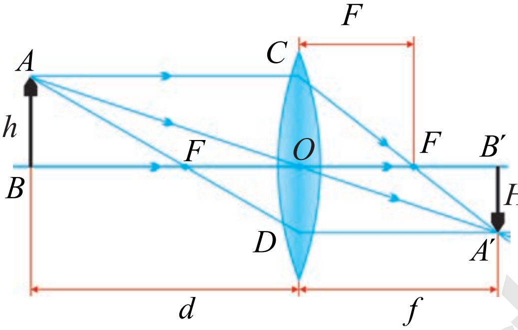
2. Түрдүү оптикалык күчкө ээ чачыратуучу жана чогултуучу линзалар берилген. Кайсы биринин оптикалык күчү чоңдугун кантип аныктайсың?

http://eduportal.uz

51-§. ЖУКА ЛИНЗАНЫН ЖАРДАМЫНДА СҮРӨТТӨЛҮШТҮ ТҮЗҮҮ

Линзада сүрөттөлүштү түзүү

Кандайдыр *AB* буюм чогултуучу линзадан *d* алыстыкка коюлса (77-сүрөт), анын сүрөттөлүшү кандайча алынат? Тело (же буюм)дун сүрөттөлүшүн линзанын жардамында түзүү үчүн төмөнкү нур багыттарын тандоо максатка ылайыктуу:



77-сүрөт.

1. Линзанын башкы оптикалык огуна параллель (*AC*) нурун алабыз. Бул нур линзадан сынып өткөндөн кийин (*CA′* нур) анын фокусунан өтөт (77-сүрөт).

2. Линзага түшкөнгө чейин анын фокусунан өткөн (*AD*) нуру алынат. Бул нур линзадан өтүп, башкы оптикалык окко параллель (б. а. *DA′* нур) багытта кетет.

3. Линзанын оптикалык борборунан өткөн (*AO*) нуру алынат. Бул нур линзадан өтүп, баштапкы багытын өзгөртпөйт (башкача айтканда *AO*).

Линзадан өткөн нурлардын кесилишинен алынган сүрөттөлүш чыныгы сүрөттөлүш эсептелет. 77-сүрөттөгү линзанын жардамында алынган (*A′B′*) сүрөттөлүш көңтөрүлгөн чыныгы сүрөттөлүш болот.

Линзанын формуласы

Линзанын формуласы буюмдан линзага чейин болгон *d* аралык, линзадан сүрөттөлүшкө чейин болгон *f* аралык жана линзанын *F* фокус аралыгы ортосундагы байланышты туюнтат, башкача айтканда:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f} \text{ же } D=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}. \qquad (1)$$

Чогултуучу линзалар үчүн *F*, *d*, *f* чоңдуктар оң. Буюм линзадан $d < F$ аралыкта болгондо *f* терс болуп, сүрөттөлүш жалган болот.

Линзанын сызыктуу чоңойтуусу

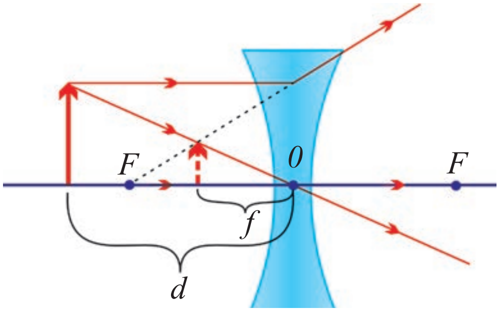
Буюмдун сүрөттөлүш өлчөмүнүн өзүнүн өлчөмүнө катышына линзанын сызыктуу чоңойтуусу дейилет.

http://eduportal.uz

Аныктама боюнча: $K = \frac{H}{h} = \frac{A'B'}{AB}$. Линзанын сызыктуу чоңойтуусу линзадан сүрөттөлүшкө чейин болгон аралык (f) жана буюмдан линзага чейин болгон аралык (d) аркылуу да аныкталат, б. а.: $K = \frac{f}{d}$.

Эгерде $K > 1$ болсо, буюмдун линзадагы сүрөттөлүшү чоңойгон болот. $K < 1$ болгондо болсо сүрөттөлүш кичирейген болот.

Чачыратуучу линзада сүрөттөлүштү түзүү



78-сүрөт.

Чачыратуучу линзада буюмдун сүрөттөлүшүн алуунун чиймеси 78-сүрөттө көрсөтүлгөн. Көрүнүп тургандай, сүрөттөлүш чачыратуучу линзадан өткөн нурлар уландысынын кесилишинен алынат. Ошондуктан сүрөттөлүш жалган, ошол эле учурда туура сүрөттөлүш болот.

Чачыратуучу линзаларда f жана F дайыма терс жана сүрөттөлүш жалган болот. Чачыратуучу линзанын формуласы:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \qquad (2)$$

1. Линзада сүрөттөлүштү түзүү үчүн кандай нурлар тандалат?
2. Линзанын формуласы кандай чоңдуктарды байланыштырат?
3. Линзанын сызыктуу чоңойтуусу кандайча аныкталат?
4. Чогултуучу линзада кандай сүрөттөлүштөрдү алууга болот?
5. Чогултуучу линза качан жалган сүрөттөлүштү пайда кылат?
6. Чачыратуучу линзада кандай сүрөттөлүштөрдү алууга болот?

Жадыбалды толтур.

Чогултуучу линза			
d	f	K	Сүрөттөлүштүн формасы
$d=\infty$	$f = F$	$K<1$ (кичирейген)	сүрөттөлүш чыныгы, бирок ал чекит сымал жана линзанын фокусунда жайлашат
d>2F	$F < f < 2F$	$K<1$ (кичирейген)	сүрөттөлүш чыныгы, бирок тескери
$d = 2F$			
$F < d < 2F$			
$d < F$			

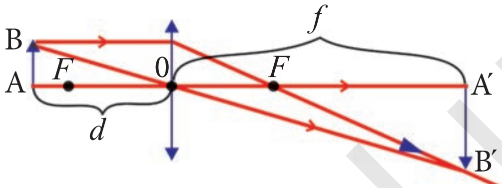
52-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Буюм фокус аралыгы 7,5 см болгон чогултуучу линзадан 10 см аралыкта жайлашкан. Анын сүрөттөлүшү линзадан кандай аралыкта алынат? Линзанын чоңойтуусу кандай?

Берилген:
$F = 7{,}5$ см
$d = 10$ см.

Табуу керек:
$f = ?$ $K = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}.$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}.$$

Эсептөө:

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{10 \cdot 7{,}5}{10 - 7{,}5} \text{ см} = 30 \text{ см}.$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{30 \text{ см}}{10 \text{ см}} = 3.$$

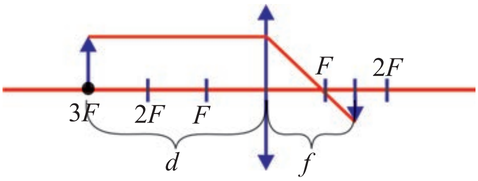
Жообу: $f = 30$ см, $K = 3$.

2-маселе. Буюм чогултуучу линзадан үч фокус аралыгы алыстыгында турат. Анын сызыктуу өлчөмү өзүнөн канча эсе кичине болот?

Берилген:
$d = 3 \cdot F$

Табуу керек:
$K = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}$$

Эсептөө:

$$K = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{3F - F} = \frac{1}{2}.$$

Жообу: $K = \frac{1}{2}$.

http://eduportal.uz

3-маселе. Линзадан 50 см алыстыктагы телонун жалган сүрөттөлүшү 2 эсе кичирейген түрдө алынды. Линзанын оптикалык күчүн аныкта.

Берилген:

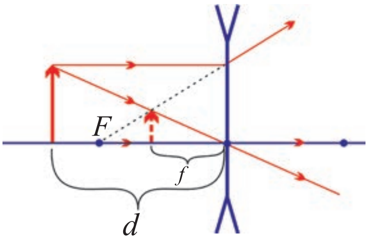
$d = 50$ см $= 0,5$ м

$K = 1/2.$

Табуу керек:

$D = ?$

Чиймеси:



Формуласы:

$$K = \frac{f}{d} \quad f = d \cdot K$$

$$D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d \cdot K} = \frac{K-1}{d \cdot K}.$$

Эсептөө:

$$D = \frac{0,5-1}{0,5 \cdot 0,5} \text{ дптр} = -2 \text{ дптр.}$$

Жообу: D = – 2 дптр.

М 27

1. Фокус аралыгы 40 см, 25 см, 10 см, –10 см, –25 см, – 40 см болгон линзанын оптикалык күчүн аныкта.
2. Абага салыштырмалуу нур сындыруу көрсөткүчү 1,5 ке барабар айнектен жасалган беттин ийрилик радиустары 20 см жана 25 см болгон эки жактуу томпок линзанын оптикалык күчүн тап.
3. Фокус аралыгы 10 см болгон линзадан 15 см бери коюлган буюмдун сүрөттөлүшү линзадан канча аралык нарыда алынат? Линзанын чоңойтуусу канчага барабар?
4. Окуучу лабораториялык ишти аткарып жатып, экранда күйүп турган шамдын так сүрөттөлүшүн алды. Эгерде буюмдан линзага чейин болгон аралык 15 см, линзадан экранга чейинки аралык 60 см болсо, линзанын фокус аралыгы жана оптикалык күчү кандай?
5. Фокус аралыгы 50 см болгон чогултуучу линзадан буюмду кандай аралыкка жайлаштырганда, 4 эсе чоңойгон сүрөттөлүш алынат?
6. Буюмдун жалган сүрөттөлүшү линзадан 50 см аралыкта алынды. Эгерде буюмдан линзага чейин болгон аралык 20 см болсо, линзанын оптикалык күчүн аныкта.
7. Чачыратуучу линзадан 1 м алыстыкта турган буюмдун жалган сүрөттөлүшү линзадан 25 см аралыкта алынды. Линзанын оптикалык күчү кандай болгон?
8. Экрандан 1 м алыстыкта турган чогултуучу линза буюмдун экранда 2 эсе чоңойгон сүрөттөлүшүн пайда кылды. Линзанын оптикалык күчү кандай болгон?

http://eduportal.uz

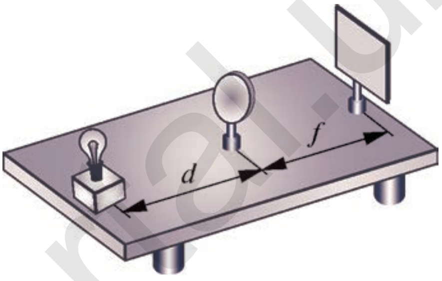
53-§. ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШ.
ЛИНЗАНЫН ОПТИКАЛЫК КҮЧҮН АНЫКТОО

Максат: линзанын фокус аралыгын, оптикалык күчүн аныктоону үйрөнүү.
***Керектүү жабдуулар*:** томпок линза, электр лампа, экран, масштабдуу сызгыч.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Электр лампа, линза жана экранды столдун үстүнө 79-сүрөттө көрсөтүлгөндөй жайлаштыр.

2. Лампаны жак. Экранды алдыча-артка жылдырып, лампа буласынын эң тагыраак сүрөттөлүшү алынган аралыкты тап. Буюм (лампа)дан линзага чейин болгон d_1 аралыкты жана линзадан сүрөттөлүшкө (экранга) чейинки f_1 аралыкты өлчө.



79-сүрөт.

3. Лампа менен линзанын ортосундагы аралыкты d_2 жана d_3 кө өзгөртүп, тажрыйбаны кайтала. Экранда лампа буласынын эң тагыраак сүрөттөлүшү алынган аралыкта f_2 жана f_3 төрдү өлчө.

4. Линзанын формуласынан ар бир тажрыйбадан алынган d_1 жана f_1, d_2жана f_2, d_3 жана f_3 үчүн фокус аралыгы F_1, F_2, F_3 тү эсепте.

5. $F_{орт} = (F_1+F_2+F_3)\ /3$ формулага коюп, фокус аралыгынын орточо маанисин эсепте.

6. $D = 1/F_{орт}$ формуладан линзанын оптикалык күчүнүн орточо маанисин эсепте.

7. Өлчөө жана эсептөө натыйжаларын жадыбалга жаз.

№	*d*, м	*f*, м	*F*, м	$F_{орт}$, м	*D*, дптр
1					
2					
3					

8. Линзаны лампадан $d = 2F$ аралыкка кой. Экранды алдыга-артка жылдырып, анда лампа буласынын сүрөттөлүшүн ал.

9. Линзаны лампадан аралыкка кой, мында $F < d < 2F$ шарты аткарылсын. Экранды жылдырып, анда лампа буласынын сүрөттөлүшүн ал.

10. Линзаны лампадан $d < F$ аралыкка кой. Экранда лампа буласынын сүрөттөлүшүн изде. Линзанын артында сүрөттөлүш алынганын аныкта.

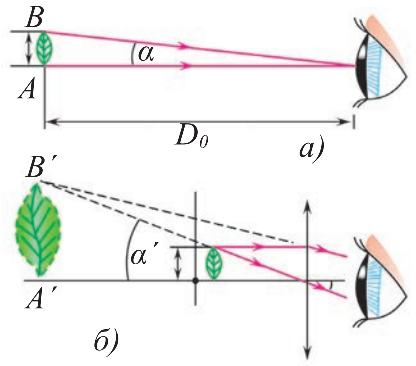
1. 8–9-пункттар боюнча өткөрүлгөн тажрыйбаларда экранда алынган сүрөттөлүштөр бири-биринен кандайча айырмаланат?
2. 10-пункт боюнча өткөрүлгөн тажрыйбада эмне себептен экранда сүрөттөлүш алынбаганын түшүндүрүп бер.
3. Тажрыйбанын натыйжаларын иликте жана алар боюнча ой жүгүрт.

http://eduportal.uz

54-§. ОПТИКАЛЫК АСПАПТАР

Лупа

***Лупа* – буюмдарды көрүү бурчун чоңойтуп бере турган кичине фокус аралыктуу томпок линза.**



80-сүрөт.

Көзүбүздүн эң жакшы көрүү аралыгы D_0 = 25 см дин айланасында болот. Алсак, *AB* буюмдун бетиндеги өтө майда нерселерди карап көрмөкчүбүз. Аралык D_0 дөн азайганда көзүбүз буюмдагы майда нерселерди ажырата албайт.

D_0 аралыкта көзүбүздүн *AB* буюмду көрүү бурчу *α* га барабар болсун (80-*а,* сүрөт). Буюм менен көзүбүздүн ортосуна лупаны койсок, D_0 аралыкта *AB* буюмдун чоңойгон *A′B′* сүрөттөлүшү көрүнөт (80-*б,* сүрөт). Сүрөттөлүштө буюмдун бетиндеги майда нерселер да чоңойгон абалда көрүнөт. Мындай абал үчүн лупанын чоңойтуусу $K=A'B'/AB=\alpha'/\alpha$ болот.

Лупанын чоңойтуусу $K = D_0 / F$ формула менен аныкталат. Лупалардын фокус аралыгы, адатта, 1–10 см болот. D_0 =25 см дин айланасында экендигин эсепке алсак, лупа буюмдарды 2,5–25 эсе чоңойтуп көрсөтөт, деп айтууга болот.

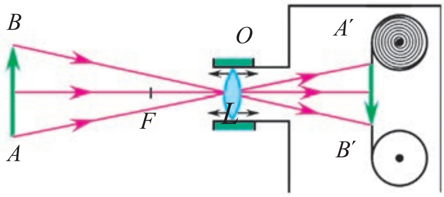
Фотоаппарат

Фотоаппарат – объекттин сүрөттөлүшүн фотоплёнка, фотопластина же фото кагазга түшүрүп, сактай турган кылып бере турган аспап.

Фотоаппараттын негизги бөлүгү камера *K* жана анда жайлашкан объектив *O* дон турат (81-сүрөт). Объективдеги линза *L* камеранын экранында *AB* буюмдун тескери, чыныгы жана кичирейген *A′B′* сүрөттөлүшүн түзөт. Фотоаппаратта буюмдун сүрөттөлүшүн сактап калуу максатында камеранын экранына жарыктын таасиринде сүрөттөлүштү өзүндө пайда кылган жана сакталган атайын фотоэмульсия капталган фотоплёнка жайлаштырылат.

Илим жана техниканын өнүгүшү натыйжасында плёнкалуу фотоаппараттардын ордун заманбап электрондук (цифралуу) фотокамералар ээледи (82-сүрөт). Электродук фотокамераларда фотоплёнканын ордуна атайын сезгич элемент орнотулат. Элементте алынган сүрөттөлүштүн чекиттери калыптанат. Сүрөттөлүштүн бул чекиттери – пиксель деп аталат. *Пиксель* – англисче *(picture element*) сөздөрүнөн алынган болуп, сүрөттөлүштүн элементи деген

маанини билдирет. Пиксель фотоаппарат үчүн маанилүү сапат характеристикасы эсептелет. Фотоаппараттын пиксели канчалык чоң болсо, бул фотоаппаратта алынган сүрөттөлүш ошончолук сапаттуу болот. Эң мыкты фотоаппараттын сүрөттөлүштү сактоочу элементи бир нече он мега пикселди түзөт.



81-сүрөт.

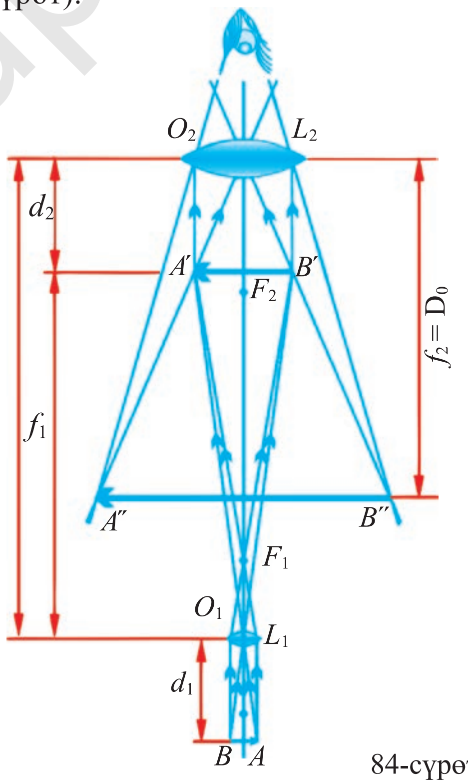
82-сүрөт.

Микроскоп

***Микроскоп* — жакын аралыктагы көзгө тикеден-тике көрүнбөгөн өтө майда объекттерди чоңойтуп көрсөтө турган оптикалык аспап.**

Микроскоптон бактериялар, клеткалар сыяктуу майда объекттерге байкоо жүргүзүү үчүн да пайдаланылат (83-сүрөт).

83-сүрөт.



84-сүрөт.

O_1 окулярдагы L_1 дин жардамында AB буюмдун тескери, чыныгы жана чоңойгон сүрөттөлүшү $A'B'$ алынат (84-сүрөт). Микроскоптун O_2 объективиндеги L_2 линза лупа сыяктуу көрүү бурчун чоңойтуп берет. Микроскоптун объективине каралганда L_1 линза пайда кылган $A'B'$ сүрөттөлүш көздүн эң жакшы көрүү аралыгы болгон D_0 алыстыкта дагы да чоңойгон $A''B''$ абалда көрүнөт.

Микроскоптун чоңойтуусу

$$K = \frac{l \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2}$$

формуласы менен аныкталат. Мында l − линзалардын ортосундагы аралык, F_1 жана F_2 – линзалардын фокус аралыгы.

Өркүндөтүлгөн мындай микроскоптордун жардамында көз ажырата албаган майда объекттерди 3 миң эсеге чейин чоңойтуп көрүүгө болот. Кийинки жылдарда жаратылган атайын микроскоптордун чоңойтуу коэффициенти 100 миңге чейин болот.

1. Лупада сүрөттөлүш кандайча алынат? Анын чоңойтуусу кандай аныкталат?
2. Фотоаппараттын түзүлүшүн жана иштешин түшүндүрүп бер.
3. Микроскопто сүрөттөлүш кандайча алынат? Анын чоңойтуусу кандайча аныкталат?
4. Оптикалык телескоптор жөнүндө эмнелерди билесиң?

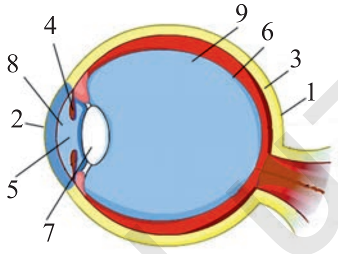
M 28

1. Фокус аралыгы 2,5 см болгон лупа буюмду канча эсе чоңойтуп көрсөтө алат? Ушул жана кийинки маселелерде D_0 = 25 см деп ал.
2. Буюмду 20 эсе чоңойтуп көрсөтө алган лупанын фокус аралыгы канча?
3. Микроскоп линзаларынын фокус аралыктары тиешелүү түрдө 1,5 см жана 2,5 см, линзалардын ортосундагы аралык 30 см. Мындай микроскоп объектти канча эсе чоңойтуп көрсөтөт?
4. Фокус аралыгы 30 см болгон линза буюмдун 3 эсе кичирейген чыныгы сүрөттөлүшүн чагылдырды. Буюм линзадан кандай аралыкка коюлган?
5. Биринчи фотоаппарат объективинин фокус аралыгы 5 см, экинчисиники 4 см. Бирдей аралыктан туруп бир объекттин фотосүрөтү алынганда объекттин кайсы фотоаппаратта алынган сүрөтү чоңураак алынат?
6. Фокус аралыгы 40 см болгон томпок линзадан буюм 50 см аралыкта турат. Линзанын сызыктуу чоңойтуусу канчага барабар?
7. Фокус аралыгы 20 см болгон томпок линза экрандан 60 см аралыкта турганда, экранда буюмдун чоңойгон чыныгы сүрөттөлүшү алынды. Буюм менен экрандын ортосундагы аралык кандай болгон?

http://eduportal.uz

55-§. КӨЗ ЖАНА КӨРҮҮ

Көздүн түзүлүшү



85-сүрөт.

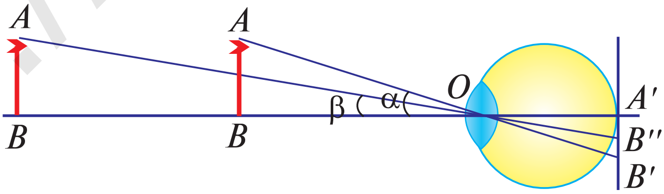
85-сүрөттө адам көзүнүн кесилиши сүрөттөлгөн. Көз шарынын сырткы кабыгына *склера* (1), анын тунук алдыңкы бөлүгүнө *тунук айнек сымал зат* (2) дейилет. Склера ички жактан *тамырлуу чел* (3) менен капталган. Тамырлуу чел кан тамырларынан түзүлгөн.

Тамырлуу челдин алдыңкы бөлүгү *түстүү челге* (4) туташкан. Анын ортосунда тегерек сымал көзөнөк – *карек* (5) бар. Тамырлуу челдин астында *тордомо чел* (6) болуп, ал жыш жайлашкан нерв талчаларынын учтарынан турат. Түстүү челдин артында тунук тело – *чечекей* (7 жайлашкан болуп, ага туташкан атайын булчуңдар чечекейдин ийрилик радиусун өзгөртүп турат. Чечекейдин карама-каршы жагындагы тордомо челдин бети жарыкты сезгич сары зат менен капталган. Тунук айнек сымал зат менен чечекейдин аралыгы түссүз *суу сымал суюктук* (8) менен толгон. Чечекей менен тордомо челдин арасын жумшак *айнек сымал тело* (9) түзөт. Суу сымал суюктук менен айнек сымал телонун ортосунда жайлашкан чечекейдин нур сындыруу көрсөткүчү 1,5 ке барабар. Чечекей эки жактуу томпок линзанын милдетин аткарат.

Көрүү

Буюмга каралганда андан келип жаткан нур көзгө түшөт жана тордомо челде буюмдун чыныгы, кичирейген жана көңтөрүлгөн сүрөттөлүшү алынат. Тордомо челдеги нерв талчалары буюмдун формасы жана түсү жөнүндө маалыматты мээге берет. Ошентип, адам ошол буюмдун формасын жана түсүн сезет.

Айланадагы буюмдар адамдын көзүнөн түрдүү аралыкта жайлашкан болсо да, тордомо челде так сүрөттөлүш алына берет. Буга себеп, көз чечекейинин ийрилик радиусу, демек, фокус аралыгынын өзгөрмөлүгү.



86-сүрөт.

Өтө алыстагы буюмдарды сезе албайбыз. Алсак, көз чечекейинин оптикалык борбору O чекитинде болсун. Жакынырраакта турган AB чоңдуктагы буюмга α бурч менен караганыбызда, анын сүрөттөлүшү тордомо челде $A'B'$ чоңдукта алынат (86-сүрөт). Эгерде ошол AB буюмду алысыраак аралыкка коюп ага карасак, алынган $A'B''$ сүрөттөлүш жана β көрүү бурчу кичинерээк болот. Мында сүрөттөлүштүн астына азыраак сандуу нервдин учтары туура

http://eduportal.uz

келет. Ошондуктан буюмдун сырткы көрүнүшү боюнча азыраак маалымат алабыз.

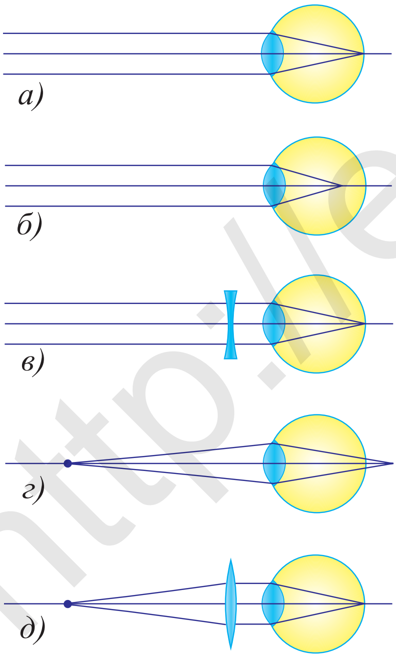
AB буюм канчалык алыс аралыкта болсо, сүрөттөлүш жана көрүү бурчу ошончолук кичине болот, сырткы көрүнүшү боюнча да ошончо аз маалымат алабыз. Эгерде *AB* буюм өтө алыста болсо, челдин талчасындагы сүрөттөлүш өтө кичине болгондуктан, сүрөттөлүш бир гана нерв талчасынын учуна түшөт. Бир нерв талчасы болгону бир гана чекит жөнүндө маалымат берет.

Эки көз менен көрүүдө буюмдун сүрөттөлүшү эки көздө бирдей алынат. Эгерде бармагыбызды тик абалда мурдубуздун тушунда кармап турсак, ал экөө болуп көрүнөт. Бирок бармагыбыз 15–20 см алыстыкка барганда, бул экөөлөшүү жоголот. Ошол аралыктан баштап көздөрүбүз көрүүдө бири-бирине жардам берет. Бир көз менен мейкиндиктин үч өлчөмдүүлүгүн, буюмдардын алыс-жакындыгын, жолддун өйдө-төмөндүгүн сезүү кыйын. Мында эки көз менен көрүү жардам берет.

Көрүүдөгү кемчиликтер. Көз айнек

Нормалдуу көргөн адамдын көзүндө буюмдун сүрөттөлүшү тордомо челде алынат (87-*а* сүрөт). Айрым адамдар алысты жакшы көрбөйт. Алардын көзүндө алыстагы буюмдун сүрөттөлүшү тордомо челден берирээкте алынып, буюмдар күңүрт көрүнөт (87-*б* сүрөт). Мындай көзгө ***жакынды көрүүчү*** көз дейилет.

Жакынды көрүүчү көздөрдө чечекейдин фокус аралыгы нормадан аз, башкача айтканда оптикалык күчү чоңураак болот. Көрүүнү жакшыртуу үчүн иймек линзалуу көз айнектен пайдаланылат. Көз айнектеги оптикалык күчү терс болгон мындай линза сүрөттөлүштү тордомо чел жакты карай жылдырып берет (87-*в* сүрөт). Мындай көз айнектин жардамында буюмду анык көрүүгө болот.



87-сүрөт.

Кээ бирөөлөр, айныкса, жашы улуулар окуганда жана жазганда кыйналат. Мындай адамдын көзүндө буюмдун сүрөттөлүшү тордомо челден нарыраак алынат жана күңүрт көрүнөт (87-*г* сүрөт). Мындай көзгө ***алысты көрүүчү*** дейилет.

Алысты көрүүчү көздөрдө фокус аралыгы нормадан чоң, башкача айтканда оптикалык күчү кичинерээк болот. Көрүүнү жакшыртуу үчүн томпок линзалуу көз айнектен пайдаланылат. Көз айнектеги оптикалык күчү оң болгон линза сүрөттөлүштү тордомо чел жакты карай жылдырып берет (87-*д* сүрөт) Натыйжада мындай көз айнектин жардамында адам буюмду нормадагы көз сыяктуу анык көрөт.

1. Көздө сүрөттөлүш кандайча алынат?
2. Эки көз менен көрүүнүн бир көз менен көрүүдөн айырмасы эмнеден турат?
3. Жакынды көрүүчү жана алысты көрүүчү көздөрдөгү кемчилик эмнеден турат? Мындай көздөр анык көрүшү үчүн кандай көз айнектен пайдаланууга болот?

56-§. МАСЕЛЕЛЕР ЧЫГАРУУ

1-маселе. Киши 4,5 м алыстыктан сүрөткө тартылганда, анын сүрөттөлүшүнүн бийиктиги 40 мм ге барабар болду. Фотоаппарат объективинин фокус аралыгы 10 см ге барабар болсо, кишинин бою канча болгон?

Берилген:
d = 4,5 м
h = 40 мм = 0, 04 м
F =10 см = 0,1 м.

Табуу керек:
H = ?

Формуласы:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f};\quad \frac{h}{H}=\frac{f}{d};$$

$$H=\frac{d}{f}\cdot h=\frac{d}{\dfrac{F\cdot d}{d-F}}\cdot h=\frac{d-F}{F}\cdot h.$$

Эсептөө:

$$H=\frac{4{,}5\text{м}-0{,}1\text{м}}{0{,}1\text{м}}\cdot 0{,}04\text{м}=1{,}76\text{м}$$

Жообу: H = 176 см.

2-маселе. Микроскоп линзаларынын фокус аралыктары тиешелүү түрдө 0,5 см жана 2,5 см, линзалардын ортосундагы аралык 40 см. Мындай микроскоп объектти канча эсе чоңойтуп көрсөтөт?

Берилген:
F_1 = 0,5 см=0,005 м
F_2 = 2,5 см =0,025 м
D_0 = 25 см = 0,25 м
l = 40 см = 0,4 м

Табуу керек:
K = ?

Формуласы:

$$K=\frac{l\cdot d_0}{F_1\cdot F_2}.$$

Эсептөө:

$$K=\frac{0{,}4\text{м}\cdot 0{,}25\text{м}}{0{,}005\text{м}\cdot 0{,}025\text{м}}=800$$

Жообу: K = 800.

http://eduportal.uz

3-маселе. Жакынды көрүүчү киши 12,5 см аралыктан китепти окуй алса, ал нормалдуу окуй алышы үчүн оптикалык күчү кандай болгон көз айнекти тагууга тийиш?

Берилген:
$a = 0{,}125$ м
$d_0 = 0{,}25$ м

Табуу керек
$D_{көз\ айнек} = ?$

Чыгарылышы:

$$D_n = \frac{1}{d_0} = \frac{1}{0{,}25\,м} = 4\,дптр.$$

$$D_n = \frac{1}{a} + D_{көз\ айнек}$$

$$D_{көз\ айнек} = D_n - \frac{1}{a} = 4\ дптр - \frac{1}{0{,}125\,m} = 4\,дптр - 8\ дптр = -4\,дптр.$$

Жообу: киши линзанын оптикалык күчү – 4 дптр болгон көз айнек тагууга тийиш.

М 29

1. Бийиктиги 3 м болгон дарак сүрөткө тартылганда анын сүрөттөлүшүнүн бийиктиги 12 мм болду. Эгерде фотоаппарат объективинин фокус аралыгы 20 см болсо, сүрөт кандай аралыктан алынган?
2. Микроскоп объективинин фокус аралыгы 2 мм, окулярдын фокус аралыгы 30 мм. Объектив менен окулярдын ортосундагы аралык 20 см болсо, микроскоптун чоңойтуусун тап.
3. Фокус аралыгы 50 см болгон иймек линзалуу көз айнектин оптикалык күчү канча болот? Мындай көз айнек кандай максатта тагылат?
4. Окуучу оптикалык күчү – 4 диоптрия болгон көз айнек менен окуп жатат. Анын көз айнексиз эң анык көрүү аралыгы кандай?
5. Окуучу көз айнегин алып, китепти көзүнөн 16 см алыстыкта окуйт. Ал таккан көз айнектин оптикалык күчү кандай болгон?
6. Окуучу оптикалык күчү – 2 дптр болгон көз айнек менен окуп жатат. Анын көз айнексиз эң анык көрүү аралыгы кандай болот?
7. Абага салыштырмалуу нур сындыруу көрсөткүчү 1,5 ке барабар айнектен жасалган беттин ийрилик радиустары 25 см жана 40 см болгон эки жактуу томпок линзанын оптикалык күчүн тап.

57-§. ГЕЛИОТЕХНИКА. ӨЗБЕКСТАНДА КҮНДҮН ЭНЕРГИЯСЫНАН ПАЙДАЛАНУУ

Күндөн келип жаткан жарык энергиясын жылуулук же электр энергиясына айландырып, андан түрдүү максаттарда пайдаланууга болот.

Күндүн энергиясын башка түрдөгү энергияларга айландырып берген курулмалар *гелиотехникалык курулмалар* деп, Күндүн энергиясынан пайдалануунун келечеги менен алектенген тармак болсо *гелиотехника* деп аталат.

Грекчеде «*Gelios*» — «*Күн*» дегенди билдирет.

Жердин бетине жетип келген Күндүн нурлары өтө чоң жылуулуктун булагы эсептелет. Мына ошол булактан натыйжалуу пайдалануу усулдарын табуу, түрдүү курулмаларды, энергиянын булактарын жаратуу *гелиотехниканын негизги милдети* эсептелет.

Белгилүү болгондой, Күн Жердин бетин географиялык кеңдиктер боюнча түрдүүчө жарыктандырат. Жыл бою Жердин 1 м^2 аянтына туура келген Күндүн энергиясы 300 Вт/м^2 ден 1340 Вт/м^2 ге чейин өзгөрүп турат. Борбордук Азия өлкөлөрүндө Күндүн энергиясынан пайдалануу үчүн географиялык, оптикалык жана энергетикалык жактан табигый шарттар бар. Алсак, июнь айында жарык күндүн узундугу 16 саат, декабрда болсо 8–10 саатты түзөт. Жайында айына 320–400 саат ачык күндүн нуру туура келет. Бул жерлерде гелиотехникалык курулмалардан пайдалануунун натыйжасында көп сандагы отун жана башка булактардан алынып жаткан энергияны үнөмдөөгө болот. Күнөстүү Өзбекстанда гелиотехникадан натыйжалуу пайдалануу мүмкүнчүлүгү чоң.

Өзбекстанда Күндүн энергиясынан мурда пайдаланылган. Адамдар байыртадан мөмө жана жашылчаларды Күндүн нурунда кургатышкан. Мисалы, жүзүмдү күндө кургатып, эң жогору сапаттуу мейиз даярдалган. Өрүк, коон, алма, шабдалы жана башкаларды кургатып, көпкө сакташкан.

Залкар ойчулдарыбыз Күн жылуулугунун Жердин бетинде жүрүп жаткан кубулуштарга байланыштуулугу жөнүндө ой жүгүртүшкөн. Мисалы, ***Абу Али ибн Сина*** өзүнүн «*Даанышнаама*» китебинде «Линзанын өрт чыгарышына себеп, анын бир жактан келип жаткан нурларды бир чекитке чогултушунда. Бул чекит күчтүү жарыктандырылат жана күчтүү ысыйт», деп жазат.

Күндүн энергиясы менен иштеген гелиотехникалык курулмалар XX кылымдын баштарында курула баштаган. Бул доордо Өзбекстанда Күндүн энергиясы менен иштеген гелиотехникалык курулмалар (тамеки экстрактын Күндүн нурунда бууландыруу, тажрыйбалык жылууканалар) курулду.

Гелиотехника жаатында изилдөөлөрдү жүргүзүүгө да өзгөчө көңүл бурулууда. 1934-жылы Ташкентте ***Гелиотехника лабораториясы*** иш баштады.

1943-жылы Өзбекстан Илимдер академиясынын Физика-техника институтунда ***Гелиотехника лабораториясы*** түзүлдү. Бул лабораторияда жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн негизинде Күндүн энергиясынан пайдаланып суу ысытуу

курулмалары, мөмө кургаткычтар, пилланы жибиткич жана кургаткычтар, күкүрттү суюлтуруу курулмалары жаратылды.

1946-жылы Физика-техника институтунда диаметри 10 м лүү күзгү сымал ***параболоиддик курулма*** жасалды. Күндүн энергиясын чогултуп берген бул курулмадан буу жана муз алуу иштеринде пайдаланылды.

1963-жылы Өзбекстан Илимдер академиясынын ***Геофизика бөлүмү*** түзүлдү. Жүргүзүлгөн илимий изилдөөлөрдүн негизинде Күндүн нурун чогултуу жана андан пайдаланууга багытталган түрдүү курулмалар жаратылды. Мисалы, чогулган Күндүн нуру таасиринде оорулууларды айыктырган медициналык курулмалар, айыл чарба эгиндеринин үрөнүн Күндүн нуру менен иштетүүчү курулмалар жаратылды.

Республикабызда Күндүн энергиясынан пайдалануу боюнча ири ийгиликтер колго киргизилди. 1960–1970-жылдарда эле бул багытта окумуштууларыбыз ***У. А. Арипов, С. А. Азимов*** жана башкалар негиздеген гелиотехника мектеби калыптанган эле.

1976-жылы ***С. А. Азимовдун*** демилгеси менен өкмөтүбүздүн токтому боюнча Өзбекстан Илимдер академиясынын «***Физика-Күн***» ***илимий өндүрүштүк бирикмеси*** түзүлдү. Бул бирикме тарабынан практикалык мааниге ээ болгон изилдөөлөр жүргүзүлүп, натыйжалары иш жүзүндө колдонулду. Жогору пайдалуу аракеттин коэффициентине ээ болгон Күндүн курулмалары негизинде иштеген суу насостору, медицинада колдонулуп жаткан шаймандар, сууну жумшартуучу курулмалар, жылууканалар, кургаткыч жана муздаткычтар жаратылды жана эл чарбачылыгынын түрдүү тармактарында, айныкса, үйлөрдү ысык суу менен камсыздоодо колдонууга алынды.

Күндүн энергиясынан дагы да натыйжалуу пайдалануу максатында 1987-жылы Ташкент облусунун Паркент районунда «Физика-Күн» ИӨБ ге караштуу жылуулук кубаттуулугу 1 МВт болгон ***Күн дөшүсү*** курулду. Мындай курулма ушул убакытка чейин Одео (Франция) шаарында гана болгон. Курулманын конденсатору фокус аралыгы 18 м болгон параболоиддик күзгүлөр системасынан турган болуп, анын өлчөмү 54 × 42 м ди түзөт. Күн дөшүсүндө чогулган энергия ысыкка чыдамдуу материалдарды алуу, ысыкка жана сүрүлүүгө чыдамдуу электр изоляциянын касиеттерине ээ болгон материалдарды жаратууда пайдаланылууда. Ошондой эле, жергиликтүү чийки заттын жана өнөр жай калдыктарынын негизинде керамикалык ысыкка чыдамдуу материалдарды алуу жана алардын негизинде медицина, энергетика, мунай жана газ, жеңил өнөр жай үчүн керектүү буюмдарды өндүрүү технологияларын жаратуу сыяктуу илимий-техникалык иштелмелер жаралууда. Күн дөшүсүнүн жардамында аралашмасыз таза металлдарды эритүүгө болот.

Космостук станциялардагы чоң кубаттуулукка ээ курулмаларда Күндүн энергиясынан пайдаланылууда. Аз кубаттуулукка ээ электрондук курулмалар (микрокалькуляторлор, сааттар, уюлдук телефон аппараттары)да да фотоэлементтерден пайдаланылат.

Күндүн энергиясынан пайдалануунун келечеги кенен. Күндүн энергиясы экологиялык таза болуп, анын мүмкүнчүлүктөрү аябай чоң.

http://eduportal.uz

1. Кандай курулмалар гелиотехникалык курулмалар деп аталат? Гелиотехника тармагы эмнелерди үйрөнөт?
2. Эмне себептен Өзбекстандын аймагы Күндүн энергиясынан пайдалануу үчүн ыңгайлуу аймак эсептелет?
3. Өлкөбүздө байыртадан Күндүн энергиясынан кантип пайдаланып келишкен?
4. Өзбекстанда гелиотехника багытын өнүктүрүү жана андан турмушта пайдалануу боюнча кандай иштер жасалган?

V ГЛАВАНЫ КАЙТАЛОО ҮЧҮН ТЕСТ ТАПШЫРМАЛАРЫ

1. Жарыктын нуру абадан сууга түшүүдө. Түшүү бурчу α болсо, сынуу бурчу β ны төмөнкү шарттардан кайсы бири туура канааттандырат?

A) $\beta > \alpha$; B) $\beta > \alpha$; C) $\beta = \alpha$; D) $\beta < \alpha$.

2. Жарыктын нуру айнектен абага өтүп жатат. Түшүү бурчу 30°. Нур өткөндө, өзүнүн багытын 30° ка өзгөрткөн болсо, айнектин нур сындыруу көрсөткүчү эмнеге барабар болот?

A) 1,5; B) 2; C) $\sqrt{2}$; D) $\sqrt{3}$.

3. Жарык нурунун 1-чөйрөдөн 2-чөйрөгө өтүшүндө түшүү бурчу 60° ка, сынуу бурчу болсо 30° ка барабар. 2-чөйрөнүн 1-чөйрөгө салыштырмалуу нур сындыруу көрсөткүчү канчага барабар?

A) 0,5; B) 2; C) $\sqrt{3}/3$; D) $\sqrt{3}$.

4. Линзадан 50 см алыстыкта буюмдун 5,5 эсе кичирейген жалган сүрөттөлүшү алынды. Линзанын оптикалык күчүн тап (дптр).

A) -9; B) -5; C) -8; D) -2.

5. Кандайдыр буюм фокус аралыгы 12 см лүү линзадан 16 см алыстыкка коюлган. Линзанын чоңойтуусу канчага барабар болот?

A) 2; B) 3; C) 4; D) 5.

6. Тело оптикалык күчү 10 диоптрия болгон томпок линзадан 20 см аралыкта турат. Линзанын чоңойтуусун тап.

A) 0,5; B) 1; C) 0,8; D) 1,5.

7. Фокус аралыгы 36 см болгон линзада 18 см алыстыкта жайлашкан буюмдун чоңойгон жалган сүрөттөлүшү линзадан кандай аралыкта алынат (см)?

A) 9; B) 18; C) 36; D) 12.

http://eduportal.uz

8. Линзадан 10 см аралыкта жайлашкан буюмдун 2 эсе кичирейген жалган сүрөттөлүшү алынды. Линзанын оптикалык күчүн аныкта (дптр).

A) 5; B) 10; C) -10; D) -5.

9. Эгерде фокус аралыгы 5 см лүү фотоаппараттын жардамында 8 м лүү үйдүн алынган сүрөтү 4 см болсо, үй кандай алыстыктан (м) сүрөткө тартылган?

A) 4; B) 10; C) 41; D) 13;

10. Фокус аралыгы 2 см болгон лупанын чоңойтуусун аныкта.

A) 9; B) 9,5; C) 10; D) 12,5.

11. Беш эсе чоңойтулган лупанын оптикалык күчүн (дптр) тап.

A) 150; B) 15; C) 25; D) 20.

12. Лупада кандай сүрөттөлүш алынат?

A) чыныгы, тескери, чоңойгон; B) жалган, тескери, чоңойгон;
C) чыныгы, туура, чоңойгон; D) жалган, туура, чоңойгон.

13. Кишинин эң анык көрүү аралыгы 60 см болсо, өзүнүн күзгүдөгү сүрөттөлүшүн аныкыраак көрүү үчүн ал күзгүдөн кандай аралыкта турууга тийиш (см)?

A) 25; B) 15; C) 30; D) 60.

14. Окуучу оптикалык күчү -2,25 диоптрия болгон көз айнек менен окуп жатат. Анын көз айнексиз эң анык көрүү аралыгын тап (см).

A) 10; B) 16; C) 15; D) 12,5.

15. Бала көз айнексиз китепти 20 см аралыктан окуйт. Анын көз айнегинин оптикалык күчүн аныкта (дптр).

A) -1,5; B) -1; C) -2; D) +2.

16. Буюм фокус аралыгы 12 см болгон линзадан кандай аралыкка коюлганда, анын сүрөттөлүшү өзүнүн өлчөмүнөн үч эсе чоң болот (см)?

A) 16; B) 18; C) 20; D)15.

http://eduportal.uz

V ГЛАВА БОЮНЧА МААНИЛҮҮ КОРУТУНДУЛАР

Олаф Рёмердин тажрыйбасы	О. Рёмер жарыктын ылдамдыгын биринчи болуп астрономиялык усулда өлчөгөн.
Арман Физонун тажрыйбасы	А.Физо лаборатория шартында жарыктын ылдамдыгын өлчөй алган.
Жарык ылдамдыгына жана «метр» узундук өлчөмүнө жаңы аныктама	1983-жылы Эл аралык өлчөм жана бирдиктердин Башкы ассамблеясында жарыктын вакуумдагы ылдамдыгы c = 299 792 458 м/с га барабар экендигин эсепке алып, метрдин жаңы аныктамасы кабыл алынган. «***Метр*** – жарыктын вакуумда 1/299792458 с убакыт интервалында өткөн жолунун узундугуна барабар».
Жарыктын чачылуусу	Жарыктын нуру бодуракай беттен чачылып чагылат.
Жарыктын тегиз чагылуусу	Эгерде бет жетиштүү деңгээлде тегиз (жылмакай) болсо, мындай беттен жарыктын нуру тегиз чагылат.
Жарыктын чагылуу мыйзамы	1. Түшкөн нур, чагылган нур жана эки чөйрөнүн чек арасына нурдун түшүү чекитинен жүргүзүлгөн перпендикуляр бир тегиздикте жатат. 2. Чагылуу бурчу α, түшүү бурчу β га барабар.
Жарыктын сынуу мыйзамы	1. Түшкөн нур, сынган нур жана эки чөйрө чек арасына нур тун түшүү чекитинен жүргүзүлгөн перпендикуляр бир тегиздикте жатат. 2. Түшүү бурчу синусунун сынуу бурчу синусуна катышы берилген эки чөйрө үчүн туруктуу чоңдук: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{n_2}{n_1}$.
Жарыктын толук ички чагылуусу	Нур сындыруу көрсөткүчү чоң болгон чөйрөдөн нур сындыруу көрсөткүчү кичине болгон чөйрөгө жарык багытталганда ($n_1 > n_2$) жана нурдун түшүү бурчу чек аралык бурчтан чоң болгондо, нур эки чөйрөнүн чек арасынан толук чагылат. Толук ички чагылууда түшүү бурчунун чек аралык мааниси α_0 төмөнкүдөй туюнтулат: $\sin\alpha_0=\frac{n_2}{n_1}$ мында n_1 жана n_2 – биринчи жана экинчи чөйрөлөрдүн нур сындыруу көрсөткүчү.
Линза	Бир же эки жагы сфералык бет менен чектелген тунук тело линза деп аталат. Алар табияты боюнча эки түргө: чогултуучу жана чачыратуучу линзаларга бөлүнөт.

Линзанын оптикалык күчү	Фокус аралыгына тескери чоңдукка линзанын *оптикалык күчү* дейилет. $D = \frac{1}{F}$.
Линзанын формуласы:	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ d жана f тер тиешелүү түрдө буюмдан линзага чейин жана линзадан сүрөттөлүшүнө чейин болгон аралыктар.
Линзанын сызыктуу чоңойтуусу	Буюм сүрөттөлүшү өлчөмүнүн өзүнүн өлчөмүнө катышына линзанын сызыктуу чоңойтуусу дейилет. Аныктама боюнча: $K = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$ Ошондой эле, линзанын сызыктуу чоңойтуусу линзадан сүрөттөлүшкө чейин болгон аралык *(f)* жана буюмдан линзага чейин болгон аралык *(d)* аркылуу да аныкталат: $K = \frac{f}{d}$.
Лупа	Лупа – буюмдарды көрүү бурчун чоңойтуп берген томпок линза. Лупанын чоңойтуусу $K = \frac{D_0}{F}$ формуласы менен аныкталат. Мында D_0 – эң анык көрүү аралыгы. $D_0 = 25$ см.
Фотоаппарат	Фотоаппарат – объекттин сүрөттөлүшүн фотоплёнка, фотопластина же фотокагазга түшүрүп, сактай турган кылып бере турган аспап.
Микроскоп	Микроскоп – жакын аралыктагы көзгө түздөн-түз көрүнбөгөн өтө майда объекттерди чоңойтуп көрсөткөн оптикалык аспап. Микроскоптун чоңойтуусу $K = lD_0/F_1F_2$ формуласы менен аныкталат. Мында l – линзалардын ортосундагы аралык, F_1 жана F_2 – объектив менен окулярдын фокус аралыгы.
Жакынды көрүүчү	Жакынды көрүүчү көздөрдө көрүүнү жакшыртуу үчүн оптикалык күчү терс болгон линзалуу көз айнектен пайдаланылат.
Алысты көрүүчү	Алысты көрүүчү көздөрдө көрүүнү жакшыртуу үчүн оптикалык күчү оң болгон линзалуу көз айнектен пайдаланылат.

http://eduportal.uz

VI ГЛАВА.
ААЛАМДЫН ФИЗИКАЛЫК КАРТИНАСЫ.
ФИЗИКА-ТЕХНИКАНЫН ӨНҮГҮҮСҮ

58-§. ААЛАМДЫН БИРДИКТҮҮ ФИЗИКАЛЫК КАРТИНАСЫ

Ааламдын механикалык картинасы

Ааламдын картинасы жөнүндө байыртадан окумуштуулар ой толгошкон. Бирок алар түшүнүктөргө гана таянып, тажрыйба жана байкоолордон келип чыккан жалпылаштырууну көз жаздымдан качырышкан.

Табият кубулуштарын үйрөнүүдө тажрыйбанын натыйжаларына негизденүүнү биринчи болуп Г. Галилей баштап берди. Ошондуктан физиканын илим иретинде калыптанышы Галилейден башталган деп каралат. Мында ал инерция, салыштырмалуулук принциби жөнүндөгү идеяларды айтып, алардын тастыгын тажрыйбада күзөттү. Бул боюнча иштер И. Ньютон тарабынан улантылды. Ошентип XVII кылымда табият таануудан механика ажырап чыкты жана ааламдын механикалык картинасы жаратылды.

Ааламдын механикалык картинасы **материя, кыймыл, мейкиндик, убакыт, өз ара таасир, себеп жана натыйжа мыйзам ченемдүүлүгү сыяктуу элементтерден түзүлгөн болуп, анда табияттагы түрдүү жараяндарды механиканын мыйзамдары негизинде түшүндүрүүгө болот деп каралат.**

Ааламдын механикалык картинасы боюнча, ***материя*** бөлүкчөлөрдөн түзүлгөн зат деп түшүндүрүлгөн; аалам аракеттеги материядан түзүлгөн жана бардык көрүнүштөгү кыймылдар механикалык ***кыймылга*** келет; ***мейкиндик*** жана ***убакыт*** абсолюттуктук түшүнүк болуп, материя жана кыймылдан көз каранды эмес деп каралат (Ньютон), XX кылымда мындай көз караш четке кагылды (Эйнштейн); ***өз ара таасир*** универсалдуу тартылуу мыйзамынын негизинде болуп, ал көз ирмемде болот; ***натыйжа*** сөзсүз ***себептен*** көз каранды (окуялар себептик байланышка ээ, бир абал белгилүү болсо, кийинки абалды себеп-натыйжа принцибинин негизинде аныктоого болот); Ньютон тарабынан жаратылган классикалык механика түшүнүгү боюнча адегенде өз алдынча кубулуштар, жараяндар, далилдер бир системага келтирилет, алар бири-бири менен ***механикалык мыйзам ченемдүүлүктөрдүн*** негизинде байланышып, жалпы бирдиктүү картинаны түзөт.

Ааламдын электр-магниттик картинасы

XIX кылымда электр-магниттик кубулуштарды изилдеп, алардын мыйзам ченемдүүлүктөрүн ачуу башталды. Бирок аларды механикалык көз караштан

http://eduportal.uz

кандайдыр флюиддин (элестетилген атайын суюктук, чөйрөнүн) негизинде түшүндүрүүгө урунуштар болду. Мындай көз караштар сынга кабылып, четке кагыла баштады. Ошондо М. Фарадей *электр-магниттик талаа* түшүнүгүн киргизди. Бул илимде маанилүү алга жылуу болду. Андан кийин бул идеяны өнүктүрүп, Ж. Максвелл *электр-магниттик талаа теориясын* жаратты. Өз-өзүнчө деп каралып жаткан электрдик жана магниттик кубулуштар белгилүү тартипке келтирилди. Мында электр-магниттик талаа мейкиндикте үзгүлтүксүз өзгөрөт, деп каралды.

Ааламдын механикалык картинасы боюнча материя *заттан* турат деп каралган болсо, ааламдын электр-магниттик картинасында материя *талаа* формасында болушу мүмкүндүгү да баса белгиленди. *Кыймыл* зат жана анын бөлүкчөлөрүнүн аракеттеринен гана турбастан, талаа жана анын электр-магниттик толкундарынын кыймылы иретинде да каралууну талап кылат. Өз ара таасир гравитациялык талаа аркылуу *көз ирмемде гана* эмес, *чектүү* ылдамдык менен таралган электр-магниттик талаа аркылуу да жүрүшү кабыл алынды. Ошентип, Ааламдын электр-магниттик картинасы калыптанды.

Ошону менен бирге табиятта эки фундаменталдык өз ара таасир – *гравитациялык* жана *электр-магниттик өз ара таасир* бар экендиги баса белгиленди.

Ааламдын учурдагы физикалык картинасы

XIX кылым аяктары жана XX кылымдын баштарына келип, атом физикасы жаатындагы изилдөөлөр электр-магниттик талаа порциялар – кванттардан турушу жөнүндөгү теория, бөлүкчөлөрдүн толкун табияты жөнүндөгү окуулар, классикалык физиканын мыйзамдары бардык физикалык кубулуштар үчүн орундуу боло бербестигин көрсөттү. Материянын үзгүлтүктүү түзүлүшкө ээ болгон *затка* жана үзгүлтүксүз *талаага* ажырашы өзүнүн абсолюттук маанисин жоготту.

Корпускулалык-толкундук дуализм («dualizm» – «эки жактуулук») материянын бардык формаларына – затка жана талаага мүнөздүүлүгү аныкталды. Булардын натыйжасында материянын *кванттык* касиеттери ачылды.

Микробөлүкчөлөрдүн кыймылын мүнөздөгөн *кванттык физика* пайда болгондон соң ааламдын бүтүн физикалык картинасында жаңы элементтер көзгө чагыла баштады. Квант теориясынын принциптери таптакыр жалпы болуп, бардык бөлүкчөлөрдү, алардын ортосундагы өз ара таасирлерди жана алардын өз ара алмашууларын мүнөздөө үчүн колдонулат.

1. Ааламдын механикалык картинасы кандай элементтерден түзүлгөн?
2. Ааламдын механикалык жана электр-магниттик картиналары ортосундагы айырма эмнеден турат?
3. Ааламдын бирдиктүү физикалык картинасы жөнүндө эмнелерди билесиң?

59-§. ФИЗИКА ЖАНА ТЕХНИКАНЫН ӨНҮГҮҮСҮ. ӨЗБЕКСТАНДА ФИЗИКА ЖААТЫНДАГЫ ИЗИЛДӨӨЛӨР

Физика жана техниканын өнүгүшү

Алгачкы общиналык формацияда баштап таш куралдар, кийинчерээк жаа-жебе, ылайдан жасалган идиштер, таш балта жана жез куралдар пайда болду. Б. з. ч. 4–3-миң жылдыкта жезден жасалган эмгек шаймандары жаратылды. Кийинчерээк темирден пайдаланууга өтүлдү. Дыйканчылык өнүгө баштагандан кийин, суу чыгаруу курулмалары жана жер айдоо шаймандары пайда болду. Курулушта түрдүү жүк көтөрүү рычагдары ойлоп табылды. Адамдар дарактын сөңгөгүнөн кайык жасап, сууда сүзө башташты. Кийинчерээк парустуу кемелер пайда болду. Токуучулук станоктору жаратылды. Кол өнөрчүлүк өнүгө баштады.

XV–XVI кылымдарга келип домна мештери курулду. Аскердик техникада ок атуучу куралдар, машина жана механизмдер пайда болду. XVIII кылымдын аягында буу машинасы жана токуучулук станоктору жаратылды. XIX кылымда басма станок, телеграф аппараты, фотография, ичинен күймө кыймылдаткыч, радио, телефон, кинематография, автомобиль жаратылды, аскердик техника, темир жол транспорту өнүктү.

Физика жана техника XX кылымда болуп көрбөгөндөй деңгээлде өнүктү. Электр энергиясын өндүрүү жана андан пайдалануу кең көлөмдө ишке ашырылды, электр энергиясы бардык тармактарга сүңгүп кирди. Машина куруу, авиация, атом техникасы, кибернетика жана эсептөө техникасы, электроника, телевидение, ракета куруу, автоматика, космонавтика, маалымат технологиясы жана башка тармактар жогорку деңгээлде өркүндөдү. Өнөр жай, айыл чарбачылыгы, тейлөө, илим-билим, агартуу, маданият, спорт, курулуш, транспорт, байланыш, энергетика жана башка тармактар техниканын жетишкендиктери менен куралдандырылды.

XXI кылымда маалымат технологиясы, биофизика жана нанотехнология жаатында улуу ачылыштар жасалышы күтүлүүдө.

Өзбекстанда физика жаатындагы изилдөөлөр

Фарабий, Беруний, Ибн Сина, Улугбек сыяктуу улуу окумуштуулар жетишип чыккан өлкөбүздөгү университет жана институттарда, Илимдер академиясынын илимий мекемелеринде физика предметинин дээрлик бардык багыттарында кең көлөмдө изилдөө иштери жүргүзүлүүдө.

Өзбекстанда 1920–30-жылдарда физика жаатында илимий изилдөө иштери жогорку окуу жайларындагы лабораторияларда жүргүзүлдү. 1932-жылы Өзбекстан Илимдер Комитети түзүлдү. 1943-жылы Өзбекстан Илимдер академиясы түзүлдү. Ошол жылы ӨзИА нын Физика-техника институту, 1956-жылы Ядрофизикасы институту, 1966-жылы Астрономия институту, 1967-жылы Электроника институту, 1976-жылы «Физика-Күн» илимий өндүрүштүк бирикмеси түзүлдү. Физика боюнча илимий изилдөө мекемелеринин катарына 1977-жылы ӨзИА нын Жылуулук физикасы бөлүмү, 1992-жылы «Koinot» или-

http://eduportal.uz

мий өндүрүштүк бирикмеси, 1993-жылы Материал таануу институту кошулду. Бул илимий изилдөө мекемелеринде, ошондой эле, Ташкент мамлекеттик университети (учурда Өзбекстан Улуттук университети), Самарканд мамлекеттик университети, Нукус мамлекеттик университети, Ташкент мамлекеттик техника университети жана башка жогорку окуу жайларында физика предметинин түрдүү маселелери боюнча изилдөө иштери жүргүзүлүп, физиканын дүйнөлүк көлөмдө өнүгүшүнө тиешелүү салым кошулууда.

Өзбекстанда Күндүн энергиясынан пайдалануу жана ядро физикасы жаатында жүргүзүлгөн изилдөө иштери менен таанышсың (32- жана 37-§ тарга кара). Физиканын башка багыттарында да өлкөбүздүн окумуштуулары жетишкен ийгиликтери аябай көп. Жарым өткөргүчтөрдүн касиетине ээ болгон катуу эритмелердин бир нече түрү алынды жана алардын физикалык касиеттери үйрөнүлдү. Изилдөөлөрдүн натыйжалары негизинде өтө жогору жыштыктагы диоддор, жарым өткөргүчтөрдө тез жүргөн электрондук жараяндарды үйрөнүүгө арналган аспаптар, сүрөттөлүштү берүүчү фотодиоддук матрицалар, кремний-литийлүү дефектор жана башка аспаптар жаратылды.

Өлкөбүздүн илимий изилдөө мекемелеринде жана жогорку окуу жайларынын лабораторияларында катуу телолордун физикасы, жылуулук жана молекулярдык физика, оптика жана акустиканын заманбап фундаменталдык багыттары боюнча практикалык мааниге ээ болгон илимий изилдөөлөр жүргүзүлүүдө. Алсак, заттардын жогору температурадагы синтезин, структурасын жана касиеттерин лазер нуру менен башкаруунун жаңы усулдары иштеп чыгылды. 5 – 1000°С жана 80 – 2000°С температура интервалында иштеген пирометр, инфра кызыл нур чыгарган телонун нурлануусун жазып ала турган жаңы нур кабылдагыч жаратылды.

Конденсатталган чөйрөлөрдүн оптикасы жаатындагы өтө таза тунук чөйрөлөрдө лазер нурунун таралуусу менен байланыштуу оптикалык кубулуштар үйрөнүлүп, анда жаңы кубулуш – оперативдүү кең тилкелүү люминисценсия табылды. Лазер спектроскопиясы жаатында сызыксыз чөйрөлөрдө лазер нурунун аномалдык кыйшайышы жана өзү-өзүнөн фокустануу кубулуштары ачылды. Сызыксыз модуляциялык нур булалар оптикасы жаратылды.

Ошондой эле, жогору натыйжалуу нурлантыруучу ар түрдүү диоддор (академик М. С. Саидов), Россия менен шериктештикте космостук изилдөөлөр үчүн керектүү бир топ материалдар жаратылды.

Өлкөбүздө физика жаатында жүргүзүлүп жаткан изилдөөлөр учурдагы физиканын дүйнөлүк көлөмдө өнүгүшүнө, элдин турмушун өркүндөтүүгө кызмат кылат.

1. Техниканын өнүгүшүндө физика илиминин таяныч экендигин негиздеп бер.
2. Байыртадан азыркыга чейин физика менен техниканын өнүгүшү жөнүндө сүйлөп бер.
3. Өзбекстанда физика жаатында жүргүзүлүп жаткан изилдөөлөр жөнүндө эмнелерди билесиң?

http://eduportal.uz

МАСЕЛЕРДИН ЖООПТОРУ

1-маселе. **1.** $N = 1{,}2\cdot10^{26}$. **2.** $d = 2{,}5\cdot10^{-10}$м. **3.** $N \approx 1{,}67\cdot10^{23}$. **4.** $V = 27$ см^3. **5.** $N \approx 2\cdot10^{24}$.

2-маселе. **1.** $\nu = 15$ моль. **2.** $m = 352$ г. **3.** $N = 1{,}5\cdot10^{23}$. **4.** $m_0 = 6\cdot10^{-26}$ кг. **6.** M =44 г/моль (көмүр кычкыл газы).

3-маселе. **1.** $N = 1{,}8\cdot10^{24}$. **2.** $m = 373$ g. **3.** Көмүр кычкыл газы. **4.** $n = 3{,}33\cdot10^{28}$ м$^{-3}$. **5.** $N = 1{,}05\cdot10^{24}$. **6.** $S \approx 0{,}72$ м^2. **7.** $m = 40$ г. **8.** $V = 0{,}5$ л. **9.** $n = 3\cdot10^{27}$ м$^{-3}$. **10*.** $l = 3\cdot10^{13}$ м. Суунун молекулалары бир катарга жайлаштырылгандагы узундук Жерден Айга чейин болгон аралыктан ≈ 78125 эсе чоң. **11*.** $V = 81$ см^3. **12*.** $N \approx 3\cdot10^{24}$. **13*.** $d = 2{,}5\cdot10^{-9}$ м.

4-маселе. **1.** $p = 800$ Па. **2.** $p = 108$ кПа. **3.** $\overline{\upsilon} = 120$ м/с. **4.** $\overline{E}_k = 4\cdot10^{-21}$Ж. **5.** ρ=0,75 кг/м^3. **6.** $\overline{\upsilon} = 2000$ м/с . 7. $\overline{E}_k = 1{,}125\cdot10^{-21}$Ж.

5-маселе. **3.** 3 эсе чоңоёт. **4.** $p \approx 13{,}8$ кПа. **5.** $n = 5\cdot10^{25}$ м$^{-3}$. **6.** $N \approx 2{,}65\cdot10^{25}$. **7.** $N \approx 265$.

6-маселе. **1.** $\overline{\upsilon} \approx 1765$ м/с. **2.** $T \approx 321$ K. **3.** $T \approx 460$ K. **4.** $\overline{E}_k = 6\cdot10^{-22}$Ж. **5.** $n = 3\cdot10^{26}$ м$^{-3}$. **6.** $V \approx 0{,}5$ м^3. **7.** $T = 700$ *K*. **8.** $T_0 = 50$ K.

7-маселе. **1.** $V = 3$ м^3. **2.** $\nu = 3$ моль. **3.** M =32 г/моль, кычкылтек газы (O_2). **4.** ρ=2,5 кг/м^3. **5.** $T \approx 318$ K. **6.** $\nu = 2{,}4$ моль. **7.** $\nu \approx 2490$ моль. **8.** $T = 700$ K.

8-маселе. **1.** $V = 0{,}5$ л. **2.** $p = 1{,}2\cdot10^6$ Па. **3.** $V = 12{,}5$ л. **4.** $p = 80$ кПа.

9-маселе. **1.** $V_2 = 20$ л. **2.** $\Delta T = 216$ K. **3.** $V = 4$ л. **4.** $\Delta T = 128$ K.

10-маселе. **1.** $T = 400$ K. **2.** Басым ≈ 2,2 эсе чоңоёт. **3.** $p_1 = 125$ кПа.

11-маселе. **1.** $p_2 = 1{,}5\cdot10^6$ Па. **2.** Басым ≈1,72 эсе азайган. **3.** $t_2 = 99$ °C. **4.** Газдын көлөмү 30 % га чоңойгон. **5.** $h \approx 25$ м. **6.** $T_1 = 120$K. **7.** $T_1 = 200$ K **8.** $T_2 = 240$ K.

12-маселе. **1.** $m = 0{,}8$ кг. **2.** $p = 75$ кПа. **3.** $\Delta U = 4487$ Ж га азайган. **4.** $\Delta U = 12465$ Ж га чоңойгон. **5.** $\Delta U = 59{,}6$ кЖ га чоңойгон. **6.** $\Delta U = 30$ Ж га чоңойгон. **7.** 2 эсе чоңойгон.

13-маселе. **1.** $\Delta V = 0{,}3$ м^3. **2.** $\Delta t \approx 70$ °C. **3.** $A = 20$ Ж. **4.** $A = 0{,}25$ Ж.

14-маселе. **1.** $Q = 67{,}5$ кЖ. **2.** $c = 890$ Ж/(кг ·K) алюминий. **3.** $Q = 504$ кЖ. **4.** $Q_1 = 7{,}8$ кЖ; $Q_2 = 1{,}95$ кЖ.

15-маселе. **1.** $m \approx 53{,}5$ г. **2.** 4,2 эсе чоңойгон. **3.** ΔU
4. $t_2 = 113$ °C. **5.** $A = 200$ Ж. **6.** $T_0 = 100$ *K*; $A = 4155$ Ж. **7.** $m_2 = 48$ кг. **8.** Суутек 2 эсе көбүрөөк. **9.** $t = 20$ °C. **10.** $V_1 = 40$ *l*; $V_2 = 40$ *l*. **11.** $\Delta t = 320$ °C.

16-маселе **1.** $m = 200$ г. **2.** $m = 72{,}5$ кг. **3.** $Q = 322$ МЖ. **4.** $Q = 3\cdot10^7$ Ж.

17-маселе **1.** $A = 5$ кЖ. **2.** $\Delta U = 2{,}8$ кЖ. **3.** $A = 1{,}4$ кЖ. **4.** $\Delta U \approx 7{,}5$ кЖ. **5.** $Q = 6232$ Ж. **6.** $Q = 500$ Ж. **7.** $\nu \approx 1$ моль.

18-маселе. **1.** $A = 252$ Ж. **2.** $\eta = 60\%$. **3.** $T_1 = 800$ K. **4.** $A = 390$ Ж. **5.** $A = 42$ кЖ. **6.** $\Delta T = 335$ K. **7*.** $Q_1 = 900$ кЖ. **8*.** $\Delta T = 600$ K.

19-маселе. **1.** $\eta = 28$ %. **2.** $t = 9$ минут. **3.** $m = 0{,}2$ кг. **4.** $m = 37{,}8$ кг. **5.** $T_2 = 300$ *K*. **6.** $A = 20$ кЖ. **7*.** $s = 138$ км. **8*.** $N = 36$ кВт.

20-маселе. **1.** $d \approx 2{,}1$ мм. **2.** $r = 0{,}25$ мм. **3.** $h = 10{,}2$ мм. **4.** $m \approx 46{,}7$ мг. **5.** $\sigma \approx 23{,}4$ мН/м. **6.** $\sigma = 33$ мН/м. **7.** $N \approx 285$. **8.** $h = 90$ мм. **9.** $\Delta W = 96$ μЖ. **10.** $\Delta W \approx 0{,}5$ мЖ.

http://eduportal.uz

21-маселе. 1. σ = 95,5 МПа. 2. S = 3 см^2. 3. $h \approx$ 12,7 м. 4. $E \approx$ 196 ГПа. 5. $d \approx$ 7,7 мм. 6. l = 2548 м.

22-маселе. 1. Q = 1008 кЖ. 2. $m \approx$ 0,17 кг. 3. Q = 167 кЖ. 4. Болоттон. 5. m = 1,25 кг. 6. $Q \approx$75МЖ.

23-маселе. 1. Q = 11,5 МЖ. 2. Q = -115 кЖ. 3. $\varphi \approx$ 58 %. 4. $\varphi \approx$ 63 %. 5. $\varphi \approx$ 65 %. 6. ρ = 10,9 г/м^3. 7. φ = 62 %.

24-маселе. 1. $t \approx$ 2095с. 2. $t_1 \approx$ 500 с, $t_2 \approx$ 1,3 с. 3. $\nu \approx$ 12,6 с$^{-1}$.

25-маселе. 1. α = 35°. 2. d = 1,2 м. 3. υ = 1,5·10^8 м/с. 4. β ≈ 19°.

5. $\frac{s_1}{s_2} = \frac{n_2}{n_1} \approx 1{,}13.$

26-маселе. 1. α_0 = 49°. 2. n = 1,79. 3. α_0 = 30°. 4. n = 1,2. 5. n = 1,64.

27-маселе. 1. D_1 = 2,5 дптр, D_2 = 4 дптр, D_3 =10 дптр, D_4 = -10 дптр, D_5 = -4 дптр, D_6 = - 2,5 дптр. 2. D = 4,5 дптр. 3. f = 30 см, K = 2. 4. F =12 см, D = 8,3 дптр. 5. d = 62,5 см. 6. D = 3 дптр. 7. D = -3 дптр. 8. D = 4,5 дптр.

28-маселе. 1. K = 10. 2. F = 1,25 см. 3. K = 200. 4. D = 1,2 м. 5. Биринчисинде 6. K = 4. 7. l = 90 см.

29-маселе. 1. $d \approx$ 50 м. 2. $K \approx$ 833. 3. D = +2 дптр. Алысты көрчү адамда. 4. a = 12,5 см. 5. D = -2,25 дптр. 6. a = 17 см.

I- глава тест тапшырмаларынын жооптору

1.D	2.B	3.D	4.B	5.B	6.B	7.B	8.B	9.D	10.D
11.A	12.D	13.A	14.B	15.C	16.D	17.B	18.C	19.B	20.D
21.A	22.C	23.A	24.B	25.D	26.D	27.D	28.C	29.A	30.B

II- глава тест тапшырмаларынын жооптору

1.A	2.A	3.B	4.B	5.C	6.B	7.D	8.D	9.C	10.D
11.A	12.A	13.A	14.B	15.A	16.A	17.A	18.D	19.D	20.C
21.C	22.D	23.B	24.C	25.A	26.B	27.A	28.A	29.D	

III- глава тест тапшырмаларынын жооптору

1.D	2. C	3. B	4.C	5.A	6.C	7.B	8.A	9.C	10.C
11.D	12.B	13.D	14.A	15.C					

http://eduportal.uz

IV- глава тест тапшырмаларынын жооптору

1.D	2.B	3.A	4.A	5.D	6.C	7.D	8.D	9.D	10.A
11.C	12.A	13.B	14.B	15.A	16.A				

V- глава тест тапшырмаларынын жооптору

1.D	2.D	3.D	4.A	5.B	6.B	7.C	8.C	9.B	10.D
11.D	12.D	13.C	14.B	15.B	16.A				

ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАР

1. П. Хабибуллаев, А. Байдедеаев, А. Бахрамов, М.Юлдашева. ФИЗИКА. 9-класс окуу китеби. Ташкент. «Г. Гулам атындагы басма-полиграфиялыкчыгармачылык үйү» – 2014-ж.

2. Н.Ш.Турдиев. ФИЗИКА. 9 - класс окуу китеби. Ташкент. «Г. Гулам атындагы басма-полиграфиялыкчыгармачылык үйү» – 2016-ж.

3. В.А. Касьянов. ФИЗИКА 10 – класс. Москва. «Дрофа» – 2005 г.

4. Е.В.Громыко, В.И.Зенкович, А.А. Луцевич, И.Э.Слесарь. ФИЗИКА. 10- класс. Минск. «Адукацыя і выхаванне» – 2013 г.

5. K. Suyarov, A. Husanov, L. Xudoyberdiyev. FIZIKA. Механикалыка жана молекулярдык физика. Akademik litsey o‘quvchilari uchun o‘quv qo‘llanma. Toshkent. «O‘qituvchi» NMIAл – 2002-y.

6. K.T. Suyarov, Sh.N. Usmonov, Ж. E. Usarov. Молекулярдык физика. II kitob. Toshkent. «Yangi nashr» – 2016-y.

7. K.A.Tursunmetov va boshqalar. Fizikani takrorla. Toshkent. «O‘qituvchi» – 2007-y

8. V.I.Lukashik. Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to‘plami. «G‘. G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi». Toshkent. – 2016-y.

9. Oliy o‘quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi. «Axborotnoma» Toshkent. 1996 – 2003-yillar.

http://eduportal.uz

МАЗМУНУ

МОЛЕКУЛЯРДЫК ФИЗИКА ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

I ГЛАВА. ЗАТТЫН ТҮЗҮЛҮШҮНҮН МОЛЕКУЛЯРДЫК-КИНЕТИКАЛЫК ТЕОРИЯСЫНЫН НЕГИЗДЕРИ

1-§. Заттын түзүлүшүнүн молекулярдык-кинетикалык теориясы.................... 4
2-§. Молекуланын массасы жана өлчөмү 7
3-§. Заттын саны.. 12
4-§. Маселелер чыгаруу.. 16
5-§. Идеалдуу газ... 18
6-§. Температура.. 21
7-§. Газ молекулаларынын кыймыл ылдамдыгы 25
8-§. Маселелер чыгаруу.. 28
9-§. Идеалдуу газ абалынын теңдемелери.. 30
10-§. Изотермикалык жараян 33
11-§. Изобаралык жараян 35
12-§. Изохоралык жараян 37
13-§. Практикалык машыгуу. Молекулалардын өлчөмүн баалоо...................... 38
14-§. Маселелер чыгаруу.. 40
I главаны кайталоо үчүн тест тапшырмалары.. 44
I глава боюнча маанилүү корутундулар.. 47

II ГЛАВА. ИЧКИ ЭНЕРГИЯ ЖАНА ТЕРМОДИНАМИКАНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИ

15-§. Ички энергия 50
16-§. Термодинамикалык жумуш 52
17-§. Жылуулук саны 55
18-§. Маселелер чыгаруу.. 60
19-§. Практикалык машыгуу. Телолордо жылуулук тең салмактуулугун үйрөнүү 63
20-§. Лабораториялык иш. Катуу телолордун салыштырма жылуулук сыйымдуулугун аныктоо 64

http://eduportal.uz

21-§. Отундун салыштырма күйүү жылуулугу 65
22-§. Термодинамиканын биринчи мыйзамы... 67
23-§. Маселелер чыгаруу... 70
24-§. Жылуулук жараяндарынын кайтпастыгы. Термодинамиканын экинчи мыйзамы.. 72
25-§. Лабораториялык иш. Түрдүү температуралуу суу аралаштырылганда жылуулук сандарын салыштыруу 73
II главаны кайталоо үчүн тест тапшырмалары.. 74
II глава боюнча маанилүү корутундулар... 78

III ГЛАВА. ЖЫЛУУЛУК КЫЙМЫЛДАТКЫЧТАРЫ

26-§. Ичинен күймө кыймылдаткычтар.. 81
27-§. Жылуулук кыймылдаткычтарынын иштөө принциби.......................... 83
28-§. Маселелер чыгаруу... 86
29-§. Жылуулук машиналары жана табиятты коргоо 87
30-§. Маселелер чыгаруу... 89
III главаны кайталоо үчүн тест тапшырмалары 91
III глава боюнча маанилүү корутундулар 93

IV ГЛАВА.
СУЮКТУК ЖАНА КАТУУ ТЕЛОЛОРДУН КАСИЕТТЕРИ

31-§. Суюктуктун касиеттери.. 94
32-§. Нымдоо. Капиллярдык кубулуштар 97
33-§. Маселелер чыгаруу... 100
34-§. Лабораториялык иш. Суюктуктун беттик тартылуу коэффициентин аныктоо... 103
35-§. Кристаллдык жана аморфтук телолор.. 104
36-§. Катуу телолордун механикалык касиеттери 106
37-§. Маселелер чыгаруу... 109
38-§. Катуу телолордун эрүүсү жана катуулануусу 111
39-§. Заттын салыштырма эрүү жылуулугу. Аморфтук телолордун эрүүсү жана катуулануусу... 113
40-§ Буулануу жана конденсация 116
41-§. Атмосферадагы кубулуштар.. 119
42-§. Лабораториялык иш. Абанын салыштырма нымдуулугун аныктоо . 124
43-§. Маселелер чыгаруу... 125
IV главаны кайталоо үчүн тест тапшырмалары 126
IV глава боюнча маанилүү корутундулар.. 128

http://eduportal.uz

V ГЛАВА. ОПТИКА.
ЖАРЫКТЫН ТАРАЛУУ МЫЙЗАМДАРЫ.
ОПТИКАЛЫК АСПАПТАР

44-§. Жарыктын ылдамдыгын аныктоо 131
45-§. Жарыктын чагылуу жана сынуу мыйзамдары 134
46-§. Маселелер чыгаруу 138
47-§. Толук ички чагылуу 139
48-§. Маселелер чыгаруу 142
49-§. Лабораториялык иш. Айнектин нур сындыруу көрсөткүчүн
аныктоо 143
50-§. Линзалар 144
51-§. Жука линзанын жардамында сүрөттөлүштү түзүү 146
52-§. Маселелер чыгаруу 148
53-§. Лабораториялык иш. Линзанын оптикалык күчүн аныктоо 150
54-§. Оптикалык аспаптар 151
55-§. Көз жана көрүү 154
56-§. Маселелер чыгаруу 156
57-§. Гелиотехника. Өзбекстанда Күндүн энергиясынан пайдалануу 158
V главаны кайталоо үчүн тест тапшырмалары 160
V глава боюнча маанилүү корутундулар 162

VI ГЛАВА. ААЛАМДЫН ФИЗИКАЛЫК КАРТИНАСЫ.
ФИЗИКА-ТЕХНИКАНЫН ӨНҮГҮҮСҮ

58-§. Ааламдын бирдиктүү физикалык картинасы 164
59-§. Физика жана техниканын өнүгүүсү. Өзбекстанда физика жаатындагы
изилдөөлөр 166

http://eduportal.uz

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH ,
BOYDEDAYEV AHMADJON ,
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH ,
SUYAROV KUSHARBAY TASHBAYEVICH,
USAROV JABBOR ESHBEKOVICH,
YULDASHEVA MOHIDILXAN KAMALDJANOVNA.

FIZIKA

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
9-sinfi uchun darslik

Uchinchi nashr

(Qirg‘iz tilida)

Котормочу *А. Зулпихаров*
Редактору *А. Зулпихаров*
Көркөм редактору *Ш. Мирфаязов*
Техникалык редактору *Х. Хасанова*
Корректору *Ш. Зулпихарова*
Компьютерде даярдаган *Х. Шарипова*

http://eduportal.uz

Басма үйүнүн лицензиясы AI.№ 290. 04.11.2016.
2019-жылдын 10-июлунда басууга уруксат берилди.
Форматы $70x100^{1}/_{16}$. Times New Roman гарнитурасы.
Офсеттик басма. Шарттуу басма табагы 14,3. Басма табагы 12,5.
Нускасы 912. -сандуу буюртма.

Өзбекстан Республикасы Президенти Администрациясынын алдындагы
Маалымат жана массалык коммуникациялар агенттигинин
Гафур Гулам атындагы басма-полиграфиялык чыгармачылык
үйүндө басылды.
Ташкент, 100128. Лабзак көчөсү, 86.

www. gglit.uz. E-mail:info@gglit.uz

http://eduportal.uz

Ижарага берилген окуу китебинин абалын көрсөткөн жадыбал

№	Окуучунун аты жана фамилиясы	Окуу жылы	Окуу китебинин алынганда-гы абалы	Класс жетек-чисинин колу	Окуу китебинин тапшырыл-гандагы абалы	Класс жетек-чисинин колу
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Окуу китеби ижарага берилип, окуу жылынын аягында кайтарып алынганда жогорудагы жадыбал класс жетекчиси тарабынан төмөнкү баалоо критейлеринин негизинде толтурулат:

Жаңы	Окуу китебинин биринчи жолу пайдаланууга берилгендеги абалы.
Жакшы	Мукабасы бүтүн, окуу китебинин негизги бөлүгүнөн ажырабаган. Бардык барактары бар, жыртылбаган, айрылбаган, беттеринде жазуу жана чийүүлөр жок.
Канааттандырарлуу	Мукабасы эзилген, бир аз чийилип, четтери тытылган, окуу китебинин негизги бөлүгүнөн ажыраган түрү бар, пайдалануучу тарабынан канааттандырарлуу калыбына келтирилген. Көчкөн барактары кайра калыбына келтирилген, айрым беттерине чийилген.
Канааттандырарлуу эмес	Мукабасына чийилген, жыртылган, негизги бөлүгүнөн ажыраган же таптакыр жок, канааттандырарлуу эмес калыбына келтирилген. Беттери жыртылган, барактары жетишпейт, чийип, боёп салынган. Окуу китебин калыбына келтирүүгө болбойт.

http://eduportal.uz