

FIZIKA

*Uliwma orta bilim beriw mektepleriniň
9-klası ushın sabaqlıq*

Qayta islengen hám toliqtırılğan ushinshi basılımı

*Özbekstan Respublikasi Xalıq bilimlendiriw
ministrligi tarepinen usınıs etilgen*

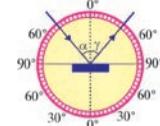
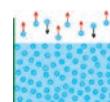
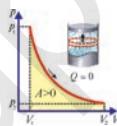
ZAT DÚZILISINIŃ MOLEKULYAR – KINETIKALIQ TEORIYASÍ TIYKARLARI

TERMODINAMIKA ELEMENTLERİ

JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERI

SUYÍQLÍQ HÁM QATTÍ DENELERDİN QÁSIYETLERİ

OPTIKA



Ѓағур Җулоғатындағы баспа-полиграфијалық дөретишиншilik úyi
Tashkent — 2019

Avtorlar: **P. HABIBULLAYEV, A. BOYDEDAYEV,**
A. BAHROMOV, K. SUYAROV, J. USAROV, M. YULDASHEVA

Arnalı redaktor:
K.Tursunmetov — fiz.-mat. ilimleri doktorı,
Ózbekstan Milliy universiteti professorı.

Pikir bildiriwshiler:

- A.T. MAMADALIMOV** — fizika-matematika ilimleri doktorı, ÓzR FA akademigi.
M. DJORAYEV — Nizomiy atındaǵı TMPU professorı, ped.ilim.doktorı.
E. XUJANOV — TMPU “Fizika hám astronomiya oqıtıw kafedrası” oqıtıwshısı.
Z. SANGIROVA — RTM “Anıq hám tábiyyiy pánler” bólimi fizika páni metodisti.
V. SAIDXOJAYEVA — Tashkent wálayatı Piskent rayonı 5-mektepiń fizika páni muǵallimi, Ózbekstanda xızmet kórsetken xalıq bilimlendiriw xızmetkeri.
M. SAIDORIPOVA — Yunusabad rayonındaǵı 63-mektepiń fizika páni muǵallimi.
E. JUMANIYOZOV — Sergeli rayonındaǵı 8-mektepiń fizika páni muǵallimi.

Shártlı belgiler

 — itibar beriń hám este saqlań

 — sorawlarǵa juwap beriń

 — eslep qalıń

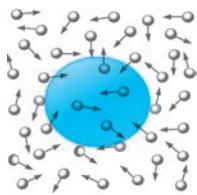
 — máselelerdi sheshiń

 — ámeliy tapsırmalardı orınlarıń hám dápterińizge jazıń

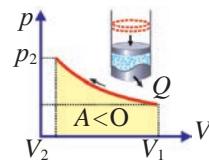
* — sheshimi salıstırmalı túrde quramalı bolǵan másele

Habibullayev P.

Fizika. Uliwma orta bilim beriń mektepleriniń 9-klası ushın sabaqlıq /P.Habibullayev [hám basq]. — T.: Ғafur Ғulom atındaǵı baspa-poligrafiyalıq döretiwshilik úyi, 2019. —176 b.



MOLEKULYAR FIZIKA HÁM TERMODINAMIKA TİYKARLARI



Molekulyar fizika hám termodinamika — fizikanıń bölimlerinen biri bolıp, onda zattıń fizikalıq qásiyetleri, onı payda etken esap-sansız bólekshelerdiń arasında júz beretuǵın procesler úyreniledi.

Molekulyar fizika hám termodinamika úyrenetuǵın máseleler kólemi júdá keń bolıp, ol:

Zatlardıń dúzilisi;

Zatlardıń hár túrli jaǵdaydaǵı fizikalıq qásiyetleri;

Zatlardıń bir jaǵdaydan ekinshi jaǵdayǵa ótiw nızamlılıqları;

Zattıń sırtqı qubılısları, eki zat shegarasında júz beretüǵın qubılıslardı;

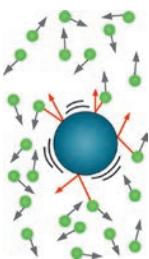
Zattıń quraytuǵın bólekshelerdiń häreketi hám olar arasında óz aratásır kúshleriniń payda bolıw sebeplerin úyrenedi hám túsındiredi.

Molekulyar fizika hám termodinamikanı úyreniwde statistikalıq hám termodinamikalıq metodlardan paydalanyladi.

Statistikalıq metod. «Statistika» sózi «esaplaw», «ulıwmalastırıw» degen mánislerdi anılatadı. Statistikalıq metodta zattaǵı hárbiń bóleksheniń qozǵalısı emes, al olardıń nátiyjeli ortasha qozǵalısı úyreniledi. Máselen, molekulalardıń ortasha tezligi, kinetikalıq energiyası hám t.b. Bólekshelerdiń nátiyjeli ortasha qozǵalısı óz aldına bólek bólekshelerdiń qozǵalıs nızamlılıqları tiykarında aniqlanadı. Bul metod zat dúzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teoriyasına tiykar etip alıngan.

Termodinamikalıq metod. «Termodinamika» sózi «termo» — «jıllılıq» hám «dinamika» — «kúsh», «qozǵalıs» sózlerinen alıngan. Termodinamikalıq metodta úyrenilip atırǵan zattıń jaǵdayı temperatura, basım, kólem siyaqlı termodinamikalıq parametrler menen aniqlanadı.

Molekulyar fizikanı úyreniwde statistikalıq hám termodinamikalıq metodlar bir-birin tolıqtıradı. Bul metodlardan gaz, suyuq hám qattı halatındaǵı zatlardıń dúzlisi hám olarda bolatuǵın proceslerdi úyreniwde paydalanyladi.



I BAP

ZAT DÚZILISINIŃ MOLEKULYAR-KINETIKALÍQ TEORIYASÍ TIYKARLARI

1-§. ZAT DÚZILISINIŃ MOLEKULYAR-KINETIKALÍQ TEORIYASÍ

Zat haqqındaǵı ilimge dáslep biziń eramızǵa shekemgi V – IV ásirlerde jasaǵan grek filosofi Demokrit tárepinen tiykar salıńǵan. Demokrit tábiyat hádiyselerin úyreniw ushın denelerdiń ishki dúzilisin úyreniw kerekligi haqqında óz miynetlerinde jazǵan. Onıń pikirinshe, barlıq zatlar júdá kishkene bólekshelerden quralǵan. Ol zattıń eń kishi bólınbeytuǵın bólekshesin atom dep ataǵanlıǵı haqqındaǵı maǵlıwmatı menen siz 6-klasta tanıstińız.



Zattıń dúzilisi hám qásiyetleri onı quraytuǵın molekulalardıń háreketine hám molekulalar arasındaǵı óz ara tásır kúshine qaray úyreniwhi teoriya molekulyar-kinetikalıq teoriya (MKT) dep ataladı.

Zat dúzilisiniń molekulyar — kinetikalıq teoriyası XVIII ásirden neǵizgi teoriya sıpatında rawajlana basladı. Molekulyar-kinetikalıq teoriyanıń rawajlanıwına rus alımları M.V.Lomonosov, D.I.Mendeleyev, inglez alımları D.Dalton, J.Maksvell, nemec alımı O. Shtern, avstriya fizigi L.Bolsman, italyan alımı A.Avogadro hám basqalar óz úleslerin qosqan.

Molekulyar-kinetikalıq teoriya tájiriybelerde dálillengen úsh faktorǵa tiykarlanadı:



1. Zatlar bólekshelerden — atom hám molekulalardan dúzilgen.
2. Atom hám molekulalar toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı.
3. Atom hám molekulalar arasında óz ara tartısıw hám iyterisiw kúshleri bar.

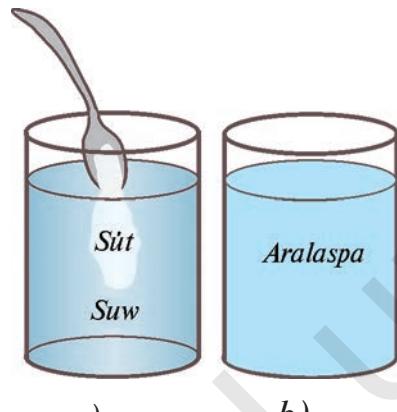
Bul faktorlar ámeliy mísallarda anıq kórinedi.

1. Ójireniń bir mushına átir sewilse, onıń iyisi ójireniń basqa mushına da jetip keledi. Átir molekulalardan quralǵan. Átir molekulaları ójire boylap toqtawsız hám tártipsiz háreket etiwi nátiyjesinde tarqaladı. Átir iyisi bizge jetip kelemen degenshe belgili bir waqt ótedi. Bunıń sebebi — átir molekulaları óz jolında esap-sansız hawa molekulaları menen soqlıǵısadı hám óz háreket jónelisin birneshe ret ózgertedi.

Stakandaǵı suw ústine bir shay qasiq sút quysaq, suw menen sút tez aralasıp ket-peydi (1-a súwret). Olardiń aralasıwı ushın belgili bir waqt ketedi (1-b súwret).

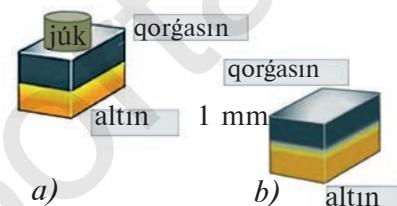
Suw hám súttiń óz ara aralasıwı olardıń bólekshelerden quralǵanlıǵın hám bul bóleksheler toqtawsız hám tártipsiz hárekette ekenligin kórsetedi. Aralasıwına waqt ketiwi bolsa, bólekshelerdiń **óz ara tásirlenip qozǵalıwin** kórsetedi.

Altın hám qorǵasın metallarınıń betleri siypaq qılınıp, ústi-ústine jaylastırılıp, olardıń ústine awır júk qoyılǵan (2-a súwret). Bes jıldan keyin metallar ústindegi júk alınganda, olardıń bir-birine jabısıp qalǵanlıǵı baqlanǵan. Altın atomları qorǵasının ishine, qorǵasın atomları bolsa altinnıń ishine shama menen 1 mm kirip barǵan (2-b súwret). Bul altın hám qorǵasın zatlarınıń aralasıwı qattı denelerdiń de bólekshelerden turatuǵınlıǵın bildiredi. Qattı dene bóleksheleriniń áste aralasıwı bolsa, metall bóleksheleriniń óz ara tásir kúshi suyiqliq yaki gazlerge qaraǵanda kúshlirek ekenligin kórsetedi.



a) b)

1-súwret.



a)

b)

2-súwret.

Broun qozǵalısı

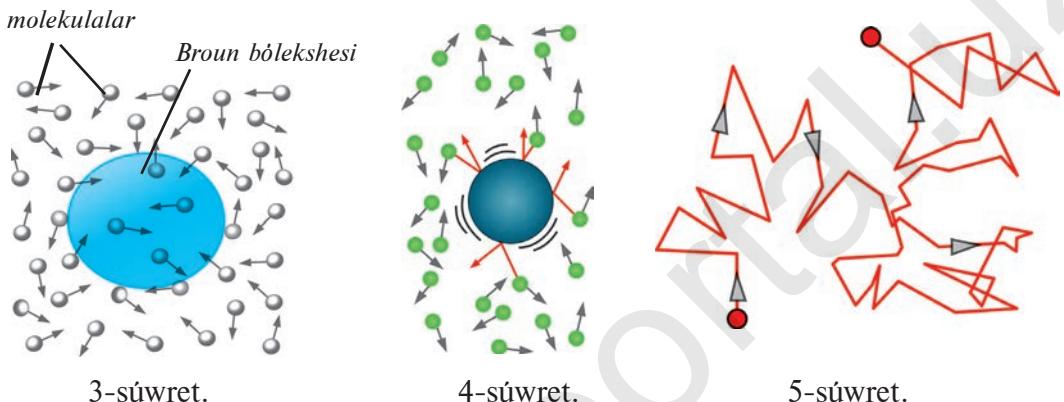
Zattaǵı molekulalardıń tártipsiz qozǵalısın dálillewshi tájiriyye ingliz botanigi Robert Broun tárepinen 1827-jılı baqlanǵan. Broun suw ústine ósimlik gúliniń shańı (spora-tuqım)n sewip, onı mikroskopta baqlaydı. Broun gúl shańınıń suw ústinde toqtawsız hám tártipsiz qozǵalısın kórip, onı mayda bir janı bar zat dep oylaǵan. Qozǵalıp atırǵan zattıń ne ekenligin hám bunday háreket sebeplerin aniqlaw ushın Broun bir qatar tájiriybeler ótkergen. Ol tájiriybeler arqalı tábiyatta bólekshelerdiń úzliksiz hám tártipsiz (xaotik) háreket etiwi aniqlaǵan. Bunday qozǵalısqa ilimde **Broun qozǵalısı** dep at berilgen.



Suyıqliq yaki gazlerde bólekshelerdiń toqtawsız hám tártipsiz qozǵalısı xaotikalıq qozǵalıs dep ataladı.

«Xaotik» sózi latínsha «xaos» sózinен alıngan bolıp, «tártipsiz» degen mánini bildiredi. Broun qozǵalısınıń payda bolıw sebepleri zat dúzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teoriyası tiykarında tómendegishe túsindiriledi. Broun qozǵalısınıń molekulyar-kinetikalıq teoriyası 1905-jılı Albert Eynshteyn tárepinen oylap tabılǵan. Suyıqliqta asılıp turǵan gúl shańı (Broun bólekhesi)na

zat molekulaları úzliksiz hám tártipsiz urılıp turadı. Eger Broun bólekshesiniň ólshemi 1 mikrometrden úlken bolsa, oğan hár tärepten urılıp atırğan molekulalardıň soqqı kúshleri bóleksheni háreketke keltire almaydı (3-súwret). Broun bólekshesiniň ólshemi 1 nanometr átirapında bolsa, oğan bir tärepten urılıp atırğan molekulalar sanı, basqa tärepten urılıp atırğan molekulalar sanınan pariq qıladi. Broun bólekshesine tásir etiwshi nátiyjeli kúsh bóleksheni qozǵaydı (4-súwret). Demek, Broun qozǵalısı belgili bir ortalıqta asılıp turǵan bólekshege usı ortalıq molekulalarınıň toqtawsız urılıwları nátiyjesinde payda boladı eken.



Zat dúzilsin úyreniwge baylanıslı izertlewlerde Broun qozǵalısınıň oylap tabılıwi úlken áhmiyetke iye boldı. Broun qozǵalısı molekulalardıň tártipsiz qozǵalıwınan basqa, zattıň molekulalardan turatuǵınlıǵıň da tastıyıqlaydı.

Broun qozǵalısın francuz fizigi Jan Perren tájiriybede úyrenip, xao-tikalıq qozǵalıp atırğan bóleksheniň birdey waqtılar aralığında halatların súwretke algan. Bunda Broun bólekshesiniň trayektoriyası 5-súwrette súw-retlengenindey hár túrlı uzınlıqlardańı sıňıq sıziqlardan ibarat eken. 1926-jılı J. Perrenge zattıň molekulalardan turatuǵınlıǵıń tájiriybede dálillegeni ushın Nobel sıylığı berilgen.



Broun qozǵalısı toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıstan ibarat.
Broun qozǵalısınıň traektoriyası quramalı sıňıq sıziqlardan ibarat.
Broun qozǵalısı bóleksheniň ólshemine baylanıslı.



1. Qanday tájiriybeler zat dúzilisiniň molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıň tiykarǵı faktorlarıń tastıyıqlayıd?
2. Broun qozǵalısınıň payda bolıw sebebin túsındırıp berin.
3. Ne ushın ekige bóligen plastilindi bir-birine biriktiriwge boladı, biraq ekige bóligen qálem bóleklerin bir-birine qaytadan biriktiriwge bolmaydı?
4. Qattı denelerdiň bóleksheleri toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı. Ne ushın deneler shashılıp ketpeydi?



Broun qozǵalısın baqlaw. Keshte jataqxanańızdını svetin óshirip, fonar járdeminde nur sáwlesin payda etiń. Qálegen bir tawardı nur túsp turǵan sáwlege silkiń. Jaqtılıq sáwlesinde hawadaǵı shań bóleksheleriniń toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıp atırǵanı kórinedi. Nátiyjesin jazıń.



Mexanikalıq model tiykarında molekulalardıń tártipsiz qozǵalısın kórsetiw.

Kerekli úskeneleń: aq hám qara reńli sharlar, tarelka, plomaster.

Maqseti: molekulalar tártipsiz qozǵaladı degen gipotezanı mexanikalıq model arqalı úyreniw.

1. Molekula modeli sıpatında aq hám qara reńli sharlardı alamız. Máselen, shama menen 20 danasın alınıń.
2. Tómengi tárepi tegis bolǵan shuqırlaw ıdıs alınıń (máselen, tarelka).
3. Ídistiń ishin flomaster menen teńdey ekige bólip sızıń.
4. Ídistiń ishindegi birinshi yarımińna aq reńdegi sharlardı, ekinshi yarımińna qara reńdegi sharlardı salıń.
5. Ídisti silkip onıń ishindegi sharlardı háreketke keltiriń hám ıdıs ishindegi sharlardıń jaylasıwın baqlań (6-b súwret) hám de nátiyjesin jazıń.



a)



b)

6-súwret.

2-§. MOLEKULANÍ MASSASÍ HÁM ÓLSHEMI

Molekulalar

Zatlar mayda bólekshelerden — molekula hám atomlardan dúzilgenligin bilip aldińız.

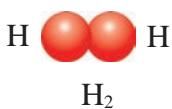


Zattıń ximiyalıq qásiyetin ózinde saqlap qalatuǵın eń kishi bólekshesine molekula delinedi.

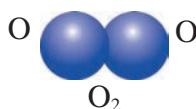
Molekula birdey yaki hár túrli ximiyalıq elementlerdiń birneshe atomınan turadı. Metallar hám inert gazler tábiyatta atom túrinde ushıraydı. Metall hám inert gazlerden basqa elementlerdiń molekulası eń keminde eki atomnan ibarat boladı. Máselen, Vodorod gazi vodorod (H_2)

molekulalarınan, hárbir vodorod molekulası bolsa 2 vodorod (H) atomınan ibarat. Hawadağı kislorod (O_2) molekulalarınan, hárbir kislorod molekulası 2 kislorod (O) atomınan dúzilgen. Suw bolsa suw (H_2O) molekulalarınan quralǵan. Hárbir suw molekulası 2 vodorod (H) hám 1 kislorod (O) atomınan ibarat (7-súwret).

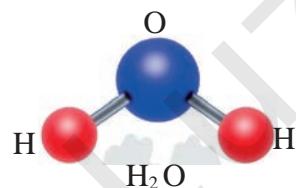
Vodorod molekulası



Kislorod molekulası



Suw molekulası



7-súwret.

Molekulalardıń ólshemi

Molekulalar júdá kishkene bolǵanı ushin olardı kóz benen kóre almaymız. Biraq, usı kózge kórınbeytuǵın, júdá mayda bóleksheler birigip, biz kóre alatuǵın deneler hám zatlardı payda etedi. Molekulalardıń ólshemi qanday? Olardıń ólshemin aniqlawǵa bola ma?

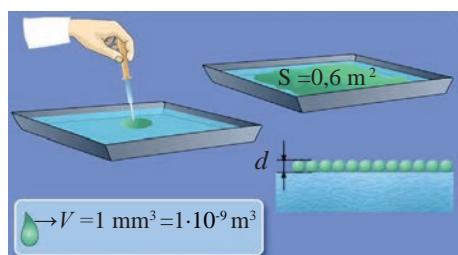
Molekulalardıń ólshemin aniqlawdıń birqansha usılları bar. Usınday usıllardıń biri, zaytun mayı tamshısınıń suw betinde jayılıwın kórip shıǵayıq. Eger ıdis úlken bolsa, may suw betin tolıq qaplamaydı(8-súwret). Kólemi 1mm^3 bolǵan zaytun mayı tamshısı suw betininiń shama menen $0,6 \text{ m}^2$ in iyeleydi eken. May tamshısı suwdıń eń úlken betine qaray jayılganda may qatlamınıń qalınlığı bir molekula diametrine jaqın dep qarawımızǵa boladı. Demek, may qatlamınıń qalınlığın aniqlap, molekula ólshemin shama menen esaplawǵa boladı.

May qatlamınıń qalınlığın tómendegishe aniqlaymız. May qatlamınıń kólemi V , onıń jayılgan beti S penen qalınlığı d niń kóbeymesine teń:

$$V = S \cdot d. \quad (1)$$

Bul teńlemeden may qatlamınıń qalınlığı, yaǵní zaytun mayı molekulasınıń diametri tómendegige teń boladı:

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



8-súwret.

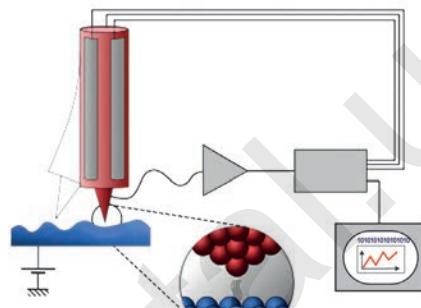
Bunday ólshemdegi molekulanı eń kúshli optikalıq mikroskopta da kóre almaysań. Ólshewden alıngan nátiyje boyınsha biz atomnıń radiusı 10^{-10} m ge jaqın bolǵan shar kórinisin kóz aldımızǵa keltiremiz. Molekulalar birneshe atomlardan ibarat bolǵanı ushin olardıń diametri atomnıń diametrinen úlken boladı. Máselen,

vodorod molekulasiń diametri $d \approx 2,3 \cdot 10^{-10} m$, suw molekulasiń diametri $d \approx 3 \cdot 10^{-10} m$ ge teń.

Bul ólshemler sol dárejede kishkene, olardı elesletiw júdá qiyın. Bunday jaǵdayda elesletiw ushın óz ara salıstırıw járdem beredi. Máselen, eger molekulani almaday bolǵansha úlkeyttirsek, sonday dárejede úlkeytti-rilgen alma Jer planetasınday boladı. Taǵı usıǵan uqsas salıstırıw: eger tábiyattaǵı barlıq zatlar 10^8 ese úlkeyttirilse, 1 m bolǵan boyı 100 000 km ga jetedi.

Házirgi waqtta arnawlı ásbaplar járde-minde óz aldına atomlar hám molekulalardıń jaylasıw kórinisin hám olardıń ólshemin anıq ólshew imkanı bar. Usınday zamanagóy ásbaplardan biri **tunnelli mikroskop** (9-súwret) bolıp, ol 1980-jılları belgili IBM¹ firması xız-metkerleri tárepinen oylap tabılǵan (bul oylap tabılmanıń avtorları bolǵan Gerd Binning hám Genrix Rorerge 1986-jılı Nobel sıylığı berilgen).

Tunnelli mikroskop ólshemdi 100 million ese úlkeyttiriw mümkinshiligine iye. Bul atom ólshemin júdá úlken anıqlıqta ólshew mümkinligin bildiredi. Tunnelli mikroskop járdeminde uglerod atomınıń diametri $1,4 \cdot 10^{-10} m$ ge teń ekenligi hám basqa atomlardıń ólshemleri de anıqlanǵan. Tunnelli mikroskop járdeminde zattı quraytuǵın bóleksheniń súwretke alınganı, zattıń atom hám molekulalardan quralǵanına isenim payda etti.



9-súwret.

Molekulaniń massası

Molekulalardıń ólshemi haqqında maǵlıwmattan paydalaniп, olardıń massasın esaplaymız. Suw molekulasiń diametri shama menen $d \sim 3 \cdot 10^{-10} m$ depalsaq, onda onıń kólemi shama menen $V \sim d^3 = (3 \cdot 10^{-10} m)^3$ ga teń boladı. Suw molekulaları bir-birine tiǵız tiyip turadı dep, 1 m³ suwdagi molekulalar sanın esaplaymız:

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

1 m³ suwdıń massası 1000 kg ga teńliginen suw molekulasiń massasın esaplaymız:

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

¹IBM (Internasional Business Machines) programmalastırıw boyınscha Amerikadaǵı iri kompaniya.

Esaplaw nátiyjesi boyinsha, suw molekulasınıń massası oǵada kishkene ekenligi kórinip tur. Atom (yaki molekula)lardıń ólshemleri qanshelli kishi bolsa da, olardıń massaları aniqlanǵan. Máselen, suw molekulasınıń massası $m_{H_2O} \approx 2,7 \cdot 10^{-26}$ kg, kislorod molekulasi $m_{O_2} \approx 5,32 \cdot 10^{-26}$ kg, uglerod atomı $m_C \approx 1,992 \cdot 10^{-26}$ kg, sınap atomı $m_{Hg} \approx 3,337 \cdot 10^{-25}$ kg kg ga teń eken.

Salıstırmalı atom (molekulyar) massa

Joqarıda zattı qurawshı molekulalardıń massası oǵada kishkene ekenligin aytıp óttik. Bunday kishi massanı tárezide ólshew mümkin emes. Sonıń ushın atomnıń massasın bildiretuǵın arnawlı massa atom birligi (**u**)² túsiniǵi ilimge kirgizilgen. Xalıqaralıq kelisimde barlıq zatlar atomlarınıń massasın $^{12}_6C$ uglerod atomı massasınıń $1/12$ bólegi menen salıstırıw ushın qabil etilgen. Onda massa atom birligi:

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

Demek,

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



Berilgen zat atomı massasınıń (m_0) uglerod atom massası (m_{0C}) $1/12$ bóleginiń qatnasına, usı zattıń salıstırmalı atom massası dep ataladı.

Anıqlama boyinsha salıstırmalı atom massa tómendegishe esaplanadı:

Salıstırmalı atom massası = $\frac{\text{Element bir atomınıń massası}}{\text{Uglerod atom massasınıń } 1/12 \text{ bólegi}}$ yaki

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

(2) aňlatpa boyinsha kislorod atomınıń salıstırmalı atom massası:

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

²«unit» — inglis tilinde — «unified mass unit» — massa atom birligi

Salıstırmalı atom massa ólshemsiz shama bolıp esaplanadı. Barlıq ximiyalıq elementlerdiń salıstırmalı atom massası D. I. Mendeleevtiń ximiyalıq elementler periodlıq sistemاسında berilgen. Quramalı zat molekulasınıń salıstırmalı molekulyar massasın tabıw ushın onıń quramına kiriwshi elementlerdiń salıstırmalı atom massaların qosıw kerek. Máselen, suw (H_2O) molekulasınıń salıstırmalı molekulyar massasın tabıw ushın eki vodorod atomınıń salıstırmalı massasına bir kislород atomınıń massasın qosamız, yaǵníy: $M_{H_2O} = 1 \cdot 2 + 16 = 18$ u.

Másele sheshiw úlgisi

Bir dana suw molekulasınıń massası $3 \cdot 10^{-26}$ kg ǵa teń bolsa, 12 cm^3 suwda qansha molekula bar?

Berilgeni:

$$m_0 = 3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$V = 12 \text{ cm}^3 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ kg / m}^3.$$

Tabıw kerek:

$$N = ?$$

Formulası:

$$m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{m_0};$$

$$N = \frac{\rho \cdot V}{m_0}.$$

$$[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \text{ólshemsiz}$$

Esaplaw:

$$N = \frac{10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-26}} = 4 \cdot 10^{23}$$

Juwabı: $N = 4 \cdot 10^{23}$.



1. Molekulaǵa sıpatlama beriń hám misallar keltiriń.
2. Molekulaniń ólshemin qalay aniqlawǵa boladı?
3. Atom hám molekulaniń ólshemi qanday tártipte boladı?
4. Massaniń atom birligi etip qanday shama alıngan?
5. Zattıń salıstırmalı molekulyar massası qalay aniqlanadı?



1. Massası $2,4$ kg bolǵan kómirde qansha uglerod atomı bar ekenin esaplań. Uglerod atomınıń massasın $2 \cdot 10^{-26}$ kg ǵa teń dep alıń.
2. Kólemi $0,2 \text{ mm}^3$ bolǵan may suw betinde jayılıp shama menen $0,8 \text{ m}^2$ betin juqa perde payda etti. May molekulaları suw betinde bir qabat bolıp tegis jayılǵan dep esaplap, may molekulasınıń sızıqlı ólshemin aniqlań.
3. Bir suw molekulasınıń massası $3 \cdot 10^{-26}$ kg. Kólemi 5 cm^3 bolǵan suwda qansha suw molekulası bar?
4. Ídistaǵı suwda 10^{24} suw molekulası bolsa, suwdıń kólemi qanday? Suw molekulasınıń diametrin $3 \cdot 10^{-10}$ kg ǵa teń dep alıń.
5. May molekulasınıń diametrin shama menen $2,6 \cdot 10^{-10}$ m bolsa, 35 cm^3 mayda qansha may molekulası bar ekenin aniqlań.

6. Kesteni toltırıń.

Nº	Zat	Ximiyalıq belgisi	Salıstırmalı molekulyar massası (u)
1	Azot		
2	Ozon		
3	As duzi		
4	Metan gazi		
5	Karbonat angidrid		

3-§. ZAT MUĞDARÍ

Zat muğdarı

Makroskopiyalıq («makro» — sózi grekshe «úlken» degen mánini bili diredi) dene quramında atom (yaki molekula)lar oǵada kóp bolǵanı ushın olardıń sanın massası 12 g bolǵan uglerodtaǵı atomlar sanı menen salıstırıw qabil etilgen.



1 mol — sonday muğdar, onda atom (molekula)lar sanı 12 g uglerodtaǵı atomlar sanına teń.

Bul sıpatlamadan barlıq zatlardıń 1 mol muğdardaǵı molekula (atom)lar sanı óz ara teń degen juwmaq kelip shıǵadı. XBS da zattıń muğdarın «mol» da beriw qabil etilgen. Zattıń muğdarı v (nyu) háribi menen belgilenedi.

Avogadro turaqlısı

Muğdarı 1 mol bolǵan zattaǵı molekulalar sanı italiyalı alım Amedeo Avogadro húrmetine Avogadro turaqlısı dep ataladı; hám onı N_A dep belgilew qabil etilgen.



Avogadro turaqlısı fundamental fizikalıq muğdar bolıp, onıń sanı muğdarı $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ga teń.

Eger zattıń muğdarı v ga teń bolsa, ondaǵı molekulalar sanı tómendegidey etip aniqlanadı:

$$N = v \cdot N_A. \quad (1)$$

Zattıń muğdarın tabıw ushın zattıń quramındaǵı molekulalar sanın Avogadro sanına bólıw kerek, yaǵníy

$$v = \frac{N}{N_A}. \quad (2)$$

Molar massa



Muğdari 1 mol bolǵan zattıń massası molyarlıq massa dep ataladı hám M háribi menen belgilenedi.

Bul sıpatlama boyınsha zattıń molyar massası onıń bir molekulاسınıń massası menen Avogadro turaqlısı kóbeymesine teń, yaǵníy:

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

Molyar massanıń birligi etip kg/mol qabil etilgen. (3) ańlatpa boyınsha zattıń molekulасınıń massasın esaplawǵa boladı:

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

Demek, hárqanday zat molekulасınıń massasın anıqlaw ushın onıń molyar massasın Avogadro turaqlısına bóliw kerek.

Salıstırmalı molyar massa $M_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0C}}$ ańlatpasınan m_0 di tawıp, onı (3) ańlatpaǵa qoysaq, $M = \frac{1}{12}m_{0C} \cdot M_n \cdot N_A$ ańlatpası payda boladı. Endi usı teń-

lemege uglerod atom massası hám Avogadro turaqlısınıń san márnisin qoypı́p ápiwayılastırırlsa, tómendegi qatnas payda boladı:

$$M = M_n \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \quad \text{yaki} \quad M = M_n \text{ g/mol.}$$

Bul qatnas boyınsha zattıń molyar massasın tabıw eń qolaylı bolıp esaplanadı. Mendeleev periodlıq sistemasi tiykarında hárqanday zat molekulасınıń salıstırmalı molekulyar massasın anıqlawǵa boladı. Mısalı: karbonat angidrid gaziniń molekulasi (CO_2) ushın salıstırmalı molekulyar massa $M_{\text{CO}_2} = 44\text{u}$ ke teń, onda karbonat angidrid (CO_2) gazi ushın molyar massa $M = 44 \text{ g/mol}$ ǵa teń boladı.

Molekulalar sanı

Qálegen zattıń massasın tabıw ushın onı qurawshı molekulalar sanıń bir molekulanıń massasına kóbeytiw kerek, yaǵníy:

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

(4) ańlatpası (5)-ańlatpaǵa qoysaq, tómendegi ańlatpa payda boladı:

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

(1) аńlatpanı esapqa alsaq (6) аńlatpadan tómendegi аńlatpa kelip shıǵadı:

$$V = \frac{m}{M}. \quad (7)$$

Onda (1) teńlikti (7) аńlatpa boyınsha jazamız:

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

Bul аńlatpa boyınsha massası anıq bolǵan hárqanday zattıń molekulalar (yaki atomlar) sanın anıqlawǵa boladı.

Molekulalar konsentraciyası



Kólem birligindegi molekulalar sanına molekulalardıń koncentraciyası dep ataladı hám ol n háribi menen belgilenedi.

Anıqlama boyınsha, zattıń molekulalarınıń koncentraciyası tómendegishe anıqlanadı:

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

bunda N — Ídistaǵı molekulalardıń sanı, V — Ídıs kólemi.

Zattıń molekulalarınıń koncentraciyası Xalıqaralıq birlikler sistemasında $[n] = \text{m}^{-3}$ birliginde ólshenedi.

(9) аńlatpadaǵı N niń ornına (8) аńlatpanı qoyıw arqalı zattıń molekulalarınıń koncentraciyasın anıqlawdıń jáne bir аńlatpası payda boladı:

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

Bul teńlemeden zattıń tiǵızlıǵıń anıqlawdıń jáne bir аńlatpa kelip shıǵadı, yaǵnıı $\rho = n \cdot m_0$.

Másele sheshiw úlgisi

1-másele. Kólemi 54 cm^3 bolǵan suwdaǵı molekulalar sanın anıqlań.

Berilgeni:

$$V = 54 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$M = 18 \text{ g/mol}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Tabiwy kerek:

$$N = ?$$

Formulası:

$$m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{M} N_A.$$

$$[m] = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \text{cm}^3 = \text{g}.$$

$$[N] = \frac{\text{g}}{\text{g/mol}} \cdot \frac{1}{\text{mol}} = 1$$

Esaplaw:

$$m = 54 \cdot 1 \text{ g} = 54 \text{ g.}$$

$$N = \frac{54}{18} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,806 \cdot 10^{24}.$$

Juwabi: $N = 1,806 \cdot 10^{24}$.

2-másele. 136 mol sınap qansha kólemdi iyeleydi? Sınapçıń tiǵızlıǵı 13,6 g/cm³, molyar massası 200 g/mol.

Berilgeni:

$$\begin{aligned}v &= 136 \text{ mol} \\ \rho &= 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ M &= 200 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}\end{aligned}$$

Tabiwy kerek:

$$V = ?$$

Formulası:

$$v = \frac{m}{M}; \quad m = v \cdot M.$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{v \cdot M}{\rho}.$$

$$[V] = \frac{\text{mol} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \text{m}^3.$$

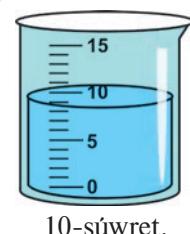
Esaplaw:

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

Juwabi: $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \text{ l.}$



- Zattıń muǵdarı dep nege aytıladı? Onıń ólshew birligi qanday?
- Avogadro turaqlısınıń san mánisin aytıń hám onı túsındırıp beriń.
- Molyar massa dep qanday muǵdarǵa aytıladı? Azon, karbonat angidrid hám metan gazi ushın molyar massa nege teń?
- Zattaǵı molekulalar sanı qalay esaplanadı?
- Ídistaǵı suw molekulalarınıń konsentraciyasın qalay aniqlaysız (10-súwret)? Ídistiń ólshew birligi *ml* de berilgen.



10-súwret.



- Massası 270 g bolǵan suwdaǵı zattıń muǵdarın aniqlań.
- Muǵdarı 8 mol bolǵan karbonat angidrid (CO_2) gaziniń massası nege teń?
- Massası 7 g bolǵan azot (N_2) quramındaǵı molekulalar sanın aniqlań.
- Zattıń molyar massası 36 g/molǵa teń bolsa, usı zattıń bir molekulasınıń massasın aniqlań.
- Kesteni tolteriń.

Nº	Zattıń túri	Ximiyalıq belgisi	Molyar massası (g/mol)	Molekulaniń massası (g/mol)
1	As duzı	NaCl		
2	Ozon	O_3		
3	Azot	N_2		
4	Metan gazi	CH_4		

- Bir dana gaz molekulasınıń massası $7,33 \cdot 10^{-26}$ kg ǵa teń. Usı gazdiń massasın aniqlań.

4-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Uzınlığı 15 cm hám kesesine kesilgen beti 4 mm^2 bolǵan grafit qálemshesinde qansha uglerod atomı bar ekenin aniqlań. Grafittiň tiǵızlıǵı $1,6 \text{ g/cm}^3$. Bir dana uglerod atomınıń massası $2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ ga teń.

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$l = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $S = 4 \text{ mm}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $\rho = 1,6 \text{ g/cm}^3 = 1,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $m_0 = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg.}$	$V = S \cdot l, \quad m = \rho \cdot V$ <p>bunnan: $m = \rho \cdot S \cdot l.$</p> $N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho \cdot S \cdot l}{m_0}.$ $[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1$	$N = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-26}} =$ $= 4,8 \cdot 10^{22}.$
<i>Tabiw kerek:</i> $N = ?$		Juwabi: $N = 4,8 \cdot 10^{22}.$

2-másele. Kólemi 5 l bolǵan ıdisqa 140 g massalı azot gazi salıngan. ıdistäǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyasın aniqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$V = 5 \text{ l} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $m = 140 \text{ g} = 0,14 \text{ kg}$ $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$	$N = \frac{m}{M} \cdot N_A;$ $n = \frac{N}{V}, \quad [n] = \frac{1}{\text{m}^3}.$	$N = \frac{0,14}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{24}.$ $n = \frac{3 \cdot 10^{24}}{5 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{m}^3}.$
<i>Tabiw kerek:</i> $n = ?$		Juwabi: $n = 6 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}.$

3-másele. Sırtqı beti 20 cm^2 bolǵan buyımǵa $1,5 \mu\text{m}$ qalınlıqta gúmis qatlamı qaplandı. Qaplamda qansha gúmis atomı bar ekenin aniqlań. Gúmistiň tiǵızlıǵı $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, molar massası 108 g/mol ga teń.

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$S = 20 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $h = 1,5 \mu\text{m} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$	$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h,$ $\nu = \frac{m}{M}, \quad N = \nu \cdot N_A$ $N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{\rho S h}{M} \cdot N_A.$ $[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg/mol}} \cdot \frac{1}{\text{mol}} = 1$	$N = \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{108 \cdot 10^{-3}}$ $\cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,75 \cdot 10^{20}.$
<i>Tabiw kerek:</i> $N = ?$		Juwabi: $N = 1,75 \cdot 10^{20}.$

**M
3**

- Massası 81 g bolǵan alyuminiyden islengen buyım. Buyımda qansha alyuminiy atomı bar?
- $4 \cdot 10^{24}$ temir atomınan ibarat deneniń massası qansha?
- Ídısqa salıngan gazdiń massası 5,5 kg ǵa teń. Ídısta $7,5 \cdot 10^{25}$ gaz molekulası bar bolsa, bul gaz túrin aniqlań.
- Ídısqa massası 72 g lıq suw quyılǵan. Ídıstaǵı suw molekulalarınıń koncentraciyasın aniqlań.
- Kólemi 6 cm^3 bolǵan almazdaǵı atomlar sanın aniqlań. Almazdıń tıǵızlıǵı 3500 kg/m^3 hám molyar massası 12 g/mol.
- Zattıń muǵdarı 200 mol bolǵan mıstan qalınlığı 2 mm bolǵan tegis mıs plastinkası soǵılǵan. Plastinkanıń beti nege teń? Mıstıń tıǵızlıǵı 8900 kg/m^3 molyar massası 64 g/mol.
- Zattıń tıǵızlıǵı 5 g/cm^3 bolsa, tolıq sırtınıń beti 24 cm^2 bolǵan kubtiń massası qanday boladı?
- Zattıń muǵdarı 34 mol sınap qansha kólemdi iyeleydi? Sınapıń tıǵızlıǵı $13,6 \text{ g/cm}^3$, molyar massası 200 g/mol ǵa teń dep alıń.
- 10 l kólemdegi Ídısqa 1,6 kg massalı kislород salıngan. Ídıstaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyasın aniqlań.
- Suw molekulasınıń diametrin $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ dep alıp, 3 g suwdaǵı barlıq molekulalar bir-birine tıǵızlap bir qatarǵa jaylastırılsa, qanday uzınlıq payda bolıwın esaplań. Bul uzınlıqtı Jerden Ayǵa shekem bolǵan aralıq ($3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$) menen salıstırıń.
- Ídıstaǵı suwda $3 \cdot 10^{24}$ suw molekulasi bolsa, suwdıń kólemi qanday boladı? Suw molekulasınıń diametri $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ǵa teń.
- May molekulasınıń diametri shama menen $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ǵa teń bolsa, 24 cm^3 mayda qansha may molekulasi bar ekenligin aniqlań.
- Bir zattıń molekulasınıń diametri fotosúwrette $0,5 \text{ mm}$ ge teń. Eger fotosúwret elektron mikroskop járdeminde 200 000 ese úlkeyttirilip alıngan bolsa, usı zattıń molekulasınıń haqıyqı diametri qansha?
- Ne ushın ottan shıǵıp atırǵan tútin joqarı kóterilgen sayın hátte, samal bolmaǵanda da kózge kórınbey ketedi?
- Ne sebepten, sıngan farfor yaki ılaydan islengen ıdısti kley menen jabıstırmasa olardı pútin halatına keltire almaysań? Aqırı, dene molekulaları arasında tartısıw kúshi bar gó.

5-§. IDEAL GAZ

Ideal gaz

Siyreklestirilgen gazde molekulalar arasındań aralıq olardıń ólshemlerinen júdá úlken boladı. Bunday jaǵdayda molekulalar arasındań óz ara tásır kúshlerin itibarǵa alınbaytuǵın dárejede kishkene dep esaplawǵa boladı. Gazdi qurawshı molekulalar arasındań aralıq úlken bolǵanı ushın gaz molekulasınıń jeke kólemi esapqa alınbasa da boladı. Sol sebepli, gaz molekulasına materiallıq noqat dep qaraladı. Sonıń ushın siyrek gazdi shárthı túrde ideal gaz dep qarasa da boladı.



Ideal gaz dep, molekulaları materiallıq noqatlar dep qaratugıń hám olar arasındań óz ara kúshleri itibarǵa alınbaytuǵın dárejede kishi bolǵan gazge aytıladı.

Tábiyatta ideal gaz ushiramaydı. Tábiyattaǵı bar gazler real gazler bolıp, olardı qurawshı molekulalar arasında kishkene bolsa da tásır kúshleri bar.

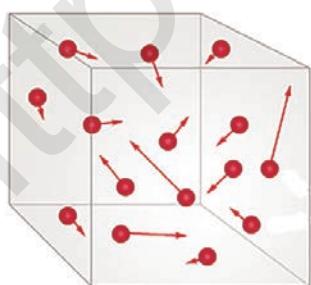


Qásietleri molekulalarınıń óz ara tásirine baylanıshlı bolǵan gaz real gaz dep ataladı.

Siyrek gazdiń qásietleri biz túsinikke iye bolǵan ideal gazdiń qásietlerine jaqınlaw bolǵan gaz bolıp esaplanadı. Molekulalarınıń kinetikalıq energiyası olardıń óz ara tásır etiw potencial energiyasınan birqansha úlken bolǵanı ushın bunday gazdi ideal gaz dep esaplawımızǵa boladı.

Ideal gazdiń basımı

Jabiq idısta gaz bar dep qarayıq. Ídis ishindegi gaz molekulasi xaotikalıq qozǵalısqa kelip, idıs diywallarına urıladı. Ol hárbir urılǵanda idıs diywallarına belgili bir kúsh penen tásir etedi. Bir molekulanıń tásır etetuǵın kúshi júdá kishkene. Kóp sanlı molekulalardıń diywalǵa úzliksız urılıwınan diywal sırtında basım kúshi payda boladı (11-súwret).



11-súwret.

$$\bar{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

Gazdiń basımı gaz molekulalarınıń ıdıs diywallarına urılıwı nátiyjesinde oǵan ($m_0\bar{v}$) impuls beriw arqalı payda boladı. Gazdiń basımı ıdıs diywallarına urılıp atırǵan molekulalar sanına, molekulalardıń massası hám molekula qozǵalısınıń ortasha kvadratlıq tezligine baylanıshı boladı. Birlik waqt ishinde ıdıs diywallarına urılıp atırǵan molekulalar sanı bolsa, gaz molekulalarınıń konsentraciyasına tuwra proporsional. Gaz molekulalarınıń beretuǵın basımın esaplaw ushın tómendegi formula keltirip shıgarılǵan:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2. \quad (1)$$

Bunda n – gaz molekulalarınıń koncentraciyası, m_0 – bir molekulaniń massası, \bar{v}^2 – molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi.

(1) teńlemeňiń oń tárepindegi alımın hám bólimin 2 ge kóbeytip, kinetikalıq energiya $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$ ekenligin esapqa alsaq, (1) teńleme tómendegi kóriniske iye boladı:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} \quad \text{yaki} \quad p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k. \quad (2)$$



Gazdiń basımı kólem birligindegi molekulalardıń kinetikalıq energiyasınıń ortasha mánisine tuwra proporsional.

(1) teńlemedegi $n \cdot m_0$ kóbeymesi gazdiń tígızlıǵıń bildirgeni ushın (1) teńlemeňi tómendegidey etip jazıwǵa da boladı:

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2. \quad (3)$$

(1), (2) hám (3) teńlemeler gazlerdiń **molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıń tiykarǵı teńlemelei bolıp esaplanıdı.**

Másеле sheshiw úlgileri

1-másеле. Ideal gazdiń tígızlıǵı 1,5 kg/m³ hám basımı 180 kPa bolsa, gazdiń molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi qanday boladı?

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$\rho = 1,5 \text{ kg/m}^3$ $p = 180 \cdot 10^3 \text{ Pa}$	$p = \frac{1}{3} \rho \cdot \bar{v}^2; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$	$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot 180 \cdot 10^3}{1,5}} \text{ m/s} = 600 \text{ m/s.}$
<i>Tabiwy kerek:</i> $\bar{v} = ?$	$[\bar{v}] = \sqrt{\frac{\text{Pa}}{\text{kg/m}^3}} = \sqrt{\frac{\text{N/m}^2}{\text{kg/m}^3}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{kg/m}}} = \text{m/s.}$	Juwabi: $\bar{v} = 600 \text{ m/s.}$

2-másele. Eger gazdiń basımı 120 kPa, molekulalarınıń koncentraciyası $5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ bolsa, gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalısınıń kinetikalıq energiyasınıń ortasha mánisi qanday boladı?

Berilgeni:

$$\begin{aligned} p &= 120 \cdot 10^3 \text{ Pa} \\ n &= 5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}. \end{aligned}$$

Tabiw kerek:

$$\bar{E}_k = ?$$

Formulası:

$$p = \frac{2}{3}n \cdot \bar{E}_k \text{ bunnan } \bar{E}_k = \frac{3p}{2n}$$

$$\begin{aligned} [\bar{E}_k] &= \frac{3p}{2n} = \frac{Pa}{m^{-3}} = \\ &= \frac{\text{N/m}^2}{m^{-3}} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

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

Juwabi: $\bar{E}_k = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ J.}$



1. Qanday shártlerge juwap beretuǵın gaz ideal gaz dep ataladı?
2. Real gazdiń ideal gazden ayırmashılıǵı qanday?
3. Molekularıń ortasha kvadratlıq tezligi degende qanday tezlikti túsiniesziz?
4. Molekulalardıń ortasha arifmetikalıq hám ortasha kvadratlıq tezlikleri qalay anıqlanadı?
5. Molekulyar-kinetikalıq teoriya negizinde ideal gazdiń beretuǵın basımın túsındırıp beriń.
6. Gazdiń ıdıs diywalına beretuǵın basımı molekulalardıń qanday parametrlerine baylanıslı boladı?



1. Ídıs vodorod gazi menen toltırılğan. Ídistaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyası $4,5 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$ ága teń. Ídistaǵı gaz basımın esaplań. Gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligin 400 m/s qá teń dep alıń.
2. Ideal gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi 600 m/s hám tiǵızlıǵı $0,9 \text{ kg/m}^3$ bolsa, ıdistaǵı gaz basımın anıqlań.
3. Ídistaǵı gazdiń tiǵızlıǵı $1,5 \text{ kg/m}^3$ hám basımı 7,2 kPa bolǵan gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi neshege teń?
4. Ídistaǵı kólem birligindegi molekulalar sanı $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ hám basımı 80 kPa bolǵan gaz molekulalarınıń ortasha kinetikalıq energiyasın esaplań.
5. Ídısqa salıngan kislorod gazi, ıdıs diywalına 90 kPa basım berip tur. Eger kislorod molekulaları 600 m/s ortasha kvadratlıq tezlik penen qozǵalıp atırǵan bolsa, ıdistaǵı gaz tiǵızlıǵı qanday boladı?
6. Massası $0,3 \text{ kg}$ bolǵan gaz 400 kPa basımda 1 m^3 kólemdi iyelese, onıń molekulaları qozǵalısınıń ortasha kvadratlıq tezligi qanday boladı?
7. 30 kPa basımda bir atomlı gaz molekulasınıń ortasha kinetikalıq energiyasın tabiń. Berilgen basımda bul gaz molekulalarınıń koncentraciyası $4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ága teń.

6-§. TEMPERATURA

Jilliliq teñsalmaqlılıgi

Jilliliq qubilislarin úyreniwe temperatura túsinigi áhmiyetli orındı iyeleydi. Temperatura molekulyar fizika hám termodinamikaniń tiykarǵı ólshemlerinen biri bolıp esaplanadı.

Hár túrli idıstaǵı suwlarǵa barmaǵımızdı tiǵıp, olardan qaysı biri issılaw, qaysısı suwiqlaw ekenin aytı alamız. Issılaw suwdıń temperaturasın joqarı, suwiqlaw suwdıń temperaturasın tómen deymiz. Sonday-aq, hawanıń kúndegi temperaturasın biliwge de heshkim biyariq qaramaydı.

Temperatura zattıń jilliliq halın muǵdar tá-repinen aniqlaytuǵın fizikalıq shama.

«Temperatura» latin tilinde «hal» degen mánisti bildiredi. Adam denesiniń temperaturasın ólshegende dene menen termometr ishindegi sınapkıń temperaturası teńleskenge shekem, yaǵníy olar arasında jilliliq teń salmaqlılığı saqlanǵanga shekem belgili bir waqt ótedi. Jilliliq teńsalmaqlığı payda bolgannan keyin temperatura ózgermeydi.

Zattıń jilliliq almasınıwi nátiyjesinde olardıń temperaturalarınıń teńlesiwine jilliliq teń salmaqlılığı dep ataladi.

Jilliliq teńsalmaqlıqta bolǵan sistemanıń barlıq bólimeerde temperatura birdey mánige iye boladı. Eki deneniń temperaturası birdey bolǵanda, olar arasında jilliliq almasıw procesi bolmaydı. Eger denelerdiń temperaturaları hár túrli bolsa, olar bir-birine tiygizilgende deneler ortasında jilliliq almasıwı júz beredi. Bunda temperaturası joqarı bolǵan dene tómen temperaturalı deneye jilliliq beredi. Jilliliq almasıwı olardıń temperaturaları teńleskenshe dawam etedi. Máselem, shaynektен kesege issı shay quyip, stol ústine qoyıń. Belgili bir waqittan soń onıń temperaturası bólme temperaturası menen teńlesedi, yaǵníy teńsalmaqlıq halatına keledi.

Temperaturanı Celsiy shkalası

Temperatura termometr járdeminde ólshenedi. Ádette, kóp paydalanylatuǵın termometr — sınaplı termometr (12-súwret). Bunday termometr rezervuarında sınap boladı. Temperatura kóterilgende rezervuardaǵı sınap kólemi keńeyedi hám sınap naysha arqalı joqarıǵa kóteriledi.

Termometr shkalasına dárejeler qoyılǵan bolıp, sınapkıń qansha kóterilgenine qaray temperaturanı bilip alıwǵa



12-súwret.

boladı. Temperaturaniń ólshew birligi etip gradus alıngan. Normal atmosfera basımında muzdını eriw temperatursı nol gradus dep, suwdıń qaynaw temperatursı 100 gradus dep alıngan. Bul aralıq 100 teńdey bóleklerge bólingen hám hárbir bólek **I gradus** dep qabil etilgen. «*Gradus*» latınshadan «*qádem*» degen mánisti bildiredi.

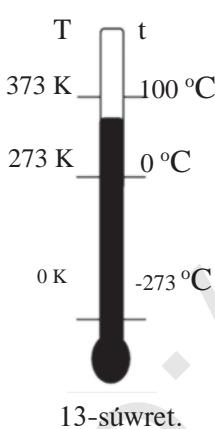
Bunday shkala 1742-jılı Shved alımı **Anders Celsius** tárepinen usınılgan hám ol temperaturaniń Celsius shkalası dep ataladi.

Celsius shkalasında ólshengen temperatura ${}^{\circ}\text{C}$ kórinisinde belgilenedi hám «gradus celsius» dep oqlıldı.

Termometrler qollanılıw maqsetine qaray hár qıylı dárejelengen boladı. Máselen, suwdıń temperatursın ólsheytuğın termometrler 0 ${}^{\circ}\text{C}$ dan 100 ${}^{\circ}\text{C}$ ge shekem, adam temperatursın ólsheytuğın medicinalıq termometr 35 ${}^{\circ}\text{C}$ den 42 ${}^{\circ}\text{C}$ ga shekem, hawa temperatursın ólsheytuğın termometr bolsa, ádette -20 ${}^{\circ}\text{C}$ den 50 ${}^{\circ}\text{C}$ ge shekem dárejelengen boladı. Celsius shkalasında temperatura t háribi menen belgilenedi.

Absolyut temperatura

Turkısta tiykarınan Celsius shkalasında kórsetilgen t temperatura qollanıldı. Biraq, zatlardaǵı jıllılıq qibilişlarıń úyreniwde absolyut temperatura dep atalatuğın temperaturadan paydalanyladi. Absolyut temperatura T háribi menen belgilenedi.



Ingliz alımı Uilyam Tomson (Kelvin) 1848-jılı temperaturaniń absolyut shkalasın usınıs etti. Absolyut temperaturaniń bul shkalası **Kelvin** shkalası dep ataladi. Absolyut temperaturaniń birligi XBS da **Kelvin** dep ataladi hám K háribi menen belgilenedi.

Kelvin shkalasında alıngan temperatura birliginiń qádemleri mánisi Celsius shkalasındaǵı mániske teń etip alıngan. Celsius shkalasında ólshengende absolyut nol temperatura -273,15 ${}^{\circ}\text{C}$ ga teń ekenligi aniqlanǵan. Bunda $t = 0 {}^{\circ}\text{C}$ da $T = 273,15$ K boladı. Eger 273,15 K ni pútinlep 273 K dep alsaq, Celsius shkalasının Kelvin shkalasına ótiw formulasın tómendegishe aniqlawımızǵa boladı:

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

Temperaturaniń Celsius hám Kelvin shkalaları arasındaǵı baylanıs diaigramması 13-súwrette kórsetilgen. Biraq, absolyut temperaturaniń ózgeriwi ΔT temperaturaniń Celsius shkalası boyınsha ózgeriwi Δt ga teń, yaǵnıu $\Delta T = \Delta t$. Absolyut shkaladaǵı nol temperatura absolyut nolge sáykes keledi.



Absolyut nol temperatura mümkin bolǵan eń tómen temperatura. Bunday temperaturada zattıń molekulalarınıń jıllılıq qozǵalısı toqtaydı.

Temperaturaniú molekulyar-kinetikalıq mánisi

Hárqanday zat atom hám molekulalardan turadı. Zatti qurawshı atom hám molekulalar toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı. Zat qızıp ketse bul tártipsiz qozǵalıs jáne de tezlesedi. **Molekulalardıń tártipsiz qozǵalısı jilliliq qozǵalısı** dep ataladı.



Temperatura — gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalısınıń ortasha kinetikalıq energiya ólshemi bolıp esaplanadı.

Makroskopikalıq jaqtan alıp qaraǵanda **temperatura** zattıń jilliliq halatınıú muǵdarlı ólshemi bolıp esaplanadı. Molekulyar-kinetikalıq teoriya boyınsha temperatura hám molekulalardıń ortasha kinetikalıq energiyası arasındaǵı baylanıs tómendegishe beriledi:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT. \quad (2)$$

Bunda **k** koefficient gazler molekulyar-kinetikalıq teoriyası tiykarın salıwsılılardıń biri bolǵan avstryaly fizik Lyudvig Bolsman hürmetine **Bolsman turaqlısı** dep ataladı. Onıń san mánisi $k=1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$ ge teń.



Bolsman turaqlısı gaz molekulalarınıń ortasha kinetikalıq energiyası hám gaz temperaturası arasındaǵı baylanıs koefficientin bildiredi.

Jilliliq teń salmaqlığında barlıq gaz molekulalarınıń ilgerilewshi qozǵalısınıń ortasha kinetikalıq energiyası birdey boladı. Absolyut nol temperaturada molekulalardıń ilgerilewshi qozǵalısı toqtaydı.

Gazler molekulyar — kinetikalıq teoriyasınıń tiykarǵı teńlemesi bolǵan $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ ańlatpadagaı \bar{E}_k ornına (2) ańlatpa qoyılsa, ideal gaz basımınıń temperaturaǵa baylanıslı teńlemesi kelip shıǵadı:

$$p = \frac{2}{3} n \cdot \frac{3}{2} kT = n k T \quad \text{yaki} \quad p = n k T. \quad (3)$$



Ideal gazdiń basımı gaz molekulalarınıń koncentraciyası hám onıń temperaturasına tuwra proporsional.

Másele sheshiw úlgisi

Kólemi 4 l bolǵan ıdıs ishindegi gaz basımı 120 kPa . ıdıs ishindegi gaz molekulalarınıń ilgerilewshi qozǵalısınıń tolıq kinetikalıq energiyasın esaplań.

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $p = 12 \cdot 10^4 \text{ Pa}$	$p = \frac{2}{3} \cdot n \bar{E}_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \bar{E}_k$ $E_{\text{tolıq}} = N \cdot \bar{E}_k; \quad E_{\text{tolıq}} = \frac{3}{2} pV$	$E_{\text{tolıq}} = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} =$ $= 720 \text{ Dj.}$
<i>Tabiwy kerek:</i> $E_{\text{tolıq}} = ?$	$[E] = \text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{N}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J.}$	Juwabi: $E_{\text{tolıq}} = 720 \text{ Dj.}$



- Temperaturanıń qanday ólshew birliklerin bilesiz?
- Celsiy shkalası menen Kelvin shkalasın baylanıstırıwshı formuları jazıń hám olar arasındağı baylanıstı túsındırıp beriń.
- Gazdiń temperatursı menen onıń molekulalarınıń ortasha kinetikalıq energiyası arasındağı baylanıstı bildiriwshi teńlemenı jazıń hám onı túsındırıp beriń.
- Gaz basımınıń absolyut temperaturaǵa hám gaz molekulalarınıń koncentraciyasına baylanıslı teńlemesin jazıń hám onı túsındırıp beriń.
- Normal jaǵdayda hawa molekulalarınıń koncentraciyası qanday boladı?



- Tómendegi Celsiy shkalasında berilgen temperaturalardı Kelvin shkalasında beriń: $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $27 \text{ }^\circ\text{C}$, $100 \text{ }^\circ\text{C}$, $127 \text{ }^\circ\text{C}$, $-73 \text{ }^\circ\text{C}$, $-223 \text{ }^\circ\text{C}$, $-200 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Tómendegi Kelvin shkalasında berilgen temperaturalardı Celsiy shkalasında beriń: 0 K , 73 K , 273 K , 300 K , 773 K , 1000 K , 2000 K .
- Jawıq ıdıstaǵı gaz $27 \text{ }^\circ\text{C}$ den $627 \text{ }^\circ\text{C}$ ge shekem qızdırıldı. Bunda gaz molekulalarınıń ıdıs diywalına beretuǵın basımı qáytıp ózgeredi?
- ıdıstaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyası $3 \cdot 10^{27} \text{ m}^{-3}$ qa teń. ıdıs ishindegi temperaturla $60 \text{ }^\circ\text{C}$ bolǵanda gaz molekulalarınıń ıdıs diywalına beretuǵın basımı qanday boladı?
- ıdıs ishindegi gazdiń temperatursı 400 K bolǵanda, manometer ıdıstaǵı gaz basımı 276 kPa ga teń bolǵanın kórsetedi. ıdıstaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyası nege teń?
- Normal jaǵdayda 1 m^3 kólemdegi hawa molekulalarınıń sanıń esaplań. Normal jaǵday ushın basımdı 100 kPa , temperaturnı 273 K ga teń dep alıń.
- Arnawlı sorıwshı nasos járdeminde ıdıstan hawa sorılıp, onıń ishinde 1 pPa basımdaǵı vakuum payda etildi. Vakuumnıń 1 cm^3 kóleminde qansha gaz molekulasi bar? ıdıs ishindegi temperaturla 300 K .

7-§. GAZ MOLEKULALARÍNÍ QOZĞALÍS TEZLIGI

Háreketlenip atırğan m_0 massalı gaz molekulalarınıń ortasha kinetikalıq energiyası $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$ kórsetpe arqalı aniqlanatuǵının bilemiz. Sonday-aq, gazdiń absolyut temperaturası T gá teń bolsa, onıń ortasha kinetikalıq energiyası tómendegi $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT$ kóriniste beriliwin bilip aldıq.

Bul eki ańlatpanı teńlestirip jazsaq:

$$\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT \text{ den } \bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}. \quad (1)$$

Ańlatpadan molekulalar tezlikleri kvadratlarınıń ortasha mánisin tabıw ańlatpasın keltirip shıgaramız, yaǵníy:

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

Molyar massa sıpatlaması boyınsha $M = m_o \cdot N_A$ ekenligin esapqa alsaq, (2) teńleme tómendegidey kóriniske iye boladı:

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



Bolsman turaqlısı k menen Avogadro turaqlısı N_A niń kóbeymesine universal (molyar) gaz turaqlısı dep ataw qabil etilgen.

Universal gaz turaqlısı R háribi menen belgilenedi, yaǵníy:

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

(4) ańlatpa boyınsha universal(molyar) gaz turaqlısınıń san mánisin payda etemiz: $R = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Demek, gazlerdiń universal gaz turaqlısınıń mánisi tómendegige teń:

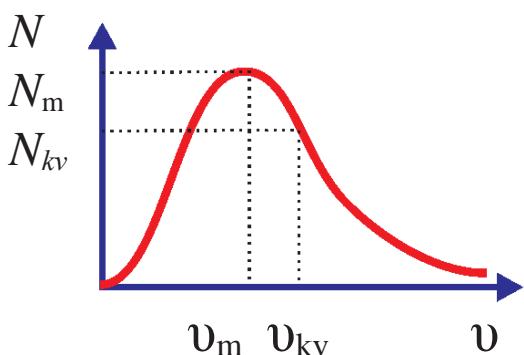
$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}.$$

(4)-teńlik boyınsha gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligin esaplaw ańlatpasın tómendegidey etip jazamız:

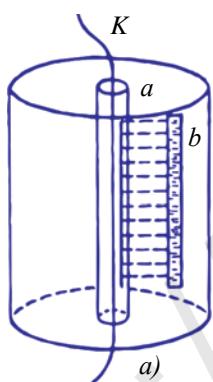
$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}. \quad (5)$$

(5) formula tiykarında hár túrli gaz molekulalarınıń hár qıylı temperaturadaǵı ortasha kvadratlıq tezligin esaplawǵa boladı.

Ingliz fizigi **J. Maksvell** 1859-jılı teoriyalıq jol menen gaz molekulaları hár túrli tezlikler menen qozǵalatuǵının, yaǵníy molekulalardıń tezlikler boyınsha bólistiriliwin aniqladı. Bunday bólistiriliw 14-súwrette grafik túrinde berilgen. Grafikte eń kóp molekulalardıń erisen tezligi v_m dep belgilengen. Molekulalardıń v_{kv} ortasha kvadratlıq tezligi bul v_m tezlikten biraz úlken boladı.

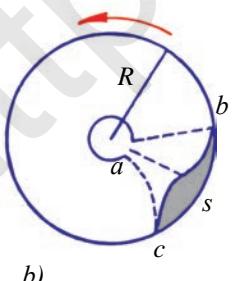


14-сұрет.



ústine gúmis júrgizilgen platinadan islengen K sım tartılgan hám cilindrden jińishke a tesik ashılğan. Tájiriyye baslanıwdan aldın cilindrler arasındaǵı hawa sorılıp, ıdıslar vakuum halatına keltiriledi. Eger platina sımdan tok ótkizilse, onıń sırtundaǵı gúmis qatlampı puwlana baslaydı. Ishki cilindr diywalındaǵı tesikten gúmis atomları shıgıp sırtqı cilindrdiń ishki diywalına otıradı. Nátiyjede tesik aldında ensiz b gúmis qatlampı payda boladı.

Gúmis atomlarınıń tezligin ólshew ushın cilindrlerdi júdá úlken tezlik penen háreketke keltiriw kerek. Nátiyjede gúmis atomları ishki cilindrdiń tezligi aldında emes, bálki bul joldan aylanıw jónelisine salıstırǵanda artlawǵa otıradı hám sırtqı cilindrdiń ishki tárepinde ensiz gúmis atomları b iziniń ornında qalınlığı birdey bolmaǵan keńlew bc gúmis qatlampı payda bolǵan (15-b, súwret).



15-сұрет.

Gaz molekulalarınıń qozǵalıw tezligin tájiriyyebede 1920-jılı nemec fizigi **Otto Shtern** (1888 – 1969) aniqlaǵan. Shternniń tájiriyye ótkerген qurılmazı bir-birine bekкem biriktirilgen ulıwmalıq kósherge iye bolǵan eki cilindrden ibarat bolıp, onıń sxemalıq kórinisi 15-a súwrette berilgen. Bunda ishki cilindrдиń radiusı hám sırtqı cilindrдиń radiusı r hám R ága teń bolǵan. Ishki cilindrдиń kósheri boylap

Sırtqı cilindr ishinde payda bolǵan bc gúmis qatlampıniń uzınlıǵın cilindrdiń müyesh tezligi arqalı sıpatlaymız:

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

Stern tájiriyye nátiyjelerine qaray úlken tezlik penen qozǵalıp atırǵan gúmis atomları b noqatqa

jaqınlaw, tezligi kishi bolğan atomlar joldıń c aqırına jaqın jerlerine kelip túsedı (15-b súwret) degen juwmaqqa kelgen. Demek, gúmis atomları tap birdey tezlikte häreketlenbegen. Onda gúmis atomlarınıń tezligi ortasha tezlikke sáykes keledi dep, onı tómendegi ańlatpa arqalı esaplaymız:

$$v_{o\cdot rt} = \frac{R-r}{t}. \quad (7)$$

(6) ańlatpadan t nıń mánisin tawıp (7) ańlatpaǵa qoyıp, ortasha tezlikti esaplaw formulasın keltirip shıgaramız: $v_{o\cdot rt} = \frac{\omega R(R-r)}{s}$. (8)

15-b súwrette kórinip turǵanınday, gúmis qatlamınıń forması molekulalardıń tezlikleri boyinsha Maksvell bólistiriwi grafiginiń kórinisine uqsas ekenligi anıqlanǵan. Demek, Shtern tájiriybesi Maksvell bólistiriliwin tájiriybede tekseriw múmkinshiligin beredi.



Shtern tájiriybesi gaz molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıń hám de Maksvelldiń gaz molekulyar tezlikleri boyinsha bólistiriliwi haqqındaǵı taliymatınıń durıs ekenligin tastıyıqladı.

Másele sheshiw úlgisi

Massası $2 \cdot 10^{-26}$ kg bolğan uglerod atomınıń kinetikalıq energiyası $2,5 \cdot 10^{-21}$ J bolsa, onıń qozǵalıw tezligi qanday boladı?

Berilgeni:

$$m_o = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$E_k = 2,5 \cdot 10^{-21} \text{ J.}$$

Tabıw kerek:

$$v = ?$$

Formulası:

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

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \text{m/s.}$$

Esaplaw:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-21}}{2 \cdot 10^{-26}}} \text{ m/s} = 500 \text{ m/s.}$$

Juwabi: $v = 500 \text{ m/s.}$



1. Hawada kislород hám vodorod molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezlikleri qanday ózgeshelikke iye?
2. Maksvelldiń molekulalar tezligi boyinsha bólistiriliwin analizleń hám onıń mánisin túsindirip beriń.
3. Gazdiń absolyut temperaturası eki ese kóterilgende ondaǵı molekulalardıń ortasha kinetikalıq energiyası qalay ózgeredi?
4. Gazdiń absolyut temperaturası tórt ese kóterilgende ondaǵı molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi qalay ózgeredi?

8-§ MÁSELELER SHESHIW

1-másele. O. Shtern tájiriybesi nátiyjesi boyinsha gúmis atomlarınıń qozǵalıw tezligin aniqlań. Platina talshıǵınan tok ótkende hám ol 1500 K temperaturasına shekem qızdırǵanda onnan gúmis atomları puwlana baslaydi. Shtern cilindrde 280 rad/s múyesh tezlik penen háreketke keltirgende sırtqı cilindrde 1,12 cm uzınlıqtaǵı gúmis qatlamı payda bolǵan. Tájiriybe qurılmasınıń ishki hám sırtqı cilindrleriniń radiusları sáykes türde 1,2 cm hám 16 cm teń bolǵan. Tezliktiń tájiriybede alıngan mánisi teoriyalıq jol menen esaplanǵan mánisi menen salıstırıń.

Berilgeni:

$$T = 1500 \text{ K}$$

$$\omega = 280 \text{ rad/s}$$

$$s = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$r = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$R_t = 16 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

$$M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}$$

Tabıw kerek:

$$\bar{v} = ?$$

Formulası:

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

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

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

$$[\bar{v}] = \frac{\frac{1}{s} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Esaplaw:

$$\bar{v} = \frac{280 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \cdot 14,8 \cdot 10^{-2}}{1,12 \cdot 10^{-2}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 592 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1500}{108 \cdot 10^{-3}}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 588 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Juwmaq: tezlikti teoriyalıq jol menen esaplanǵan mánisi, tájiriybe nátiyjesi boyinsha esaplanǵan tezliktiń mánisine júdá jaqın.

2-másele. Qanday temperaturadaǵı vodorod molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi, 580 K temperaturadaǵı geliy gazi molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligine teń boladi?

Berilgeni:

$$M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$M_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$T_2 = 580 \text{ K}$$

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

Tabıw kerek:

$$T_1 = ?$$

Formulası:

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

Bunnan

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

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

Esaplaw:

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

Juwabı: $T_1 = 290 \text{ K.}$

3-мáселе. Gaz temperaturası 150 K ǵa kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi 250 den 500 m/s qa shekem arttı. Gazdiń dáslepki temperaturası qanday bolǵan?

Berilgeni:

$$T_2 = T_1 + \Delta T \\ \Delta T = 150 \text{ K}$$

$$v_1 = 250 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 500 \text{ m/s.}$$

Tabiw kerek:

$$T_1 = ?$$

Formulası:

$$v_1 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_1}{M}};$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_2}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot (T_1 + \Delta T)}{M}};$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_1 + \Delta T}{T_1}}; \quad \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1};$$

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 - 1}. \quad [T_1] = \frac{\text{K}}{\left(\frac{\text{m/s}}{\text{m/s}}\right)^2} = \text{K}.$$

Esaplaw:

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

Juwabi: $T_1 = 50 \text{ K.}$



1. Vodorod molekulasınıń -23°C temperaturadaǵı ortasha kvadratlıq tezligin aniqlań.
2. Qanday temperaturada kislorod molekulasınıń ortasha kvadratlıq tezligi 500 m/s qa teń boladı?
3. Gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalısınıń kinetikalıq energiyası $9,52 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ bolǵan gazdiń temperaturasın aniqlań.
4. Molekulalar koncentraciyası $4 \cdot 10^{-26} \text{ m}^{-3}$ hám basımı $1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bolǵan bir atomlı gaz molekulalarınıń ortasha kinetikalıq energiyası nege teń?
5. Bir atomlı gaz molekulalarınıń ilgerlewshi qozǵalısı ortasha kinetikalıq energiyası $1,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ hám basımı 2,4 MPa bolsa, usı gaz molekulalarınıń koncentraciyası qanday boladı?
6. Muğdarı eki mol bolǵan gazdiń ıdıs diywallarına beretuǵın basımı 10 kPa ǵa teń. Gazdiń iyelep turǵan kólemin aniqlań. Gazdiń temperaturası 300 K.
7. Qanday temperaturadaǵı geliy molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi 350 K temperaturadaǵı vodorod molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligine teń boladı?
8. Gaz temperaturası 150°C ǵa kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi 300 den 600 m/s ǵa shekem arttı. Gazdiń dáslepki temperaturası qanday bolǵan?

9-§. IDEAL GAZ HALÍNÍń TEŃLEMELERI

Ideal gazdiń hal teńlemesi

Belgili bir massalı ideal gazdiń termodinamikalıq halatı onıń makroskopikalıq parametrleri, yaǵníy basımı p , kólemi V hám temperaturası T arqalı túsindiriledi. Gaz bir halattan ekinshi halatqa ótkende onıń halatın túsindiriwshi (p , V , T) parametrleriniń úshewi de bir waqıtta ózgeriwi mümkin. Máselen, dáslep m massalı gazdiń birinshi halattaǵı parametrleri p_1 , V_1 , T_1 bolıp, ekinshi halatqa ótkende p_2 , V_2 , T_2 menen berilsin. Endi usı eki termodinamikalıq halat parametrleriniń óz ara qalay baylanışqanın sıpatlawshı teńlemeńi keltirip shıǵaramız.

Ideal gazdiń hal teńlemesin keltirip shıǵarıw ushın gazler molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıńı tiykarǵı teńlemesinen paydalanamız, yaǵníy:

$$p = n k T. \quad (1)$$

Kólem birligindegi molekulalar sanı $n = \frac{N}{V}$ hám $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ usı ańlatpalardan paydalanıp (1) teńlemeńi tómendegi kóriniste jazamız, yaǵníy:

$$p V = \frac{m}{M} N_A k T. \quad (2)$$

Bul ańlatpadaǵı kóbeyme, $k \cdot N_A = R$, yaǵníy gazlerdiń universal turaqlısı ekenligin esapqa alsaq, (2) teńleme tómendegi kóriniske iye boladı.

$$p V = \frac{m}{M} R T. \quad (3)$$

(3) teńlemeńi rus alımı Dmitriy Mendeleev hám francuz alımı Benua Klapeyron keltirip shıǵarǵan. Sol sebepli teńleme **Mendeleev-Klapeyron teńlemesi** dep ataladı. Bul teńleme ideal gazdiń halatın aniqlaǵanı ushın, ol ideal gaz halınıń teńlemesi dep te ataladı.



Ideal gazdiń hal teńlemesi gazdiń massası, molyar masası, basımı, kólemi hám temperaturası arasındaǵı baylanısti bildiredi.

Mendeleev-Klapeyron teńlemesin zattıń muğdarı 1 mol bolǵan gaz ushın jazsaq, yaǵníy:

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

kórinisinde boladı.

Klapeyron teńlemesi

Ideal gazdiń hal teńlemesin (massa ózgermegen $m=const$) process júz bergen gazdiń eki halatı ushın qollanayıq:

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

Bul teńlemederdi bir-birine teńleme aǵzası boyınsha bólsek, ol tómendegi kóriniske iye boladı:

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

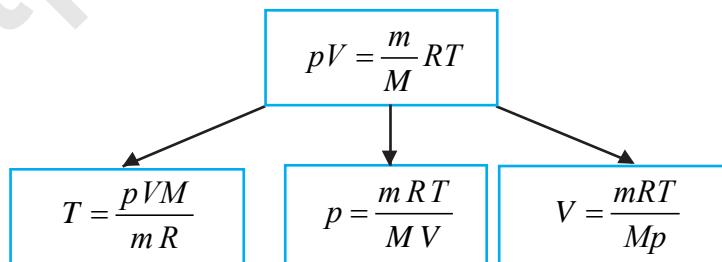
Bul teńlemeden tómendegi ańlatpa kelip shıǵadı:

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

Demek, gazde qálegen process júz bergende, onıń basımı hám kólemi kóbeymesiniń, onıń absolyut temperaturasına qatnasi berilgen gaz massası ushın ózgermey qaladı. Ideal gazdiń (6) hám (7) kórinisindegi hal teńlemesine **Klapeyron teńlemesi** dep ataladı. Klapeyron teńlemesi ózgermeytuǵın massali ideal gazdiń hal teńlemesiniń bir kórinisi bolıp tabıladı.

Jıllılıq qubılışların úyreniwde hal teńlemesin biliw oǵada áhmiyetli. Gaz halınıń úsh (p , V , T) parametrenin birewi belgisiz bolıp, qalǵan ekewi belgili bolǵanda, hal teńlemesi belgisiz parametrdi aniqlaw mümkinshiligin beredi.

Máselen:



Másele sheshiw úlgisi

Kólemi 20 l bolǵan ıdısqa kislorod salıngan. Ídistaǵı gazdiń temperaturası 127°C hám basımı 160 kPa ǵa teń bolsa, ıdistaǵı gaz massasın aniqlań.

Berilgeni:

$$\begin{aligned} V &= 20 \text{ l} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T &= 127 + 273 \text{ K} = 400 \text{ K} \\ p &= 160 \text{ kPa} = 16 \cdot 10^4 \text{ Pa} \\ M &= 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.} \end{aligned}$$

Tabiwy kerek:
 $m = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned} pV &= \frac{m}{M} \cdot RT; \\ m &= \frac{pVM}{RT}. \\ [m] &= \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \\ &= \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg} \\ &= \frac{\text{N}}{\text{m} \cdot \text{m}} = \text{kg}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

$$\begin{aligned} m &= \frac{16 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 400} \text{ kg} = \\ &= 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}. \end{aligned}$$

Juwabi: $m = 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$



1. Qanday teńlemege ideal gazdiń hal teńlemesi delinedi?
2. Ideal gazdiń hal teńlemesin keltirip shıǵarıń.
3. Gazdiń hal teńlemesin biliwdiń áhmiyeti nede?
4. Normal jaǵdayda muğdarı 1 mol bolǵan ideal gaz, qanday kólemdi iyeleydi?



1. Basımı $0,45 \text{ MPa}$ hám temperaturası 52°C bolǵanda 500 mol gaz qanday kólemdi iyeleydi?
2. Kólemi $0,05 \text{ m}^3$ hám temperaturası 500 K bolǵan gazdiń basımı 250 kPa . Zattıń muğdarın aniqlań.
3. Massası 8 g bolǵan gaz 27°C temperaturada hám 150 kPa basımda $4,15 \text{ l}$ kólemdi iyeleydi. Bul qanday gaz?
4. Temperaturası 367°C hám basımı 415 kPa bolǵan kislorod gaziniń tıǵızlıǵı qanday?
5. 24 l kólemlı ballonda $1,2 \text{ kg}$ karbonat angidrid gazi bar. Ballon $3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ basımgá shekem shıdaydı. Qanday temperaturada partlaw qáwpi payda boladı?
6. Kólemi 40 l bolǵan ıdısqa gaz salıngan bolıp, onıń temperaturası 400 K hám basımı 200 kPa ǵa teń. Ídistaǵı gazdiń muğdarın aniqlań.
7. Temperaturası 17°C bolǵan $4 \times 5 \times 3 \text{ m}^3$ ólshemli ójiredegi hawa muğdarın aniqlań. Atmosfera basımı 10^5 Pa ǵa teń dep alınıń.
8. Kólem $16,6 \text{ l}$ bolǵan ıdista 280 g azot gazi $3,5 \text{ MPa}$ basım astında bolsa, onıń temperaturası nege teń?

IZOPROCESLER

Ózgermeytuǵın massalı gaz bir haldan basqa halǵa ótkende úsh parametrdiń biri ózgermey, qalǵan ekewi ózgeriwi mümkin.



Berilgen gazdiń geybir makroskopikalıq paramatri turaqlı bolǵanda, qalǵanları arasındaı baylanıstı kórsetetuǵın process izoprocess dep ataladı.

Izoprocesler úsh túrli boladı: Izotermikalıq, izobarikalıq hám izoxorikalıq.

10-§. IZOTERMİKALIQ PROCESS



Ideal gazdiń massası ($m=\text{const}$) hám temperaturası ($T=\text{const}$) turaqlı bolǵanda, gaz halatinıń ózgeriw procesine izotermiyalıq process delinedi.

Grekshe «izos» — teń, «termos» — «jılı» degen mánisti bildiredi.

Izotermikalıq process nızamıń 1662-jılı ingliz fizigi **R. Boyle** hám 1676-jılı fransuz fizigi **E. Mariott** tájriybeler ótkeriw arqali bir-birinen xabarsız halda oylap tapqan. Sonıń ushın bul nızam **Boyl-Mariott nızamı** dep ataladı.

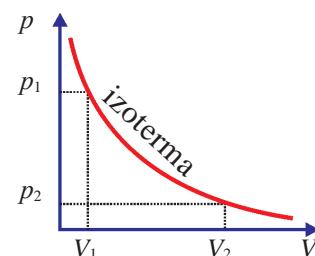
Gaz temperaturasın ózgertpey saqlap turıw ushın gaz salıngan ıdıs *termostat* dep atalıwshı arnawlı ıdıs ishine jaylastırıladı. Bolmasa, gaz qıslığında yaki keńeygende onıń temperaturası ózgerip keter edi $T=\text{const}$ bolǵanda gazdiń eki halı ushın ideal gazdiń hal teńlemelerin jazamız:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T \quad \text{hám} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T. \quad (1)$$

Eki ańlatpanıń oń tárepindegi teńliginen tómendegi

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2)$$

ańlatpaǵa iye bolamız hám bunnan tómendegi juwmaq kelip shıǵadı. **Izotermikalıq proceste berilgen massalı gaz ushın gaz basımınıń kólemge kóbeymesi turaqlı boladı.** Temperatura turaqlı bolǵanda gaz basımınıń kólemge baylanıslıǵı 16-súwrette grafik kórinisinde berilgen. Bul baylanıstı grafiginde iyrek sızıq (giperbolı) túrinde berilgen, ol **izoterra sızıǵı** delinedi. Gaz izoterması basım menen kólem óz arakeri tásirde ekenligin sıpatlaydı, yágnıy: $p \sim 1/V$.



16-súwret.



Ózgermeytuǵın temperaturada berilgen gazdiń basımı kólemine keri proporcionallar türde ózgeredi.

Boyl-Mariott nızamıń gazdiń tiǵızlıǵı menen basımı arasındaǵı baylanıs türinde de túsındırıwge boladı. Gazdiń birinshi hám ekinshi halları ushın tiǵızlıqları tómendegidey boladı, yaǵniy:

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

Bul ańlatpalardı bir-birine qatnasın alsaq, Boyl-Mariott nızamı ushın tómendegi ańlatpa payda boladı:

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

Demek, izotermiyalı proceste gaz tiǵızlıǵı kólemge keri basımǵa tuwra proporcionallar türde ózgeredi.

Másele sheshiw úlgisi

Normal atmosfera basımindı ideal gaz 6 l kólemdi iyeleydi. Eger basımı 20 kPa ge kóterilse, gaz qanday kólemdi iyeleydi? Temperaturanı turaqlı dep alını.

Berilgeni:

$$T = \text{const}$$

$$p_1 = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 6 \text{ l} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p_2 = p_1 + 20 \text{ kPa} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Tabıw kerek:

$$V_2 = ?$$

Formulası:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 ;$$

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2}.$$

$$[V] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{Pa}} = \text{m}^3.$$

Esaplaw:

$$V_2 = \frac{10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^5} \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Juwabi: $V_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 5 \text{ l}.$



1. Izoprocesler dep qanday proceslerde aytıladi?
2. Qanday process izotermiyalı process dep ataladı?
3. Izotermiyalı process ushın Boyl-Mariott formulasın jazıń hám túsındırıp beriń.
4. Izoterma sıziǵı degenimiz ne hám ol qanday sıziqtan turadı?
5. Gazdiń hár túrli temperaturaları ushın izoterma sıziń hám túsındırıń.
6. Izotermiyalı proceste gaz tiǵızlıǵınıń kólemge baylanıslı formulasın jazıń.



1. Gazdiń dáslepki kólemi 0,2 l, basımı bolsa 300 kPa bolǵan. Gaz izotermiyalı keńeyip, basımı 120 kPa ǵa eristi. Gazdiń keyingi kólemin tabıń.

2. Porshenli cilindr ishine qamalǵan gazdiń dáslepki kólemi 24 cm^3 , basımı $0,8 \text{ MPa}$ bolǵan. Gaz izotermiyalı qısılıp, gazdiń kólemi 16 cm^3 qa keltirilgende, onıń basımı qanday mániske iye boladı.
3. Normal atmosfera basımında ideal gaz 50 l kólemdi iyeleydi. Eger basım 4 ese artsa, gaz qansha kólemdi iyeleydi (l)? Temperatura turaqlı.
4. Ideal gaz $1,2 \text{ l}$ kólemnen $0,8 \text{ l}$ kólemge shekem izotermiyalı qısıldır. Bunda gazdiń basımı 40 kPa ga artadı. Gazdiń dáslepki basımı qanday bolǵan?

11-§. IZOBARALIQ PROCESS



Ideal gazdiń massası m ($m=\text{const}$) hám basımı ($p=\text{const}$) turaqlı bolǵanda gaz halatınıń ózgeriw procesine izobaralıq process delinedi.

Grekshe «baros» — basım degen mánini ańlatadı.

Izobaralıq proceste berilgen gaz massasınıń kólemi (V) onıń temperaturası (T)na baylanıslı türde ózgeredi. Bul proceste gazdiń kólemi menen temperaturası arasındaǵı baylanıstı gazdiń halatı teńlemesi (Mendeleev-Klapeyron)nen paydalanıp keltirip shıǵaramız. Gazdiń hal teńlemesin basım turaqlı bolǵan ($p_1 = p_2$) gazdiń eki halı ushın jazamız:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2 \quad (1)$$

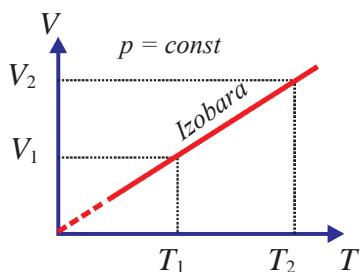
bul teńlemelerdi ústi-ústine bólip, tómendegi teńlikti payda etemiz:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yaki} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}. \quad (2)$$

(2) teńlemeni tómendegi kóriniste de jazıwǵa boladı.

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

Demek, izobaralıq proceste berilgen massalı gaz kóleminiń absolyut temperaturlaǵa qatnasi turaqlı muǵdar eken. Bul nızam 1802-jılı fransuz fizigi Gey-Lyussak tárepinen tájiriybede aniqlanǵanı ushın **Gey-Lyussak** nızamı dep ataladı. (3) teńlikti ortaq bóliniwshige keltirip, $V = \text{const} \cdot T$ kórinisinde jazamız. Ańlatpada beriliwinshe izobaralıq proceste berilgen massalı gaz kólemi onıń absolyut temperaturlasına tuwra proporsional eken. Izobaralıq proceste berilgen gazdiń kólemi menen temperaturası arasındaǵı qatnastı kórsetiwshi sızıq izobara sızıǵı delinedi. Izobara sızıǵı



koordinata basınan shıǵıwshı tuwrı sıziqtan ibarat (17-súwret).

Turaqlı basımda berilgen massalı gazdiń kólemi temperaturaǵa tuwra proporcional túrde ózgeredi.

17-súwret.

Másele sheshiw úlgisi

Ideal gazdiń temperaturası 67°C hám kólemi 25 l . Basım turaqlı bolǵanda, kólem 10 l ge teń bolıwı ushın gazdi neshe gradusqa shekem suwıtıw kerek?

Berilgeni:

$$\begin{aligned} T_1 &= 67 + 273 = 340 \text{ K} \\ V_1 &= 25 \text{ l} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ V_2 &= 10 \text{ l} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p &= \text{const.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tabıw kerek:} \\ \Delta T = ? \end{aligned}$$

Formulası:

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{T_1}{T_2}; \quad T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1}; \\ \Delta T &= T_1 - T_2. \\ [\Delta T] &= \text{K}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

$$T_2 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 340 \text{ K}}{25 \cdot 10^{-3}} = 136 \text{ K}.$$

$$\Delta T = 340 \text{ K} - 136 \text{ K} = 204 \text{ K}.$$

Juwabı: $\Delta T = 204 \text{ K}$.



- Qanday process izobaralıq process dep ataladı?
- Izobaralıq process ushın Gey-Lyussaktıń formulasın jazıń hám oni túsındırıp beriń.
- Izobara sıziǵı degenimiz ne hám ol qanday sıziqtan ibarat?
- Gaz basıminiń hár túrli mánisleri ushın izobaralardı sıziń hám olardı túsındırıp beriń.



- Temperaturası 27°C bolǵan gazdiń kólemi 10 l edi. Gaz izobaralıq túrde 327°C qa shekem ısıtılıǵanda kólemi qalay ózgeredi?
- Ideal gazdiń temperaturası 51°C hám kólemi $0,9\text{ l}$. Basım turaqlı bolǵanda, kólem $0,3\text{ l}$ ge teń bolıwı ushın gazdi neshe gradusqa shekem suwıtıw kerek?
- Gaz 27°C temperaturada 3 l kólemge iye. Bul gaz izobaralıq 100°C da qızdırılsa, ol qanday kólemdi iyeleydi?
- Ideal gaz 47°C da 3 l kólemdi iyelegen. Basımı turaqlı, kólemin $1,2\text{ l}$ ge arttıriw ushın gazdiń temperaturasın qanshaǵa kóteriw kerek?

12-§. IZOXORALIQ PROCESS



Ideal gazdiń massası m ($m = \text{const}$) hám kólemi ($V = \text{const}$) turaqlı bolǵanda gaz halınıń ózgeriw barısına izoxoralıq process delinedi.

Grekshe «xoros» — kólem degendi aňlatadı.

Izoxoralıq proceste massalı gaz basımı (p) onıń temperaturası (T) na qaray ózgeredi. Bul proceste gazdiń basımı menen temperatura arasında qatnasti gazdiń hal teńlemesinen paydalanıp keltirip shıgaramız. Gazdiń hal teńlemesin kólem turaqlı bolǵan ($V_1=V_2$) eki jaǵdayda qollanamız:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1 , \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2 \quad (1)$$

bul teńlemelerdi aǵzası boyınsha bólip, tómendegi teńleme ni payda etemiz:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}. \quad (2)$$

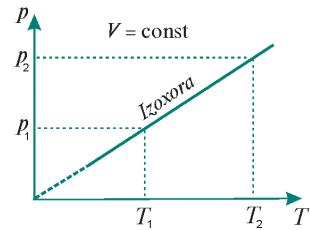
(2) teńleme ni tómendegi kóriniste de jazıwǵa boladı.

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

Demek, izoxoralıq proceste berilgen massalı gaz basımınıń absolyut temperaturaǵa qatnasi turaqlı shama eken. Bul nızam 1787-jılı francuz fizigi **Jak Sharl tárepinen** tájiriybede anıqlaǵanı ushın **Sharl nizami** dep ataladı. (3) teńlikti ortaq bóliniwshige keltirip, onı tómendegishe jazamız, yaǵníy:

$$p = \text{const} \cdot T. \quad (4)$$

(4) aňlatpa boyınsha izoxoralıq proceste berilgen massalı gaz basımı onıń absolyut temperaturasına tuwra proporsional. Izoxoralıq proceste berilgen gazdiń basımı menen temperaturası arasında qatnasti bildiriwshı sıziq **izoxora sıziǵı** dep ataladı. Izoxora sıziǵı koordinata basınń shıgiwshı tuwri sıziqtan ibarat boladı (18-súwret).



18-súwret.



Turaqlı kólemde berilgen massalı gazdiń basımı temperaturaǵa tuwra proporsional ráwishte ózgeredi.

Hárqanday germetik jabıq ıdısta yaki elektr lamposhkasında ısıtılıǵan gaz basımınıń artıwı izoxoaralıq process bolıp esaplanadı.

Másele sheshiw úlgisi

Gaz 280 K den 540 K ge shekem izoxoraliq túrde qızdırılǵanda onıń basımı 39 kPa gó artadı. Gaz dáslep qanday basımda bolǵan?

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$T_1 = 280 \text{ K}$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ yoki $\frac{p}{T_1} = \frac{p + \Delta p}{T_2}$;	$p = \frac{39 \cdot 10^3 \cdot 280}{540 - 280} \text{ Pa} = 42 \cdot 10^3 \text{ Pa}$.
$T_2 = 540 \text{ K}$	$p = \frac{\Delta p \cdot T_1}{T_2 - T_1}$.	
$V = \text{const}$		
$p_1 = p$		
$p_2 = p + \Delta p$		
$\Delta p = 39 \cdot 10^3 \text{ Pa}$.		
<i>Tabıw kerek</i>	$[p] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{K}}{\text{K}} = \text{Pa}$.	
$p = ?$		



- Qanday process izoxoraliq process dep ataladı?
- Izoxoraliq process ushın Sharl nızamınıń formulasın jazıń hám onı túsinidirip beriń.
- Izoxora sızıǵı qanday sızıqtan ibarat?
- Gazdiń hár túrli kólemleri ushın izoxoralardı sızıń hám olardı aytıp beriń.



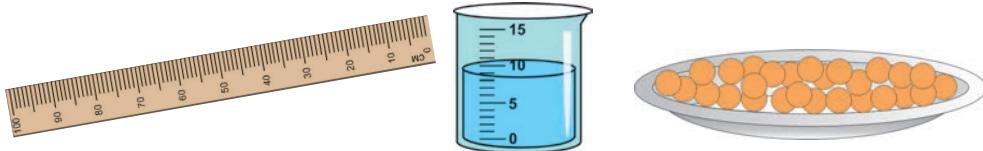
- Ballondaǵı 17 °C temperaturada $1,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ basımgá iye bolsa, qanday temperaturada onıń basımı $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ boladı?
- Eger jaqtılandırıwshı lamposhka janganda, temperaturası 17 °C dan 360 °C gó shekem kóterilse, onıń ishindegi gaz basımı qalay ózgeredi?
- Gaz 300 K nen 420 K ge shekem izoxorali túrde qızdırılsa, onıń basımı 50 kPa gó artadı. Gaz dáslep qanday basımda bolǵan?

13-§. ÁMELIY JUMÍS. MOLEKULALARDÍN ÓLSHEMIN BAHALAW

Mexanikalıq model tiykarında molekulaniń ólshemin bahalaw.

Maqseti: May qatlamınıń eń úlken betine qaray jayılǵandaǵı qalınlığı bir molekula diametrine jaqın dep alıngan túsinikti mexanikalıq model arqalı tekseriw.

Kerekli úskeneleler: sızǵısh, aq qaǵaz, garox dánleri, menzurka.



1. Aq qaǵazǵa tuwrı tórtmúyeshlik sızıń. Onıń ólshemlerin sızǵısh járdeminde ólsheń (eni hám uzınlığı). Sızılǵan betin anıqlap alıń (S).

2. Sızılǵan tórtmúyeshlikti bir tegis etip (tiǵız qılıp)garox dánleri menen toltırıń. Garox dánleri sızılǵan tórtmúyeshliktiń sırtına shıǵıp ketpeśin.

3. Tortmúyeshlik ishindegi garox dánlerin menzurkaǵa salıń. Menzurkaǵa salıńǵan garox dánleriniń kólemin ólsheń(V).

$$4. d = \frac{V}{S} \text{ boyınsha, garoxtıń sızıqlı ólshemin tabıń.}$$

5. Garox dánleri ishinen 10 dana garox dánesin alıp, olardı tiǵız etip bir tuwrı sızıq ústine qoyıń. Sızǵısh járdeminde onıń uzınlığın ólsheń. Ólshengen uzınlıqtı 10 ga bólsek, bir garoxtıń sızıqlı ólshemi kelip shıǵadı.

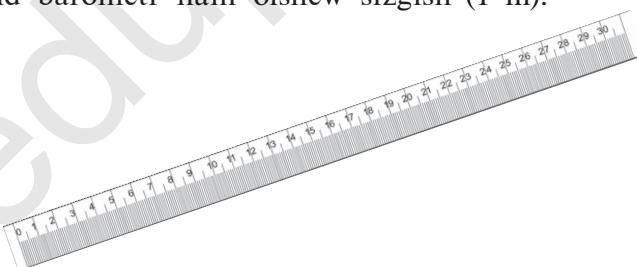
6. Kelip shıqqan nátiyje tiykarında óz juwmaǵıńızdı jazıń.

ĀMELIY JUMÍS. Klass bólmesindegi hawaniń tiǵızlıǵın, bólmedegi molekulalardıń koncentraciyası hám sanın anıqlaw.

Kerekli úskeneſter. Aneroid barometr hám ólshew sızǵısh (1 m).



Aneroid barometr



ólshew sızǵıshi

1. Barometr ishindegi termometrdiń kórsetkenine qaray bólme ishindegi hawaniń temperaturası anıqlanadi.

Aneroid barometr járdeminde bólme ishindegi basım ólshenedi.

Ólshewli sızǵısh járdeminde bólme ólshemleri ólshenedi: uzınlığı, eni, biyikligi.

Temperaturanıń mánisi kelvinde (K), basımnıń mánisi paskalda (Pa) beriledi.

Bólme kólemin anıqlań ($V = a \cdot b \cdot c$).

6. Mendeleev-Klapeyron teńlemesi boyınsha bólmedegi hawaniń tiǵızlıǵıń $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$ aňlatpa boyınsha esaplań.

Esletpe: esaplap atırǵanıñızda bólmeniń molyar massasın 29 g/mol dep alıń.

6. Gaz molekulalarınıń koncentraciyasın $n = \frac{P}{k \cdot T}$ ańlatpa boyınsha esaplań.

7. Bólmedegi gaz molekulalarınıń sanıń $N = n \cdot V$ ańlatpa boyınsha esaplań.

8. Alıńǵan hám esaplanǵan shamalardıń mánisi tiykarında tómendegi keste toltırıladı hám juwmaq jazılıdı.

1	Bólmeniń ólshemleri	Boysi $a = \dots \text{m}$, eni $b = \dots \text{m}$, uzınlığı $c = \dots \text{m}$
2	Bólmedegi hawaniń temperaturası	$\dots \text{°C}$
3	Bólmedegi hawaniń basımı	$\dots \text{mm sınap ústini}$
4.	Bólmeniń kólemi	$\dots \text{m}^3$
5.	Bólmedegi hawaniń tıǵızlıǵı	$\dots \text{kg/m}^3$
6.	Bólmedegi gaz molekulalarınıń koncentraciyası	$\dots \text{m}^{-3}$
7.	Bólmedegi gaz molekulalarınıń massası	$\dots \text{ta}$
8.	Bólmedegi hawaniń massası	$\dots \text{kg}$
Juwmaq:		

14-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Ideal gaz 6 l kóleminen 4 l kólemge shekem izotermiyalıq qıslıdı. Bunda gazdiń basımı 0,6 normal atmosfera basımına kóteriledi. Gazdiń dáslepki basımı qanday bolǵan? Atmosfera basımın 100 kPa dep alıń.

Berilgeni:

$$T = \text{const}$$

$$V_1 = 6 \text{ l} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 4 \text{ l} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p_2 = p_1 + 0,6 \cdot p_{\text{atm}}$$

$$p_{\text{atm}} = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa.}$$

Tabiwy kerek:

$$p_1 = ?$$

Formulası:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

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

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

$$[p_1] = \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{m}^3} = \text{Pa.}$$

Esaplaw:

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

Juwabi: $p_1 = 120 \text{ kPa.}$

2-másele. Massasi 2,6 kg bolǵan ideal gaz 27 °C temperaturada porshen astında 1,3 m³ kólemdi iyelep tur. Gaz izobaralı keńeyip, onıń tiǵızlıǵı 1,2 kg/m³ ǵa teń bolǵanda, porshen ishinde qanday temperatura boladı?

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$p = \text{const}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{2,6 \text{ kg}}{1,3 \text{ m}^3} = 2 \text{ kg/m}^3$.
$T_1 = 300 \text{ K}$	$m = \rho \cdot V \text{ va } \rho_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot V_2;$	$T_2 = \frac{2}{1,2} 300 \text{ K} = 500 \text{ K}.$
$m = 2,6 \text{ kg}$	$T_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} T_1. [T_2] = \frac{\text{kg/m}^3}{\text{kg/m}^3} \text{K} = \text{K}.$	Juwabi: $T_2 = 500 \text{ K}.$
$V_1 = 1,3 \text{ m}^3$		
$\rho_2 = 1,2 \text{ kg/m}^3.$		
<i>Tabiwy kerek:</i>		
$T_2 = ?$		

3-másele. Gazdiń temperaturası izoxoralıq ráwıshte 12 °C ǵa qızdırılǵanda gaz basımı dáslepki mánisiniń 1/75 bólegine shekem kóterildi. Gazdiń dáslepki temperaturası qanday bolǵan?

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$V = \text{const}$		
$\Delta T = 12 \text{ K}$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{1}{75} \cdot p_1}{T_1 + \Delta T};$	$T_1 = 75 \cdot 12 \text{ K} = 900 \text{ K}.$
$T_2 = T_1 + \Delta T$	$T_1 + \Delta T = T_1 \cdot (1 + \frac{1}{75}) \text{ bunnan}$	Juwabi: $T_1 = 900 \text{ K}.$
$p_2 = p_1 + \frac{1}{75} p_1.$	$T_1 = 75 \cdot \Delta T \text{ iye bolamız.}$	
<i>Tabiwy kerek:</i>		
$T_1 = ?$		

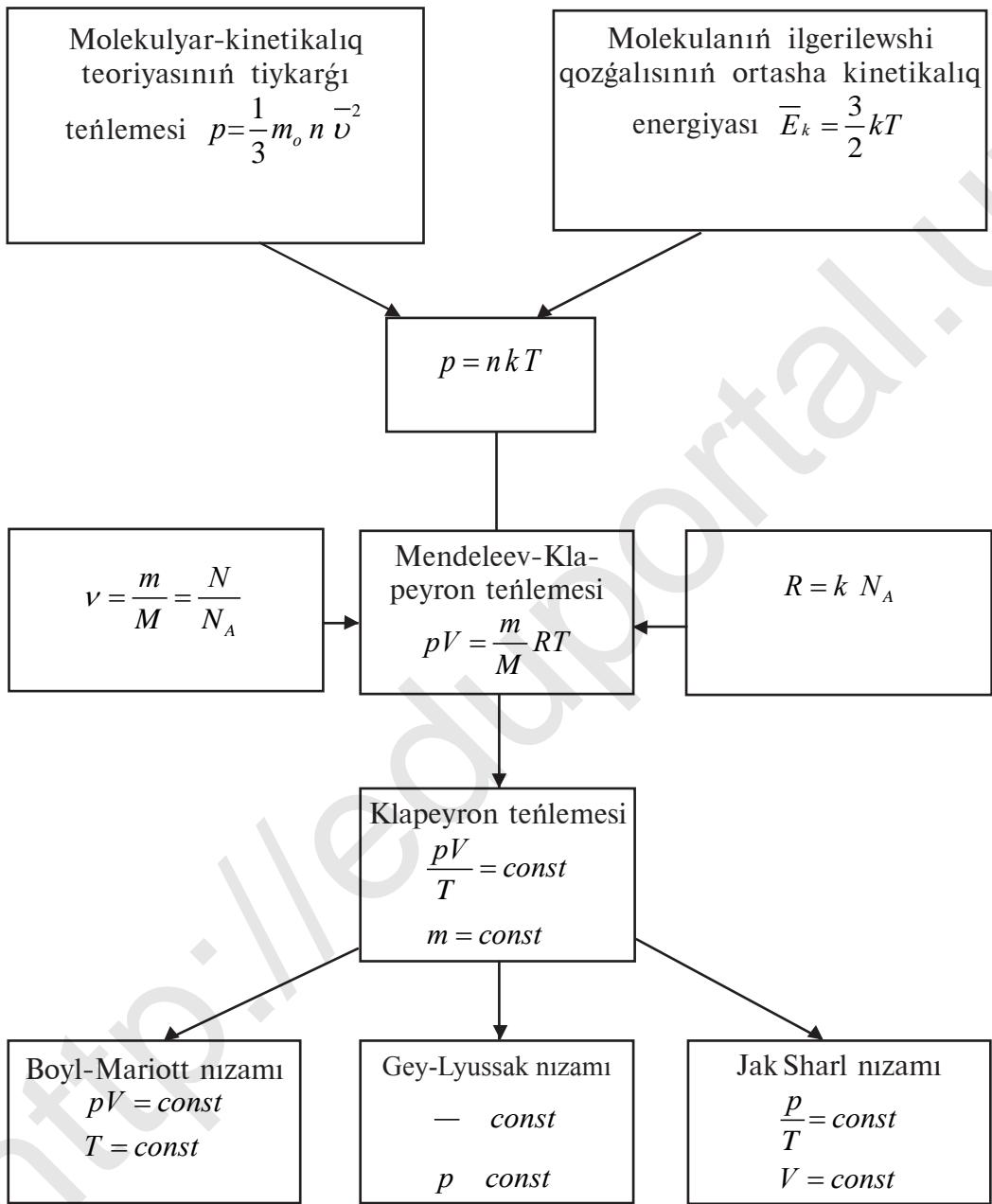
4-másele. Tereńligi 30 m bolǵan kóldiń túbinen hawa kóbigi suw sırtına kóterilgende, onıń kólemi neshe esege artadı? Suwdıń ústingi hám tómengi bólümleerde temperaturanı birdey dep esaplań.

Berilgeni:	Sheshiliwi: $T = \text{const}$ — izotermiyalı process teńlemesi- nen $p_1 V_1 = p_2 V_2$ paydalanamız, bunda p_1 — suw túbinde turǵan hawa kóbikshesiniń ishindegi basım, ol atmosfera basımı menen suyuqlıq baǵanası basımınıń qosındı- sına teń: $p_1 = p_0 + \rho gh$, p_2 — suwdı jarıp shıǵıp atırǵandaǵı hawa kóbikshesiniń ishindegi basım, ol atmosfera basımına teń, yaǵníy $p_2 = p_0$. Bunnan $(p_0 + \rho gh) \cdot V_1 = p_0 V_2$. Bul ańlatpadan tómendegi kelip shıǵa- dı: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0 + \rho \cdot g \cdot h}{p_0} = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30}{10^5} = 4$
$h = 30 \text{ m}$	Juwabi: Kóbikshe 4 esege úlkeygen.
$p_0 = 10^5$	
Pa.	
<i>Tabiwy kerek:</i>	
$\frac{V_2}{V_1} = ?$	

**M
11**

1. 27°C temperaturada jabıq ıdıstaǵı gazdiń basımı 900 kPa ǵa teń edi. Gaz qızdırılıp, temperaturası 277°C ǵa jetkizilgende, ıdıs ishindegi gazdiń basımı qanday mánige iye boladı?
2. Ballonda 17°C temperaturalı gaz bar. Eger gazdiń 0,4 bólegi shıǵıp ketse hám bunda temperatura 10°C ǵa páseyse, ballondaǵı gazdiń basımı qalay ózgeredi?
3. Dáslepki temperaturası 27°C bolǵan ideal gaz izobaralı keńeyip, onıń kólemi 24 % ke arttı. Onıń keyingi temperaturası qanday boladı?
4. Ideal gaz turaqlı basımda 27°C dan 117°C ǵa shekem qızdırılganda, gazdiń kólemi neshe procentke artadı?
5. Hawa kóbikshesi suw háwiziniń túbinen suw betine shıqqanǵa shekem 3,5 esege úlkeydi. Suw háwiziniń tereńligi qanday? Suwdıń ústıngi hám tómengi bólümllerindegi temperaturanı birdey dep esaplań.
- 6*. Jabiq ıdıstaǵı gazdi 120 K ge qızdırırganda onıń basımı eki ese kóterilse, gazdiń dáslepki temperaturası qanday edi?
- 7*. Gaz izobaralı túrde temperurası 10 K ge kótergende, gaz kólemi dáslepki mánisiniń $1/20$ bólegine shekem kóteriledi. Gazdiń dáslepki temperurası qanday bolǵan?
- 8*. Massası 3 kg bolǵan ideal gaz 127°C temperaturada erkin jılı-satúğın porshen astında $2,5\text{ m}^3$ kólemdi iyelep tur. Qanday temperaturada porshen astındagı gazdiń tiǵızlıǵı 2 kg/m^3 boladı?

Ideal gazler molekulyar-kinetikalıq teoriyası tiykarındaǵı teńlemelerden kelip shıǵatuǵın qatnaslar



I BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARÍ

1. Avogadro sanı dep qanday fizikalıq shamaǵa aytıladı?

- A) 12 g ugleroddagi atomlar sanına;
- B) 1 mol zattaǵı bóleksheler sanına;
- C) 18 g suwdaǵı molekulalar sanına;
- D) Barlıq juwaplar durıs.

2. Zattıń muǵdarı 25 mol bolǵan kislorodtiń massasın aniqlań (g).

- A) 144; B) 800; C) 270; D) 600.

3. 27 g suwda qansha mol zat bar?

- A) 2; B) 1,8; C) 0,9; D) 1,5.

4. Molekulalar sanı $2,4 \cdot 10^{24}$ bolǵan azot gaziniń muǵdarı qanday (mol)?

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

5. 5 mol suw qansha kólemdi iyeleydi (cm^3)?

- A) 2; B) 90; C) 64; D) 18.

6. Gazdiń kólemi 2 ese kóbeyip, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi 2 esege kemeyse, onıń basımı qáytip ózgeredi?

- A) 4 ese kóteriledi; B) 8 ese kemeyedi;
C) 4 ese kemeyedi; D) 8 ese kóteriledi.

7. Jabıq ıdıs ishindegi gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi 30 % ke kóbeyse, gaz basımınıń ózgeriwin tabıń.

- A) 25 % ke kóteriledi; B) 69 % ke kóteriledi;
C) 10 % ke kóteriledi; D) 20 % ke kóteriledi.

8. Basımı $4 \cdot 10^5$ Pa hám kólemi 2 m^3 bolǵan bir atomlı ideal gaz molekulalarınıń kinetikalıq energiyasın esaplań. (Dj).

- A) $1,8 \cdot 10^5$; B) $1,2 \cdot 10^6$; C) $2,4 \cdot 10^5$; D) $4 \cdot 10^5$.

9. Ballondaǵı geliy gaziniń temperaturası 27°C dan 227°C ága shekem kóterilse, gazdiń tiǵızlıǵı qáytip ózgeredi?

- A) 4 ese artadı; B) 2 ese artadı; C) 3 ese artadı; D) ózgermeydi.

10. Ballondaǵı kislorodtiń temperaturası 227°C dan 127°C ága shekem tússe, ondaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyası qáytip ózgeredi?

- A) 4 ese artadı; B) 2 ese artadı; C) 4 ese kemeyedi; D) ózgermeydi.

11. Gazdiń absolyut temperaturası 4 ese kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi neshe esege artadı?

- A) 2; B) $\sqrt{3}$; C) 4; D) 3.

12. Gazdiń absolyut temperaturası neshe ese kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi eki esege artadi?

- A) 2 ese; B) 16 ese; C) 8 ese; D) 4 ese.

13. 400 K temperatura 138 kPa basımda gaz molekulalarınıń koncentraciyası neshege teń (m^3)?

- A) $2,5 \cdot 10^{25}$; B) $5 \cdot 10^{25}$; C) $1,38 \cdot 10^7$; D) $2,76 \cdot 10^6$.

14. 50 mol gaz 75 kPa basımda hám 27 °C temperaturada qanشا kólemdi iyeleydi (m^3)?

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

15. Temperaturası 27 °C bolǵan 2 mol gazdiń basımin aniqlań (Pa). Gazdiń kólemin 4 l ge teń dep alını.

- A) $6,12 \cdot 10^5$; B) $5,45 \cdot 10^5$; C) $12,46 \cdot 10^5$; D) $24,9 \cdot 10^5$.

16. Gazdiń basımı 12 ese artsa, kólemi bolsa 3 ese kemeyse, onıń absolyut temperaturası qalay ózgeriwin aniqlań.

- | | |
|--------------------|------------------|
| A) 3 ese kemeyedi; | B) 3 ese artadı; |
| C) 10 ese artadı; | D) 4 ese artadı. |

17. Boyl-Mariott ideal gaz parametrleri ushın qanday qatnasti úyrengeñ?

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

18. Izotermiyalıq proceste gazdiń basımı 2 ese arttı. Bunda gaz molekulalarınıń ortasha kvadratlıq tezligi qalay ózgeredi?

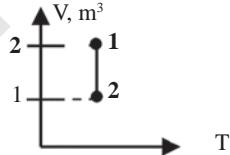
- | | |
|------------------|--------------------|
| A) 2 ese artadı; | B) 2 ese kemeyedi; |
| C) ózgermeydi; | D) 4 ese kemeyedi. |

19. Izotermiyalıq proceste gazdiń basımı 4 ese arttı. Bunda gaz koncentraciyası qáytip ózgeredi?

- | | |
|--------------------|--------------------|
| A) 2 ese artadı; | B) 4 ese artadı; |
| C) 4 ese kemeyedi; | D) 2 ese kemeyedi. |

20. Súwrette berilgenindey gaz 1-haldan 2-halǵa ótkende, onıń basımı qáytip ózgeredi?

- | | |
|------------------|--------------------|
| A) 4 ese artadı; | B) 4 ese kemeyedi; |
| C) ózgermeydi; | D) 2 ese artadı. |



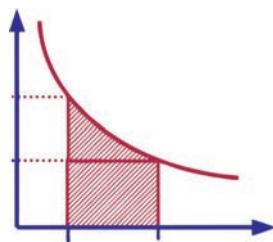
- 21. Turaqlı basımdaǵı ideal gaz kóleminiń temperaturaǵa baylanışlı ekenligin kim tájiriybede aniqlaǵan?**
- A) Gey-Lyussak; B) Sharl; C) Boyl-Mariott; D) Shtern.
- 22. Ideal gaz ushın izobaralıq procestiń anılatpasın tabıń.**
- A) $p = nkT$; B) $pV = \text{const}$;
C) $V/T = \text{const}$; D) $p/T = \text{const}$.
- 23. Usı sózlerdiń mazmunına sáykes keletuǵinday etip gápti dawam ettiriń. Izoxaralıq proceste ...**
- A) p hám T ózgeredi, V ózgermeydi;
B) p hám V ózgeredi, T ózgermeydi;
C) V hám T ózgeredi, p ózgermeydi;
D) Barlıq parametrleri ózgeredi.
- 24. Jabiq ıdistaǵı temperaturası -96°C bolǵan ideal gazdi 81°C ge shekem qızdırılsa, onıń basımı neshe esege kóteriledi?**
- A) 3; B) 2; C) 1,18; D) 2,21.
- 25. Ballondaǵı gaz 57°C temperaturada 10^5 Pa basımǵa iye bolsa, qanday temperaturada onıń basımı $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ boladı ($^{\circ}\text{C}$)?**
- A) 990; B) 171; C) 444; D) 717.
- 26. Ballondaǵı gaz temperaturası 400 K ge kóterilgende, onıń basımı 3 ese artqan bolsa, gazdiń aqırğı temperaturasın aniqlań (K).**
- A) 450; B) 900; C) 750; D) 600.
- 27. Eger jaqtılantırıwshı lamposhka janǵanda, temperaturası 7°C den 287°C ge shekem kóterilse, onıń ishindegi gaz basımı neshe ese kóteriledi?**
- A) 3 ese; B) 4 ese; C) 1,5 ese; D) 2 ese.
- 28. 2 mol ideal gaz 400 K temperaturada 400 kPa basımǵa iye bolsa, onıń kólemi neshege teń?**
- A) 831 l ; B) $8,31 \text{ l}$; C) $16,62 \text{ l}$; D) $41,5 \text{ l}$.
- 29. Normal sharayatta awzı jabiq ıdıs birdey massalı vodorod, azot hám kislород gazleri menen toltırılgan. Qaysı gazdiń parcial basımı eń úlken boladı?**
- A) vodorod; B) kislород; C) azot; D) basımlar teń.
- 30. Gazdiń basımı $16,6 \text{ kPa}$, tıǵızlıǵı 0.02 kg/m^3 , molyar massası 2 g/mol . Gazdiń temperaturasın tabıń (K).**
- A) 2; B) 200; C) 275; D) 473.

I BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

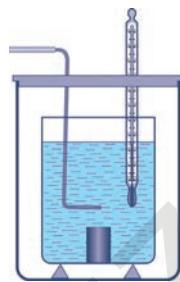
Molekulyar-kinetikalıq teoriyası tájiriybelerde dálillengen úsh qagyidaǵa tiykarlanadı:	Zatlar bólekshelerden — atom hám molekulalardan turadı. Atom hám molekulalar toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı. Atom hám molekulalar arasında óz ara tartısw hám iyterilisiw kúshleri bar.
Broun qozǵalısı tómendegi qásiyetlerge iye:	Broun qozǵalısı toqtawsız hám tártipsiz háreketten turadı. Broun qozǵalısınıń traektoriyası quramalı siniq siziqlardan ibarat. Broun qozǵalısı bóleksheniń ólshemine baylanıslı.
Zattıń muǵdari	1 mol — atom (molekula)lar massası 12 g ugleroddaǵı atomlar sanına teń.
Avogadro turaqlısı	Muǵdari 1 mol bolǵan molekulalar sanı italyan alımı Amedeo Avogadro húrmetine Avogadro turaqlısı dep ataladı. Avogadro turaqlısı fundamental fizikalıq muǵdar bolıp, onıń san mánisi $N_A=6,022 \cdot 10^{-23}$ mol ⁻¹ ga teń.
Molyar massa	Muǵdari bir mol bolǵan hárqanday zattıń massası molyar massa dep ataladı.
Massa atom birligi	Massa atom birligi (u) etip uglerod atomı massasınıń 1/12 bólegi menen salıstırıw qabil etilgen, yaǵníy: $1 u \approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.
Salıstırmalı atom massa	Berilgen zat atom massasınıń (m_0) uglerod atom massası (m_{0C}) $1/12$ bólegi menen salıstırılıwına, usı zattıń salıstırmalı atom massası dep ataladı.
Molekulalar koncentraciyası	Kólem birligindegi molekulalar sanına zat molekulalarınıń koncentraciyası dep ataladı.
$n = \frac{N}{V}; \quad [n] = \frac{1}{m^3}.$	
Ideal gaz	— Molekulaları materiallıq noqatlar dep qaralatuǵın hám de olar arasında óz ara táśir kúshleri itibarǵa alınbaytuǵın dárejede kishi bolǵan gazler.

Real gaz	Qásiyetleri molekulalarınıń óz ara tásirine baylanıslı bolǵan gaz
Temperaturaniń molekulyar-kinetikalıq talqılanıwı	Temperatura — gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalısınıń ortasha kinetikalıq energiyasınıń ólshemin bildiredi, yaǵníy; $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot k T.$
Bolsman turaqlısı	Bolsman turaqlısı molekulalardıń ortasha kinetikalıq energiyası hám temperaturası arasındaǵı qatnas koefficientin bildiredi. Onıń san mánisi $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K ge teń.
Universal gaz turaqlısı	Bolsman turaqlısı k menen Avogadro turaqlısı N_A niń kóbeymesine universal (molar) gaz turaqlısı dep ataw qabıl etilgen. Universal gaz turaqlısınıń san mánisi $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ǵa teń.
Ideal gazdiń basımı	Ideal gazdiń basımı gaz molekulalardıń koncentraciyası hám onıń temperaturasına tuwra proporcional, yaǵníy: $p = nkT$.
Absolyut nol temperatura	Absolyut nol temperatura mümkin bolǵanınsha eń tómen temperatura bolıp, bunday temperaturada zattıń molekulaları qozǵalıstan toqtaydı.
Temperaturaniń Celsius hám Kelvin shkalası arasındaǵı qatnasi	Temperaturaniń Celsius shkalasından Kelvin shkalasına ótiw formulası tómendegishe: $T = t + 273.$
Molekulalar jıllılıq qozǵalısınıń ortasha kvadratlıq tezligi	$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}.$
Molekulardıń tezlik boyınsa bólistiriliwi	Ingliz fizigi J. Maksvell 1859-jılı teoriyalıq jol menen gaz molekulaları belgili bir temperaturada túrli tezlikler menen qozǵalısın, yaǵníy molekulalardıń tezlikler boyınsa bólistiriliwin aniqladı.

Shtern tájiriybesi	Shtern tájiriybesi ideal gaz molekulyar-kinetikalıq teoriyasın hám Maksvelldiń gaz molekulalar tezlikleri boyinsha bólistiriliwi haqqındaǵı táliymattıń durılıǵıń tastıyıqladı.
Mendeleev-Klapeyron teńlemesi	Mendeleev-Klapeyron teńlemesi ideal gaz halat teńlemesi bolıp, ol gazdiń massası, molar massası, basımı, kólemi hám temperaturası arasındaǵı baylanıstı bildiredi, yaǵníy: $pV = \frac{m}{M} RT.$
Boyl-Mariott nızamı. Izotermiyalıq process	Ideal gazdiń massası ($m = \text{const}$) hám temperaturası ($T = \text{const}$) turaqlı bolganda gaz halatınıń ózgeriw procesine izotermiyalıq process dep ataladı. Ózgermeytuǵın temperaturada berilgen massalı gazdiń basımı kólemine keri proporsional türde ózgeredi, yaǵníy: $p \sim 1/V$ yaki $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$.
Gey-lyussak nızamı. Izobaralıq process	Ideal gazdiń massası ($m = \text{const}$) hám basımı ($p = \text{const}$) turaqlı bolganda gaz halatınıń ózgeriw procesine izobaralıq process dep ataladı. Ózgermeytuǵın basım sharayatında berilgen massalı gazdiń kólemi temperaturaǵa tuwra proporsional türde ózgeredi, yaǵníy: $V \sim T$. $\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{yaki} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$
Jak Sharl nızamı. Iroxoralıq process	Ideal gazdiń massası m ($m = \text{const}$) hám kólemi ($V = \text{const}$) turaqlı bolganda gaz halatınıń ózgeriw procesine ioxoralıq process dep ataladı. Ózgermeytuǵın kólem sharayatında berilgen massalı gazdiń basımı temperaturaǵa proporsional türde ózgeredi, yaǵníy: $p \sim T$ $\frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{yaki} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$



II BAP ISHKI ENERGIYA HÁM TERMODINAMIKA ELEMENTLERİ



Makroskopiyalıq sistemada júz berip atırğan hár túrli proceslerde energiya bir túrden ekinshi túrge ótedi. Fizikalıq procesler ishindegi qatnáslardı úyrenetuǵın molekulyar fizikanıń bólimine **termodinamika** dep ataladı. Termodinamikada denelerdiń qásiyetleri tek ǵana energiya almasıw jaǵınan úyrenilip, olardıń molekulyar dúzilisine onsha itibar berilmeydi.

15-§. ISHKI ENERGIYA

Molekulyar-kinetikalıq teoriyası boyinsha makroskopiyalıq deneni qurawshı barlıq molekulalar tártipsiz qozǵaladı. Deneni qurawshı barlıq bóleksheler kinetikalıq hám potencial energiyaları qosındısı usı dene(zat) niń ishki energiyasına teń, yaǵniy:

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

Bunda E_k hám E_p deneni qurawshı barlıq molekulalardıń sáykes túrde kinetikalıq hám potencial energiyaları.

Ideal gazdiń ishki energiyasın esaplaw qattı hám suyiq denelerdiń ishki energiyasın esaplaw siyaqlı quramalı emes. Ideal gaz molekulaları bir-biri menen óz ara tásirlespegeni ushın, olardıń óz ara tásir potencial energiyasın nolge teń dep alıwǵa boladı. Onda ideal gazdiń ishki energiyası onı qurawshı barlıq molekulaları tártipsiz qozǵalısı kinetikalıq energiyalarınıń qosındısınan ibarat boladı, yaǵniy:

$$U = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kn}. \quad (2)$$

Ideal gaz molekulasınıń ortasha kinetikalıq energiyasi $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$ ekenligin esapqa alsaq, (2) aňlatpanı tómendegidey etip jazamız:

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

Sonday-aq, $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ hám $k \cdot N_A = R$ ekenligin esapqa alsaq (3)

ańlatpa tómendegi kóriniske keledi:

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

4) teńlik ideal gazdiń ishki energiyasın esaplaw imkaniyatın beredi. Demek, ideal gazdiń ishki energiyası onıń massası menen absolyut temperaturası kóbeymesine tuwra, molyar massasına keri proporsional eken.

Termodynamikada sistema bir jaǵdaydan ekinshi jaǵdayǵa ótkende onıń ishki energiyasınıń ózgeriwi áhmiyetli bolıp esaplanadı. Ishki energiyanıń ózgeriwi degende sistemanıń dáslepki hám aqırğı halatı arasındağı ishki energiyalar ayırmashılıǵı túsiniledi, yaǵní:

$$\Delta U = U_2 - U_1. \quad (5)$$

Eger gazdiń temperaturası T_1 den T_2 ge shekem ózgerse, (4) ańlatpa boyınsha onıń ishki energiyasınıń ózgeriwin tómendegishe jazıwǵa boladi:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{3}{2} v R \Delta T. \quad (6)$$

Ideal gazdiń hal teńlemesi boyınsha $pV = \frac{m}{M} RT$ bolǵanı ushın (4) teńlikti tómendegi kóriniste jazıwǵa boladı:

$$U = \frac{3}{2} p V. \quad (7)$$

(7) teńlikten gazdiń ishki energiyası gaz basımı hám kólemine baylańıslı ekenligi kórinedi. (4) hám (7) teńlemelerdi bir atomlı gazler ushın jazsaq:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} p V. \quad (8)$$

Hárqanday deneniń ishki energiyası onıń jıllılıq halatına baylanıslı. Denede jıllılıq halatınıń ózgeriwi menen onıń ishki energiyası da ózgeredi. Zat bir agregat halattan basqa agregat halatqa ótkende, máselen: zat suyıq halattan gaz halatına ótkende hám qattı halattan suyıq halatqa ótkende deneniń ishki energiyası ózgeredi. Qattı halattan suyıq halatqa ótkende deneniń ishki energiyası artsa, kerisinshe, suyıq halattan qattı halatqa ótkende deneniń ishki energiyası kemeyedi. Sonday-aq, zat suyıq halattan gaz halatına ótkende onıń ishki energiyası artadi.

Másele sheshiw úlgisi

Muğdarı 12 mol bolǵan argon gazi 12°C dan -88°C ǵa shekem suvitlganda, onıń ishki energiyası qáytip ózgeredi?

Berilgeni:	Formulası:	Esaplaw:
$v = 12 \text{ mol}$ $T_1 = 12^{\circ}\text{C} + 273 \text{ K} = 285 \text{ K}$ $T_2 = -88 + 273 = 185 \text{ K}$ <i>Tabıw kerek:</i> $\Delta U = ?$	$\Delta U = \frac{3}{2}vR(T_2 - T_1)$ $[U] = \text{mol} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{K}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = \text{J}$	$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 8,31 \cdot (185 - 285) =$ $= -14958 \text{ J} \approx -15 \text{ kJ}$ <p>Juwabi: gazdiń ishki energiyası $\Delta U = 15 \text{ kJ}$ ke kemeyedi.</p>



1. Termodynamika nenı úyrenedi?
2. Ideal gazdiń ishki energiyası degende nenı túsinésiz?
3. Ideal gazdiń ishki energiyasın esaplaw formulasın jazıń hám onı túsindirip beriń.
4. Gaz izobaralıq keńeygende onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?



1. Temperaturası 47°C hám ishki energiyası 80 kJ bolǵan argon gaziniń massasın aniqlań.
2. Bir atomlı ideal gazdiń kólemi $0,4 \text{ m}^3$ hám ishki energiyası 45 kJ bolsa, onıń basımı nege teń?
3. Muğdarı 3 mol neon gazi 40°C dan -80°C ǵa shekem suvitlganda, onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
4. Massası 80 g bolǵan geliy gazi 20°C den 70°C ge shekem qızdırılǵanda, onıń ishki energiyası qaytip ózgeredi?
5. Ídistaǵı $4 \cdot 10^{25}$ molekulaǵa iye bolǵan bir atomlı ideal gazdiń temperaturası 72 K ge artqanda, onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
6. 10^5 Pa basım astında turǵan bir atomlı ideal gazdiń kólemi izobaralıq türde 300 cm^3 dan 500 cm^3 qa shekem astı. Bunda gazdiń ishki energiyası qanshaǵa ózgergen?
7. Jaqtıltırıwshi lamposhka jaŋganda, ishindegi gazdiń temperaturası 17°C dan 307°C ǵa shekem kóterilse, onıń ishindegi ishki energiyası neshe esege artadı?

16-§. TERMODINAMIKAŁIQ JUMÍS

Geybir sistemaniň ishki energiyasınıň ózgeriwine jumis orınlaw hám jılılıq almasıw procesleri sebep boladı. Gazde júz beretuğın kópshilik proceslerde onıň kólemi ózgeredi. Gaz belgili bir kólemdi iyelep turiwi ushın ol idisqa qamalǵan bolıp, qandayda bir sırtqi kúsh astında turiwi kerek. Máselen, m massaslı gaz erkin jılısatıǵın porshenli cilindrli idisqa qamalǵan dep oylayıq (19-a súwret). Gazdiń bul jaǵdaydaǵı temperaturası T_1 , kólemi V_1 hám basımı p_1 bolsın. Eger gazdi T_2 temperaturaǵa shekem qızdırısaq (porshen erkin jılısqanı ushın, gaz basımı turaqlı dep qaraladı, yaǵníy: $p_1 = p_2$), gaz izobarlı keńeyip V_2 kólemdi iyeleydi(19-b súwret). Gazdiń kólemi ózgergende, ol sırtqi basım kúshine qarsı jumis isleydi. Bul jumis termodinamikalıq jumis dep ataladı. Gaz qızdırılıǵanda, gaz molekulaları porshenge barıp urılıwı nátiyjesinde porshendi belgili bir Δh aralıqqa jılıstırıradı hám jumis isleydi.

Mexanikalıq jumis formulası boyınsha gazdiń sırtqi kúshke qarsı orınlagań jumisi tómendegige teń:

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

Basımnıń $F = p \cdot S$ ekenligin esapqa alsoaq, (1) ańlatpa tómendegi kóriniske iye boladı:

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

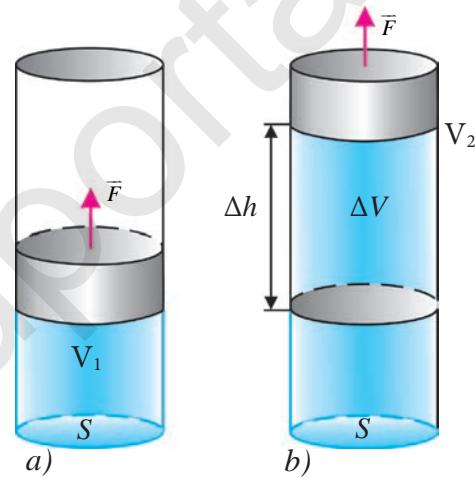
bunda $\Delta V = V_2 - V_1$ gaz kóleminiń ózgerowi. Demek, gazdiń izobaralı keńeyiwinde orınlagań jumisi onıň basımı menen kólemi ózgeriwiniń kóbeymesine teń eken. Bul proceste gaz keńeyip sırtqi kúshlerge qarsı jumis orınlayıdı, sebebi kúsh baǵıtı menen porshenniń kóshiw baǵıtı birdey. Sonday-aq, gaz qısılğanda gaz ústinen sırtqi kúshler jumis isleydi.

19-súwrette súwretlengen hár eki jaǵdayǵa da, yaǵníy izobaralıq keńeyiw procesi ushın Mendeleev-Klapeyron teńlemesin jazıp,

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

olardı bir-birinen ayıramız:

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



19-súwret.

Eger $T_2 - T_1 = \Delta T$ hám $V_2 - V_1 = \Delta V$ dep alsaq, (4) ańlatpa tómendegi kóriniske keledi. $p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$. (5)

(5) ańlatpa boyinsha gaz izobaralı ΔT temperaturada qızdırılıǵanda sırtqı kúshler ústinen orınlaǵan jumis tómendegishe anıqlanadı:

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

bul ańlatpanı 1 mol muǵdardaǵı gaz ushın jazsaq, ol tómendegi kóriniske keledi:

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

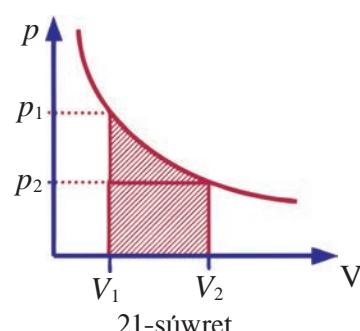
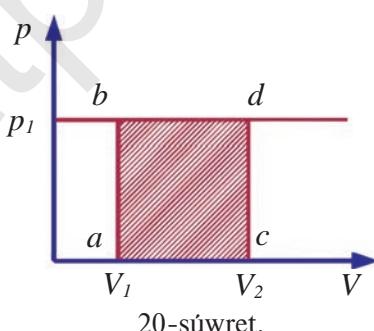
Bul ańlatpadan universal gaz turaqlısı ushın tómendegi qatnas kelip shıǵadı, yaǵníy: $R = \frac{A}{\Delta T}$.

Universal gaz turaqlısı san jaǵınan bir mol gazdi bir kelvinge izobaralıq túrde qızdıríganda usı gaz tárepinen orınlaǵan jumısqa teń.

Gaz orınlaǵan jumistiń geometriyalıq sıpatlaması. Jumistiń geometriyalıq sıpatlaması bul proceste orınlangan jumistiń geometriyalıq jol menen dálilleniwi bolıp esaplanadı. Bunda gaz basımınıń kólemine qatnasi grafigi sızıladı, máselen, gaz izobaralıq keńeygen bolsın(20-súwret). Turaqlı p basımǵa iye bolǵan gazdiń kólemi V_1 den V_2 ge keńeygende orınlaǵan jumis $abcd$ tuwrı tórtmúyeshliktiń maydanına san jaǵınan teń, yaǵníy:

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

Izotermiyalıq proceste basım kólemge keri proporcional ráwıshte ózgeredi(21-súwret). Bul jaǵdayda gazdiń orınlaǵan jumisi san jaǵınan izoterma grafigi astında shtrixlanǵan maydanǵa teń boladı.



Másele sheshiw úlgisi

Porshen astındaǵı kislorod gazi 64 K ge izobaralıq türde qızdırılǵanda, gaz sırtqı kúshler ústinen 16,6 kJ jumıs isleydi. Kislorodtuń massası qanday bolǵan?

Berilgeni:

$$\begin{aligned} M &= 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \\ \Delta T &= 64 \text{ K} \\ p &= \text{const} \\ A &= 16,6 \text{ kJ} = 16,6 \cdot 10^3 \text{ J.} \end{aligned}$$

Tabiw kerek:

$$m = ?$$

Formulası:

$$\begin{aligned} A &= \frac{m}{M} R \cdot \Delta T; \\ m &= \frac{A \cdot M}{R \cdot \Delta T}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

$$m = \frac{16,6 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 64} \text{ kg} = 1 \text{ kg.}$$

Juwabı: $m = 1 \text{ kg.}$

$$[m] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \text{kg}$$



- Gazdiń izobaralı keńeyiwinde orınlaǵan jumıs formulasın keltirip shıǵarıń hám onı túsındırıp beriń.
- Gazdiń izobaralı keńeyiwinde orınlaǵan jumısın temperaturanıń ózgeriwi menen sıpatlap beriń.
- Mexanikalıq jumıs penen termodinamikalıq jumıstiń parqı nede?



- Ídistaǵı 160 kPa basım astında turǵan gaz izobaralı türde keńeyip, 48 kJ jumıs orınladı. Bunda gazdiń kólemi qanshaǵa kóbeygen?
- Porshen astındaǵı 400 g massalı hawa izobarlı türde qızdırıldı. Hawa sırtqı kúshler ústinen 8 kJ jumıs islese, ol neshe gradusqa qızǵan?
- 100 kPa basım astındaǵı ideal gaz izobaralı keńeyip, kólemi 100 m³ tan 300 cm³ qa shekem arttı. Gaz qanday jumıs orınlaǵan?
- Ishki diametri 5 cm bolǵan cilindrge gaz qamalǵan. Cilindr porshenine 50 N sırtqı kúsh tásır etip, gaz kólemin 10 cm³ qa kemeytti. Sırtqı kúsh alıngannan keyin gaz keńeyip, dáslepki halatına qayttı. Sırtqı kúsh alıngannan keyin qıslıǵan gaz qansha jumıs islegen?

17-§. JÍLLÍLÍQ MUĞDARÍ

Denelerde jíllılıq almasıwi

Bir deneden ekinshi deñege jumıs islemey energiya beriwig procesine jíllılıq almasıwi yaki jíllılıq uzatıw delinedi.



Jíllılıq almasıw procesinde dene alǵan yaki sarplaǵan ishki energiya muğdarın belgilewshi fizikalıq muğdarǵa jíllılıq muğdarı delinedi.

Jíllılıq muğdarınıń ólshem birligi jumıstiń birligi menen birdey, yaǵníy **Djoul** (1J). Jíllılıq muğdarın esaplaw ushın *kaloriya* (1 kal) dep atalatuǵın birlik te kirgizilgen. Jíllılıq muğdarın *Q* háribi menen belgilew qabil etilgen.



1 gramm distillengen suwdı 1 °C da ısıtıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarı 1 kaloriya dep qabil etilgen.

Kaloriya menen birge kilokaloriya da qollanıladı ($1 \text{ kkal} = 1000 \text{ kal}$). Jıllılıq muǵdarınıń Djoul menen kaloriya birlikleri arasındaǵı qatnas tómendegishe beriledi: $1 \text{ J} = 0,24 \text{ kal yaki } 1 \text{ kal} = 4,19 \text{ J}$.

Jıllılıq uzatıw barısında deneniń temperaturası t_1 mánisinen t_2 mánisine ózgergen bolsa, deneniń alǵan yaki sarplaǵan jıllılıq muǵdarı tómen-degishe esaplanadı:

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

bunda m — deneniń massası, c — proporcionallıq koefficienti bolıp, oǵan zattıń salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığı delinedi, t_1 — deneniń baslaǵısh temperaturası, t_2 — deneniń aqırğı temperaturası. Jıllılıq almasıw procesinen keyin deneniń temperaturası $t_2 > t_1$ qatnasta bolsa $Q > 0$ bolıp, dene jıllılıq muǵdarı alǵanın hám kerisinshe $t_2 < t_1$ qatnasta bolsa $Q < 0$ bolıp, dene jıllılıq muǵdarın bergenligin bildiredi.

(1) ańlatpa boyınsha deneniń salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığı tómen-degishe esaplanadı:

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

(2) teńlik boyınsha salıstırımalı jıllılıq sıyımlınıń Xalıqaralıq birlikler sisteme-sındığı birligi $[c] = \frac{J}{kg \cdot K}$ ekenligi kelip shıǵadı.



Massası 1 kg bolǵan zattıń temperaturasın 1 °C ge ózger-ıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarın sıpatlawshı fizikalıq muǵdargá zattıń salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığı delinedi.

Zatlardıń salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığınıń san mánisi tómen-degi kes-tede berilgen.

	Zattıń türü	Salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığı, J/ (kg · K)		Zattıń türü	Salıstırımalı jıllılıq sıyımlılığı, J/ (kg · K)
1	Qorǵasın	130	6	Shiyshe	830
2	Gúmis	230	7	Alyuminiy	890
3	Qalayı	230	8	Muz	2100
4	Mıs	390	9	Kerosin	2140
5	Polat	460	10	Suw	4200

Jilliliq balansı teñemesi

Biz úyrenip atırğan deneler sisteması átiraptagi denelerden jeterli dáre-jede izolyaciyalangan bolsa, onı jabıq sistema dep ataymız. Jabıq sistema ishinde turǵan denelerdiń ishki energiyası waqt ótiwi menen de ózger-meydi. Misal ushın kalorimetr, suw hám qızdırılǵan metall deneden ibarat bolǵan jabıq sistemani qarap shıgayıq. Bunda sistema ishindegi de-neler arasında jilliliq almasıwı jüz beredi, issı metall dene jilliliq berse, suw da idis ta jilliliq aladı.

Jilliliq almasıwı procesinde qatnasıp atırğan barlıq denelerdiń ishki energiyaları olardıń temperaturaları birdey bolǵanǵa shekem ózgeredi. Kelip shıqqan temperatura deneler sistemasiń termodinamikalıq balans temperaturası delinedi. Jilliliq almasıw procesinde heshqanday jumis orınlambastan júzege kelgende ishki energiyaniń ózgeriwi ayırım denelerdiń ıswı, basqa denelerdiń suwiwı esabınan ámelge asadı. Jumis orınlambastan tek ǵana jilliliq almasıwı nátiyjesinde júz berip atırğan proceslerdi túsindiriw ushın jilliliq balansı teñlemesi (francuzsha «balans» — teñsal-maqlıq degendi ańlatadı) dúziledi. Bul teñleme tómendegishe túsindiriledi:



Jilliliq almasıwı nátiyjesinde ishki energiyaları azayǵan denelerdiń bergen jilliliq muǵdarlarınıń qosındısı, ishki energiyaları kóbeygen denelerdiń qabil etken jilliliq muǵdarları-nıń qosındısına teń.

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n \quad (3)$$

bul jerde Q_1, Q_2, \dots, Q_n — issı denelerdiń bergen jilliliq muǵdarları.

Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n bolsa denelerdiń algan jilliliq muǵdarları.

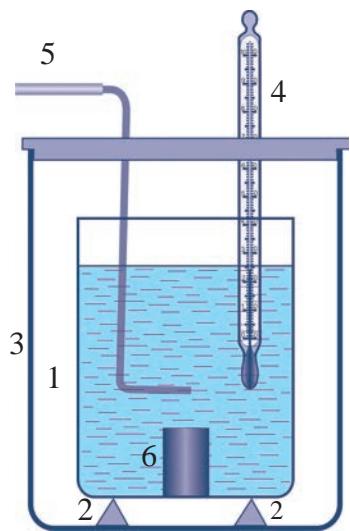
(3) teñleme jilliliq balansı teñlemesi dep ataladı. Ol jilliliq almasıw procesi ushın energiyaniń saqlanıw nızamınan ibarat bolıp, tómendegishe túsindiriledi:



Jilliliq almasıwı procesinde jilliliq muǵdarı joqtan bar bolmaydı, bardan joq bolmaydı, tek ǵana bir deneden basqa bir deñege ótedi.

Dene(zat)niń bergen yaki algan jilliliq muǵdarın kalorimetr járdeminde anıqlawǵa boladı (22-súwret). Kalorimetr sózi jilliliqtı ólshew degen mánisti bildiredi (latınsha calor — *jilliliq*, grekshe *metreo* — *ólshew*).

Kalorimetrleriń ishki idisi juqa diywallı 1 metall idistan ibarat bolıp, jilliliqtı az ótkiziwshi 2 túbeklerge ornatılǵan 3 plastmassa idisqa salınǵan. Kalorimetrg 4 termometr hám 5 aralastırıǵısh túsirilgen boladı.



22-súwret.

Kalorimetr idisiniń aralastırğısh penen bir-geliktegi massası m_1 hám salısırmalı sıyımlığı c_1 dep alayıq. Kalorimetргe m_2 massalı suw quysaq, suwdıń salıstırmalı jillılıq sıyımlığı c_2 , jillılıq teń salmaqlıqqqa kelgennen keyin kalorimetr hám suwdıń temperaturası t_1 bolsın. Kalorimetргe temperaturası t_2 , massası m , salıstırmalı jillılıq sıyımlığı c bolğan 6 qızdırılğan temirdi túsireyik. Jillılıq teńsarmaqlıqqqa eriskennen keyin suwlı kalorimetr hám temirdiń temperaturası t bolsın. Bunda qızdırılğan temir t_2 den t ga shekem suwip, kalorimetr menen suwgá $Q = cm (t_2 - t)$ jillılıq muğdarın beredi. Natiyjede kalorimetr menen suw temperaturası t_1 den t ga shekem kóteriledi. Bunda kalorimetr $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$, suw $Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1)$ jillılıq muğdarın aladi.

Energiyasınıń saqlanıw nızamı boyınsha, deneňin bergen jillılıq muğdarı kalorimetr hám suw alğan jillılıq muğdarı qosındısına teń:

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

Kalorimetr, suw hám temirdiń salıstırmalı jillılıq sıyımlığı hám massaların bilgen halda, t_1 , t_2 hám t temperaturaların ólshep, temirdiń bergen Q jillılıq muğdarın, kalorimetr hám suwdıń alğan Q_1 hám Q_2 jillılıq muğdarların esaplawǵa boladı.

(4) ańlatpaǵa Q , Q_1 hám Q_2 nıń ańlatpaların qoyıp, jillılıq balansı teńlemesiniń tómendegi kórinisin payda etemiz:

$$cm (t_2 - t) = c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1). \quad (5)$$

Eger kalorimetргe salıngan deneniń salıstırmalı jillılıq sıyımlığı c belgisiz bolsa, onı (5) ańlatpadan keltirip shıgarıwǵa boladı:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t - t_1)}{m(t_2 - t)} \quad (6)$$

Bul kalorimetргe salıngan qálegen deneniń salıstırmalı jillılıq sıyımlıǵıń anıqlaw formulasın bildiredi.

Demek, kalorimetr járdeminde qálegen deneniń salıstırmalı jillılıq sıyımlıǵıń da anıqlawǵa boladı.

Másele sheshiw úlgisi

Suw 210 m biyiklikten ağıp tur. Awırlıq kúshiniń atqarǵan jumısı suwdıń temperaturasın qanshaǵa ózgertedi? Suwdıń aǵıwın erkin túsiw dep alıń.

Berilgeni:

$$h = 210 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$c = 4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$

Tabıw kerek:

$$\Delta t = ?$$

Sheshiliwi: massa sım bolǵan dene h biyiklikten erkin túskende awırlıq kúshi $A = mgh$ ǵa teń jumısı isleydi. Awırlıq kúshi orınlagań jumısınıń belgili bir bólegi deneniń ishki energiyasın ózgerte-di hám nátiyjede dene qızadı. Suw h biyiklikten túskende awırlıq kúshiniń jumısı tolıq ishki energiyaǵa (jillılıqqa) aylandı dep qarayıq, yaǵníy $m \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$:

Ańlatpanı ápiwayılastırıp, $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{g \cdot h}{c}$ ke iye bolamız.

$$[\Delta t] = \frac{\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \text{m}}{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{J}}}{\frac{\text{kg}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = \text{K}. \quad \Delta t = \frac{9,81 \cdot 210}{4200} \text{ K} = 0,49 \text{ K}.$$

Juwabı: $\Delta t = 0,49 \text{ K}$.

-  1. Jillıq muǵdarı degenimiz ne? Onıń qanday birlikleri bar?
 2. Salıstırmalı jillılıq sıyımlığına sıpatlama beriń hám onıń esaplaw formulasın jazıń.
 3. Jillılıq balansı teńlemesiniń fizikalıq áhmiyeti neden ibarat?
 4. Jillılıq almasıw procesi ushın energiyaniń saqlanıw nızamın aytıp beriń.
 5. Birdey biyiklikten birdey massaǵa iye bolǵan alyuminiy, qorǵasın hám temir sharlar taslandı. Qaysı biri kóbirek qızıp ketedi?

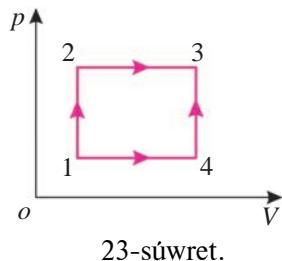
**M
14**

1. Massası 0,5 kg hám salıstırmalı jillılıq sıyımlığı 450 J/(kg · K) bolǵan dene 20 °C den 310 °C ge shekem qızdırılǵanda, qansha jillılıq muǵdarın qabıllaydı?
 2. Massası 3 kg bolǵan dene 20 °C den 500 °C ge shekem qızıp, 1267,2 kJ jillılıq muǵdarın alǵan bolsa, bul dene qanday zattan tayaranǵan?
 3. Normal sharayatta temperaturası 20 °C hám kólemi 1,5 l bolǵan suw qaynaw ushın qansha jillılıq muǵdarın aladı?
 4. Normal sharayatta qaynap turǵan suwda mis hám qorǵasınınnañ islengen deneler bar edi. Olar suwdan alıngan waqıtta hárbi qanday jillılıq muǵdarına iye boladı? Mıstan islengen deneniń massası 200 g, qorǵasınınnañ islengen deneniń massası 150 g ǵa teń dep alıń.

18-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Ideal gaz 1-halattan 3-halatqa eki túrli procesler arqalı ótken (23-súwret). Eki proceste ishki energiyaniń ózgeriwi qanday boladı?

Berilgeni. Sızılma



Sheshiliwi: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ baǵıtta gaz dáslep izoxoralıq türde qızdırılğan, keyin izobaralı keńeygen. Ekinshi $1 \rightarrow 4 \rightarrow 3$ baǵıtlarda bolsa, gaz dáslep izobaralı keńeygen, keyin izoxoralı türde qızdırılğan. Ishki energiyaniń ózgeriwi degende sistemanıń dáslepki hám aqırğı halı arasındağı ishki energiyalar ayırmashılığı túsiniledi, yańnıy:

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

Ideal gaz ishki energiyaniń $U = \frac{3}{2} p \cdot V$ teńlemesi

boyınsha, ishki energiyasınıń ózgeriwi

$$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = \frac{3}{2} (p_3 \cdot V_3 - p_1 \cdot V_1) \quad \text{ǵa teń.}$$

Sistema bir halattan basqa halatqa hár túrli baǵıtqa ótkende, onıń ishki energiyasınıń ózgeriwi tek ǵana usı halattı túsindiriwshi parametrlerge baylanıslı boladı. **Juwap:** hár eki baǵıtta da ishki energiya birdey bolıp ózgeredi.

2-másele. Porshen astındıǵı turaqlı massalı ideal gaz 7°C den 77°C ge shekem qızdırılğanda ol izobaralı keńeyedi. Bunda gaz sırtqi kúshler ústinen qanday jumıs orınlayıdı? Gazdiń basımı 125 kPa hám dáslepki kólemi 2 l ge teń edi.

Berilgeni:

$$T_1 = 7^{\circ}\text{C} + 273 = 280 \text{ K}$$

$$T_2 = 77^{\circ}\text{C} + 273 = 350 \text{ K}$$

$$p = 125 \text{ kPa} = 125 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Tabıw kerek:

$$A = ?$$

Sheshiliwi: gazdiń dáslepki kólemi bizge belgili. Gazdiń keyingi kólemin izobaralıq process teńlemesi boyınsha tabamız, yańnıy: $V_2 = \frac{T_2 \cdot V_1}{T_1}$.

Gaz izobaralı türde keńeygende onıń orınlığan jumısın $A = p \cdot (V_2 - V_1)$ teńleme boyınsha esaplanadı. Gazdiń keyingi kóleminiń teńlemesine qoysaq, jumıstiń teńlemesi tómendegi kóriniske iye boladı:

$$A = p \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot V_1.$$

Bul ańlatpaǵa muǵdardıń san mánisin qoyıp jumıstiń san mánisin anıqlaymız. $A = 125 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{350}{280} - 1 \right) \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 62,5 \text{ J}$. **Juwabı:** $A = 62,5 \text{ J}$.

3-мáселе. Йdista 40°C temperaturalı 85 l suw bar. Ol temperaturası 15°C suwiq hám 100°C temperaturadağı qaynaǵan suwdan tayarlangan. Idisqa qansha suwiq hám qaynaǵan suw quyılǵan?

Berilgeni:

$$t_1 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$t = 40^{\circ}\text{C}$$

$$V = 85\text{ l}.$$

Tabiw kerek:

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

Sheshiliwi: Jıllılıq balansı teńlemesine tiykarınan jıllılıq almasıw procesinde suwiq suw alǵan jıllılıq muǵdarı:

$$Q_1 = m_1 c (t - t_1) \text{ hám issı suw bergen jıllılıq muǵdarı}$$

$$Q_2 = m_2 c (t_2 - t) \text{ ga teń boladı, yaǵníy: } Q_1 = Q_2.$$

Suwlardıń massaların olardıń kólemleri arqalı ańlatıp:

$$m_1 = \rho V_1, \quad m_2 = \rho V_2, \quad \text{tómendegi qatnasqa iye bolamız:}$$

$$\rho V_1 c (t - t_1) = \rho V_2 c (t_2 - t), \quad \text{yaki} \quad V_1 (t - t_1) = V_2 (t_2 - t)$$

Aralaspanıń kólemi $V = V_1 + V_2$ ekenligin esapqa alıp, V_1 kólemin tawamız: $V_1 = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} \cdot V$. Bul teńleme boyınsha, suwiq suwdıń kólemin esaplaymız: $V_1 = \frac{100 - 40}{100 - 15} \cdot 85\text{ l} = 60\text{ l}$.

Qaynaǵan suwdıń kólemi $V_2 = V - V_1 = 85\text{ l} - 60\text{ l} = 25\text{ l}$.

Juwabi: $V_1 = 60\text{ l}$ hám $V_2 = 25\text{ l}$.

4-мáселе. 800 m/s tezlik penen ushıp baratırǵan polat oq qumǵa qadalıp qaldı. Oq urılǵanda ajıralıp shıqqan jıllılıqtıń 60 % i qumdı ısıtsa, oqtıń temperaturası qanshaǵa kóteriledi? Polattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlığı $c = 460\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ga teń.

Berilgeni:

$$v = 800\text{ m/s}$$

$$\eta = 0,6$$

$$c = 460\text{ J/kg}\cdot\text{K}.$$

Tabiw kerek:

$$\Delta t = ?$$

Sheshiliwi: oq qumǵa qadalıp qalǵanda, onıń kinetikalıq energiyası ishki energiyaǵa aylanadı. Bul energiyaniń

$$1 - \eta = 0,4 \text{ bólegi oqqa ótedi. Bunnan}$$

$$Q = (1 - \eta) E_k; \quad mc \Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{mv^2}{2}.$$

Bul ańlatpadan paydalanyıp, oq temperaturasınıń ózgeriwin

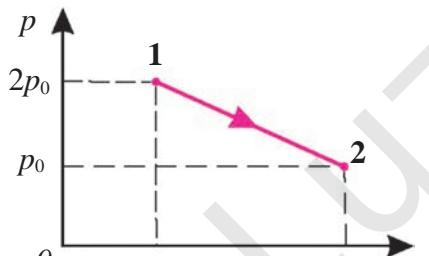
$$\text{esaplaymız: } \Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{v^2}{2c}. \quad [\Delta t] = \frac{\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}} = \text{K}.$$

$$\Delta t = \frac{0,4 \cdot 800^2}{2 \cdot 460} \text{ K} = 278\text{ K}.$$

Juwabi: $\Delta t = 278\text{ K}$.

M
15

- Temperaturası 27°C hám ishki energiyası 50 kJ bolǵan geliy gaziniń massası qansha?
- Bir atomlı gazdiń basımı 30% ke kemeyip, kólemi 6 esege artsa, onıń ishki energiyası qaytip ózgeredi?
- Turaqlı massalı bir atomlı ideal gaz 1-halattan 2-halatqa ótti (24-súwret). Bunda gazdiń ishki energiyası qalay ózgeredi? Gazdiń dáslepki energiyası $p_0=150 \text{ kPa}$ hám kólemi $V_0=4 \text{ l}$ edi.
- Cilindr porsheni astında massası 1,6 kg massalı kislород gazi 17°C temperaturada tur. Gaz izobaralı keńeyip 40 kJ jumis orınlagan bolsa, ol qanday temperaturaǵa shekem qızgán?
- Erkin qozǵala alatuǵın porshen astındagi temperaturası 27°C , kólemi 10 l hám basımı 100 kPa bolǵan ideal gaz 60 K ge izobaralıq qızdırıldı. Bunda gaz sırtqi kúshler ústinen qanday jumis isleydi?
- Zattıń muǵdarı 25 mol bolǵan gaz 20 K ge isitılǵanda, izobaralı keńeyip, onıń kólemi dáslepki kóleminen 20 % ke artti. Gazdiń dáslepki temperaturası qanday bolǵan? Gaz keńeyiwinde orınlagan jumis nege teń?
- Massası 8 kg hám 90°C temperaturalı suwǵa 20°C temperaturadagi suwdan qansha qossaq, aralastırılıǵanda temperaturası 30°C ga teń boladi?
- Massası hám dáslepki temperaturası birdey bolǵan vodorod hám geliy gazleri izobaralı türde 60 K ge qızdırıldı. Vodorotı qızdırıwda orınlangan jumisti hám gelidi qızdırıwda orınlangan jumis penen salistiriń.
- 15°C temperaturalı 125 l suw, 45°C temperaturalı 25 l suw menen aralastırılsa, nátyjede temperaturası qanday boladi?
- Juwiniw vannasında 10°C li suwiq hám 90°C li issı suw quyıp, 50°C li issı suw tayaranadi. Eger vannadaǵı jillı suw kólemi 80 l bolsa, vannaǵa suwiq hám issı suwdan qansha quyılǵan? Vannaniń algan ıssılıq muǵdarın esapqa almań.
- 800 m/s tezlik penen ushiп baratırǵan polat oq qumǵa qadaldı. Oqtıń urılıwında ajiralǵan jilliliqtıń 54 % ti qumdı ısitıwǵa ketse, oq neshe gradusqa ısiydi? $c_p=460 \text{ J}(\text{kg}\cdot\text{K})$.

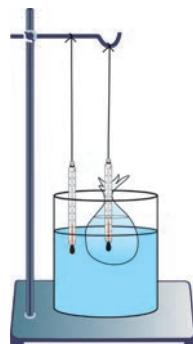


24-súwret.

19-§. ÁMELIY JUMÍS. DENELENDERDE JÍLLÍLÍQ TEŃSALMAQLÍĞÍN SAQLAW

Shınıǵıwdıń maqseti: jıllılıq balansınıń payda bolıw procesin baqlaw.

Kerekli úskenerler: ıdıs, issı hám suwiq suw, eki termometr, elektron saat, polietelen paket, shtativ hám jıp.



Shınıǵıwdı orınlaw tártibi:

1. Tómendegi kesteni sizip alamız.

Baqlaw waqtı (minut)	0	1	2
İssı suw temperaturası								
Suwiq suw temperurası								

- ıdısqa issı suw quyamız. Ídıstaǵı issı suwdıń temperurasın ólshep barıw ushın oǵan termometrdi salamız;

- polietelen paketke suwiq suw quyamız. Ídıstaǵı suwiq suwdıń temperurasın ólshep barıw ushın oǵan termometrdi salamız;

- polietelen paketke quyılǵan suw termometri menen issı suw quyılǵan ıdıs ishine salınadı;

- biraz kútemiz. Soń hárbir minutta issı hám suwiq suw ishindegi termometrlerdiń kórsetkishlerin kestege jazıp baramız;

- suwlardıń termodinamikalıq teń salmaqlıq temperurası hám termodinamikalıq teńsalmaqlıqqqa kelgen waqtı aniqlanadı. Kelip shıqqan nátiyeler kestege belgilep barıladı;

- termodinamikalıq teń salmaqlıqqqa kelgennen keyin de baqlawdı bir neshe minut dawam etemiz;

- koordinata tegisliginde waqt boyınsha issı suwdıń suwiwı, suwiq suwdıń isıwıń grafik túrinde súwretleń. Ótkerilgen shınıǵıw boyınsha óz nátiyeńizdi jazıń.



- Jıllılıq almasıwı procesinde suwiq hám issı suwdıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
- Termodinamikalıq teń salmaqlıqtan soń suwdıń ishki energiyası qalay ózgeredi?

20-§. LABORATORIYALIQ JUMÍS: QATTÍ DENELERDIŃ SALÍSTÍRMALI JÍLLÍLÍQ SÍYÍMLÍĞÍN ANÍQLAW

Jumistiń maqseti: deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın aniqlawdı úyreniw.

Kerekli úskene�er: kalorimetır hám aralastırǵısh, tárezi, termometr, salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın aniqlaw ushın 3 birdey zattan tayarlangan hár túrli massadaǵı deneler, qaynaǵan suw.

Jumisti orınlaw tártibi

1. Jumisti orınlawda paydalaniłatuǵın kalorimetır 22-súwrette berilgen. Kalorimetır hám aralastırǵısh ekewin birge tárezide ólshep, olardıń massasın aniqlań (m_k). Kalorimetır alyuminiyden islengeni ushın onıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın $c_k = 890 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ ǵa teń dep alıń.

2. Menzurka járdeminde suw kólemin (V) ólshep, onı kalorimetır ıdısına quyıń.

3. Kalorimetrgé quyılǵan suw massasın $m_s = \rho_s V_s$ formulasınan paydalaniп esaplań. Bunda ρ_s — suwdıń tiǵızlıǵı.

4. Kalorimetrgé termometrди salıń. Azmaz kútiń. Jıllılıq teńsalmalıqqa erisken suwdıń temperaturasın (t_s) aniqlań.

5. Salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı aniqlanıp atırǵan deneniń massasın (m_j) tárezide ólsheń.

6. Deneni jipke baylap qaynap turǵan suw ishine salıń. Azmaz kútiń (2 – 3 minut). Dene hám suw arasında jıllılıq balansı payda boladı. Qaynap turǵan suwdıń (t_j) temperaturasın termometr járdeminde ólshep alıń.

7. Qaynap turǵan suwdan alıngan deneni tez suwiq suw quyılǵan kalorimetır ishine salıń. Aralastırǵısh penen kalorimetrdigi suwdı aralastırıń hám termometr kórsetken aralaspanıń (t_a) temperaturasın jazıp alıń.

8. Tómendegi formula járdeminde deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın aniqlań:

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

9. Massaları hár túrli bolǵan, lekin tap usınday zattan islengen jáne eki deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın joqarıda keltirilgen tártipte aniqlań.

10. Birinshi, ekinshi hám úshinshi deneler ushın aniqlanǵan salıstırmalı jıllılıq sıyımlıqları ushın ortasha $c_{j,ort}$ nı esaplań.

11. Alıngan nátiyjelerdi tómendegi kestege jazıń.

Nº	$m_k, \text{ kg}$	$m_s, \text{ kg}$	$m_j, \text{ kg}$	$c_k, \text{ J/kg} \cdot {}^\circ\text{C}$	$t_s, {}^\circ\text{C}$	$t_j, {}^\circ\text{C}$	$t_a, {}^\circ\text{C}$	$c_j, \text{ J/kg} \cdot {}^\circ\text{C}$	$c_{j,ort}, \text{ J/(kg} \cdot {}^\circ\text{C)}$
1									
2									
3									



1. Salıstırmalı jıllılıq sıyımlığın túsındırıp beriń.
2. Jıllılıq balansı teńlemesinen paydalanıp, 8-bólimde keltirilgen de-neniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlığı formulasın keltirip shıgarıń hám túsındırıp beriń.
3. Kestedegi nátiyjelerdi analizleń hám juwmaq shıgarıń.

21-§. JANARMAYDÍŃ SALÍSTÍRMALÍ JANÍW JİLLİLİĞİ

Ádette, otın, kómir, tábiyyiy gaz, benzin sıyaqlı janarmaylar janǵanda jıllılıq ajıralıp shıgadı. Bul qanday jıllılıq? Ne sebepten bul zatlar janǵanda jıllılıq ajıralıp shıgadı?

Molekulalar atomlardan turatuǵını belgili. Máselen, azot molekulası eki azot atomınan payda bolǵan. Molekulalardı atomlarga ajıratıwǵa boladı. Molekulalardıń atomlarga ajıralıwı ximiyaliq bóliniw reakciyası dep ataladı. Molekula quramındaǵı atomlar bir-biri menen kúshli tartısıw kúshine iye. Molekulalardaǵı atomlardı bir-birinen ajıratıp jiberiw ushın ondaǵı tartısıw kúshine qarsı jumıs islew kerek. Demek, molekulanı bóleklerge bólıw ushın energiya jumsalıwı kerek. Atomlar birigip molekula payda bolıwında bolsa, kerisinshe energiya ajıralıp shıgadı.



25-súwret.

Ádettegi, janarmaylardıń (kómir, neft, benzin hám taǵı basqa) qura-mında uglerod atomları boladı. Janıw waqtında uglerod atomı hawadaǵı kislorod molekulası menen birigip (CO_2) karbonat angidrid molekulasın payda etedi (25-súwret). Karbonat angidrid molekulasınıń payda bolıw procesinde jıllılıq ajıralıp shıgadı.



1 kg janarmay tolıq janǵanda onnan ajıralıp shıgatıǵın jıllılıq muğdarına janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılığı dep ataladı. Janar-maydıń salıstırmalı janıw jıllılığı q háribi menen belgilenedi.

Massası m bolǵan hárqanday janarmay janǵanda ajıralıp shıqqan jıllılıq muğdarı Q ni esaplaw ushın salıstırmalı janıw jıllılığı q dı tolıq janǵan janarmaydıń massasına kóbeytiw kerek, yaǵníy:

$$Q = q \cdot m.$$

Bul formula boyinsha, janarmaydını salıstırmalı janıw jıllılığı birligi $[q] = \left[\frac{Q}{m} \right] = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ de ólshenedi. Hárbir túrdegi janarmay ushın salıstırmalı janıw jıllılığı anıqlanğan. Kestede bazı janarmaylardı salıstırmalı janıw jıllılığını san mánileri keltirilgen.

	Janarmay	Salıstırmalı janıw jıllılığı (MJ/kg)		Janarmay	Salıstırmalı janıw jıllılığı (MJ/kg)
1	Benzin	46	4	Qurǵaq otın	10
2	Kerosin	42	5	Tábiyyiy gaz	44
3	Taskómir	29	6	Spirit	29

Másele sheshiw úlgisi

Massasi 20 kg bolǵan taskómir janǵanda shıǵaratugın jıllılıqtı alıw ushın, qansha qurǵaq otındı jaǵıw kerek?

Berilgeni:

$$m_1 = 20 \text{ kg}$$

$$q_1 = 29 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$q_2 = 10 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

Tabıw kerek:

$$m_2 = ?$$

Sheshiliwi: másele shártı boyinsha $Q_1 = Q_2$.

Ol jaǵdayda $m_1 \cdot q_1 = m_2 \cdot q_2$ bunnan

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot q_1}{q_2} = \frac{20 \text{ kg} \cdot 29 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{10 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 58 \text{ kg}$$

Juwabi: $m_2 = 58 \text{ kg}$.



- Janarmaydını salıstırmalı janıw jıllılığı dep nege aytıladı?
- m massalı janarmay janǵanda ajiralıp shıǵatugın jıllılıq muǵdarı qalay anıqlanadı?
- Janarmaydını salıstırmalı janıw jıllılığı 44 MJ/kg ga teń degenimiz neni bildiredi?

**M
16**

- Qanday massalı spirit janǵanda 5,8 MJ jıllılıq ajiralıp shıǵaradı? Spirttiń salıstırmalı janıw jıllılığı $2,9 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ ga teń.
- Massası 25 kg bolǵan taskómir tolıq janǵanda ajiralıp shıǵatugın jıllılıqtı alıw ushın qansha qurǵaq otın jaǵıw kerek?
- Neksiya avtomashinasına 100 kilometrge ortasha 10 l benzin sarplansa, hárbir kilometrde qansha jıllılıq ajiralıp shıǵadı? Benziniń tıǵızlıǵı 700 kg/m³.
- Oshaqta awqat pisiriw ushın 12 kg otın jaǵıldı. Otın janǵanda ajiralıp shıqqan jıllılıqtıń tórtten bir bólegi awqatqa, qalǵan bólegi oshaqtı, qazandı hám hawarı ısítıwǵa ketti. Awqat pisemen degen she ózine qansha jıllılıq muǵdarın algan?

22-§. TERMODINAMIKA NÍZAMÍ

Termodinamikaní birinshi nizami haqqında túsinik

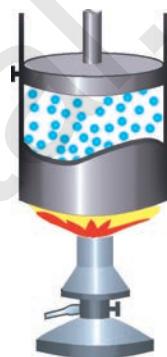
Jillılıq qubılışlarin úyreniw boyinsha baqlaw hám tájiriybeler ulıwma-lastırılıp, *energiyanıw saqlanıw nizamına* tómendegishe aniqlama berilgen:



Tábiyatta energiya joqtan bar bolmaydı hám joq bolmaydı. Energiya muğdarı ózgermeydi, energiya tek gana bir túrden basqa túrge aylanadı.

Energiyanıw saqlanıw nizamı tábiyatta júz beretuğın barlıq qubılıs hám proceslerde orınlanaadi. **Termodinamikaní birinshi nizamı** energiya saqlanıw nizamınıñ jillılıq qubılışlarına usınıwın bildiredi.

Ishine gaz toltilgın cilindr porsheni awırlıq kúshi tásirinde turıptı dep alayıq. Ol cilindr diywallarına súykelmesten erkin qozǵalsın. Gazge Q jillılıq muğdarı berilsin. Berilgen bul jillılıq gaziniň ishki energiyasın ΔU ga kóbeytiwe hám porshendi Δh biyiklikke kóteriwe jumsaladı (26-súwret). Gaz porshendi Δh biyiklikke kóteriwi ushın sırtqı kúshlerge qarsı, sonnan, porshenniň awırlıq kúshine qarsı A jumis orınlaydı.



26-súwret.

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



Sistemaǵa berilgen jillılıq muğdarı sistemanıň ishki energiyasın ózgertiwe hám sistemanıň sırtqı kúshlerine qarsı jumis orınlawǵa jumsaladı.

Bul sıpatlama hám formula *termodinamikaní birinshi nizamı* bildiredi. Bul nizamdı XIX ásirdiň ortalarında nemec alımları **R. Mayer**, **G. Gelmgols** hám ingliz alımı **J. Djoul** táriyiplep bergen.

Termodinamikaní birinshi nizamınıň izoproceslerge qollanılıwi

1. Izotermiyalıq process ($T = \text{const}$). Ideal gazdıň temperaturası ózgermese, ishki energiyası da ózgermeydi hám (1) formuladaǵı $\Delta U = 0$ boladı. Bunday halatta termodinamikaní birinshi nizamı tómendegishe ańlatılıladı:

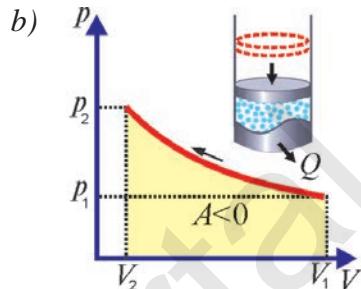
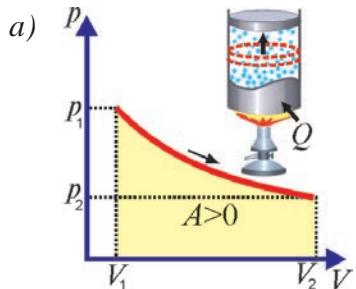
$$Q = A. \quad (2)$$



Izotermiyalıq proceste ideal gazga berilgen jillılıq muğdarı jumisti orınlawǵa jumsaladı.

Izotermiyalıq proceste gaz jıllılıq alıp atırğan ($Q > 0$) bolsa, gaz ΔV kólemege keneyedi hám unamlı (oń) jumis ($A > 0$) orınlayıdı. 27-a, súwrettegi diagrammada orınlangan jumis boyalǵan betine teń boladı.

Eger, gaz sırtqı ortalıqqa jıllılıq berip atırğan ($Q < 0$) bolsa, gaz unamsız (teris) jumis ($A < 0$) orınlap atırğan boladı. Bunda sırtqı sisteme gaz ústinde jumis orınlap atırğan boladı. Orınlangan jumistiń muǵdarı diagrammada kórsetilgen betke teń (27-b, súwret).



27-súwret.

2. Izobarahıq process ($p = \text{const}$). Turaqlı basımda jaǵdayında gazge jıllılıq berilip atırğan bolsa, orınlangan jumis $A = p \cdot \Delta V$ boladı. Onday jaǵdayda termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe korsetiledi:

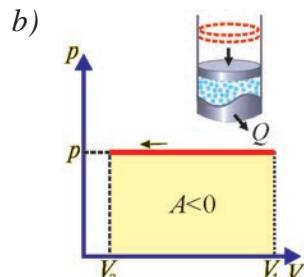
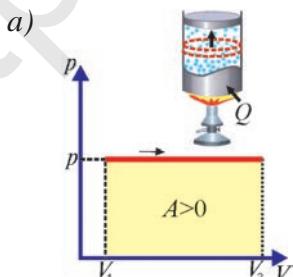
$$Q = \Delta U + p \cdot \Delta V. \quad (3)$$



Izobaralıq proceste sistemaga berilgen jıllılıq sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge hám turaqlı basımda jumis orınlawǵa jumsaladı.

Eger, gaz turaqlı basımda qızdırılıp atırğan ($Q > 0$) bolsa, gazdınıń ishki energiyası kobeyedi ($\Delta U > 0$) hám sonıń menen bir waqtta gaz keńeyip, paydalı jumis ($A > 0$) orınlayıdı. Orınlangan jumistiń muǵdarı diagramma-daǵı betke teń boladı (28-a, súwret).

Gaz turaqlı basımda suvitılıp atrıǵanda ($Q < 0$) gazdınıń ishki energiyası azayadı ($\Delta U < 0$), sonıń menen bir waqtta unamsız jumis orınlanadı ($A < 0$). Orınlangan jumistiń muǵdarı diagrammada kórsetilgen betke teń boladı (28-b, súwret).



28-súwret.

3. Izoxoraliq process ($V = \text{const}$). Izoxoraliq proceste gazdiń kólemi turaqlı bolǵanı ushın ($\Delta V = 0$), gaz sırtqı kúshlerge qarsı jumis orınlamaydı, yańrı: $A = p \cdot \Delta V = 0$ boladı. Bunday jaǵday ushın termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe aňlatılıdı:

$$Q = \Delta U. \quad (4)$$



Izoxoraliq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıqtıń hämmesi sistemaniń ishki energiyasın ózgertiwge jumsaladı.

Gaz qızdırılǵanda ishki energiyası artadı ($\Delta U > 0$), suwiq halatta bolsa ishki energiyası azayadı ($\Delta U < 0$).

Adiabatalıq process

Joqarida kórsetilgen izoproceslerde sistema átirapındaǵı ortalıq penen jıllılıq almasatuǵın edi. Endi átirapındaǵı ortalıq penen jıllılıq almaspaytuǵın ($Q = 0$) sistemadaǵı procesti qarap shıǵamız.



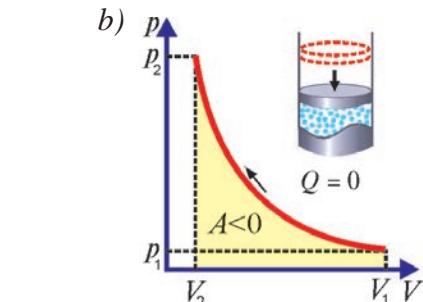
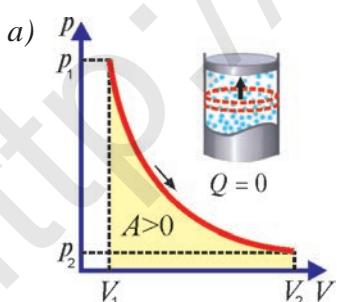
Jıllılıq almaspaytuǵın etip izolyaciyalanǵan sistemadaǵı process adiabatik process delinedi.

Adiabatalıq proceste $Q = 0$ bolǵanı ushın (1) teńlemeden tómendegi qatnastı alıw mümkin: $\Delta U + A = 0$ yaki

$$A = -\Delta U. \quad (5)$$

Gaz adiabatalıq keńeygende ishki energiyası azaydı ($\Delta U < 0$). Bunda jumis gazdiń ishki energiyasınıń azayıwı esabına orınlanoladı ($A > 0$). Gaz orınlagan jumistiń muǵdarı diogrammadaǵı betke teń boladı (29-a súwret).

Gaz sırtqı kúshler tásirinde adiabatalıq qısılıǵanda ishki energiyası artadı ($\Delta U > 0$) hám gazdiń ústinde jumis orınlanoladı ($A < 0$). Bunda sırtqı kúshler tárepinen orınlagan jumistiń muǵdarı diogrammada kórsetilgen betke teń bolıp esaplanadı (29-b súwret).



29-súwret.



Adiabatalıq proceste gazdiń úsh makroskopiyalıq parametrleri p , V hám T ózgeredi.

Gazdiń sırtqı ortalıq penen jıllılıq almasıwı ushın belgili bir waqt ketedi. Eger process júdá tez júz berse (porshen járdeminde gaz tez qısılısa yaki kerisinshe, tez keńeyttirilse) gaz sırtqı ortalıq penen jıllılıq almasıwıga úlgermeydi hám process adiabatalıq jaqın boladı. Gazdiń adiabatalıq keńeyiwinde suwiwı yaki adiabatalıq qısılıwında ıswı turmista hám texnikada kóp baqlanǵan. Atmosferadaǵı hawa joqarıǵa kóterilip, keńeyedi hám suwydı. Hawanıń suwiwı nátiyjesinde ondaǵı suw puwlari kondensaciyalanıp, bulttı payda etedi.



1. Termodynamikanıń birinshi nızamınıń formulasın jazıń hám túsindirip beriń.

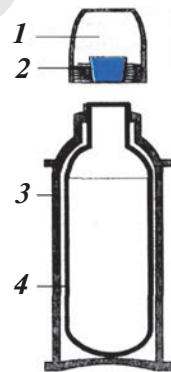
Sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarı izotermiyalıq, izobaralıq hám izoxoralıq proceslerde qalay jumsaladı?

Adiabatalıq process dep qanday proceske aytıladı? Bunday proceske mísallar keltiriń.

Gaz adiabatalıq keńeygende ishki energiyası qalay ózgeredi?



Tabiyatta jıllılıqtı ulıwma ótkizbeytuǵın zatlar joq bolǵanı ushın, sistemanı átiraptagyı denelerden izolyaciyalawıga bolmaydı. Biraq, adiabatalıq izolyaciyalanǵan sistemalarǵa kündelikli turmista jumsalatuǵın termos mísal bola aladı (30-súwret). Úyińizdegi termostının dúzilisin úyrenip shıǵıp, olardı qanday bóleklerge ajıralıwin bilip alıń. Ne ushın termosta shay issı bolıp uzaq waqt saqlanıwın túsindiriń.



30-súwret.

23-§ MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Erkin jılısatuǵın porshenli cilindrli ıdistä bir atomlı gaz bar. Gazge jıllılıq muǵdarı beriliwi nátiyjesinde gaz sırtqı kúshler ústinde 500 J jumis orınlayıdı. Gazge qanday jıllılıq müǵdarı berilgen??

Berilgeni:

$$\begin{aligned} p &= \text{const} \\ A &= 500 \text{ J.} \end{aligned}$$

Tabıw kerek:
 $Q = ?$

Formulası

$$\begin{aligned} Q &= \Delta U + A \\ A &= p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T. \end{aligned}$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \frac{m}{M} \cdot R\Delta T.$$

Esaplaw

$$Q = \frac{5}{2} \cdot 500 \text{ J} = 1250 \text{ J.}$$

Juwabı: $Q = 1250 \text{ J.}$

Onda izobaralıq proceste jumsalǵan jıllılıq muǵdarı:

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

Esletpe: bir atomlı gaz izobaralı keńeygende sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarıniń 0,4 bólegi sırtqı kúshler ústinen jumis orınlawǵa hám 0,6 bólegi gazdiń ishki energiyasınıń ózgeriwine jumsaladı, yaǵníy: $A = 0,4Q$ hám $\Delta U = 0,6 \cdot Q$.

2-másele. Metall ballondaǵı massası 20 g bolǵan geliy gazine 2500 J jıllılıq muǵdarı berilse, onıń temperaturası qanshaǵa ózgeredi?

Berilgeni:

$$V = \text{const}$$

$$m = 20 \text{ g}$$

$$M = 4 \text{ g/mol}$$

$$Q = 2500 \text{ J.}$$

Tabıw kerek:

$$\Delta T = ?$$

Sheshiliwi: Izoxoralıq proceste gazge berilgen jıllılıq muǵdarı gazdiń ishki energiyasınıń ózgeriwine jumsaladı. Bul process ushın termodynamikanıń birinshi nızamı teńlemesin jazamız:

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

Bul teńlemeden paydalanyıp, gaz temperaturasınıń ózgeriwini esaplaymız:

$$\Delta T = \frac{2Q \cdot M}{3 \cdot m \cdot R}; \quad [\Delta T] = \frac{\frac{\text{J} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\text{J}}}{\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \text{K.}$$

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

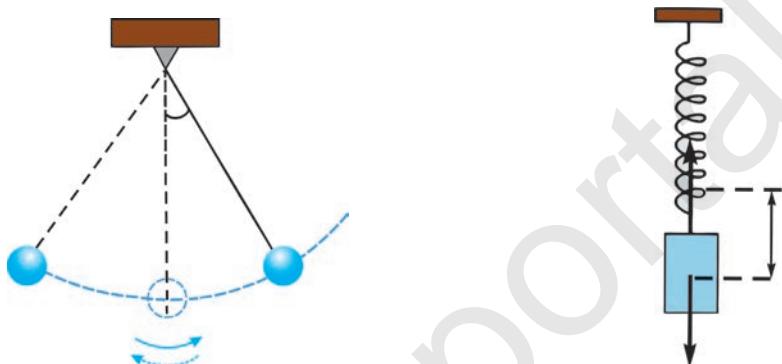
Juwabi: $\Delta T = 40 \text{ K.}$

- M 17**
- Izotermiyalıq proceste gazge 5 kJ jıllılıq berilgen bolsa, gaz ústinen qansha jumis orınlangan boladı?
 - Izoxoralıq proceste gazge 2,8 kJ jıllılıq muǵdarı berilse, gazdiń ishki energiyası qanshaǵa ózgeredi?
 - Gazge 3,5 kJ jıllılıq berilgende, onıń ishki energiyası 2,1 kJ ǵa kóbeyedi. Gaz ústinde qansha jumis orınlanaǵdı?
 - Normal jaǵdayda bir atomlı gazge jıllılıq berilgende, gaz izobaralıq türde 0,05 m³ keńeyedi. Gazdiń ishki energiyası qalay ózgeredi?
 - Metall ballondaǵı 25 mol bir atomlı ideal gazdiń temperaturası 20 K ge kóteriw ushın oǵan jıllılıq muǵdarın beriw kerek?
 - Cilindrli ıdısta erkin jılısatugıń porshen astında bir atomlı gaz bar. Gaz basımı 10⁵ Pa ǵa teń. Oǵan qansha jıllılıq muǵdarı berilse, kólemi 2 l ge kóbeyedi?
 - Ballondaǵı bir atomlı ideal gazge 500 J jıllılıq berilgende, onıń temperaturası 40 K ge kóterildi. Ballondaǵı gazdiń muǵdarı qanday bolǵan?

24-§. JÍLLÍLÍQ MUĞDARÍNÍN QAYTÍMSÍZLÍGÍ. TERMODINAMIKAÑÍN EKINSHI NÍZAMÍ

Qaytımı hám qaytimsız procesler

Tábiyatta hárqanday júz bergen process qaytimsız process bolıp tabıladı. Biraq, qaytımılı proceske birqansha jaqın bolǵan mexanikalıq procesler de bar. Máselen, izolyaciyalanǵan sistemada súykeliw hám elastik emes deformaciylanbaǵan jaǵdayda bolatuǵın barlıq mexanikalıq procesler qaytımılı procesler boladı. Bunday proceske vakuumda aspaǵa ildirilip turǵan matematikalıq mayatnikiń hám prujinaǵa ildirilgen júktiń terbeliwi misal bola aladı.



31-súwret.



Sistemada process dáslep bir baǵitta, keyin oǵan qarama-qarsı baǵitta júz berip, ol óziniń dáslepki halına qaytip kelgeninde sırtqı ortalıqta heshqanday ózgeris júz bermese, bunday process qaytımılı process dep ataladı.

Jíllılıq procesleri mexanikalıq proceslerden ulıwma ózgeshe bolıp, olardıń barlıǵı qaytimsız procesler bolıp esaplanadı. Qaytimsız proceslerdi tómendegi misallarda kórip shıgayıq.

1. Jíljitılǵan deneler óz energiyasınıń bir bólegin átiraptaǵı suwıqlaw denelerge berip áste-aqırın suwıydı. Biraq buǵan qarama-qarsı process, yaǵníy suwıq deneden issı deneye jíllılıq beriw procesi heshqashan júz bermeydi.

2. Bir-biri menen kranlı truba arqalı tutastırılǵan gazlı hám gazsız ıdıslar arasındaǵı krandı ashsaq, gazdiń bir bólegi bos ıdısqa ótedi. Nátiyjede eki ıdıstaǵı gazdiń basımı teńlesedi. Biraq qansha waqt ótse de, gaz óz-ózinen alındıǵı halatına qaytpaydı.

3. Miltıqtan atılǵan oq tosıqqa urılıp, ózin hám tosıqtı da ısıtadı. Olardıń ishki energiyaları artadı. Lekin qarama-qarsı proceste, yaǵníy oq hám tosıqtıń ishki energiyası ózliginen oqtıń mexanikalıq energiyasına aylanıp, oqtı qaytadan háreketke keltirmeydi.

Bul mísallardan kórinip turǵanınday, tábiyattaǵı barlıq procesler bir baǵitta júz beriwin bildiredi. Olar ózliginen qarama-qarsı baǵitta júz bermeydi eken.



Sistemada process júz berip, óz halatınan shıgarılıǵanda ol ózliginen yaki sırtqı ortalıqta ózgeris payda etpey, dáslepki halına qaytpasa, bunday process qaytimsız process dep ataladı.

Termodinamikanıń ekinshi nızamı

Nemec alımı R. Klauzius qaytimsız procesler haqqında túsinkilerin ulıw-malastırıp termodinamikanıń ekinshi nızamına tómendegidey anıqlama bergen.



Eger suwiqlaw sistema menen jıllılaw sistemaniń ekewinde yaki átiraptaǵı denelerde ózgeris bolmasa, suwiqlaw sistemadan jıllılaw sistemaǵa jıllılıq ótkiziwge bolmaydi.

Termodinamikanıń ekinshi nızamınıń áhmiyetligi sonda, bul nızam tek gána jıllılıq jetkerip beriw procesiniń qaytimsız procesi ekenligi haqqında emes, al tábiyattaǵı barlıq proceslerdiń qaytimsizligi haqqında juwmaqtı beriwinde. Máselen, adam organizminiń qartayıw procesin kerisine aylandırıwǵa bolmaydı.



1. Qaytımlı hám qaytimsız processlerdi túsindirip, jıllılıq procesleriń mehanikalıq proceslerden ayırmashılıǵın aytıp beriń.
Qaytimsız jıllılıq proceslerine mísallar keltiriń.
2. Qaytimsız procesler ushın termodinamikanıń ekinshi nızamına sıpatlama beriń.

25-§. LABORATORIYALIQ JUMÍS. HÁR QÍYLÍ TEMPERATURALI SUW ARALASTÍRÍLĞANDA JÍLLÍLÍQ MUĞDARLARÍN SALÍSTÍRÍW

Jumistiň maqseti: Jıllılıq almasıp atırǵan suyuqlıqlar arasında jıllılıq balansı teńlemesin tekserip kóriw.

Kerekli ásbaplar: 1 l sıyımlılıqtaǵı eki ıdıs, termometr, menzurka, jılli hám suwiq suw.

Jumisti orınlaw tártibi

1. Menzurka járdeminde m_1 massalı jılli suwdı ólshep, birinshi ıdısqa quyiń hám onıń temperaturası t_1 in ólsheń.

2. Menzurka járdeminde m_2 massalı suwiq suwdı ólshep, ekinshi ıdısqa quyıń hám onıń temperaturası t_2 ni ólsheń.

3. Ekinshi 1dıştaǵı suwiq suwdı birinshi 1dıştaǵı jılı suwdıń ústine qu-
yın hám aralaspanıń temperaturası t nı ólsheń.

4. Aralaspada issı suw bergen jıllılıq muğdarın $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ formula járdeminde esaplań, bunda c suwdıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılığı.

5. Aralaspada suwiq suwdıń alǵan jıllılıq muǵdarın $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ formula járdeminde esaplań.

6. Aralastırılğan jılli hám suwiq suwdıń massaların ózgerttip, 1 hám 5-tapsırmalarǵa muwapiq jumıstı úsh márte tákirarlań.

7. Ólshev hám esaplaw nátiyjelerin tómendegi kestege jazıń.



1. Ólshev hám esaplaw nátiyjeleri tiykarında alıngan Q_1 hám Q_2 jıllılıq muğdarlarınıń mánislerin salıstırıń. Ne ushın $Q_1 = Q_2$ shártı orınlanjıwı kerek?

2. Jıllılıq muğdarı formulasında ne sebepten absolyut temperaturalar ayırmasınıń ornına Celsiy shkalası boyınsha ólshengen temperatura- lar ayırmasın qollanıw mümkin?

II. BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARÍ

1. Muğdarı 4 mol argon gazi 30°C den -70°C ge shekem suvitilganda, onuń ishki energiyası qalay ózgeredi?

- A) 5 kJ ge kemeyedi; B) 2,5 kJ ese kemeyedi;
C) 1,5 ese kemeyedi; D) 3 ge kemeyedi.

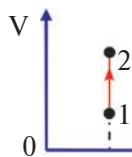
2. Bir atomlı ideal gazdiń kólemi 2 m^3 hám ishki energiyası 3000 J bolsa, onıń basımı nege teń (Pa)?

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

3. Temperaturası 30°C hám ishki energiyası 3030 J bolǵan geliy gaziň massasın anıqlań (g).

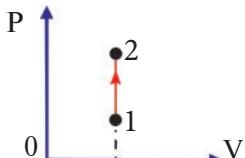
- A) 2,2; B) 3,2; C) 10; D) 4,8.

4. Grafikte súwretlengen proceste ideal gazdiń ishki energiyası qáytip ózgeredi?



- A) kemeyedi;
- B) artadı;
- C) ózgermeydi;
- D) aldın artadı, keyin kemeyedi.

5. Ideal gaz 1-haldan 2-halǵa ótkende oniń ishki energiyası qáytip ózgeredi?



- A) ózgermeydi;
- B) kemeyedi;
- C) artadı;
- D) dáslep kemeyedi, keyin artadı.

6. Bir atomlı gazdiń basımı 25 % ke kemeyip, kólemi 60 % ke kóbeyse, oniń ishki energiyası qalay ózgeredi?

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A) 1,4 esege kemeyedi; | B) 1,2 esege kóbeyedi; |
| C) 1,8 esege kóbeyedi; | D) 1,6 esege kemeyedi. |

7. Zattiuń jilliliq siyimligi tómendegı parametrlerdiń qaysı birine baylanısh?

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| A) jilliliq muǵdarına; | B) zat almasıwına; |
| C) dáslepki temperaturaǵa; | D) zattiuń túrine. |

8. Temperaturası 10°C bolǵan 1 kg suwǵa 200 g qaynaǵan suw qosıp aralastırıldı. Aralaspa temperaturasın tabıń ($^{\circ}\text{C}$).

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

9. Massası 8 kg hám 90°C temperaturaǵa iye bolǵan suwǵa 20°C temperaturadaǵı suwdan qansha qossaq, aralaspa temperaturası 30°C ga teń boladı?

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A) 40 kg; | B) 24 kg; | C) 48 kg; | D) 16 kg. |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

10. 210 m biyiklikten túsken suw orınlagan jumısınıń 70 % i oniń temperurasın qanshaǵa kóteredi (K)?

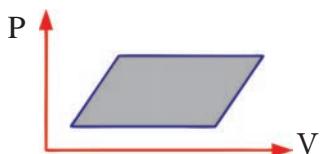
- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| A) 4,2; | B) 2,1; | C) 0,6; | D) 0,35. |
|---------|---------|---------|----------|

11. Qaysı proceste gaz jumis orınlamaydı?

- | | | | |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| A) izoxoraliq; | B) izobaraliq; | C) izotermiyalıq; | D) adiabatiyalıq. |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|

12. Usı $p \cdot \Delta V$ kóbeymesiniń ólshew birligi qaysı?

- | | | | |
|-----------|------------|----------|---------|
| A) Djoul; | B) Paskal; | C) litr; | D) mol. |
|-----------|------------|----------|---------|

13. Súwrettegi boyalǵan bettiń fizikalıq mánisi ne?

- A) orınlagań jumısqa teń;
 B) temperaturanıń ózgeriwine teń;
 C) basımnıń ózgeriwine teń;
 D) fizikalıq mánige iye emes.

14. 10^5 Pa basım astında turǵan ideal gazdiń kólemi izobaralı túrde 300 den 500 cm^3 qa shekem kóbeydi. Bunda gaz neshe Djoul jumıs orınlagań?

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

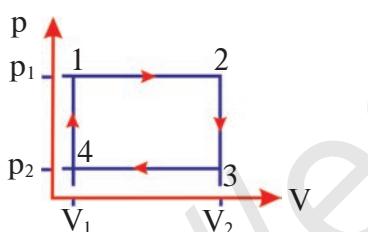
15. Kislorord gazi 14 K ge izobaralı qızdırılıǵanda, 8310 J jumıs orınlandi. Kislorodtuń massasın aniqlań (kg).

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

16. 5 mol gaz izobaralıq túrde 20 K ge qızdırılıǵanda orınlangan jumisti tabıń.

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

17. Ideal gazdiń súwrette kórsetilgen cikldı ótiwde orınlagań jumısın esaplap tabıń.



- 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. Ideal gaz izobaralı ısılıǵanda, onıń kólemi 40 % ke shekem kóbeyse, gaz sırtqı kúshler ústinen qanday jumıs orınlayıdı?

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

19. Termodinamikanıń birinshi nızamı nenı bildiredi?

- A) mehanikalıq energiyanıń saqlanıwıñ;
 B) elastik deformaciya energiyasın;
 C) jıllılıq teńsarmaqlılığıñ;
 D) energiyanıń saqlanıw nızamıñ.

20. Gazdiń izotermiyalıq keńeyiwinde onıń ishki energiyası qalay ózgedi?

- A) artadı; C) ózgermeydi;
 B) kemeyedi; D) ishki energiya ıqtıyarlı bolıwı mümkin.

21. Termodinamikanıň birinshi низами adiabatalıq process ushın qanday kóriniste jazıladı? Durıs juwaptı tabıń.

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

22. Eger, erkin jılısa alatuǵın porshenli tik turǵan cilindrli ıdıstaǵı bir atomlı gazge 375 J jıllılıq muǵdarı berilse, qansha jumis orınlanadı (J)?

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

23. Eger, erkin jılısa alatuǵın porshenli tik turǵan cilindrli ıdıstaǵı bir atomlı gazge 750 J jıllılıq muǵdarı berilse, gazdiń ishki energiyası qanshaǵa artadı (J)?

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

24. Cilindrli ıdıstaǵı erkin jılısa alatuǵın porshen astında bir atomlı gaz bar. Gaz basımı $1,5 \cdot 10^5$ Pa ǵa teń. Oǵan qansha jıllılıq muǵdarı berilse, kólemi 2 l ge kóteriledi (J)?

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

25. Berilgen sózlerdiń mazmunına sáykes keletugınday etip gápçı dawam ettirin: Adiabatalıq processte ...

A) V , T hám p ózgeredi hám sırtqı ortalıq penen jıllılıq almasıwı procesi bolmaydı;

- B) V hám T ózgeredi, p ózgermeydi;

- C) p hám T ózgeredi, V ózgermeydi;

- D) p hám V ózgeredi, T ózgermeydi.

26. Ideal gazdi adiabatalıq qısıw nátiyjesinde 50 MJ jumis orınlandı. Bunda gazdiń ishki energiyası qáytip ózgeredi?

- A) nolge teń boladı; B) 50 MJ ǵa artadı;

- C) 50 MJ ǵa kemeyedi; D) 25 MJ ǵa artadı.

27. Bir atomlı gazge jıllılıq berilgende, gaz izobaralıq türde $0,05 \text{ m}^3$ qa keńeyedi. Eger, gazdiń basımı 10^5 Pa bolsa, gazdiń ishki energiyası neshe KJ ǵa artqan?

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

28. Massası 580 g bolǵan hawanı 40 K ge izobaralıq türde qızdırıwda qansha jumis orınlanadı(J)? Hawanıń molyar massası 29 g/mol ǵa teń.

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

29. Massası 100 g bolǵan geliydiń temperaturası 8 K ge kóterilgende, onıń ishki energiyası qanshaǵa ózgeredi (J)?

- A) 3408; B) 4546; C) 4028; D) 3324.

II BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

Ishki energiya	Deneni qurawshı barlıq bólekshelerdiń kinetikalıq energiyaları menen barlıq molekulalardıń óz aratásırı potencial energiyaları qosındısı usı deneniń ishki energiyasına teń, yağniy: $U = E_k + E_p$
Ideal gazdiń ishki energiyası	Bir atomlı ideal gazdiń ishki energiyası $U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$
Termodinamikalıq jumıs	Gazdiń kólemi ózgergende, ol sırtqı basım kúshine qarsı jumıs isleydi. Bul jumıs termodinamikalıq jumıs dep ataladı $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$
Universal gaz turaqlısı	Universal gaz turaqlısı san jaǵınan bir mol gazdi bir kelvinge izobaralıq türde qızdırıǵanda usı gaz tárepinen orınlagań jumısqa teń.

Jıllılıq almasıwı yaki jıllılıq uzatıw	Bir deneden ekinshi denege jumıs islemy energiya beriw procesine jıllılıq almasıwı yaki jıllılıq uzatıw delinedi.
Jıllılıq muğdari	Jıllılıq uzatıw barısında dene alǵan yaki sarplaǵan ishki energiya muğdarın belgilewshi fizikalıq muǵdargá jıllılıq muğdari delinedi.
Jıllılıq alǵan yaki sarplaǵan jıllılıq muğdari esaplaw	Jıllılıq uzatıw barısında deneniń temperaturası t_1 mánisinen t_2 mánisine ózgergen bolsa, dene alǵan yaki sarplaǵan jıllılıq muğdari tómendegishe esaplandı: $Q = mc(t_2 - t_1)$
1 kaloriya (1 <i>kal</i>)	1 gramm distillengen suwdı 1 °C ısitıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muğdarı <i>1 kaloriya</i> dep qabil etilgen.
Zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlığı	Massası 1 kg bolǵan zattıń temperaturasın 1 °C ge ózgertiw ushın kerek bolǵan jıllılıq muğdarınıń bólístiriliwshi fizikalıq muǵdargá zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılığı delinedi.

Jıllılıq balansı teńle-mesi	Jıllılıq almasıwı nátiyjesinde ishki energiyaları azayǵan denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarlarınıń qosındısı, ishki energiyaları kóbeygen denelerdiń qabil etken jıllılıq muǵdarlarınıń qosındısına teń, yaǵníy: $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n$ bul jerde Q_1, Q_2, \dots, Q_n — jıllılaw denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarları, Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n bolsa, suwıqlaw denelerdiń alǵan jıllılıq muǵdarları.
Salıstırmalı janiw jıllılığı	1 kg janarmay tolıq janǵanda onnan ajıralıp shıǵatúğın jıllılıq muǵdarına janarmaydıń salıstırmalı janiw jıllılığı dep ataladı. Janarmaydıń salıstırmalı janiw jıllılığı q háribi menen belgilenedi.
Janarmay janǵanda ajıralıp shıqqan jıllılıq muǵdarı	Massası m bolǵan hárqanday janarmay janǵanda ajıralıp shıqqan jıllılıq muǵdarı Q nı esaplaw ushın onıń salıstırmalı janiw jıllılığı q nı tolıq janǵan janarmaydıń massasına kóbeytiw kerek, yaǵníy: $Q = q \cdot m$
Termodinamikanıń birinshi nızamı	Sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarı sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge hám sistemanıń sırtqı kúshlerine qarsı jumis orınlawǵa jumsaladı, yaǵníy: $Q = \Delta U + A$
Izotermiyalıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı	Izotermiyalıq process ($T = \text{const}$). Ideal gazdıń temperaturası ózgermese, ishki energiyası da ózgermeydi hám $\Delta U = 0$ boladı. Bunday halatta termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe ańlatıladı: $Q = A$. Izotermiyalıq proceste ideal gazǵa berilgen jıllılıq muǵdarı jumisti orınlawǵa jumsaladı. Izotermiyalıq proceste gaz jıllılıq alıp atırǵan ($Q > 0$) bolsa, gaz ΔV kólemge keńeyedı hám paydalı (oń) jumis ($A > 0$) orınlayıdı.
Izobaralıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı	Gaz izobaralıq túrde keńeygende, gazdıń sırtqı kúshler ústinen orınlangan jumis $A = pV \cdot \Delta V$ boladı. Izobaralıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe korsetiledi: $Q = \Delta U + p \cdot \Delta V$. Izobaralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıq sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge hám turaqlı basımda jumis orınlawǵa jumsaladı.

Izoxoralıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı	Izoxoralıq ($\Delta V = 0$) proceste $A = p \cdot \Delta V = 0$ boladı. Bunday jaǵday ushın termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe aňlatıldı: $Q = \Delta U$. Izoxoralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıqtıń hámmesi sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge jumsaladı.
Adiabatalıq process	Jıllılıq almaspaytuǵın etip izolyaciyalanǵan sistemdaǵı process adiabatalıq process dep ataladı. Adia-batalıq proceste $Q = 0$. Gaz adiabatalıq keńeygende (yaki qısılǵanda) gazdiń úsh makroskopiyalıq parametrleri p , V hám T ózgeredi.
Gazdiń adiabatalıq keńeyiwi	Gaz adiabatalıq keńeygende paydalı jumis orınlayıdı, yaǵníy gaz sırtqı kushler ústinen jumis isleydi. Bi-raq, gaz adiabatalıq keńeygende onıń ishki energiyası hám basımı kemeyedi.
Gazdiń adiabatalıq qısılıwi	Gazdiń adiabatalıq qısılǵanda unamsız jumis orınlayıdı, yaǵníy gaz ústinen sırtqı kushler jumis isleydi. Gaz adiabatalıq qısılǵanda onıń ishki energiyası hám basımı artadı.
Qaytımlı process	Sistemada process dáslep bir baǵitta, keyin oǵan qarama-qarsi baǵitta júz berip, ol óziniń dáslepki halatına qayıtip kelgeninde sırtqı ortalıqta heshqanday ózgeris júz bermese, bunday process qaytımlı process dep ataladı.
Qaytımsız process	Sistemada process júz berip, óz halatınan shıǵarılǵanda ol óz-ózinən yaki sırtqı ortalıqta ózgeris payda etpey, dáslepki halatına qayıtpasa, bunday process qaytımsız process dep ataladı.
Termodinamikanıń ekinshi nızamı	Eger suwiqlaw sistema menen jıllılaw sistemaniń ekewinde yaki átiraptaǵı denelerde ózgeris bolmasa, suwiqlaw sistemadan jıllılaw sistemaǵa jıllılıq ótkiziwge bolmaydı.

III BAP

JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERI

26-§. ISHKI JANÍW DVIGATELLERI

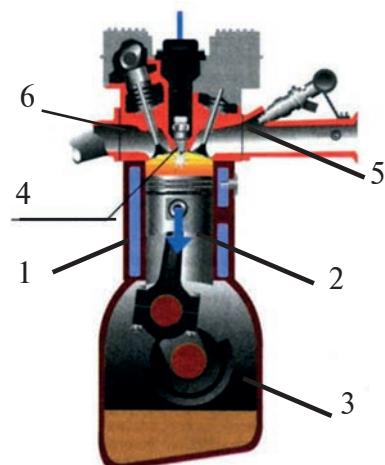
Sanaatta hám turmista qollanılatuğın dvigatellerdiń kópshiligi jíllılıq dvigatelleri bolıp esaplanadı. Jíllılıq dvigatelleriniń birneshe türleri bar: ishki janıw dvigateli, dizel dvigateli hám reaktiv dvigateller.



Jíllılıq dvigateli dep, jíllılıq energiyasın mexanikalıq energiyaga aylandıratuğın qurılmaǵa aytıladı.

Ishki janıw dvigateli

Ishki janıw dvigateli eń kóp tarqalǵan dvigatel bolıp tabıladi. Bul dvigatelde janarmay dvigatel cilindri ishinde janadı. Sol sebepli, ol ishki janıw dvigateli dep atalǵan. Ishki janıw dvigatelleri suyuq janarmay (benzin, kerosin) yaki janıwshı gaz (metan, propan, oktan) benen isleydi. 32-súwrette eń ápiwayı (bir cilindrli) ishki janıw dvigatelinin dúzilisi kórsetilgen. Dvigatel cilindri (1) ishindegi porshen (2) joqarıǵa hám tómenge háreketlenedi. Porshen buwinlı val (3)ǵa shatun arqalı bekkemlengen. Cilindriniń joqarǵı bóleginde janarmaydı jaǵataguńın svecha (5) ornatılǵan. Porshen joqarıǵa kóterilgen waqtta klapan (6) ashılıp cilindr ishine janıwshı aralaspa (benzin hám hawa) sorılaǵı hám svecha janıwshı aralaspanı sol gezde jandırıda. Porshen joqarisında janarmay janǵannan soń cilindr ishindegi hawa 1600 – 1800 °C temperaturaǵa shekem kóteriledi. Nátiyjede porshen ústindegi basım birden kóterilip ketedi. Gaz keńeyip porshen tómenge sorılaǵı, bunda keńeyegen gaz mexanikalıq jumıs orınlayıdı hám klapan (7) ashılıp ajıralıp shıqqan gaz sırtqa shıgarılaǵı. Bunday dvigatel úzliksiz islep turıwı ushın, dvigatel cilindrinde janıwshı aralaspanıń



32-súwret.

periodlı túrde janıwın támiyinlew kerek. Respublikamızda islep shıgarılıp atırğan NEXSYA, JENTRA, MATIZ jeńil avtomobillerine injektorlı ishki janıw dvigatelleri ornatıgan (33-súwret).



33-súwret.

Dizel dvigateli

Ishki janıw dvigateline salıstırmalı túrde paydalı jumıs koefficienti joqarı bolǵan dvigateli 1893-jılı nemis injeneri *Rudolf Dizel* oylap taptı. Sonlıqtan bunday túrdegi dvigatel dizel dvigateli dep ataladı. Dizel dvigate-line janarmayı ot aldıratuǵın svecha bolmaydı. Porshen ústindegi hawanı qısıw dárejesi injektorlı (karbyurator) dvigatellerge qaraǵanda joqarı boladı. Cilindr ishindegi gazdiń júdá tez qısılıwı nátiyjesinde gazdiń temperaturası birden kóterilip ketedi. Sol waqıttıń ózinde cilindr ishine arnawlı forsunka suyuq janarmayı sewedi (34-súwret). Nátiyjede janarmay ot alısıp janıp ketedi. Respublikamızda islep shıgarılıp atırğan MAN awır júk mashinalarına hám mikroavtobuslarga dizel dvigatelleri ornatılğıan (35-súwret).

forsunka



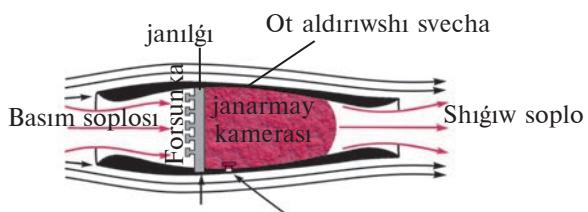
34-súwret.



35-súwret.

Reaktiv dvigatelleri

Reaktiv samolyot hám kosmik raketalar dvigatel járdeminde háreketlenedi. Reaktiv dvigateller tómendegi tiykarǵı bóleklerden turadı: janarmay bagı, janarmay janatuǵın kamera, janarmayı kameraǵa jetkerip beretuǵın hám janarmay janǵanda payda bolǵan gazdi sırtqa shıgaratuǵın (saplo) bóleklerden turadı. 36-súwrette reaktiv dvigateliń sxemalıq kórinisi berilgen.



36-súwret.

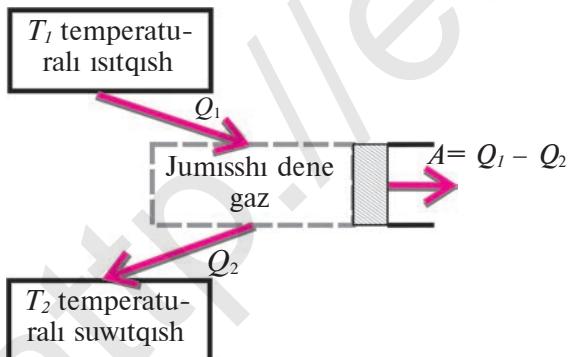
Kosmik kemeler reaktiv dvigateldiń janarmayı da, jumissħı denesi de hám ozi de boladı. Sol sebepli, onıń islewi átiraptağı ortalıqqa baylanıslı bolmaydı.



1. Ishki janıw dvigateliniń islew principin túsindiriń.
2. Dizel dvigateliniń islew principi injektorlı dvigatellerden qanday ayırmashılıqqa iye?
3. Reaktiv dvigateliniń islew principin túsindiriń.

27-§. JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERINIŃ ISLEW PRİNCIPI

Jíllılıq dvigatelleriniń barlıǵında islewshi dene (jumis orınlaytuǵın dene) gaz bolıp, ol keńeygende jumis orınlanaǵdı. Hárqanday jíllılıq dvigateli Q_1 jíllılıq muǵdarın beretuǵın T_1 temperaturalı jılıtqısh, Q_2 jíllılıq muǵdarın alatuǵın T_2 temperaturalı suwıtqısh hám mehanikalıq jumis orınlaytuǵın jumissħı dene (gaz)den turadı.



37-súwret.

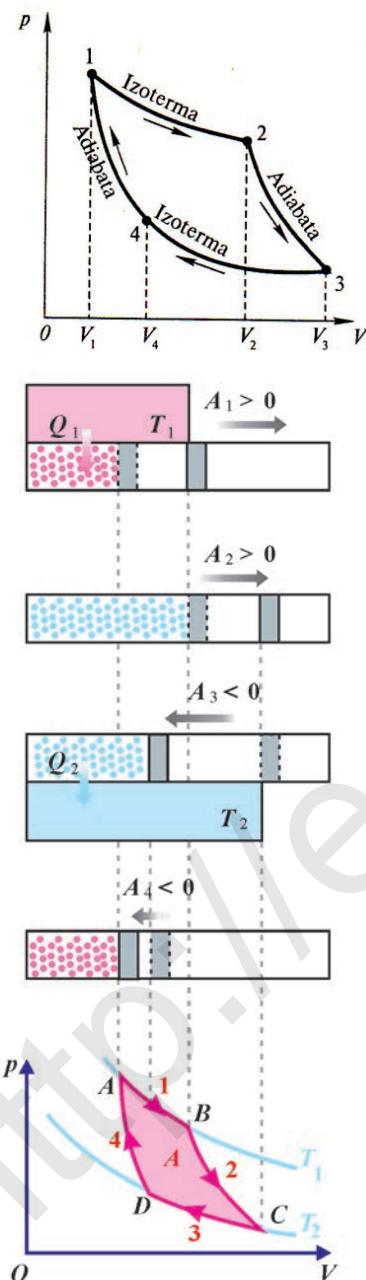
Jíllılıq dvigateliniń islew principi tómendegishe:

1. Hárqanday jíllılıq dvigateline de janarmayıń ishki energiyası mehanikalıq energiyaǵa aylanada.

2. Jíllılıq dvigateliniń islew wi ushın hár túrli temperaturalı isıtqısh hám suwıtqısh bolıwı kerek.

3. Qálegen jíllılıq dvigateliń islewinde jumissħı dene (máselen, gaz) halatınıń ózgeriwiniń takırarlanıwshı cikllerinen ibarat boladı.

Ен дáslep, francuz injeneri Sadi Carnot тárepinen tórt ciklli ideal jilliliq dvigateliniň islew principi túsindirilip berildi. Bul ideal jilliliq dvigateliniň islew cikli eki izoterma hám eki adiabatadan ibarat (38-súwret).



38-súwret.

1-halatta turǵan jumıssı deneniň (gazdiň) baslangısh temperaturasın T_1 dep alayıq. 1-halatta turǵan gaz T_1 temperaturada izotermiyalıq keńeyip, 2-halatqa ótti. Bunda gaz isıtqıştan Q_1 ge teń jilliliq muğdarın alıp, sırtqı kúshke qarsı A_1 jumıs orınlayıdı.

2-halǵa ótkennen soń gaz isıtqış penen qatnasti úzedi. Nátiyjede gazdiň adiabatalıq keńeyiwine imkan tuwiladı hám jumıssı dene 3-halatqa ótedi. Bunda gaz óziniň ishki energiyası esabınan sırtqı kúshlerge qarsı A_2 jumıs orınlayıdı. Jumıs orınlanganda gazdiň ishki energiyası azayadı, nátiyjede onıń temperaturası T_1 den T_2 temperaturaga shekem túsedı. Biraq, bul temperatura átiraptaqı ortalıqtıń temperurasınan birqansha joqarı boladı.

Gaz 3-halǵa ótkennen soń onıń temperurası T_2 bolǵan suwıtqışh penen qatnasqa kirisedi. Bul halattan gazdi sırtqı kúshlerge qarsı 4-halatqa ótiw procesinde izotermiyalı qısılıdı. Bunda sırtqı kúshler gazdı qısıp A_3 jumıs orınlayıdı. Sonday-aq, jumıssı dene suwıtqışhqa Q_2 jilliliq beredi.

Gaz 4-halǵa eriskennen keyin jumıssı dene suwıtqıştan ajıraladı hám 1-halatqa adiabatalı türde ótedi. Bunda gaz adiabatalı qısılıp onıń ústinen sırtqı kúshler jáne A_4 jumıs orınlayıdı. Sonday-aq, gaz temperurası T_2 den T_1 ge shekem kóteriledi.

Karno cikli boyınsha islep atırǵan jilliliq dvigateliniň orınlagan paydalı jumısı $A_{pay} = Q_1 - Q_2$ anılatpasi arqalı aniqlanadı. Bunda Q_1 — isıtqıştan alıngan jilliliq muğdari, Q_2 — suwıtqışhqa berilgen jilliliq muğdari.

Jilliliq dvigateliň paydalı jumis koefficienti (PJK)

Jilliliq dvigateliň paydalı jumis koefficienti (PJK) dep, dvigatel orınlagan A_{pay} jumistiň ısıtqıştan alıngan Q_1 jilliliq muğdarına qatnasına aytılıdı, yağınyı:

$$\eta = \frac{A_{pay}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \text{yaki} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Barlıq dvigatellerde jilliliq belgili bir muğdarın suwıtqışhqa bergeni ushın barlıq jaǵdaylarda PJK $\eta < 1$ boladı. Házirgi jilliliq mashinalarında PJKniň (procentlerde alınganda) ortasha mánisi dizel dvigatellerinde –40 %, karbyauratorlı dvigatellerdiň paydalı jumis koefficienti 25 – 30 % ti qurayıdı.

Termodinamikanıň nızamları jilliliqtıň temperaturası T_1 hám suwıtqıştıň temperaturası T_2 bolǵan jilliliq dvigateliň erisiwi mümkin bolǵan eń úlken PJK in esaplawǵa imkaniyat beredi. Bunı birinshi bolıp francuz injeneri hám alımı *Sadi Carnot* esaplap shıqtı. Ideal jilliliq mashinası ushın PJK niň mánisin tómendegi teńleme tiykarında aniqlanadı, yağınyı:

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

Demek, ideal jilliliq mashinalarınıň PJK tek óana jılıtqışh hám suwıtqışh temperaturalarınıň ayırmashılığına tuwra proporcional eken. Jilliliq mashinası PJK in arttıriw ushın jılıtqıştıň temperaturasın kóterip, suwıtqıştıň temperurasın túsiriw kerek. Eger, jılıtqışh hám suwıtqışh temperaturalarınıň ayırmashılığı $T_1 - T_2 = 0$ bolsa, dvigatel jumis isley almaydı.



1. Jilliliq dvigateline ısıtqışh, suwıtqışh hám jumissħı deneniň áhmiyeti qanday?
2. Karno cikli qanday proceslerden ibarat?
3. Karno cikliniň islew principin túsindiriň.
4. Jilliliq mashinaları orınlagan paydalı jumis qalay aniqlanadı?
5. Dvigateliň paydalı jumis koefficienti qáytıp esaplanadı?



28-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Jıllılıq mashinası bir ciklde 600 J jumıs orınladı hám bunda ol suwıtqıshqa 600 J jıllılıq beredi. Jıllılıq mashinasınıń PJK in tabıń.

Berilgeni:

$$A = 600 \text{ J}$$

$$Q_2 = 600 \text{ J}$$

Tabıw kerek:

$$\eta = ?$$

Sheshiliwi: Kärno cikli boyınsha islep atırǵan jıllılıq dvigateliń orınlagan paydalı jumısı $A = Q_1 - Q_2$ aňlatpası arqalı aniqlanadi. Sonday-aq, jıllılıq dvigateliń PJK, dvigatel orınlap atırǵan A jumistiń ısitqıshsan alǵan Q_1 jıllılıq muǵdarına qatnasi aniqlanadi, yaǵníy: $\eta = \frac{A}{Q_1}$.

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

Juwabi: $\eta = 50\%$.

2-másele. Kärno ciklinde islep atırǵan puw trubinasına temperaturası 480°C bolǵan puw kirip, onnan 130°C temperaturada shıqsa, trubinanıń PJK in aniqlań.

Berilgeni:

$$t_1 = 480^{\circ}\text{C},$$

$$T_1 = t_1 + 273 \text{ K} = 753 \text{ K}$$

$$t_2 = 130^{\circ}\text{C},$$

$$T_2 = t_2 + 273 \text{ K} = 403 \text{ K}$$

Tabıw kerek:

$$\eta = ?$$

Sheshiliwi: jıllılıqtıń temperurası T_1 hám suwıtqıshıń temperurası T_2 bolǵan jıllılıq dvigateliń PJK in

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \text{ formula arqalı esaplaymız.}$$

$$\eta = \frac{753 \text{ K} - 403 \text{ K}}{753 \text{ K}} \cdot 100\% = 47\%. \quad \textbf{Juwabi: } \eta = 47\%$$

3-másele. Jıllılıq mashinasıńn temperurası 237°C , suwıtqıshıńki 67°C . Eger, bir ciklde jılıtqıshsan 1800 J jıllılıq muǵdarı alınsa, mashina bir ciklde qansha jumıs orınlaydı?

Berilgeni:

$$t_1 = 237^{\circ}\text{C},$$

$$T_1 = t_1 + 273 \text{ K} = 510 \text{ K}$$

$$t_2 = 67^{\circ}\text{C},$$

$$T_2 = t_2 + 273 \text{ K} = 340 \text{ K}$$

$$Q_1 = 1800 \text{ J}$$

Tabıw kerek: $A = ?$

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

(1) hám (2) teńleme ni teńlestiremiz.

$$\text{Bul qatnastardan dvigateliń orınlagan jumısı: } A = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1 \\ A = \frac{510 \text{ K} - 340 \text{ K}}{510 \text{ K}} \cdot 1800 \text{ J} = 600 \text{ J}.$$

Juwabi: $A = 600 \text{ J}$.

**M
18**

1. Jumısshi dene(gaz) ısıtqışhtan 840 J jıllılıq aldı. Eger, jıllılıq dvigateliniń PJK 30 % bolsa, gaz qansha jumis orınlayıdı?
2. Jıllılıq dvigateliniń temperaturası 477 °C, suwıtqıştiki 27 °C bolǵan jıllılıq mashinasınıń maksimal PJK in esaplań.
3. Ideal jıllılıq dvigateliniń PJK 62,5 % bolıwı ushın onıń jılıtqışındaǵı temperaturası qanday bolıwı kerek? Suwıtqıştıń temperaturası 300 K ge teń.
4. Eger ısıtqıştıń temperaturası 127 °C, suwıtqıştıń temperaturası 7 °C bolǵan ideal jıllılıq mashinası bir ciklde jılıtqıştan 1300 J jıllılıq alsa, orınlangan paydalı jumis nege teń?
5. Paydalı jumis koefficienti 40 % bolǵan jıllılıq mashinası bir ciklde suwıtqışhqa 63 Kj jıllılıq beredi. Mashina bir ciklde qansha jumis isleydi?
6. Ideal jıllılıq dvigateline suwıtqıştıń temperaturası 62 °C, jıllılıq dvigateliniń PJK 50 % bolsa, ısıtqış penen suwıtqışh temperatura-ları arasındaǵı parıq qanday?
7. Karno ciklinde isleytuǵın ideal mashinada jılıtqışh hám suwıtqışh temperaturalarınıń qatnası 5 ge teń. Eger bir ciklde suwıtqışhqa 180 kJ jıllılıq berilgen bolsa, ısıtqıştan alıngan jıllılıq muǵdarın aniqlań.
8. Ideal jıllılıq dvigateli ısıtqışhınıń temperaturası 327 °C, suwıtqıştıń temperaturası 127 °C gá teń. Usı ideal mashinanıń PJK in eki ese asırıw ushın ısıtqıştıń temperaturasın qanshaǵa kóteriw kerek?

29-§. JÍLLÍLÍQ MASHINALARÍ HÁM TÁBIYATTÍ ASÍRAW

Insaniyattıń búgingi ómirin jıllılıq mashinalarsız kóz aldımızǵa keltire almaymız. Hár túrli markadaǵı jeńil mashinalar, avtobuslar, suwda júziwshi kemeler, poezdler, samolyotlar hám basqa transportlar jıllılıq dvigatelleri járdeminde háreketlenedi.

Jıllılıq mashinaları janarmaydın janıwı menen háreketlenedi. Olarda janarmay sıpatında benzin, kerosin, suylittırılǵan propan hám metan gazi-nen paydalanyladi. Uship baratırıǵan samolyottı, ornında turǵan mashinanı dıqqat penen baqlasaq, olardıń dvigatelinən tútin kórinisindegi gazlerdiń ajıralıp shıgıp atırǵanın kóremiz. Ishki janıw dvigateline janarmay jaŋganda, onıń bir bólegi sırtqa tútin bolıp shıgıp ketedi. Bul gazlerdiń tiykargı bólegi adam organizmi hám ana tábiyatımız ushın ziyanlı. Házirgi waqitta Jer júzindegi dvigateller paydalanylıp atırǵan quwat 10^{10} kW gá jetti. Jıllılıq dvigatelleri paydalanylıp atırǵan quwat $3 \cdot 10^{12}$ kW gá jetkende Jer júzinde temperatura shama menen 1° qa kóteriledi. Bul úlken muzlıqtıń eriwine hám dýnya okeanı suw qáddiniń kóteriliwine alıp keledi. Nátiyjede, teńiz hám okean jaǵalarındaǵı qala hám awıllandıń hasıldar jer maydanlarınıń suw astında qalıw qáwpi payda boladı.

Jer júzinde jíllılıq dvigatelleriniń sanı jıldan-jılǵa tez pát penen artıp barmaqta. Olarda hár jılı ortasha 2 milliard tonna kómir hám 1 milliard tonna neft ónimleri jaǵıladı. Olardıń islewi nátiyjesinde atmosferaǵa júdá úlken muǵdarda karbonat angidrid gazi qosılıp atır. Jíllılıq dvigatellerinen shıǵıp atırǵan gazlerdi tolıq tazalaw házirshe júdá qiyın. Alımlardıń pikirinshe, hár jılı átirapımızǵa shama menen 120 million tonna kúl, 60 million tonna ziyanlı gazler tarqalıp atır. Jíllılıq dvigatelleriniń jıldan-jılǵa kóbeyip bariwı, jámáát aldında tábiyattı asırawda úlken qıyınhılıqlardı payda etip atır.

Elimiz ushın júdá kerekli bolǵan elektr energiyasınıń úlken bólegi janarmay esabınan alınadı. Jíllılıq beriwshi stanciyalar da janarmaysız isley almaydı. Bul stanciyalarda hár kúni tonna-tonna janarmay janıp, bunnan ziyanlı gazler átirapımızǵa tarqaladı. Jer sharında ekologiyalıq mashqala payda bolıp atırǵan waqıtta, biziń mámlekетimiz de bunday mashqalalarǵa biyparıq qarap turmaydı. Respublikamızda bunday mashqalani sheshiwdiń birden-bir tuwrı joli quyash energiyasınan paydalaniw bolıp esaplanadı. Respublikamızda quyashlı kúnlerimiz bazı mámlekетlerge qaraǵanda birqansha kóp. Awıllarda qurılıp atırǵan zamanagóy úylerdiń ústine quyash batareyaları ornatılıp, olardan paydalaniłip kelinbekte.

Kúndelikli turmısımızda jíllılıq mashinaları siyaqlı suwıtıw mashina (muzlatqış, suwıtqış)lardan da paydalanimız. Olardıń sanı da jıldan-jılǵa keskin túrde kóbeyip baratır. Bul mashinalarda jumissıhi dene sıpatında Freon dep atalıwshı suyıqlıq qollanıladı. Suwıtıw mashinaları dúzilisi qanshelli germetik bolmasın, olardan júdá az bolsa da Freon puw-lanıp atmosferaǵa tarqaladı. Nátiyjede atmosferanıń quramında jıldan-jılǵa Freon puwı muǵdarı artıp baratır.

Sizge geografiya páninen belgili bolǵanınday, atmosferanıń Jer sırtınan 25 – 30 km biyikliktegi bólegi ozon (O_3) qatlamınan ibarat. Ozon qatlamı jer sırtındaǵı tiri organizmlerdi kosmostan keletuǵın júdá qısqa tolqınlı nurlanıw tásirinen qorǵayıdı. Eger atmosferanıń quramında Freon puwınıń muǵdarı kóbeyse, ozon qatlamı jemirilip, onda tesik payda boladı. Ozon tesigi arqalı ótken júdá qısqa tolqınlı nurlanıwlар tiri organizmlerdi jemirip, jerdegi ómirge qáwip tuwdıradı. Bul máseleniń unamlı sheshimin tabıw maqsetinde, alımlar Freondı basqa suyıqlıq penen almastırıw ústinde ilimiy izleniwler alıp barıp atır.

Juwmaqlap aytqanda, jíllılıq dvigatelleri insańga bir tárepinen júdá úlken imkaniyatlardı berse de, ekinshi tárepten olar Jer atmosferasına hám tábiyatqa óziniń unamsız tásirin tiygizedi.



1. Respublikamızda islep shıǵarılatuǵın elektr energiyasınıń qansha bólegin jíllılıq mashinaları beredi?
2. Tábiyattı qorǵaw ushın avtomobil sanaatında qanday ilajlar kóriledi?
3. Atmosferaǵa qosılıp atırǵan ziyanlı gazler qanday aqıbetlerge alıp keledi?

30-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Traktor dvigateli 60 kW quwattı payda etedi hám usı quwatqa saatına ortasha 18 kg dizel janarmayın jumsayıdı. Dvigateliň PJK in tawıń. Dizel janarmayıniň salıstırmalı janiw jıllılığı 42 MJ/kg.

Berilgeni:

$$\begin{aligned}P &= 60 \text{ kW} = 60 \cdot 10^3 \text{ W} \\t &= 1 \text{ saat} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s} \\m &= 18 \text{ kg} \\q &= 42 \cdot 10^6 \text{ J/kg}\end{aligned}$$

Tabiıw kerek:

$$\eta = ?$$

Sheshiliwi: Quwat tárioypi boyınsha P quwat penen islep atırǵan qurılmazı t waqıtta orınlıǵan paydalı jumısı tómendegishe anıqlanadı, yaǵníy: $A_{pay} = P \cdot t$. Dvигatelde bir türdegi m massalı janarmay tolığı menen janǵanda $m \cdot q$ ga teń jıllılıq muǵdarı ajıralıp shıgadı. $m \cdot q$ jıllılıq muǵdarın — ısıtqıshıtıń bergen jıllılıq muǵdarı $Q_1 = m \cdot q$ yaki ısıtqıshıtıń ulıwma orınlıǵan jumısı dep qabil etiwge boladı, yaǵníy $A_{um} = m \cdot q$. Onda dvigateliň paydalı jumıs koefficienti:

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

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

Juwabi: $\eta = 28,6 \%$.

2-másele. Peshte massası 42 kg kerosin janǵanda, 3 kg suwdıń temperaturası qanshaǵa kóteriledi? Peshtiń PJK 30 %. Kerosinniň salıstırmalı janiw jıllılığı 46 MJ/kg.

Berilgeni:

$$\begin{aligned}m_1 &= 42 \text{ g} = 42 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \\m &= 3 \text{ kg} \\q &= 46 \cdot 10^6 \text{ J/kg} \\&\eta = 0,3\end{aligned}$$

$$c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot {}^\circ\text{C}}$$

Tabiıw kerek:
 $\Delta t = ?$

Sheshiliwi:

$A_{pay} = Q = m \cdot c \cdot \Delta t$. Sonday-aq, m_1 massalı janarmay janǵanda ajıralǵan jıllılıq muǵdarı $Q_1 = m_1 \cdot q$. Qurılmazı paydalı jumıs koefficienti:

$$\eta = \frac{A_{pay}}{Q_1} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{m_1 \cdot q} . \quad \text{Bunnan}$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} \quad [\Delta t] = \frac{1 \cdot \text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot {}^\circ\text{C}}} = {}^\circ\text{C} .$$

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

Juwabi: $\Delta t = 46 {}^\circ\text{C}$.

3-másele. Avtomobil 100 km joldı basıp ótiwi ushın 10 l benzin sarıplaydı. Avtomobil 90 km/h tezlik penen häreketlenip atırǵan bolsa, onıń quwati qanday bolǵan? Dvigateliń PJK 30%. Benzinniń tıǵızlıǵı $\rho = 0,7 \text{ g/cm}^3$, salıstırmalı janıw jıllılıǵı $q = 46 \text{ MJ/kg}$ ǵa teń dep alıń.

Berilgeni:

$$s = 100 \text{ km} = 10^5 \text{ m}$$

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$V = 10 \text{ l} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho_b = 0,7 \text{ g/cm}^3 = 700 \text{ kg/m}^3$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$\eta = 0,3$$

Tabıw kerek:

$$P = ?$$

Sheshiliwi: Bul máseleni sheshiwde tómendegi bir neshe ámellerdi izbe-iz orınlaymız.

1) Avtomobil v tezlik penen s jolda häreketlengen bolsa, onıń häreketleniw waqtın aniqlaw, yaǵníy $t = \frac{s}{v}$.

2) Janarmaydıń massasın aniqlaw, yaǵníy $m = \rho \cdot V$.

3) Janarmay janǵanda ajıralǵan jıllılıq muǵdarı $Q_1 = m \cdot q$ ǵa teń.

Qurılmanıń paydalı jumıs koefficienti:

$$\eta = \frac{A_{pay}}{Q_1} = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} = \frac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot v}. \quad \text{Bu ańlatpadan}$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s}. \quad [P] = \frac{1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{m}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}.$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s} = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 25}{10^5} = 24150 \text{ W}.$$

Juwabı: $P = 24150 \text{ W} = 24,15 \text{ kW}$

**M
19**

- Oshaqta 6 kg polatti 1400 °C da ısitıw ushın 4,6 kg arnawlı jıllılıq sarıplanadı. Eger polattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlığı 460 J/kg · K, arnawlı janılgınıń janıw jıllılıǵı 3 MJ/kg bolsa, oshaqtıń jıllılıq beriwi (PJK)n tabıń?
- Minutına 4 g kerosin sarplaytuǵın ısitqıshqa temperaturası 31 °C bolǵan 2 l suw qansha waqıtta qaynaydı? Qurılmanıń PJK 35 % $q_{kerosin} = 46 \text{ MJ/kg}$ ǵa teń dep alıń.
- 72 km/h tezlikte häreketlenip atırǵan avtomobildiń 2 km joldaǵı benzin sarplawın esaplań. Avtomobildiń quwati 23 kW, PJK 25 % ge teń. Benzinniń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 46 MJ/kg.
- Eger quwati 50 kW bolǵan dizel dvigateliniń paydalı jumıs koefficienti 34 % bolsa, ol úsh saatta qansha janarmay sarplaydı? Dizel janarmayıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 42 MJ/kg ǵa teń.

5. Ideal jilliliq mashinasindaǵı gaz ısıtqıshıtan algan jilliliğinini 60 % I suwıtqıshqa beredi. Eger suwıtqısh temperaturası 227 °C bol-sa, suwıtqıshıń temperaturası qanday bolǵan?
6. Ideal jilliliq mashinasında ısıtqıshıń absolyut temperaturası suwıtqıshıń absolyut temperaturasınan úsh ese joqarı. ısıtqısh gazge 30 kJ jilliliq muǵdarın bergende ol qansha jumis orınlayıdi?
7. Gorizontal jolda motocikldiń dvigateli 60 km/h tezlikte 3,5 kW quwatqa erisedi. Eger dvigateldiń PJK 25 % bolsa, motoroller 3,6 l benzin sarlap, qansha joldı basıp ótedi? Benzinniń salıstırmalı janiw jilliliǵı 46 MJ/kg, tıǵızlıǵı 0,7 g/cm³.
8. Özgermeytuǵın 108 km/h tezlik penen häreketlenep atırǵan avtomobil 46 km jolda 5 kg benzin sarpladı. Benzinniń salıstırmalı janiw jilliliǵı $46 \cdot 10^6$ J/kg hám dvigateldiń PJK 24 % bolsa, avtomobildiń paydalı quwatın anıqlań.

III BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARI

1. Ideal jilliliq mashinasınıń PJK in kim esaplaǵan?

- A) Bolsman; B) Celsiy; C) Kelvin; D) Kärno.

2. Paydalı jumis koefficienti η bolǵan jilliliq mashinası jılıtqıshıtan Q_1 jilliliq muǵdarın alganda, qanday jumis orınlayıdi?

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

3. Ideal jilliliq dvigateli ısıtqıshıtan 0,8 MJ jilliliq muǵdarın qabil etip, suwıtqıshqa 0,3 MJ jilliliq muǵdarın beredi. Bul jilliliq dvigatelinin maksimal PJK in (%) esaplań.

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

4. Ciklde jilliliq mashinası 21 kJ jumis orınlap, suwıtqıshqa 29 kJ jilliliq muǵdarın beredi. Mashinanıń paydalı jumis koefficientin anıqlań.

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

5. Ideal jilliliq mashinasınıń paydalı jumis koefficienti 75% bolıwı ushın ısıtqıshıń temperaturası suwıtqıshıń temperurasınan neshe ese joqarı bolıwı kerek?

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

6. PJK 40 % bolǵan jilliliq mashinası bir ciklde 34 kJ jumis orınlayıdi. Mashina bir ciklde suwıtqıshqa qansha jilliliq muǵdarın beriwin anıqlań (kJ).

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

7. Jıllılıq mashinasınıń PJK 25%, ısıtqışhtan alǵan jıllılıq muǵdarı 400 J bolsa, paydalı jumısı qansha boladı (J)?

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

8. Eger, jıllılıq dvigateli ısıtqışhtan alǵan jıllılıq muǵdarınıń úshten eki bólegin suwıtqışhqa berse, dvigateldiń PJK in tabiń (%).

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

9. Suwıtqıştıń absolyut temperaturası ısıtqıştıń absolyut temperatura-sınıń tórtten birine teń. Ideal gaz mashinasınıń PJK esaplap tabiń (%).

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

10. Ideal jıllılıq mashinasında ısıtqıştıń absolyut temperaturası suwıtqıştıń absolyut temperaturasınan eki ese joqarı bolsa, bunday mashinanıń paydalı jumis koefficienti qanday boladı?

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

11. Eger, jıllılıq mashinası ısıtqışhınıń temperaturası 500 K, suwıtqıştiki 250 K bolsa hám ol bir ciklde jılıtqışhtan 6000 K jıllılıq alsa, bir ciklde orınlığan jumısın tabiń (J).

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

12. PJK 40 % bolǵan ideal jıllılıq mashinası ısıtqışhtan 10 kJ jıllılıq aladı. Suwıtqışhqa berilgen jıllılıq muǵdarı qanshaǵa teń (kJ)?

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

13. Eger quwati 42 kW bolǵan dizel dvigateliń paydalı jumis koefficienti 20 % bolsa, ol 3 saatta qansha janarmay sarplaydı (kg)? Dizel janarmayıniń salıstırmalı janiw jıllılığı 42 MJ/kg ga teń.

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

14. Kólemi 360 l suwdı qazanda jılıtiw ushın oshaqta 42 kg kómır jaǵıladı. Eger, suwdıń baslangısh temperaturası 10 °C hám oshaqtıń jıllılıq beriwi 30 % bolsa, suw neshe gradusqa shekem ısıydı? $c_{suw} = 4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, kómirdiń salıstırmalı janiw jıllılığı.

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

15. Qurǵaq aǵashtiń janıw jıllılığı 10^7 J/kg , tabiyiy gazdiki bolsa $4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$. Birdey jıllılıq muǵdarın alıw ushın aǵash (m_1) hám gazdiń (m_2) massaları salıstırıp, durıs juwaptı tabiń.

- A) $m_2 = 2 m_1$; B) $m_1 = m_2$; C) $m_1 = 4 m_2$; D) $m_2 = 2 m_1$.

III BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

Jilliliq dvigateli	Jilliliq dvigateli dep, jilliliq energiyasın mexanikalıq energiyaǵa aylandıratuǵın qurılmaǵa aytılaǵı.
Jilliliq dvigatelleriniň túrleri	Ishki janıw dvigateli, dizel dvigateli, reaktiv dvigateller.
Jilliliq dvigateliniň islew principleri	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hárqanday jilliliq dvigateline janarmayıń ishki energiyası mexanikalıq energiyaǵa aylanadı. 2. Jilliliq dvigatelinin islewi ushın hár turli temperaturalı jılıtqısh hám suwıtqısh bolıwı kerek. 3. Qálegen jilliliq dvigatelinin islewinde jumissı dene (máselen, gaz) halatınıń ózgeriwiniń tákirlanıwshı cikllerinen ibarat boladı.
Jilliliq dvigateline ener-giyanıń bir túrden basqa túrge ótiwi	Hárqanday jilliliq dvigateline janarmayıń ishki energiyası mexanikalıq energiyaǵa aylanadı.
Karno cikli	Ideal jilliliq mashinaları ushın Karno cikli eki izoterma hám eki adiabatadan ibarat.
Jilliliq mashinasında orınlangan paydalı jumıs	Karno cikli boyınsha islep atırǵan jilliliq dvigatelinin orınlagan paydalı jumısı $A_{pay} = Q_1 - Q_2$ ańlatpa arqalı aniqlanadı. Bunda Q_1 — jılıtqıshтан alıngan jilliliq muǵdarı, Q_2 — suwıtqıtqıshqa berilgen jilliliq muǵdarı.
Jilliliq dvigatelinin pay-dalı jumıs koefficienti (PJK)	Jilliliq dvigatelinin paydalı jumıs koefficienti (PJK) dep, dvigatel orınlagan A_{pay} jumistiń jılıtqıshtan alıngan Q_1 jilliliq muǵdarına qatnasına aytılaǵı, yaǵniy:
	$\eta = \frac{A_{pay}}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%.$
Ideal jilliliq mashinaları-nıń paydalı jumıs koeffi-cienti (PJK)	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$

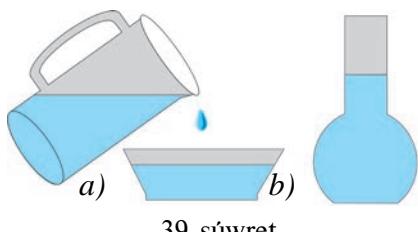
IV BAP

SUYÍQLÍQ, HÁM QATTÍ DENELERDÍN QÁSIYETLERİ

31-§. SUYÍQLÍQTÍN QÁSIYETLERİ

Suyıqlıqtıń aǵıwshılıǵı

Gaz molekulaları bir-birinen ólshemlerine qaraǵanda uzaq aralıqta jaylasqanı ushın, arasındaǵı óz ara tartısıw kúshleri esapqa alınbaytuǵın dárejede kishkene boladı. Gaz molekulaları arasındaǵı tartısıw kúshleriň tómenligi olardıń bir-birinen uzaqlasıp ketiwine, yaǵní gazdiń keńeyiwine alıp keledi. Sol ushın gazdiń erkin beti bolmaydı.



39-súwret.

Gazlerden parıqlı ráwıshte suyıqlıqlarda molekulalar bir-birine derlik tiyip turadı. Olar arasındaǵı óz ara tásır kúshleri gaz molekulaları arasındaǵı tásır kúshlerine salıstırǵanda joqarı boladı. Suyıqlıq molekulaları arasındaǵı tartısıw kúshi molekulalardıń bir-birinen uzaqlasıp ketiwine imkan bermeydi. Sol tárizli gaz-

lerden parıqlı türde suyıqlıqlar óziniń kólemin saqlaydı.

Ídista turǵan suyıqlıqqıa tómenge baǵdarlanǵan awırlıq kúshi tásır etedi. Suyıqlıq astı hám átirapları diywallar menen oralǵanı ushın ol teńsalmaqlıq halatında boladı. Eger idis bir tárepke awdırılsa, suyıqlıq awırlıq kúshi tásirinde idis awdarılǵan tárepke aǵadı (39-a súwret). Ídisqa quylıǵan suyıqlıq sol idistiń formasın aladı hám gorizontal betke iye boladı (39, b-súwret).



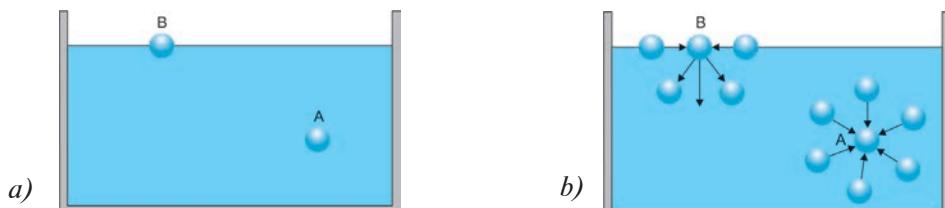
Suyıqlıqlar aǵıw qásiyetine iye bolǵanı ushın óz formasın saqlap qala almadı. Biraq, óz kólemin saqlap qaladı.

Betkerimlik qubılısı

Máselen, kesege suw quyayıq. Suyıqlıqtıń betine qarasaq, tegis ekenliǵin kóremiz. Óz-ózinen bizde, ne ushın suyıqlıqtıń beti tegis? — degen soraw payda boladı.

Zatlardıń düzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teoriyası boyınsha zat molekulaları arasında bárháma óz ara tásır kúshleri boladı. Suyıqlıq ishindegi A hám onıń betinde turǵan B noqattaǵı molekulaǵa basqa molekulalardıń tásirin kórip shıǵayıq (40-a súwret). Suyıqlıq ishindegi A noqatta turǵan molekulaǵa qarama-qarsı táreplerden tásır etip atırǵan

kúshler bir-birin teńs almaqlıqqa keltiredi (40-b súwret). Nátiyjede oǵan tásir etip atırǵan kúshlerdiń teńdey tásir etiwshisi nolge teń boladı.



40-súwret.

B noqattaǵı molekulaǵa bolsa, tómennen hám qaptaldan kúshler tásir etedi. Sebebi, suyuqlıqtıń ústingi tárepi hawa menen shegaralanǵanı ushın suyuqlıq betindegi molekulaǵa joqarıdan tásir etip atırǵan kúshti esapqa almasaq ta boladı. Nátiyjede suyuqlıq betindegi molekula suyuqlıq ishine qaray tartıladı (40-b súwret). Bul jaǵday suyuqlıq betiniń tartılıwına alıp keledi.

Suw betine iqtıyatlılıq penen metall iyne qoyılsa, iyne suw betinde turıp qaladı. Suwdıń bet perdesi biraz iyilip iyneni shókkizbey kóterip turǵanınıń guwası bolamız (41-súwret). Bunıń sebebi suwdıń betindegi betkerimligi bolıp esaplanadı.



41-súwret.

Betkerimlik kúshi

Kúndelikli turmısımızda bekkem buralmaǵan kran awzında suw tamshısınıń payda bolǵanın kórip júrsız. Suw aǵatugın krannıń awzında tamshısınıń qalay payda bolıwin kóreyik. Awzında payda bolǵan tamshısını elastik qaltasha ishinde dep kóz aldımızǵa keltireyik. Tamshı úlkeygende onı kóterip turıw ushın qaltashanıń bekkemligi jetispeydi hám tamshı úziledi (42-súwret).

Haqıyqatında bolsa, tamshı qaltashaǵa salınbaǵan. Payda bolǵan tamshısınıń bet qatlamındaǵı hárbir molekulaǵa, tamshı orayına baǵdarlanǵan kúsh tásir etedi. Bunday kúshler nátiyjesinde tamshısınıń bet qatlamında onı uslap turıwshı betkerimligi payda boladı. Bet qatlamın shegaralawshı sıziqtıń uzınlıǵına proporcionallı hám suyuqlıqtıń túrine baylanıslı boladı, yaǵníy:

$$F = \sigma \cdot l. \quad (1)$$

Bunda σ — suyuqlıqtıń tábiyatqa baylanıslı bolǵan suyuqlıq betiniń qásiyetlerin bildiriwshı shama bolıp, betkerimlik koefficienti dep ataladı. (1) ańlatadan

$$\sigma = \frac{F}{l}. \quad (2)$$



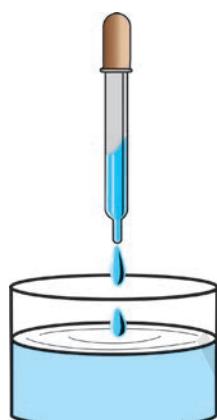
42-súwret.

ekenligi kelip shıǵadı. (2) teńlikten σ niń birligi [N/m] ekenligi kórinip tur. (2) ańlatpa boyınsha betkerimlik koefficientiniń tómendegi fizikalıq mánisi kelip shıǵadı. Suyıqlıqtıń betin shegaralawshı sızıqtıń uzınlıq birligine tásir etiwshi bet kerimlik kúshine san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama **betkerimlik koefficienti** dep ataladi.



43-súwret.

Betkerimlik koefficienti suyıqliq betin shegaralap turǵan betin ilajı bolǵanınsha kishreytedi. Erkin túsip atırǵan jawın tamshıları shar formasında boladı. 43-súwrette salmaqsızlıq sharayatında kosmik keme ishindegi hátte, úlken mas-sadaǵı suw da shar formasında bolatuǵını súwretlengen.



44-súwret.

Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin anıqlawdıń birneshe usılları bar. Betkerimlik koefficientin anıqlawdıń eń ápiwayı usılı tamshı úziliw usılı bolıp esaplanadı (44-súwret). Suyıqlıqtıń jińishke tútikshe boylap aǵıwı nátiyjesinde onıń ishinde tamshı payda boladı. Tamshı kishkene bolsa ol tútiksheden ajıralmaydı, sebebi onı bet kerimlik kúshi tutıp turadı. Tamshı úlkeygen sayın onıń awırlıǵı ($m_0 g$), betkerimlik kúshi (σl) ne san jaǵınan teńleskennen soń, ol úziledi, yaǵníy:

$$m_0 g = \sigma l. \quad (3)$$

bul jerde m_0 — bir dana suyıqliq tamshısınıń massası. (3) anıqlama boyınsha betkerimlik koefficienti tómendegishe esaplanadı:

$$\sigma = \frac{m_0 g}{l}. \quad (4)$$

Ayırımlı suyıqlıqlardıń betkerimlik koefficientiniń san mánisleri tómendegi kestede berilgen (20°C temperaturada)

Nº	Suyıqlıqlar	σ , N/m	Nº	Suyıqlıqlar	σ , N/m
1	Sınap	0,47	4	Ósimlik mayı	0,033
2	Suw	0,073	5	Kerosin	0,024
3	Sabinlı suw	0,04	6	Etil spirti	0,022

Bet energiyasi

Suyıqlıq betinde payda bolǵan betkerimlik kúshi esabınan suyıqlıqtıń bet qatlamındaǵı molekulalar suyıqlıqtıń ishindegi molekulalarǵa qaraǵanda artıqsha potencial energiyaga iye boladı.



Suyıqlıq betindegi barlıq molekulalardıń artıqsha potencial energiyası bet energiyası dep ataladı.

Bet energiyasınıń muǵdarı suyıqlıq betiniń muǵdarı (S) na tuwra proporcional boladı, yaǵníy:

$$W = \sigma S. \quad (5)$$

(5) aniqlama boyınsha betkerimlik koefficienti tómendegige teń:

$$\sigma = \frac{W}{S}. \quad (6)$$

(6) teńlikten betkerimlik koefficientiniń tómendegi fizikalıq mániśi kelip shıǵadı. Betkerimlik koefficienti san jaǵınan suyıqlıq betiniń bet birligine tuwra keletugın bet energiyasına teń bolǵan fizikalıq muǵdar. (6) aniqlama boyınsha σ niń birligi Xalıqaralıq birlikler sisteması [J/m^2] nda túsindiriledi.



1. Betkerimlik kúshi qalay payda boladı?
2. Bet energiyası qalay payda boladı?
3. Ne ushın tamızǵıştan tamshı úzilip túsedı?
4. Kosmik kemedе kesege shay quyıp ishiwge bola ma?
5. Ne ushın mayda tamshılardıń kórinisi shar tárizli boladı?
6. Salmaqsızlıq jaǵdayında suyıqlıq tamshısı qanday formada boladı?



Plastilennen diametri 3 mm átirapında shar soǵıń. Sharǵa aǵash shópten tutqışh isleń. Onı suw ústine iqtiyatlılıq penen qoysańız, suwdıń shardı shóktirmey kóterip turǵanınıń guwası bolasız. Öz tájiriybeńiz tiykarında nátiyjeńizdi jazıń.

32-§. ÍGALLANÍW. KAPILLYAR QUBÍLÍSLAR

Ígallanıw hám ígallanbaw qubılısı

Qolımızdaǵı ruchka yaki qálemdi suwǵa batırıp, keyin onı suwdan shıǵarıp alsaq, onıń «Ígal» lanıp shıqqanın kóremiz. Bizde ne ushın dene ígal bolıp qaldı? — degen soraw payda boladı.

Bizge dene hám suyıqlıqlar molekulalardan quralǵanı belgili. Ígallaw yaki ígallamaw suyıqlıq hám qattı dene molekulalarınıń óz ara tásirine baylanıslı boladı.



Suyıqlıq hám qattı dene molekulalarınıń arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulalarınıń óz ara tartısıw kúshlerinen úlken bolsa, suyıqlıq qattı dene betin iǵallaydı.

Demek, qálem suyıqlıq bólekshelerin bir-birinen ajiratıp, onı ózine tartıp aladı. Suyıqlıqqa túsirilgen qálemdiń iǵal bolıw sebebi, qálem suyıqlıq molekulaların bir-birinen ajiratıp ózine tartıp aldı.



Suyıqlıq hám qattı dene molekulaları arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulalarınıń óz ara tartısıw kúshlerinen kishi bolsa, suyıqlıq qattı dene betin iǵallamaydı.

Shiyshe sınap bólekshelerin bir-birinen ajirata almadı. Sol sebepli, sınap shiyshe ıdısqa salınsa, ol ıdıs diywalların iǵallamaydı. Demek, geybir qattı deneni suyıqlıq iǵallasa, basqa suyıqlıq onı iǵallay almawı mümkin eken.

Suyıqlıq betiniń iyrekleniwi



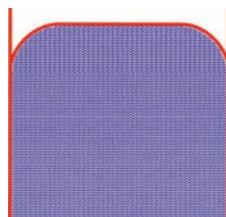
Qattı dene betinde suyıqlıq betiniń iyrekleniwine sebep bolatugin qubılıs iǵallanıw yamasa iǵallanbaw qubılısına baylanışlı.

Suyıqlıq qattı dene betin iǵallawı yaki iǵallamawın suyıqlıq hám qattı dene shegarasındaǵı suyıqlıq formasının bilip alıwǵa boladı. Eger, suyıqlıq ıdistı iǵallasa onıń beti batıńqı, al kerisinshe iǵallamasa suyıqlıq beti dóńes formada boladı (45-b súwret).

a)



b)



45-súwret.

Ígallaw hám iǵallamaw qubılısları turmista hám texnikada júdá áhmiyetke iye. Sabın eritlesi denemizdi jaqsı iǵallaydı. Sol sebepli sabın menen shomılamız. Gaz hám úyreklər suwdan shıqqanda párleri qurǵaq bolıp shıǵıwin bilesiz. Sebebi olardıń párleri maylı bolǵanı ushın suw olardı derlik iǵallamaydı.

Ígallaw qubılısı ámeliy áhmiyetke iye. Tiykarınan iǵallanıw qubılıslarınan denelerdi boyawda, kepserlewde, detallardı maylawda, denelerdi bir-birine kleylewde paydalanyladi.

Kapillyar qubılıslar

Diametri júdá kishkene bolǵan nayshalar **kapillyarlar** delinedi. Ígallawshı suyıqlıq kapillyarlarda kóteriledi, Ígallamaytuǵın suyıqlıqtıń beti bolsa páseyedi. Ígallawshı suyıqlıq quylǵan (46-a súwret) kapillyardaǵı suyıqlıq qatlaminıń shegarasına, joqarıǵa qaray baǵdarlangan betkerimlik kúshi tásir etedi, yaǵniy:

$$F = \sigma l = \sigma 2 \pi r. \quad (1)$$

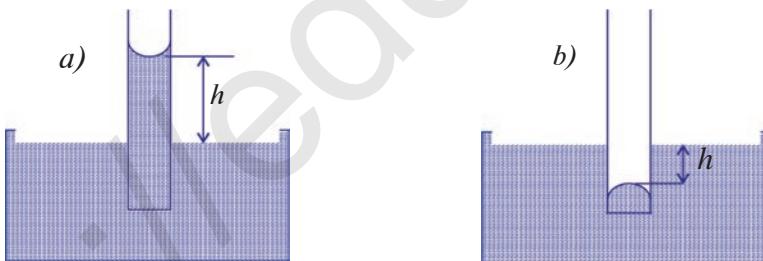
Bul kúsh nayshada joqarıǵa kóterilgen suyıqlıqtıń awırılıǵına (m.g) teń-leskende, suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliwi toqtaydı, yaǵniy:

$$\sigma 2 \pi r = m g. \quad (2)$$

Kapillyar boylap kóterilgen suyıqlıqtıń awırılıǵı $mg = \rho_s Vg = \rho_s \pi r^2 h g$ bolǵanı ushın (2) ańlatpa boyınsha kapillyar boylap kóterilgen suyıqlıq betiniń biyikligi tómendegishe esaplanadi:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g}. \quad (3)$$

Bul formula boyınsha ígallawshı suyıqlıqlarda suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliw biyikligin, ígallamawshı suyıqlıqtıń bolsa tómenlew shuqırılıǵın ańlatadı. Demek, kapillyarda suyıqlıqtıń túsiw yaki kóteriliw biyikligin, onıń betkerimlik koefficientine tuwra, suyıqlıqtıń tıǵızlıǵı menen kapillyardıń radiusına keri proporsional boladı eken.



46-súwret.

Kapillyarlıq qubılıslar tábiyatta hám texnikada úlken áhmiyetke iye. Kapillyarlar arqalı azaqlandırıwshı eritpe ósimliktiń denesi boylap joqarıǵa kóteriledi. Ósimlik denesindegi kapillyarlar ósimlik kletkalarınıń diywallarında payda boladı. Sonday-aq, topıraqta payda bolǵan kapillyar boylap suw topıraqtıń tómengi qatlaminan joqarǵı qatlamina qaray kóteriledi. Nátiyjede topıraqtaǵı suw tez puwlanıp, topıraq qurǵaqlanadı. Topıraqtaǵı ígallıqtı saqlaw ushın onıń betin jumsartıp kapillyarların buzıp taslaydı. Imarat fundamentiniń kapillyarları arqalı kóterilgen suwlar onı jemiredi. Bul procesti azaytip turıw ushın imarat fundamentiniń ústi suw ótkizbeytuǵın (máselen, qara mum) materiallar menen qaplanadı.



1. Ne sebepten suyıqlıq qattı deneni iǵallaydı?
2. Ne sebepten suyıqlıq qattı deneni iǵallamaydı?
3. Ne sebepten ǵaz hám úyreklər suwdan qurǵaq bolıp shıǵadı?
4. Ígallaw qubılışlarıńınıń kúndelikli turmisińızda qanday áhmiyetlerin bilesiz?
5. Qanday qubılışlar kapillyarlıq qubılışlar dep ataladı?
6. Kapillyarlarda suwdıń kóteriliwi, sınapṭıń bolsa páseyiw sebeplerin túsindiriń.
7. Kapillyar nay boylap kóterilgen suyıqlıqtıń biyikligi nege baylanıslı?
8. Ne sebepten ızgar kiyimdi kiyiw qıyın boladı?
9. Ne ushın kiyimge may daǵı tiyse, onı sabınlı eritpede juwamız?



1. Ishki diametri eki túrli bolǵan kapillyar naylarda suw yaki maydıń kóteriliwin baqlań. Baqlaw nátiyjesin jazıń.

33-§. MÁSELELERDI SHESHIW

1. Radiusı 0,5 mm bolǵan kapillyarda kerosin qanday biyiklikke kóteriledi? Kerosinniń betkerimlik koefficienti 24 mN/m, tıǵızlığı 800 kg/m³ qa teń dep alıń.

Berilgeni:

$$\begin{aligned} r &= 5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \\ \sigma &= 24 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \\ \rho &= 800 \text{ kg/m}^3 \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$

Tabıw kerek:
 $h = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned} h &= \frac{2\sigma}{\rho_s r g}; \\ [h] &= \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}}}{\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^2}} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \text{m}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

$$\begin{aligned} h &= \frac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{800 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} = \\ &= 12,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 12,2 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Juwabi: $h = 12,2 \text{ mm}$.

2-másele. Uzınlığı 6 cm bolǵan iyne suw betinde turıptı. Oǵan qanday betkerimlik kúshi táśir etedi?

Berilgeni:

$$\begin{aligned} l &= 6 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ \sigma &= 73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}. \end{aligned}$$

Tabıw kerek:
 $F = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned} F &= 2\sigma \cdot l \\ [F] &= [\sigma \cdot l] = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m} = \text{N}. \end{aligned}$$

Esaplaw:

$$\begin{aligned} F &= 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ N} = \\ &= 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}. \end{aligned}$$

Juwabi: $F = 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

3. Tesiginiń diametri 3 mm bolǵan tamızǵıshta 73 cm^3 suw bar. Onıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m . Tamızǵıshdan barlıǵı bolıp neshe tamshı suw tamadı?

Berilgeni:

$$\begin{aligned} d &= 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ V &= 73 \text{ cm}^3 = 73 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \\ \sigma &= 73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$N = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned} m_0 &= \frac{\alpha l}{g} = \frac{\alpha \pi d}{g}; \\ m &= \rho V; \end{aligned}$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho V g}{\alpha \pi d}.$$

$$[N] = \left[\frac{m}{m_0} \right] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1.$$

Esaplaw:

$$\begin{aligned} N &= \frac{10^3 \cdot 73 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81}{73 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} \\ &= 1040. \end{aligned}$$

Juwabı: $N = 1040$.

4. Sabın kóbiginiń radiusı 2 cm den 3 cm ge shekem úlkeydi. Onıń betiniń energiyası qanshaǵa ózgergen? Sabın eritpesiniń betkerimlik koefficienti $0,04 \text{ N/m}$ ge teń.

Berilgeni:

$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ R_2 &= 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ \sigma &= 4 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}. \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$\Delta W = ?$

Formulası:

$W = 2 \sigma S;$

$S = 4 \pi R^2;$

$$\begin{aligned} \Delta W &= 2 \alpha S_2 - 2 \alpha S_1 = \\ &= 2 \alpha \cdot 4 \pi (R_2^2 - R_1^2) \end{aligned}$$

$$[\Delta W] = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}.$$

Esaplaw:

$$\begin{aligned} W &= 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot \\ &\quad \cdot (9 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J} \end{aligned}$$

Juwabı: $\Delta W = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ ga artadi.

**M
20**

1. Suw kapillyarda 14 mm ge kóterilgen bolsa, onıń diametri qanday bolǵan?
2. Kapillyarda spirt 22 mm biyiklikke kóterildi. Kapillyar radiusı qanday bolǵan? Spirttiń tıǵızlıǵı 800 kg/m³.
3. Radiusı 0,6 mm bolǵan kapillyarda kerosin qanday biyiklikke kóteriledi? Kerosinniń tıǵızlıǵı 800 kg/m³.
4. Tesiginiń diametri 2 mm bolǵan tamızǵıshıtan tamatuǵın suw tamshısınıń massasın anıqlań.
5. Ishki diametri 2 mm bolǵan tamızǵıshıtan tamıp atırǵan suyiqlıq tamshısınıń massası 15 mg ekenligin bilgen halda, usı suyiqlıqtıń betkerimlik koefficientin tabıń.
6. Tıǵızlıǵı 0,9 g/cm³ bolǵan suyiqlıq diametri 1,5 mm bolǵan kapillyar naydaǵı kóteriliw biyikligi 10 mm bolsa, usı suyiqlıqtıń betkerimlik koefficientin tabıń.
7. Tesiginiń diametri 3 mm bolǵan tamızǵıshıta 20 cm³ suw bar. Onıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m. Tamızǵıshıtan hámmezi bolıp qansha tamshı tamadı?
8. Jer betindegi kapillyarda suw 15 mm ǵa kóteriledi. Eger. Ayda erkin túsiw tezligi, jerdeğiden 6 esege pás ekenligi belgili bolsa, Ayda usı kapillyarda suw qansha biyiklikke kóterile aladı?
9. Sabin kóbiginiń beti 12 cm² artqanda, bettiń energiyası qanshaǵa ózgeredi?
10. Sabin kóbiginiń radiusı 2 cm den 3 cm ge shekem úlkeygende, bet energiyası qalay ózgeredi?
11. Ne sebepten qoldaǵı may juqların suw menen ketiriw qıyın, al kerosin juǵın juwiw ańsat?
12. Samovar kranınıń awzınan tamıp atırǵan suw tamshısı suwiǵan halında awır bola ma yaki jıllı halında ma?
13. Ne ushın qamır jılıtqıshıta jumsamaydı, al qatadı?
14. Suvíq suwdıń molekulaları jıllı hám qaynaǵan suwdıń molekulalarınan ayırmashıllıqqa iye me? Muz molekulalarınan she?

34-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS

SUYÍQLÍQTÍN BETKERIMLIK KOEFFICIENTIN ANÍQLAW

Jumistiň maqseti: Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin anıqlawdı úyreniw.

Kerekli úskeneler: sezgir dinamometr, shtativ, úshmúyeshlik, kvadrat hám sheńber formasındaǵı sımlar, suw salıngan ıdıs, sızǵısh, shtangen-cirkul.

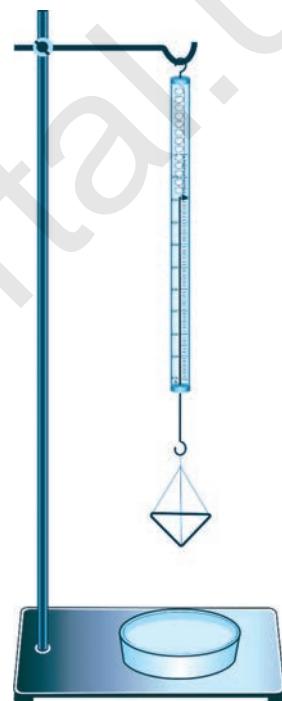
Jumisti orınlaw tártibi

1. Dinamometrdi shtativke ornatıń (47-súwret).
2. Sızǵıshıń járdeminde úshmúyeshlik formasındaǵı sımnıń perimetri l di ólsheń.
3. Dinamometrdiń tómengi saqıynasına úshmúyeshlik formasındaǵı sımdı iliń hám sımnıń awırlıq kúshi F_1 di ólsheń.
4. Ídistäǵı suwdı kóterip, dinomometre ilingen sımgá tiygiziń.
5. Ídisti ástelik penen tómenge qarap jılıjtıp, sımnıń eritpeden úziliwi dáwirindegi dinamometrdiń kórsetiwi F_2 di jazıp alını.
6. $F = F_2 - F_1$ formuladan betkerimlik kúshin tabıń.
7. $\sigma = \frac{F}{2l}$ formulası járdeminde suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin esaplań.
8. Tájiriybıń tórtmúyeshlik hám sheńber formasındaǵı sımlarda da orınlanań, σ_2 hám σ_3 tı esaplań.
 $\sigma_{ort} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ formulası járdeminde betkerimlik koefficientiniń ortasha mánisin esaplań.
9. Tájiriye dawamındaǵı ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestege jazıń.

№	m, kg	l , m	σ , N/m	σ_{ort} , N/m
1				
2				
3				



1. Betkerimlik kúshiniń ne ekenligin túsindirip beriń.
2. Ne sebepten sımdı suwdan ajıratıp aliwǵa kúsh kerek boladı?
3. Tájiriye nátiyjelerin analiz etip, juwmaq jazıp keliń.



47-súwret.

35-§. KRISTALL HÁM AMORF DENELER

Kristall deneler

Suyıqlıqtan parıqlı türde qattı deneniń atom (molekula)ları bir-biri menen tiǵız baylanısqan boladı. Olar teń salmaqlıq halatında turǵanda da tınımsız terbelip turadı. Awırlıq kúshi atomlar arasındań tartısıw kúshin jeńe almaydı. **Qattı deneler óz kólemin saqlaydı hám óz formasına iye boladı.**

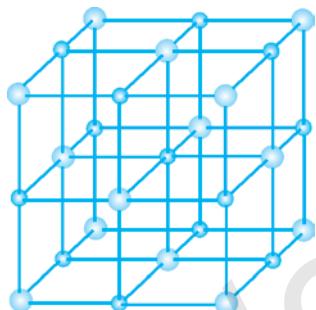
Qattı deneler düzilisine qaray ***kristall hám amorf denelerge*** bólinedi.



**Atom yaki molekulaları keńislikte anıq tártipli jaǵdaylardı
iyegen qattı denegе kristall deneler delinedi.**

«*Kristall*» sózi grek tilinen alıngan bolıp, «muz» degen mánisti bildiredi.

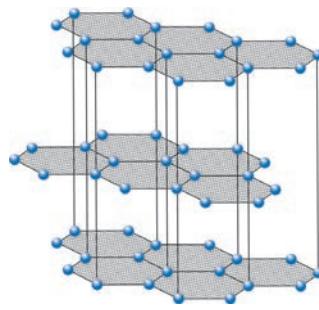
Kristall deneniń atom(molekula)ları turǵan jerleri tutastırılsa, kristall reshyotka payda boladı. Atom (molekula)lar jaylasqan noqatlar kristall reshyotkalardıń *túyinleri* delinedi. 48 hám 49-súwretlerde as duzı hám almazdıń kristall reshyotkalari súwretlengen.



48-súwret.



49-súwret.



50-súwret.

Kristall denelerde hár túrli jónelislerde atom (molekula)lar arasındań aralıq birdey emes. Hár qıylı baǵtlarda kristallar jillılıq, elektr togi hám jaqtılıqtı hár túrli ótkizedi.



Deneniń fizikalıq qásietleri onıń baǵdarlarına baylanışlığı anizatropiya dep ataladı. Kristall deneler anizatrop qásietke iye.

Grekshe **anizos** — *birdey emes*, *tropos* — *baǵdar* degen mánilerdi bildiredi.

Kristallardıń fizikalıq qásietleri onda tańlap alıngan baǵdarlarǵa baylanıslı boladı. Máselen, grafit kristalın belgili bir baǵdarda ańsat ǵana qatlamlarǵa ajıratiwǵa boladı. Bunı siz qálem menen jazganińızda grafit qatlamlarǵa ajıralıp, juqa grafit qatlamı qaǵazda qaladı. Sebebi, grafttiń

kristall reshivotkası qatlam-qatlam strukturalı hám olardıń arasındaǵı bawları kúshsizlew bolǵanı ushın olar bir-birinen tez ajıraladı (50-súwret). Lekin grafit kristalın perpendikulyar baǵitta ajıratıw birqansha qıyınlaw.

Metallar bólekshesi júdá kóp mayda kristallardan turadı. Metall quyıwda bunday kristallar bir-birine qaraǵanda tártipsiz jayǵasıp aladı. Sonıń ushın bunday metallardıń fizikalıq qásiyetleri barlıq baǵdarlarda birdey boladı.



Bir-birine qaraǵanda tártipsiz jaylasqan kóp kristallardan dúzilgen dene polikristall dep ataladı.

Latınsha *poli* sózi *kóp* degen mánisti bildiredi. Máselen, qatıp qalǵan duz bólekshesi hám shaqmaq qant polikristall bolıp esaplanadı. Olar mayda kristallardan turadı. Sanaat, qurılıs, energetika, baylanıs hám basqa tarawlarda tiykarınan polikristall halatındaǵı ónimler jumsaladı.



Eger dene pútin kristalldan ibarat bolsa, bunday dene monokristall dep ataladı.

Latınsha *mono* sózi *bir* degen mánisti bildiredi.

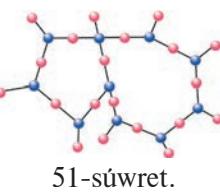
Máselen, mayda as duzı, qumsheker bóleksheleri monokristallar bolıp esaplanadı. Ayırım maqsetlerde, máselen, elektronika tarawında monokristall keń qollanıladı. Bunıń ushın arnawlı usıllar járdeminde monokristall ósiriledi. Suwda eritilgen qumshekerdi ósiriw arqalı tayarlangan nabat ta monokristall bolıp esaplanadı.



Monokristall anizatrop qásiyetine iye boladı.

Amorf deneler

Kristallardan parıqlı türde amorf denelerde atom (molekula)lar belgili tártipte jaylasqan bolmaydı (51-súwret). Shisyhe, smola, plastmassalardı amorf denelerge misal etip keltiriwge boladı.



51-súwret.



Amorf denelerdiń fizikalıq qásiyetleri barlıq baǵdarlarda birdey boladı. Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń ishki baǵdarlarǵa baylanıshı bolmawı izotropiya dep ataladı. Amorf deneler izotrop qásiyetke iye.

Grekshe *izos* sózi *birdey* degen mánini bildiredi.

Sırtqı tásir astında amorf deneler de qattı denelerdey sínıwshı hám suyiqlıqlarday aǵıwshı boladı. Amorf dene kúsh penen urılsa, ol bóleklerge bólinedi. Biraq, kúshler uzaq tásir etse, amorf dene sezilerli dárejede aǵadı. Máselen, smola bólekshesi qattı bette áste-aqırın aǵıp jayıla baslaydı. Shiyshe de belgili dárejede aǵadı. Máselen, uzaq waqt vertikal jaǵdayda turǵan tereze aynasınıń qalınlığı ólshengende, onıń tómengi bólegi qalınlasıp qalǵanlıǵı anıqlanǵan.

Kristall deneler anıq eriw temperaturasına iye. Lekin amorf deneler anıq eriw temperaturasına iye emes. Olar qızdırılǵanda dáslep bosap, keyin áste ǵana suyiqlıqqa aylana baslaydı.

Beruniy — mineraltaniwshi alım

Qattı denelerdi, ásirese, qımbat bahalı taslardıń, túrli metallardıń qásiyetlerin úyreniw áyyemgi dáwirlerden adamlardı qızıqtırıp kelgen. X – XI ásirlerde jasap, dóretiwhilik etken babamız *Abu Rayxan Beruniy* qımbat bahalı taslardıń, hár túrli metallardıń qásiyetlerin úyreniwde de kóp jumıslar islegen.

Beruniy qımbat bahalı taslardıń reńin, jaltıraqlıǵın súwretlep berdi, qattılıǵın, magnit hám elektr qásiyetlerin baqladı. Minerallardı táriyiplewde ózi oylap tapqan ásbaplar járdeminde 50 den ziyat zattıń salıstırmalı awırlıǵın anıqladı, qásiyetlerin úyrendi. Bul tarawda izertlew jumısların óziniń «Mineralogiya» shıǵarmasında jazıp qaldırdı. Beruniydiń mineralogiya tarawındaǵı jumısların shákirti *Abdurahmon Hozin* dawam ettirdi.



1. Kristall deneler degenimiz ne? Misallar keltiriń.
2. Ne sebepten barlıq kristall deneler anizatrop boladı?
3. Qanday kristallar monokristallar dep ataladı? Polikristall ne?
4. Ne sebepten barlıq amorf deneler izotrop boladı?
5. Amorf deneler qanday qásiyetlerge iye?
6. Beruniy mineralogiya tarawında qanday jumıslardı islegen?

36-§. QATTI DENELERDİN MEXANIKALIQ QÁSIYETLERİ

Deformaciya

Qattı deneler óz-ózinen formasın ózgertpeydi. Qattı denege sırtqı kúsh tásir etse, ol óz formasın ózgertiwi mümkin. Rezina arqannıń ushlarının uslap tartılsa, arqannıń bólekleri bir-birine qaray kóshedi, arqan uzınlaw hám de jińishkelew bolıp qaladı. Kúshlerdiń tásiri toqtatılǵannan keyin rezina arqan dáslepki halatına qaytadı.



Qattı deneniń sırtqı kúsh tásirinde óziniń formasın ózgerttiriwi deformaciya dep ataladı.

Deformaciya *elastik* yaki *plastik* bolıwı mümkin.



Sırtqı kúshlerdiń tásiri toqtaǵannan keyin dene forması óziniń dáslepki halına qaytsa, bunday deformaciyaǵa elastik derofmaciya dep ataladı.

Bir bólek plastilin barmaqlar menen ezilse, barmaqlardı plastilinnen algannan keyin plastilin dáslepki formasın tikley almaydı.



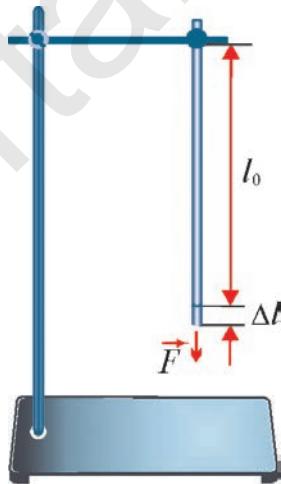
Sırtqı kúsh alıngannan soń dene forması óziniń alındıǵı halına qaytpasá, bunday deformaciya plastik deformaciya dep ataladı.

Ílay, qorǵasın, mum siyaqlı deneler usınday qásiyetke iye bolıp, olar plastik deformaciyalanadı. Polat buyımlardı shtampovkalawda bolsa, júdá úlken kúshti payda etetuǵın pressler járdeminde polattıń plastikalıq qásiyetinen paydalanyladi.

Sozliw deformaciyası

Uzınlığı l_0 , kesesine kesiminiń beti S bolǵan rezina materialdan tayaranǵan sterjendi alayıq. Sterjenniń joqargı ushı shtativke bekkelengen bolsın. Onıń tómengi ushına tómenge bağdarlanǵan F kúsh penen tásır etilse, sterjen Δl ge uzayadı (52-súwret). Bunda F kúshi deformaciyalawshı kúsh, Δl **absolyut uzayıw** dep ataladı. Eger deformaciyalanıw nátiyessinde sterjenniń uzınlığı l ge teń bolsa, onıń absolyut uzayıwı tómendegishe aniqlanadı:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$



52-súwret.

Ózgermeytuǵın kúshtiń tásirindegi absolyut uzayıw sterjenniń dáslepki uzınlığı l_0 ge baylanıslı boladı. Sonıń ushın **salıstırmalı uzayıw** degen túsinik te kírgizilgen. Sterjenniń salıstırmalı uzayıwı tómendegishe kórsetiledi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{yaki} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Mexanikalıq kernew

Qattı denelerdiń sırtqı mexanikalıq kúshler tásirinde deformaciyalanıwı hám usı kúshler tásirinde ıdırawǵa shıdam beriw qábletin belgilewshi qásiyetlerine qattı denelerdiń mexanikalıq qásiyetleri delinedi.



Deformaciyalanған deneniń kese kesiminiń maydanına тásır etip aturǵan deformaciyalawshı birlik kúshke san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama *mexanikalıq kernew* dep ataladı hám ol σ háribi menen belgilenedi.

$$\text{Anıqlama boyınsha mexanikalıq kernew: } \sigma = \frac{F}{S}. \quad (3)$$

σ — mexanikalıq kernew. Gollandiyalı alım Guk tájiriybede elastik deformaciyyada mexanikalıq kernew salıstırmalı uzayıwǵa tuwra proporsional boлатуғынан anıqlaǵan, yaǵníy:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|. \quad (4)$$

Bul anıqlamada qatnasqan proporsionallıq koefficienti E ge elastikalıq moduli yaki *Yung moduli* dep ataladı. Xalıqaralıq birlikler sistemасында mexanikalıq kernew hám Yung moduliniń birligin, tap basım birligi siyaqli Paskal qabil etilgen.

Yung moduli E qansha úlken bolsa, material sonsha az deformaciylanadı. Ayırım zatlardıń elastikalıq moduli tómendegi kestede berilgen.

№	Zat	E, Pa	№	Zat	E, Pa
1	Qorǵasın	$1,1 \cdot 10^{10}$	4	Mıs	$1,1 \cdot 10^{11}$
2	Beton	$1,6 \cdot 10^{10}$	5	Polat	$1,9 \cdot 10^{11}$
3	Alyuminiy	$7 \cdot 10^{10}$	6	Nikel	$2,1 \cdot 10^{11}$

Механикалық kernewdiń $\sigma = \frac{F}{S}$ hám salıstırmalı uzayıwıniń $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ ańlatpadan Guk nızamı ańlatpasına qoyp, tómendegi ańlatpanı payda etemiz:

$$\frac{F}{S} = E \frac{|\Delta l|}{l_0}. \quad (5)$$

Bunnan $F = E \cdot S \frac{|\Delta l|}{l_0}$ (6) kelip shıǵadı. Eger $\frac{E \cdot S}{l_0} = k$ dep belgilesek, (6) ańlatpanı tómendegishe jazıwǵa boladı: $F = k \cdot |\Delta l|$.

Betkerimlik shegarası

Bir ushı aspaǵa bekkemlengen polat sımnıń ekinshi ushına tárezi pállesin ildirip, oǵan júk qoysaq, polat sım tartıladı. Tárezi pállesine iz-

izinen júklerdi qoyıp barılsa, sımdağı mexanikalıq kernew de artıp baradı. Kernewdiń belgili bir dárejesinde sım úzilip ketedi. Zattıń materialı shıdawı mümkin bolǵan mexanikalıq kernewdiń bul mánisine bekkemlik shegarası dep ataw qabil etilgen. Ayırım zatlardıń bekkemlilik shegarası tómendegi kestede berilgen. Materialdıń bekkemlilik shegarası zattıń túrine hám onıń tayarlangan texnologiyasına baylanıslı boladı.

	Zat	σ , MPa
1	Beton	48
2	Alyuminiy	50 \div 115
3	Kapron	55 \div 80
4	Mramor	100
5	Polat	170 \div 700

Elastikalıq. Hárqanday materialdan islengen dene kishi deformaciyalarda ózin elastik dene sıyaqlı tutadı. Sırtqi tásir alıp taslağannan soń deneniń forması hám ólshemi óz halatına qaytadı.

Morthıq. Qattı denelerdiń mortlıq dep atalatuǵın qásiyeti ámelde úlken áhmiyetke iye. Eger, material onsha kóp bolmaǵan deformaciyalarda ıdýrasa, ol mort material dep ataladı. Shiyshe hám farfor buyımlar mort boladı. Sonday-aq, shoyın hám mramor da mort boladı. Mort materialarda plastikalıq qásiyetler derlik bolmaydı.

- 
1. Deformaciya dep nege aytıladı? Onıń qanday türlerin bilesiz?
 2. Absolut hám salıstırmalı uzayıw aňlatpaların jazıń hám olardı túsindiriń.
 3. Mexanikalıq kernew dep nege aytıladı? Ol qanday birliklerde ólshenedi?
 4. Yung modeli dep nege aytıladı? Onıń mánisin túsindirip beriń.

37-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Metall sterjenniń absolyut hám salıstırmalı uzayıwı sáykes túerde 4 mm hám 0,15% bolsa, deformaciyanbaǵan sterjenniń uzınlıǵın aniqlań.

Berilgeni: $\Delta l = 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\varepsilon = 0,15\%$. Tabıw kerek: $l_0 = ?$	Formulası: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$ bunnan $l_0 = \frac{\Delta l}{\varepsilon} \cdot 100\%$.	Esaplaw: $l_0 = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,15\%} \cdot 100\% = 2 \text{ m.}$ Juwabi: $l_0 = 2 \text{ m.}$
--	---	---

2-мáселе. Diametri 2 mm bolǵan polat sımǵa 6 kg massalı júk ildirilgen. Sımda qanday mexanikalıq kernew payda boladı?

Berilgeni:

$$d = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$m = 6 \text{ kg.}$$

Tabıw kerek:

$$\sigma = ?$$

Formulası:

$$F = m \cdot g \quad \text{hám} \quad S = \pi d^2 / 4$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m g}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4 m g}{\pi \cdot d^2}.$$

$$[\sigma] = \left[\frac{F}{S} \right] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa.}$$

Esaplaw:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \\ = 1,27 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Juwabi: $\sigma = 1,27 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$.

3-мáселе. Uzınlığı 4 m, kesimi 10 mm^2 bolǵan polat simdi 2 mm ge sozıw ushın qansha kúsh kerek boladı? Polattıń elastikalıq moduli 200 GPa.

Berilgeni:

$$l_0 = 4 \text{ m}$$

$$S = 10 \text{ mm}^2 = 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\Delta l = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$E = 190 \text{ GPa} = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ Pa.}$$

Tabıw kerek:

$$F = ?$$

Formulası:

$$\sigma = \frac{F}{S};$$

$$\sigma = E |\varepsilon| = E \frac{\Delta l}{l_0};$$

$$F = E \frac{\Delta l}{l_0} S.$$

$$[F] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 = \text{N.}$$

Esaplaw:

$$F = \frac{1,9 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4} = \\ = 950 \text{ N}$$

Juwabi: $F = 950 \text{ N.}$

4-мáселе. Vertolyottan túsırılıp atırǵan polat arqan óziniń awırlıǵı se-bepli úzilip ketpewi ushın onıń uzınlığı keminde qansha bolıwı kerek? Polattıń bekkemlilik shegarası $1,7 \cdot 10^8 \text{ Pa}$, tiǵızlıǵı 7800 kg/m^3 qa teń.

Berilgeni:

$$\sigma = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

Tabıw kerek:

$$l = ?$$

Formulası:

$$\sigma = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S l g}{S} = \rho l g;$$

$$l = \frac{\sigma}{\rho g}. \quad [l] = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \text{m.}$$

Esaplaw:

$$l = \frac{1,7 \cdot 10^8}{7800 \cdot 10} \text{ m} = 2180 \text{ m.}$$

Juwabi: $l = 2180 \text{ m.}$

**M
21**

- Diametri 2 cm bolǵan polat arqanǵa awırılıǵı 30 kN bolǵan júk ilingen. Arqandaǵı mexanikalıq kernewdi anıqlań.
- 18 kN sozılıw kúshi berilgende, $6 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ mexanikalıq kernew payda bolıwı ushın polat sterjenniń kese kesim maydanı qansha bolıwı kerek?
- Bekkemlilik shegarası 0,5 MPa hám tıǵızlıǵı 4000 kg/m³ bolǵan gerbish diywaldıń biyikligi eń kóbi menen qansha bolıwı múmkın?
- Uzınlığı 80 cm hám kese kesim beti 0,5 mm² bolǵan sımǵa massası 25 kg bolǵan júk asılǵanda, sım 2 mm ge uzaydı. Usı sım ushın Yung modelin anıqlań.
- Polattan islengen sterjen ústine 7,85 kN kúsh qoyılǵanda ol úzilip ketti. Onıń diametri qanday bolǵan? Polat ushın bekkemlilik shegarası 170 MPa.
- Bir ushınan ildirilip qoyılǵan polat sım suwǵa túsırilip atır. Sım óziniń awırılıǵı tásirinde úzilip ketpewi ushın sımnıń uzınlığı qansha bolıwı kerek? Polat ushın bekkemlilik shegarası 170 MPa, tıǵızlıǵı 7800 kg/m³ qa teń.

38-§. QATTÍ DENELERDIŃ ERIWI HÁM QATÍWÍ

Qattı denege ıssılıq beriw jolı menen onı suyıq halatqa keltiriwge boladı.



Zattıń qattı halattan suyıq halatqa ótiw procesi eriw dep ataladı.

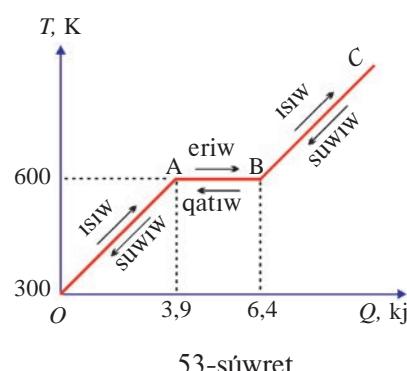
Kristall deneni eritiw ushın oǵan ıssılıq berip, onıń temperaturasın kóterip barayıq. Kristall dene temperaturası belgili temperaturaǵa jetkende ol eriy baslaydı.



Kristall deneniń eriw procesindegi temperaturası usı kristalldıń eriw temperaturası dep ataladı.

Kristall deneniń eriw hám qatıw proceslerin qorǵasın misalında kórip shıǵayıq. Onıń eriw hám qatıw temperaturasın grafik türinde bereyik. Bunıń ushın koordinatanıń abssissa kósherine qorǵasıńga berilip atırǵan ıssılıq muǵdarın, ordinata kósherine bolsa kristall temperaturasınıń ózgeriwin keltireyik (53-súwret).

27 °C (300 K) temperaturalı massası 0,1 kg bolǵan qorǵasındı alayıq. Onı qıyın eriytuǵın metall idısqa salıp, jıllılıq berip



barayıq. Bul jıllılıq qattı halattağı qorǵasınının temperaturasın kóteriwge sarplana baslaydı. Bunda qorǵasınǵa berilgen jıllılıq onıń ishki energiyasın kóbeytiwge jumsaladı. Qorǵasın temperaturası 327°C (600 K) ge jetkende ol eriy baslaydı hám erip bolǵansha onıń temperaturası ózgermeydi. Bul temperatura qorǵasınının ***eriw temperaturası*** bolıp esaplanadı.



Eriw temperaturasındaǵı kristall dene pútkilley suyıqlıqqqa aylandırıw ushın jumsalǵan jıllılıq muǵdarı eriw jıllıǵı delinedi.

Berilgen $0,1\text{ kg}$ massalı qattı türdegi qorǵasın temperaturasın 27°C den 327°C ǵa shekem kóteriw ushın $Q = cm(T_2 - T_1) = 130 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})\cdot0,1\text{ kg}\cdot(600 - 300) \text{ K} = 3900 \text{ J} = 3,9\text{kJ}$ jıllılıq muǵdarı jumsaladı (53-súwrette berilgen *grafikiň O-A bólimi*).

Qorǵasınının temperaturası 327°C (600 K) ǵa jetkende keyingi berilgen jıllılıq muǵdarı kristall reshyotkasın ıdirata baslaydı hám kristall eriy baslaydı. Qorǵasın tolıq erip bolǵansha onıń temperaturası ózgermeydi (*grafikiň A – B bólimi*). Berilgen bul energiya kristall reshyotkasın ıdiratiwǵa, onıń atomları arasındaǵı óz ara tásirin azaytiwǵa, yaǵniy qorǵasınının ***suyıq halına ótiwine*** jumsaladı.

Eriw procesinde kristall suyıqlıqqa tolıq aylanıp bolmaǵansha onıń temperaturası ózgermeydi. Qorǵasın suyıqlıqqa tolıq aylanıp bolgannan keyin onıń temperaturası jáne kóteriledi. (*grafikiň B – C bólimi*). Bunda berilgen jıllılıq suyıq halattaǵı qorǵasın atomlarınıń qozǵalıw tezligin asırsa, yaǵniy ***kinetikalıq energiyasın azıriwǵa*** jumsaladı.

Suyıq halattaǵı qorǵasındı qızdırıwshı ot óshirilse, yaǵniy oǵan energiya beriw toqtatılsa, ol suwy baslaydı (*grafikiň C – B bólimi*). Bunda qorǵasın atomlarınıń kinetikalıq energiyası, yaǵniy zattıń ***ishki energiyası azaya baslaydı***. Qorǵasının jıllılıq ajıralıp shıǵadı.

Suyıq qorǵasın suwıp, 327°C (600 K) ge jetkende onıń temperaturası ózgermey qaladı (*grafikiň B – A bólimi*). Bul temperatura ***qorǵasınını qatıw temperaturası*** bolıp esaplanadı. Biraq qorǵasının jıllılıq ajıralıp shıǵıwı dawam etedi. Bunda qorǵasın atomlarınıń kinetikalıq energiyası kemeye baslaydı hám atomlar tártipli türde jaylasa baslaydı. Bul process zattıń ***qatıwi*** yaki ***kristallasıwi*** delinedi.

Qorǵasın qattı halatqa ótip bolgannan keyin onıń temperaturası jáne túse baslaydı (*grafikiň A – O bólimi*). Atomlardıń kinetikalıq energiyası azayıwı esabınan onıń ***ishki energiyası azaya baslaydı***. Bunda temperatura dáslepki 27°C ǵa shekem túskenshe qorǵasın átirapqa jıllılıq uzatadı. Tolıq kristall halatına qaytip, 327°C dan 27°C ǵa shekem suwigansha qorǵasının $3,9\text{ kJ}$ jıllılıq muǵdarı ajıralıp shıǵadı.

Basqa barlıq kristall denelerdiń eriw hám qatıw procesleri qorǵasındı kindey boladı. Kórip shıǵılǵan eriw hám qatıw proceslerden tómendegidey juwmaqqa keliwge boladı:

1. Kristall deneniń eriw hám qatıw temperaturaları birdey boladı.
2. Kristall dene eriw procesinde sırttan qansha jıllılıq muğdarın alsa, qatıw procesinde sırtqa sonsha jıllılıq muğdarın beredi.
3. Kristall deneniń eriw hám qatıw proceslerin kórsetiwshi jıllılıq grafikleri ústpe-úst túsedi.

Qorǵasın sıyaqlı basqa kristall deneler de anıq eriw (qatıw) temperaturasına iye. Tómendegi kestede ayırım denelerdiń eriw temperaturası t_e keltirilgen.

№	Zat	t_e , °C	№	Zat	t_e , °C	№	Zat	t_e , °C
1	Sınap	-39	5	Cink	420	9	Shoyın	1220
2	Muz	0	6	Alyuminiy	660	10	Temir	1539
3	Qalayı	232	7	Altın	1064	11	Platina	1769
4	Qorǵasın	327	8	Mıs	1083	12	Volfram	3410

- 
1. Eriw dep qanday proceske aytıladı?
 2. Eriw temperaturası dep qanday temperaturaǵa aytıladı?
 3. Eriw jıllılığı dep qanday jıllılıqqa aytıladı?
 4. 53-súwrette keltirilgen grafikti analizleń.

39-§. ZATTÍN SALÍSTÍRMALÍ ERIW JÍLLÍLÍGÍ. AMORF DENELERDİń ERIWI HÁM QATÍWÍ

Zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı



Eriw temperurasında 1 kg kristall zattı tolıq eriwi ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muğdarı zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı dep ataladı hám λ (Lyamda) menen belgilenedi.

Anıqlama boyınsha m massalı zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı tómendegishe ańlatıladi:

$$\lambda = \frac{Q_e}{m}, \quad (1)$$

bunda Q_e – eriw temperurasında zattı suyıqlıqqa aylandırıw ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muğdarı. λ tiykarınan J/kg hám kJ/kg birliklerde ólshe nedii.

(1) formuladan salıstırmalı eriw jıllılıǵı λ bolǵan m massalı deneni eriw temperurasında eritiw ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muğdarın tómendegishe ańlatıw mümkin:

$$Q_e = \lambda \cdot m. \quad (2)$$



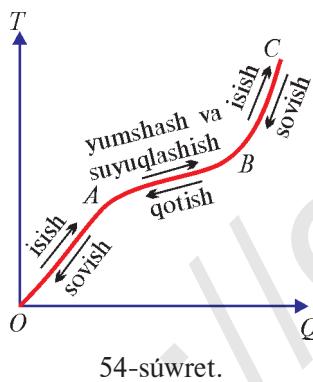
Berilgen massalı kristall deneni eriw temperaturasında suyuqlıqqa aylanırıw ushin qansha jilliliq muğdarı jumsalǵan bolsa, sol temperaturada suyıq halattan qattı halatqa aylanıwında sonsha jilliliq muğdarı ajiralıp shıǵadı.

Ayırımlı kristallardıń salıstırmalı eriw jillılığı tómendegi kestede berilgen.

Nº	Zat	λ , kJ / kg	Nº	Zat	λ , kJ / kg
1	Sınap	12	6	Gúmis	105
2	Qorgasın	25	7	Mıs	205
3	Qalayı	60	8	Temir	266
4	Altın	64	9	Muz	334
5	Polat	84	10	Alyuminiy	385

Amorf denelerdiń eriwi hám qatiwi

Amorf denegе jilliliq berilgende onıń temperaturası aldın bir tegis joqarlap baradı (54-suwttegi grafikiň $O - A$ bólımı). Bunda berilgen jilliliq denedegi molekulalardıń óz ornında terbelisin kúsheytiwge, yaǵníy **kinetikalıq energiyasın kóteriwge** jumsaladı.



A noqatınan baslap temperaturanıń kóteriliwi páseyedi (grafikiň $A - B$ bólımı). Berilgen jilliliq **molekulalarınıń kinetikalıq energiyasın hám molekulalardın óz ara tásırı potencial energiyasın kóteriwge** jumsaladı. Bunda molekulalar aralıq baylanıstiń bekemliginiń azayıp bariwı nátiyje-sinde dene jumsaq bolıp suyıqlasıp baradı.

Dene tolıq suyuqlıqqa aylanǵannan keyingi berilgen jilliliq muğdarı molekulalardıń qozǵalıs tezligin kóbeytiwge, yaǵníy **kinetikalıq energiyaniń kóbeyiwine** jumsaladı (grafikiň $B - C$ bólımı).



Amorf deneler anıq eriw temperaturasına iye emes. Jilliliq berilgende amorf deneler aldın áste-aqırın jumsaradı, soń suyıqlasıp baslaydı.

Suyıq halǵa aylanǵan amorf dene suwıtlıǵandaǵı qatiwi eriw procesine teris boladı. Kristall denedegi sıyaqlı amorf deneniń eriw procesindegi temperaturanıń jilliliq muğdarına baylanıslı grafigi qatiw procesindegi grafik penen ústpe-úst túsedi.

Eriw procesin úyreniw tábiyatta (mısali, Jer betinde qar hám muzdıń eriwi), ilim hám texnikada (mısali, taza metallar, eritpelerdi alıwda h.t.b) ayriqsha áhmiyetke iye.

Másele sheshiw úlgisi

20 °C temperaturadağı 4 kg massalı suwǵa 0 °C temperaturalı muz salındı. Muz tolıǵı menen erip ketiwi ushın onıń massası kóbi menen qanday bolıwı kerek? Muzdıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı 336 kJ/kg.

Berilgeni:

$$t_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 4 \text{ kg}$$

$$t_2 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 336 \text{ kJ/kg.}$$

Tabıw kerek:

$$m_2 = ?$$

Formulası: $Q_1 = Q_2$

$$Q_1 = m_1 c(t_1 - t_2) \text{ hám } Q_2 = \lambda m_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 c(t_1 - t_2)}{\lambda}.$$

$$[m_2] = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \text{K}}{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \text{kg.}$$

Esaplaw:

$$m_2 = \frac{4 \cdot 4200 \cdot 20}{336 \cdot 10^3} \text{ kg} = 1 \text{ kg.}$$

Juwap: $m_2 = 1 \text{ kg.}$



1. Zattın salıstırmalı eriw jıllılıǵı dep nege aytıladı?
2. Zattın salıstırmalı eriw jıllılıǵınıń formulası qalay kórsetiledi? Onıń ólshew birliklerin aytıń.
3. Amorf denelerdiń eriw hám qatıw procesin túsındırıp beriń.
4. Amorf denelerdiń eriw hám qatıw procesi kristall denelerdiń eriw hám qatıwınan qanday ayırmashılıǵı bar?



1. Eriw temperaturasında turǵan 3 kg muzdı suwǵa aylandırıw ushın oǵan qansha jıllılıq muğdarın beriń kerek?
2. Eriw temperaturasında turǵan m massalı qalayıń tolıq eritiwge 10 kJ jıllılıq muğdarı jumsaladı. Eritilgen qalayıńıń massasın tabıń.
3. Muzlatqıshqa qoyılǵan 0 °C daǵı 0,5 l suw pútkilley muzlaǵańga shekem onnan qansha jıllılıq ajiralıp shıǵadı?
4. Eriw temperaturasında turǵan 5 kg deneni pútkilley eritkenge shekem 420 kJ jıllılıq muğdarı jumsaladı. Bul dene qaysı zattan tayarlangan?
5. Temperaturası 0 °C bolǵan 1 l suwdı qaynatıw ushın jumsala-túǵın energiya usınday temperaturadaǵı qansha muzdı erite aladı?
6. Beti 250 m² bolǵan hawız suwi 0 °C temperaturada 1 mm qalınlıqtıǵı muz benen qaplanadı. Bunda átirapqa qansha jıllılıq muğdarı ajıratılǵan? Muzdıń tıǵızlıǵı 900 kg/m³ qa teń dep alıń.

40-§. PUWLANIW HÁM KONDENSACIYA

Awzı jaqsılap jabilǵan ıdısta suyıqlıq (máselen, átir) uzaq waqt tursa da, onıń muǵdarı ózgermeydi. Awzı ashıq qaldırılsa waqt ótiwi menen onıń muǵdarı kemeyip baradı hám uzaq waqıttan keyin ıdısta átir qalmaǵanın kóremiz. Baqlanǵan bul fizikalıq qubılısqa puwlanıw qubılısı sebep boladı.



Zattıń suyiq yamasa qattı aggregat halatınan gaz tárizli halatqa ótiwi puwlanıw dep ataladı

Zattıń gaz halatına ótiwi onıń erkin betinde puw payda bolıwı menen júz beredi. Biz dáslep suyıqlıqtıń puw halına ótiwin kórip shıǵamız.

Hárqanday temperaturada suyıqlıq ishinde molekulalar arasında kinetikalıq energiyası úlken bolǵan molekulalar tabıladi. Olar basqa molekulallarıń tartısıw kúshlerin jeńip, suyıqlıqtıń sırtqı qatlamın «jarıp ótip» ushıp shıǵıwı hám gaz halatına ótiwi múmkın.

Suyıqlıq temperaturası kóteriliwi menen onıń puwlanıwı da artadı. Puwlanıw suyıqlıq ústindegi hawaniń jaǵdayına da baylanıslı. Samal esip tursa suyıqlıq sırtındaǵı molekulalarǵa samal qosımscha energiya bergenı ushın suyıqlıq tez puwlanadı. Máselen, eger hawaniń temperaturası joqarı hám de samal esip turǵan bolsa kólmek suw tezirek quriydi.

Tarelkaǵa hám stakanǵa birdey muǵdarda suw quyayıq. Birneshe saattan soń, tarelkadaǵı suw puwlanıp ketedi, stakandaǵı suw qaladı. Demek, puwlanıw suyıqlıq betiniń úlkenligine de baylanıslı eken. Sondayaq, puwlanıw tezligi suyıqlıq betine tásir etip atırǵan atmosfera basımlına da baylanıslı boladı eken. Atmosfera basımı tómen bolǵan jerlerde puwlanıw tezlesedi.

Salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı

Puwlanıw procesinde úlkenirek enerjiyalı molekula basqa molekulallarıń tartısıw kúshin jeńip, suyıqlıqtan sırtqa shıǵıp ketedi. Puwlanıp atırǵan molekulalardıń sırtqa shıǵıp ketiw ushın jumıs orınlanaǵdı. Sol sebepli puwlanıw procesinde suyıqlıq suwyıdyı.

Puwlanıwdı suyıqlıq temperaturasınıń ózgermewi ushın oǵan sırttan jıllılıq berip turıw kerek boladı. Bul berilip turılıwı kerek bolǵan jıllılıq muǵdarı **puwlanıw jıllılıǵı** dep ataladı.



Turaqlı temperaturada 1 kg suyıqlıqtı tolıq puwǵa aylandırıw ushın zárür bolǵan jıllılıq muǵdarı salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı dep ataladı hám «r» háribi menen belgilenedi.

Anıqlama boyinsha, m massalı suyılqılıtıń salıstırmalı puwlanıw jıllılığı tómendegishe ańlatıladı:

$$r = \frac{Q_b}{m}. \quad (1)$$

Bunda salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵınıń birligi J/kg da ańlatıladı. (1) ańlatpadan m massalı suyılqılıtı tolıq puwǵa aylandırıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarın esaplaw ańlatpası kelip shıǵadı, yaǵníy:

$$Q_b = r \cdot m. \quad (2)$$

Normal sharayatta qaynaw temperaturasında turǵan 1 kg suwdı tolıq puwǵa aylandırıw ushın $2,3 \cdot 10^6$ J energiya jumsaladı. Demek, suw ushın salıstırmalı puwlanıw jıllılığı $r = 2,3 \cdot 10^6$ J/kg teń eken.

Kondensaciya

Puwlanıw procesine bir waqıtta qarama-qarsi process te bar, yaǵníy puw jáne suyılqılıqqa aylanadı. Awzı jabıq ıdıstaǵı suyılqılıq muǵdarınıń ózgermey qaliwına usı puwdıń kondensaciyalanıwı sebep boladı.

Puwdıń suyılqılıq yamasa qattı halatqa ótiw procesi *kondensaciya* dep ataladı.

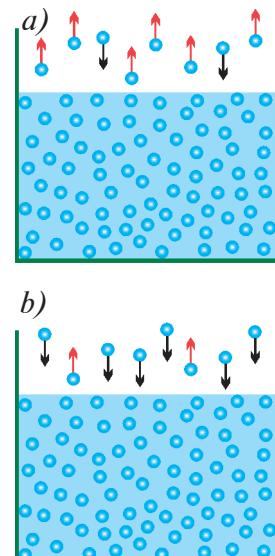
«Kondensaciya» latın tilinen alınıp «*tigzlanıw*», «*qoyıwlaśıw*» degen mánislerdi bildiredi.

Ádette, suyılqılıq bir waqıtta puwlanadı hám kondensaciyalanadı. Puwlanıw procesi basımırıq bolsa, suyılqılıq **puwlanadı** dep ataladı (55-a, súwret). Kondensaciya procesi basımırıq bolǵanda bolsa, **kondensaciyalanadı** dep ataladı (55-b, súwret).

Atmosferadaǵı suw puwlarınıń kondensaciyası nátiyjesinde *jawin*, *sel*, *qar*, *shıq* hám *qıraw* payda boladı.

Energiyanıń saqlanıw hám aylanıw nızamında suyılqılıtı puwlandırıw ushın qansha jıllılıq jumsalsa, puw kondensaciyalanıp usınday temperaturalı suyılqılıqqa aylanǵanda puwlanıw jıllılıǵına teń bolǵan jıllılıq muǵdarı ajıralıp shıǵadı hám bul jıllılıqqa kondensaciyalanıw jıllılıǵı dep ataladı.

$$Q_k = - Q_b = - r \cdot m. \quad (3)$$



55-súwret.

Toyingan hám toyinbağan puw

Puwlanıp atırğan suyıqlıqtıń ústin bekitse, suyıqlıqtıń ústinde puw jiynalıp baradı. Dáslep, puwlanıp atırğan molekulalar kondensaciyalanıp atırğan molekulalardan kóp boladı. Bunday halattığı suyıqlıqtıń ústindegi puw **toyinbağan puw** dep ataladı.

Jabiq idıstaǵı suyıqlıqtıń ústinde puw molekulalarınıń kóbeyiwi menen olardıń kondensaciyalanıwı da joqarılıaydı. Belgili waqıtqa barıp, puwlanıw hám kondensaciyalanıw tezligi teń bolıp qaladı. Bunday jaǵday **dynamikalıq teń salmaqlıq hal** dep ataladı.



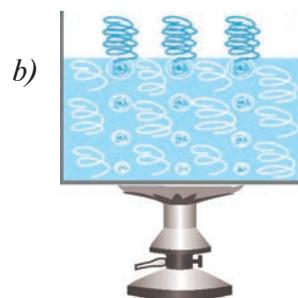
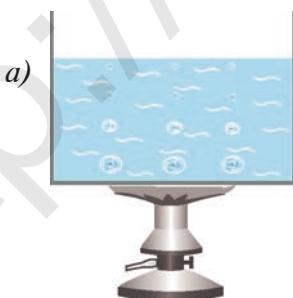
Óziniń suyıqlığı menen dynamikalıq teń salmaqlıqta bolǵan puw toyinbağan puw dep ataladı. Bunday jaǵdaydaǵı suyıqlıq ústindegi basım toyinbağan puwdıń basımı dep ataladı.

Suyıqlıq temperaturası joqarılıap barganda toyinbağan puw basımı da joqarılıaydı. Toyinbağan puwdıń basımın $p = nkT$ teńleme arqalı ańlatıwǵa boladı.

Qaynaw

Hárqanday jaǵdayda suyıqlıq ishindegi kózge kórınbeytuǵın hawa kóbiksheleri payda boladı. Suyıqlıqtıń ústindegi sıyaqlı puw kóbiksheleri ishinde de suyıqlıq puwları payda boladı. Suyıqlıq, máselen, suw temperaturası kóterilip barganda kóbikshelerdegi puwdıń basımı da joqarılıap baradı hám kóbiksheler úlkeyedi. Úlkeygen kóbiksheler Arximed kúshiniń tásirinde joqarıǵa umtiladı.

Suwdıń joqarǵı qatlamları idistiń túbine qaraǵanda jeterli dárejede ele qızıp úlgermegeni ushın kóbikshelerdegi puwdıń belgili bir bólegi kondensaciyalanadı (56-a, súwret). Bul qubılıs suwdıń qaynawı aldındaǵı ózine tán dawıs shıgariwında kórinedi. Belgili waqittan keyin suyıqlıqtıń pútin kóleminde temperatura teńlesedi. Kóterilip atırğan kóbiksheler endi kishi-reymeydi. Olar betine shıgıp jarılıp, hawaǵa puw tarqatadı (56-b,-súwret).



56-súwret.



Suyıqlıqtıń pútin kólemi boylap puw payda bolıw procesi qaynaw dep ataladı.

Qaynaw waqtında suyiqliqtıń pútkil kólemindegi temperatura teńlesedi hám ol intensiv türde puwlanadı. Suyıqliq qaynap baslaǵanda onıń temperaturasınıń joqarılawı toqtaydı. Onıń pútin kóleminde kóbiksheler payda boladı. Bul temperatura **suyıqliqtıń qaynaw temperaturası** dep ataladı.

Qaynaw temperaturası hár túrli suyiqliqlar ushın hár túrli boladı.

Mısalı, normal jaǵdayda spirt 78°C da, suw 100°C da qaynaydı.

Sırtqı basım qansha joqarı bolsa, qaynaw temperaturası sonsha joqarı boladı. Mısalı, ishindegi basım $16 \cdot 10^5$ Pa ga teń bolǵan puw qazanında suw 200°C da qaynamaydı. Medicinada xirurgiyalıq ásbaplardı juqpalı bakteriyalardan ziyansızlandırıw ushın olar joqarı basımda qaynatılıdı.

Sırtqı basımnıń tómenlewi menen bolsa suyiqliqtıń qaynaw temperatrası tómenlep baradı. Mısalı, tawdıń 5 km biyikliginde atmosfera basımı tómenirek bolǵanı ushın suw 84 °C da qaynaydı. Bunday temperaturada suw qaynatılsa da, oǵan salıngan gósh pispeydi. Onı pisiriw ushın ıdis germetikalıq bekitilip qaynatılıwı kerek.



1. Puwlaniw dep qanday proceske aytıladı? Ol qalay ámelge asırıladı?
2. Ne ushın orılǵan ot samal bolmaǵanǵa qaraǵanda, samal bolǵanda tez kewedi?
3. Kondensaciya procesiniń qanday bolıwin túsındırıp beriń.
4. Qanday puw toyınbaǵan puw boladı?
5. Toyıngan puw dep qanday haldaǵı puwǵa aytıladı?
6. Suwdı qızdırımastan qaynatıwǵa bola ma?
7. Suw 250°C temperaturada da suyiq halda bola ma?
8. Kóp qabatlı imaratlardıń birinshi hám joqarǵı qabatlarında suwdıń qaynaw temperaturasınıń parqı nede?

41-§. ATMOSFERADAĞI QUBÍLÍSLAR

Hawaniń ıǵallıǵı

Jer sharınıń 2/3 bólegi suwdan ibarat. Suwdıń puwlaniwı sebebinen atmosferaniń quramında bárhamma suw puwı boladı. Quramında suw puwlari bolǵan hawa ıǵal hawa yaki **ıǵallıq** dep ataladı. Hawada suw puwlari qansha kóp bolsa, onıń ıǵallıǵı sonsha joqarı bolıp esaplanadı.



1 m³ hawadaǵı suw puwınıń massası hawaniń absolyut ıǵallıǵı dep ataladı.

Absolyut ıǵallıq 1 m³ hawada neshe gramm suw puwı bar ekenligin bildiredi. Berilgen kólemdedigi hawada suw puwınıń massası arqalı absolyut ıǵallıq tómendegishe esaplanadı:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Ígalliq belgili ρ_0 muğdarǵa jetkende, hawa suw puwına aylanadı. Bul waqtta hawadaǵı suw puwınıń tıǵızlıǵıń toyıngan suw puwınıń tıǵızlıǵı dep ataw qabil etilgen. Hawa temperaturası qansha joqarı bolsa, onıń toyınıw shegarası da sonsha úlken boladı.

Hawadaǵı suw puwınıń toyınıw dárejesin bahalaw ushın salıstırmalı ígalliq túsinigi kirkizilgen. Temperaturası t bolǵan hawadaǵı suw puwı absolyut ígallıqtıń usı temperaturada toyıngan puwınıń tıǵızlıǵına qatnasi **hawaniń salıstırmalı ígallılıǵı** dep ataladı, yaǵníy:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100\%. \quad (2)$$

Demek, absolyut ígallıqtıń berilgen temperaturadaǵı toyıngan puw tıǵızlıǵına qatnasi salıstırmalı ígallıq eken. Salıstırmalı ígallıq hawaniń suw puwına qanshelli toyınganın bildiredi. Salıstırmalı ígallıq 100 % ge teń bolǵanda, hawadaǵı suw puwınıń toyınganlıǵıń, yaǵníy puwlaniw júz bermey atırǵanın bildiredi.

Bazıda hawadaǵı suw puwınıń basımı da absolyut ígallıq delinedi. Sonıń ushın absolyut ígallıqtı suw puwınıń basımı arqalı kórsetemiz.

Temperaturası t bolǵan hawadaǵı suw puwınıń basımı p niń usı temperaturada toyıngan puwınıń basımı p_0 ge qatnasi procentlerde alıngan mánisi arqalı **hawaniń salıstırmalı ígallılıǵıń tómendegishe esaplaymız**, yaǵníy:

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

bunda p — hawadaǵı suw puwınıń basımı, p_0 — toyıngan puwdıń basımı.

Temperaturanıń hár túrli mánileri ushın toyıngan suw puwınıń tıǵızlıǵı hám toyıngan suw puwınıń basımı tómendegi kestede keltirilgen.

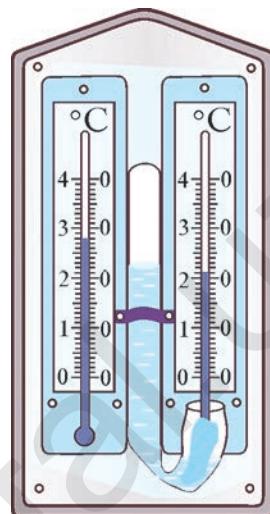
$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	p_0, kPa	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	p_0, kPa	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho_0, \text{g/m}^3$	p_0, kPa
1	5,2	0,653	11	10,0	1,31	21	18,3	2,49
2	5,6	0,706	12	10,7	1,39	22	19,4	2,64
3	6,0	0,759	13	11,4	1,49	23	20,6	2,81
4	6,4	0,813	14	12,1	1,59	24	21,8	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

Hawaniń salıstırmalı iǵallıǵın ólshev

Dúzilisi ápiwayı bolǵan Avgust psixrometrinen paydalanyıp, hawa iǵallıǵın ólshevwe boladı. (grekshe *psixros* — *suwig*).

O1 tiykarınan birewi qurǵaq, ekinshisi iǵal termometrden ibarat (57-súwret). Birinshi termometr hawa temperaturasın ólsheydi. Ekinshisiniń ushı material menen oralıp, tómengi ushı tazalanǵan suwlı idisqa túsirilgen boladı. Hawa qansha qurǵaq bolsa, suw materialdan sonsha tez puwlanadı hám oniń temperaturası sonshelli tómen boladı. Qurǵaq hám iǵal termometrler kórsetken temperaturalar ayırmashılıǵın esaplap, psixrometriyalıq kesteden salıstırmalı iǵallıq anıqlanadı. Psixrometriyalıq keste sol ásbaptıń ózi menen birge beriledi. Psixrometriyalıq kesteniń bir bólimi ($15 - 28^{\circ}\text{C}$ ushın) kestede keltirilgen.

Mısali, 57-súwrettegi psixrometrdıń qurǵaq termometri 28°C dı, iǵal termometri 21°C dı kórsetpekte. Bunda termometrdegi ayırmashılıǵı 7°C dı quraydı. Psixrometriyalıq kesteden hawanıń salıstırmalı iǵallıǵı 53 % ekenligin anıqlaw mümkin.



57-súwret.

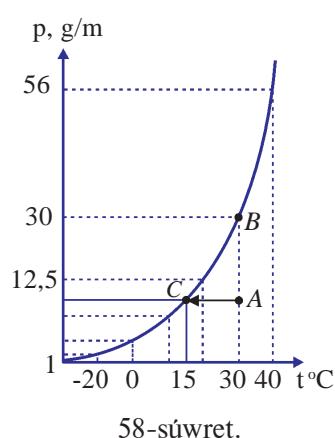
Psixrometriyalıq keste

Qurǵaq termometrdiń kórsetiwi, $^{\circ}\text{C}$	Qurǵaq hám iǵal termometrler kórsetken temperaturalar ayırmashılıǵı, $^{\circ}\text{C}$										
	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
	Salıstırmalı iǵallıq, %										

Ádette, hawanıń salıstırmalı iǵallığı 50 % ten kem bolǵanda hawa qurǵaq, 50 – 80 % bolǵanda normada, 80 % ten joqarı bolǵanda iǵal esaplanadı. Iǵallıqtıń joqarı bolıwı metall buyımlardıń tat basıwına, aǵash buyımlardıń isiniwine alıp keledi. Qurǵaq hawada bolsa, aǵash buyımlar óziniń iǵallığın joq etip, qıysayıwı hám jarılıwı mümkin.

Jawin-shashınlardıń payda bolıwı

Jer júzi betinde hawanıń iǵallığı joqarı bolǵanda suw puwlarınıń bir bólimi kondensaciyalanıp, mayda suw tamshılarına aylanadı. Olardıń atmosferadagi aralaspası **duman** dep ataladı.



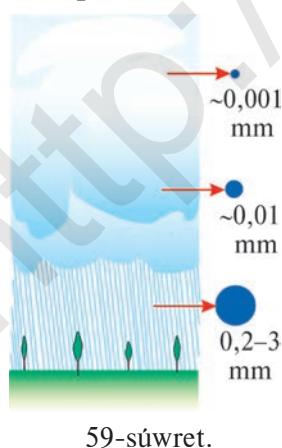
Toyınbaǵan suw puwı suwıtılsa, belgili bir temperaturada toyıńǵan puwǵa aylanadı. Aytayıq, kúndizi 30°C lı hawanıń absolyut iǵallığı $12,5 \text{ g/m}^3$ bolsın (58-súwrettegi A noqat). Bunday temperaturada hawadaǵı suw puwları toyınbaǵan boladı, toyınıwı ushın 30 g/m^3 bolıwı kerek (B noqat). Biraq túnde hawa páseyip, tańga jaqın temperatura 15°C ga túsiwi mümkin. Bunday temperaturada hawadaǵı suw puwları ($12,5 \text{ g/m}^3$) toyıńǵan halatqa ótedi (C noqat) hám olar kondencaciyalanıp, jerge shıq bolıp túsedi. Bul halatta C noqatqa tuwra kelgen t_{sh} temperatura shıq noqatı bolıp esaplanadı.



Suw puwı toyınatuǵıń temperaturaǵa shıq noqatı dep ataladı.

Hawanıń absolyut iǵallığın shıq noqatı arqalı anıqlaytúǵın ásbap **gi-grometr** dep ataladı.

Temperatura 0°C dan tómen bolǵan waqıtlarda kondensaciyalanǵan suw puwları muz bólekshelerin payda etip, jerge qıraw bolıp túsedi.



Okean hám qurǵaqlıqlardan kóterilgen puwlardıń úlken bólegi jerden birneshe kilometr biyiklikte ushıp jüredi. Bunday biyiklikte temperatura jer betine qaraǵanda biraz tómenlew boladı. Bunday jaǵdayda suw puwlarınıń toyınıwı ańsat boladı. Iǵallıq joqarı bolǵanda hám temperatura jáne de páseygende toyıńǵan puwlar kondencaciyalanıp, mayda suw bólekshelerin payda etedi. Olar bizge **bult** bolıp kórinedi. Temperatura jáne de tómenlegende suw bóleksheleri birlesip, suw tamshılarına aylanıp baradı. Óziniń awırlıǵın tuta almaǵan suw tamshıları jerge **jawin** bolıp túse baslaydı (59-súwret).

Bulttaǵı temperatura suwip ketkende suwpuwlari muz bólekshelerin payda etip kondensaciyananadi. Muz bóleksheleri bir-biri menen birlesip, **qar** ushqınların payda etedi hám solay etip qar jawadı (60-súwret).

Tómen temperaturalı bultta payda bolǵan muz bóleksheleri hawa aǵimlarınıń tásirinde bir neshe márte joqarıká-tómenge qozǵalıwı mümkin. Bunda muz bóleksheleriniń hár kóterilgeninde olardı muz perdesi qaplaydı. Hárbir kóterilip túskende muz bóleksheleri iri bolıp baradı hám **sel** payda boladı.



60-súwret.

Hawa rayı

Hawaniń temperaturası, iǵallığı, basımı, samal, bultlıǵı, jawın-shashınlar, duman, shıq, qıraw sıyaqlı atmosferadaǵı qubılıslar hawaniń halıq qurayıdı.



Anıq bir waqitta belgili bir jerdegi hawaniń hali *hawa rayı* dep ataladı. Hawaniń temperaturası, iǵallığı hám basımı hawa rayınıń tiykarǵı elementleri dep ataladı.

Hawa rayınıń tiykarǵı elementlerindegi halatına baylanıslı türde samal, bultlar payda boladı, jawın-shashınlar jawadı. Mısalı, hawa temperaturasınıń páseyiwi atmosfera basımınıń azayıwı, salıstırmalı iǵallıqtıń joqarıla-wına alıp keledi. Basımnıń ózgeriwi samaldı payda etedi, iǵallıqtıń joqarılawı bolsa jawındı payda etedi. Samal jer júzindegı hawa aǵımın hám bultlardı bir jerden basqa jerge aydap jüredi. Bul bolsa hawa temperaturasınıń ózgeriwine hám jawın-shashinnıń jawıwına alıp keliwi mümkin.

Hawa rayın aldınnan biliw úlken áhmiyetke iye. Hawa rayın úyreniw meteorologiya oraylarında ámelge asırıladı. Ózbekstanda hawa rayın úyreniw boyınsha Tashkent gidrometeorologiyalıq oray xızmet etedı.



1. Absolyut iǵallıq dep qanday shamaǵa aytamız?
2. Hawaniń salıstırmalı iǵallığı dep nege aytıladı hám qalay ańlatıladı?
3. Avgust psixrometri járdeminde salıstırmalı iǵallıq qalay ólshenedi?
4. Shıq tochkası dep nege aytıladı?
5. Duman, shıq hám qırawdıń qalay payda bolıwin túnsindiriń.
6. Bult, jawın, qar hám sel qalay payda boladı?
7. Hawa rayı dep nege aytıladı?
8. Hawa rayın úyreniw xızmeti haqqında nelerdi bilesiz?

42-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS

HAWANIŃ SALÍSTÍRMALÍ ÍGALLÍGÍN ANÍQLAW

Jumistiň maqseti: Hawaniń ıgallığın tájiriybede anıqlawdı úyreniw.

Kerekli úskenele: Avgust psixrometri (yaki eki birdey termometr), suw salınatuğın idis hám dasmal.

Laboratoriyalıq jumisti baslawdan aldın tómendegi kesteni sızıp alını.

Nº	$t, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_h, \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta t, \text{ } ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\rho, \text{ g/m}^3$
1					
2					
3					

Jumisti orınlaw tártibi

1. Psixrometr idisina suw quyıń hám 4 – 5 minut kútiń.
2. Qurǵaq hám ıgal termometrler kórsetkishlerin jazıp alını.
3. Qurǵaq hám ıgal termometrlerdiń t hám t_h kórsetkishlerin jazıp alını.
4. Qurǵaq hám ıgal termometrlerdiń kórsetkishleriniń parqın, yaǵnıy: $\Delta t = t - t_h$ esaplań.
5. Psixrometriyalıq kesteden qurǵaq termometrlerdiń t kórsetkishine hám Δt sáykes kelgen salıstırmalı ıgallıqtı belgileń (121-bette psixrometriyalıq keste berilgen).
6. 120-bette berilgen kesteden paydalanıp, xananıń absolyut ıgallığın anıqlań.
7. Tájiriybe nátiyjelerin kestege jazıń.

Túsindırme: Laboratoriya oqıw úskenelei ishinde Avgust psixrometri bolmay, tek óana termometr bolsa, olardanprixrometr qurılmasın islewge boladı. Eger, tek óana bir termometr bolsa, onda dáslep xana temperaturasın ólshep alasız. Keyin usı termometrlerdiń rezervuarın ıgal material (bint dasmalı) menen orap, materialdiń bir bólegin suwlı idisqa túsirip qoyasız. 5 – 6 minut ótkennen keyin termometrlerdiń kórsetkishin jazıp alasız. Alıngan nátiyjeler tiykarında hawaniń salıstırmalı ıgallığın esaplaysız.



1. Hawaniń salıstırmalı ıgallığın anıqlaw usılıń aytıń.
2. Tájiriybe nátiyjeleri boyınsha, xanadaǵı absolyut ıgallıq qalay esaplanadı?

43-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. 16 °C temperaturada hawadaǵı salıstırmalı iǵallıq 70 % ti qurasa, absolyut iǵallıq qanday boladı? 16 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń tiǵızlıǵı 13,6 g/m³ qa teń.

Berilgeni:

$$t = 16^\circ\text{C}$$

$$\varphi = 70 \%$$

$$\rho_t = 13,6 \text{ g/m}^3.$$

Tabıw kerek:

$$\rho = ?$$

Formulası:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\%; \quad \rho = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%}.$$

$$[\rho] = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%} = \frac{\%}{\%} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Esaplaw:

$$\rho = 0,7 \cdot 13,6 \text{ g/m}^3 = 9,52 \text{ g/m}^3.$$

Juwabi: $\rho = 9,52 \text{ g/m}^3$.

Berilgeni:

$$t = 17^\circ\text{C}$$

$$T = 290 \text{ K}$$

$$p = 2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

Tabıw kerek:

$$\rho = ?$$

Formulası:

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad \frac{m}{V} = \frac{M p}{RT};$$

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{M p}{RT}.$$

$$[\rho] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{N}}{\text{N} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Esaplaw:

$$\rho = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 290} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 14,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Juwabi: $\rho = 14,9 \text{ g/m}^3$.

3-másele. Temperaturası 20 °C bolǵan hawada, temperaturası 8 °C bolǵan dene terley baslaydı. Hawanıń salıstırmalı iǵallıǵın aniqlań. 8 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń basımı 1,06 kPa, 20 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń basımı 2,33 kPa ga teń.

Berilgeni:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 8^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 1,06 \text{ kPa} = 1060 \text{ Pa}$$

$$p_0 = 2,33 \text{ kPa} = 2330 \text{ Pa}$$

Tabıw kerek:

$$\varphi = ?$$

Formulası:

$$\varphi = \frac{p_p}{p_{tb}} \cdot 100\%.$$

$$[\varphi] = \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} \cdot \% = \%.$$

Esaplaw:

$$\varphi = \frac{1060}{2330} \cdot 100\% = 45,5\%.$$

Juwabi: $\varphi = 45,5\%$.

M
23

- Qaynaw temperaturasında 5 kg suwdı tolıq puwǵa aylanıwı ushın qansha jıllılıq muǵdari kerek? Suwdıń salıstırmalı puwlanıw jıllılığı $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.
- Massası 50 g bolǵan puw kondensaciyalanganda qansha jıllılıq ajıraladı?
- $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada 4 m^3 hawada 40 g suw puwi bolsa, hawanıń salıstırmalı iǵallığı qansha? $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada toyıngan suw puwınıń tıǵızlıǵı $17,3\text{ g/m}^3$.
- $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada suw puwınıń basımı $1,54\text{ kPa}$ ǵa teń. Eger $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada toyıngan suw puwınıń basımı $2,43\text{ kPa}$ bolsa, salıstırmalı iǵallıqtı anıqlań.
- $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada hawadaǵı suw puwınıń tıǵızlıǵı 17 g/m^3 ti quraydı. Eger hawanıń absolyut iǵallığı 11 g/m^3 bolsa, salıstırmalı iǵallığı qansha?
- $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada hawanıń salıstırmalı iǵallığı 50% bolsa, absolyut iǵallığı qanday boladı? $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada toyıngan suw puwınıń tıǵızlıǵı $21,8\text{ g/m}^3$.
- Psixrometrdiń qurǵaq temperaturası $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ di, iǵal termometri $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ di kórsetip tur. Psixrometriyalıq kesteden paydalanıp hawanıń salıstırmalı iǵallığın anıqlań.

IV BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARI

- Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientiniń birligi qaysı juwpta durıs berilgen?**
A) $\text{J} \cdot \text{s};$ B) $\text{J/m};$ C) $\text{J/m}^3;$ D) $\text{N/m}.$
- Diametri $1,46\text{ mm}$ bolǵan kapillyar nayda suw qansha biyiklikke kóteriledi (cm)? Suwdıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m ǵa teń.**
A) 4; B) 2; C) 1; D) 8.
- Suw kapillyar nayshada $2,8\text{ cm}$ ge kóterildi. Nayshanıń diametrin anıqlań (mm). Suwdıń betkerimlik koefficienti $7 \cdot 10^{-2}\text{ N/m}$ dep esaplań.**
A) 1; B) 2; C) 0,2; D) 0,7.
- Diametrleri $2\text{ hám }1\text{ mm}$ bolǵan eki kapillyardaǵı suw betleriniń parqın anıqlań (m). Suwdıń betkerimlik koefficienti $73\text{ mN/m}.$**
A) $14,4 \cdot 10^{-3};$ B) $28,8 \cdot 10^{-3};$ C) $43,2 \cdot 10^{-3};$ D) $57,6 \cdot 10^{-3}.$
- $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada diametri 1 mm bolǵan vertikal shiyshe nayshadan suw tamshısı úzildi. Tamshınıń awırılıǵı nege teń(mN)? Suwdıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m ǵa teń.**
A) 0,11; B) 0,32; C) 0,50; D) 0,23.

6. Jer betindegi kapillyar nayshada suw 12 mm ge kóterildi. Eger Ayda erkin túsiw tezligi jerdegiden 6 ese kishi ekenligi belgili bolsa, Ayda usı nayshaǵa suw qansha báleñtlikke kóteriledi (mm)?

- A) 134; B) 36; C) 72; D) 24.

7. Elastikalıq (Yung) modul qanday birlikte ólshenedi?

- A) N/m; B) N·m; C) Pa·m; D) Pa.

8. Júk artılganda sım 1,5 mm ge sozılsa, tap usınday, biraq, 3 ese uzın sımgá usı júk artılganda ol qansha (mm) ge sozıladı?

- A) 4; B) 2,25; C) 3; D) 4,5.

9. Uzınlığı 1,2 m hám kese-kesimniń beti 1,5 mm² bolǵan sımgá qanday kúsh qoyılǵanda ol ilingende sım 2 mm ge uzayadı. Usı sım ushın Yung modulu 180 cPa.

- A) 260; B) 225; C) 130; D) 450.

10. Polat sım ushına $8 \cdot 10^7$ Pa mexanikalıq kernewge qoyılǵanda qanday keri uzayttırıw júz beredi? Polat ushın Yung modulu 180 GPa.

- A) $40 \cdot 10^{-3}$; B) $40 \cdot 10^{-2}$; C) $2 \cdot 10^{-3}$; D) $5 \cdot 10^{-30}$.

11. Kristall dene eriwdi baslaǵannan keyin erip tawsılǵansha temperaturası qalay ózgeredi?

- A) kóteriledi; B) kemeyedi;
C) ózgermeydi; D) dáslep kóteriledi, keyin kemeyedi.

12. Muz 0°C temperaturada erip atır. Bunda energiya jutıla ma yaki ajıralıp shıǵa ma?

- A) jutıladı; B) ajıraladı;
C) jutılmaydı da, ajıralmaydı da; D) muzdiń massasına baylanıslı.

13. Suw turaqlı 0°C temperaturada muzǵa aylanadı. Bunda energiya jutıla ma yaki ajıratıla ma?

- A) jutıladı; B) ajıraladı;
C) jutılmaydı da, ajıralmaydı da; D) muzdiń birinshi kristalları payda bolıwında ajıraladı, soń jutıladı.

14. Kristall qattı denelerdiń turaqlı temperaturada eriw procesinde ishki energiyası qalay ózgeredi?

- A) ózgermeydi; B) artadı;
C) kemeyedi; D) bazıda artadı, yaki kemeyedi.

15. Salıstırmalı qatıw jılılıǵınıń birligi qaysı juwaptı durıs berilgen?

- A) J/kg; B) J/kg·K; C) J/K; D) J.

16. Eriw temperaturasında turǵan 300 g shoyındı tolıq eritiw ushın ógan qanday jılılıq beriw kerek boladı (kJ)? Shoyının salıstırmalı eriw jılılıǵı 130 kJ/kg.

- A) 39; B) 43; C) 10; D) 26.

IV BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

Suyıqlıqtıń qásiyetleri	Suyıqlıq óz kólemin saqlap qaladı, biraq óz formasına iye emes. Ídisqa quyılǵan suyıqlıq usı ıdıstıń formasın aladı. Suyıqlıq aǵıwshılıq qásiyetine iye.
Betkerimligi	Betkerimligi suyıqlıqtıń bet qatlamındaǵı molekulardıń suyıqlıq ishine baǵdarlanǵan kúshlerdiń bar bolǵanı sebebinen payda boladı.
Betkerim kúshi	Bet qatlamın shegaralawshı sızıqqa tásır etiwshi betkerim kúshi usı sızıqtıń uzınlıǵına proporsional hám suyıqlıqtıń túrine baylanıslı boladı, yaǵniy: $F = \sigma l$. Bunda σ — suyıqlıqtıń tábıyatqa baylanıslı bolǵan suyıqlıq betiniń qásiyetlerin bildiriwshi muǵdar bolıp, betkerim koefficienti dep ataladı.
Bettiń energiyası	Suyıqlıq betindegi barlıq molekulalardıń artıqsha potencial energiyası bet energiyası dep ataladı. Bet energiyası tómendegi formula menen aniqlanadı: $W = \sigma \cdot S$.
Qattı dene betiniń ıǵallanıwı	Suyıqlıq hám qattı dene molekulalarınıń arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulalarınıń óz ara tartısıw kúshlerinen úlken bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallaydı.
Qattı dene betiniń ıǵallanbawı	Suyıqlıq hám qattı dene molekulaları arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulalarınıń óz ara tartısıw kúshlerinen kishi bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallamaydı.
Kapillyar qubilis	Suyıqlıqtıń jińishke nayshalarında — kapillyarda keń ıdıstaǵı suyıqlıq betine qaraǵanda kóteriliwi yaki túsiwi kapillyar qubilis dep ataladı.
Kapillyarda kóterilgen (yaki túskен) suyıqlıq báleñtligi	Tolıq ıǵallawshı suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliw báleñtligi yaki tolıq ıǵallamawshı suyıqlıqtıń páseyiw tereńligi tómendegi formula menen aniqlanadı: $h = \frac{2\sigma}{\rho_s rg}$.
Kristall deneler	Atom yaki molekulaları keńislikte anıq tártipli jaǵdaylardı iyelegen qattı denege kristall deneler delinedi.
Anizatropiya	Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń baǵdarlarına baylanıslıǵı anizatropiya dep ataladı. Kristall deneler anizatrop qásiyetke iye.

Polikristall	Bir-birine qaraǵanda tártipsiz jaylasqan kóp kristallardan dúzilgen dene polikristall dep ataladi.
Monokristall	Eger dene pútin kristalldan ibarat bolsa, bunday dene monokristall dep ataladi.
Izotropiya	Amorf denelerdiń fizikalıq qásiyetleri barlıq baǵdlarda birdey boladı. Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń ishki baǵdarlarǵa baylanıslı bolmawı izotropiya dep ataladı. Amorf deneler izotrop qásiyetke iye.
Deformaciya	Qattı deneniń sırtqı kúsh tásirinde óz formasın ózgertiwi deformaciya dep ataladı.
Elastikalıq derofmaciya	Sırtqı kúshlerdiń tásiri toqtaǵannan keyin dene forması óziniń dáslepki halatına qaytsa, bunday deformaciyaǵa elastikalıq derofmaciya dep ataladı.
Plastik deformatsiya	Sırtqı kúsh alıngannan soń dene forması óziniń alındıǵı halına qaytpasa, bunday deformaciya plastik deformaciya dep ataladı.
Mexanikalıq kernew	Deformaciyalanǵan deneniń kese kesiminiń betine tásır etip atırǵan deformaciyalawsı kúshke san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama menen <i>mexanikalıq kernew</i> dep ataladı.
Kristall denenin' eriwi	Zattıń qattı halattan suyiq halatqa ótiw procesi eriw dep ataladı. Kristall deneniń erip atırǵandagi temperaturası usı kristalldiń eriw temperaturası dep ataladı.
Puwlanıw	Zattıń suyiq yamasa qattı agregat halattan gaz tárızlı halatına ótiwi puwlanıw dep ataladı.
Kondensaciya	Puwdıń suyiqlıq yamasa qattı halǵa ótiw procesi kondensaciya dep ataladı.
Qaynaw	Suyıqlıqtıń pútin kólemi boylap puw payda bolıw procesi qaynaw dep ataladı.
Toyıngan puw	Óziniń suyiqlıǵı menen dinamikalıq teń salmaqlıqta bolǵan puw toyıngan puw dep ataladı.
Hawanıń absolyut iǵallığı	1 m ³ hawadaǵı suw puwinıń massası hawanıń absolyut iǵallığı dep ataladı. Berilgen kólemdegi hawada suw puwinıń massası arqalı absolyut iǵallıq tómendegishe esaplanadı: $\rho = \frac{m}{V}$.

OPTIKA

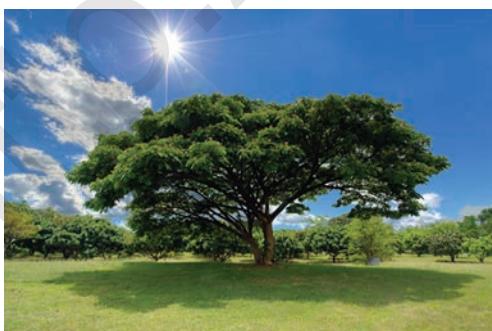
Fizikanıń «**Optika**» bólímimde jaqtılıqtıń tábiyati, jaqtılıq qubılışlarınıń nızamlıqları, jaqtılıq penen zatlardıń óz ara tásiri úyreniledi. Grekshe optika sózi kóriw haqqındaǵı pán degen mánisti bildiredi. Jaqtılıqtıń *tuwrı sızıq boylap tarqalıwi* áyyemde Mesopotamiya hám áyyemgi Mısırda belgili bolǵan hám de onnan qurılıs jumıslarında paydalanylǵan. Súwrettiń aynada payda bolıwin b.e.sh. III ásirde grek alımları *Aristotel*, *Platon*, *Euklid* úyrenegen.

Orta ásirlerde elimizdiń alımları — *Beruniy*, *Ibn Sina*, *Uluǵbek*, *Áliy Qusshı* hám basqalar jaqtılıqtıń tuwrı sızıq boylap tarqalıwı, Quyash hám Aydın tutılıwı, ayqulaqtıń payda bolıw sebebin úyrengen.

1620–1630-jılları gollandiyalı alım *Villebrod Snellius* hám francuz alımı *Rene Dekart* jaqtılıqtıń *sınıw nızamın* kórsetip berdi. Robert Guk 1672-jılı Angliya korolligi jámiyetiniń jiynalısında oqıǵan lekciyasında jaqtılıq kesesine tolqın sıyaqlı tarqaladı degen pikir (gipoteza)di aytı. 1690-jılı gollandiyalı fizik Xristian Gyugens jaqtılıqtıń boylama tolqın teoriyasın islep shıqtı. Ol usı teoriya boyınsha, akustikalıq hám optikalıq qubılıslardıń bir-birine uqsaslıǵın dálılıledi hám jaqtılıqtıń tolqın teoriyasın ortalıq shegarasınan qaytıwı hám eki ortalıq shegarasında sınıwı mísalında túsındırıp berdi.

Dúnya alımları tárepinen optikanıń túrli bağdarlarında keń kólemde izertlew jumısları dawam ettirilip, joqarı nátiyjelerge erisildi. *Proekcion apparatlar*, *mikroskop*, *fotoapparat*, *teleskop*, *binokl* sıyaqlı optikalıq ásbaplar-dıń jaratılıwı, *fotografiya*, *televidenie*, *rentgenografiya*, *lazerler fizikası*, *talshiqli optika*, *geliotexnika* sıyaqlı tarawlardıń payda bolıwı hám rawajlanıwı optika tarawındaǵı izertlew jumıslarınıń nátiyjesi bolıp esaplanadi.

Ózbekstanda da optikanıń zamanagóy bağdarları boyınsha ámeliy áhmiyetke iye bolǵan izertlew jumısları alıp barılıp, ilim hám texnikanıń rawajlanıwına say úles qosıp kelinbekte. Solardan, «Fizika-Quyash» ilimiý islep shıgariw birlespesinde Quyash energiyasınan paydalaniw boyınsha keń kólemli izertlew jumısları alıp barılmaqta hám ámeliyatqa usınılmaqta.



V BAP

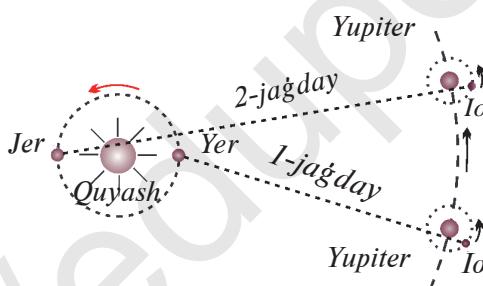
JAQTÍLÍQTÍN TARQALÍW NÍZAMLARÍ, OPTIKALÍQ ÁSBAPLAR

44-§. JAQTÍLÍQ TEZLIGIN ANÍQLAW

Eger túnde elektr shırağıń jaqsaq, birden xananıń jaqtı bolǵanlıǵınıń guwası bolamız. Qolımızda waqıttı ólsheytuǵın ásbap (sekundomer), ólshew lentası bolsa da, jaqtılıqtıń tarqalıw tezligin ólshey almaymız. Biraq alımlar tárepinen jaqtılıq tezligin ólshewdiń birneshe usılları úyrenilgen.

Jaqtılıq tezligin ólshewdiń astronomiyalıq usılı

Jaqtılıq tezligin birinshi bolıp daniyalı alım **Olof Ryomer** 1676-jılı ólshedi. Ol jaqtılıq tezligin Yupiterdiń «Io» joldası onıń sayasına kiriwi hám onnan shıǵıwı, yaǵníy tutılıwı tiykarında anıqladı. Astronomiyalıq baqlawlar Jer Yupiterge eń jaqın bolǵanda (61-súwret, 1-jaǵday) Io joldasınıń ortasha tákirarlanıw dáwirinen shama menen 11 minut aldın, Yupiterden Jer eń uzaqlasqanda bolsa 11 minut keyin baslanganın kórsetken.



61-súwret.

Bunnan $t = (11 + 11)$ minut = 22 minut. Ryomer bul waqıttı jaqtılıqtıń Jer orbitasın kesip ótiwi ushın ketken waqıt dep túsındirdi. Ol Jerdiń Quyash átirapında aylanıw orbitası diametrin $D = 284\,000\,000$ km dep alıp, $c = D/t$ dan jaqtılıq tezligin anıqladı.

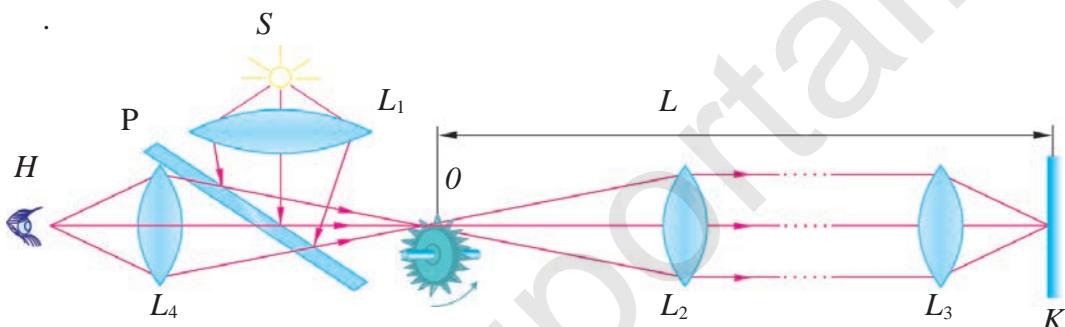


O. Ryomer 1676-jılı birinshi bolıp jaqtılıq tezligin anıqlaǵan. Onıń mánisi shama menen 215 000 000 m/s qa teń bolıp shıqqan.

Jaqtılıq tezliginiń Ryomer tárepinen anıqlanǵan mánisi házirgi zamandaǵı anıqlanǵan mánisinen ayırmashılıǵı bolsa da, bul nátiye sol dáwirde júdá úlken jańalıq edi. Ryomer bunıń menen, birinshiden, jaqtılıqtıń sheklengen tezlikke iye ekenligin tájiriybede kórsetti. Ekinshiden, jaqtılıq tezliginiń júdá úlken ekenligin anıqladı.

Fizo tájiriybesi

Aradan 173 jıl ótkennen keyin — 1849-jılı francuz fizigi **Arman Fizo** tájiriybe jolı menen jaqtılıq tezligin aniğıraq ólshew boyınsha jetiskenlikke eristi. Fizo tájiriybesiniń qurılması 62-súwrette súwretlengen. Jaqtılıq deregi S jolına qoyılğan linza L_1 den ótken nurlar jalpaq shiyshe plastina P den shaǵılısıp, O tochkada jiynaladı. Nur jiynalğan noqatqa tiyisli dóńgelek ornatılıp, nur onıń tisleri arasınan ótkiziledi. Dóńgelekten ótken nur linza L_2 járdeminde parallel etip baǵdarlangan. Parallel nurlar jolına júdá uzaq aralıqqa qoyılğan linza L_3 nurlardı jalpaq ayna K ǵa jiynap beredi. Aynadan shaǵılısqan nurlar kelgen jolı boyınsha dóńgelek tisleri arasınan ótip, shiyshe plastina P hám linza L_4 arqalı baqlawshı kózine túsedı.



62-súwret.

Dóńgelek ástenirek aylandırılganda shaǵılısqan nurdı baqlawshı kórip turadı. Dóńgelektiń aylanıw tezligi kóbeytip barılıp, belgili tezlikke jetkende shaǵılısqan nur baqlawshıǵa kórinbey qaladı. Buǵan sebep, dóńgelek tisleri arasınan ótken nur shaǵılısıp kelgenge shekem sol tisler belgili mýyeshke burlıp, nurdıń jolın tosıp qoyadı.

Dóńgelektiń aylanıwı belgili ω mýyesh tezlikke eriskende baqlawshıǵa nur kórine baslaǵan. Dóńgelek sol tezlik penen aylandırıp turılganda, shaǵılısqan nurdıń koriniwi dawam ete beredi. Buǵan sebep, dóńgelektiń 1- hám 2-tisleri arasınan ótken nurlar shaǵılısıp kelgenge shekem dóńgelektiń 1-tisiniń ornın 2-tisi, 2-tisiniń ornın 3-tisi iyelewge úlgergen. Nátiyjede, shaǵılısqan nur 2- hám 3-tisler arasınan ótken.

Fizo dóńgeleginiń aylanıw jiyiligin $v(v=12,67 \text{ s}^{-1})$, dóńgelektegi tisler sanı $N(N=720)$, dóńgelekten aynaǵa shekem aralıqtı $l(l=8,6 \text{ km})$ bilgen halda jaqtılıq tezligin $c = 4 N l v$ áňlatpa boyınsha anıqladı.



**Fizo tájiriybesinde jaqtılıq tezligi $313\,300\,000 \text{ m/s}$ qa teń bo-
lıp shıqqan.**

Fizo tájiriybesinen keyin alımlar jaqtılıq tezligin jáne de anıǵıraq ólshewge urındı. Olardan francuz fizigi **Jan Fuko** (1819 — 1868) 1862-jılı Fizo tájiriybesindegi tisli dóńgelek ornına aylaniwshı aynalar ornatıp jaqtılıq tezligin anıqladı hám onıń 298 000 000 m/s qa teń mánisin aldı.

Amerikalı fizik **Albert Maykelson** (1852-1931) 1927-jılı Fuko tájiriybesin jetilistirip, jaqtılıq tezligi ushın 299 796 000 m/s mánisti alıwǵa eristi.



Házirgi waqıttaǵı maǵlıwmatlarǵa qaraǵanda, jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tezligi 299 792 458 m/s qa teń.

1983-jılı Xalıqaralıq ólshew hám táreziler Bas assambleyası jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tezligi $c = 299\ 792\ 458$ m/s qa teń ekenligin esapqa alıp, metrdiń jańa táriypin qabil etken. «**Metr** — jaqtılıqtıń vakuumda $1/299792458$ s waqıt intervalında ótken jol uzınlığına teń».

Jaqtılıq tezliginiń anıqlanıwı jaqtılıqtıń tábiyatın biliwge járdem beredi. Dúnyada heshbir dene jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tezliginen úlken tezlik penen qozǵala almaydı.

Jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tarqalıw tezligin latın háribi c menen belgilew qabil etilgen (latınsha *celeritas* — tezlik). Jaqtılıq tezligin pútinlep, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s dep alamız.



1. Jaqtılıq tezliginiń astronomiyalyq usılda qalay anıqlanǵanın tú-sindirip beriń.
2. Jaqtılıq tezligin anıqlaw boyınsha Ryomerdiń jumısları qanday áhmiyetke iye?
3. Jaqtılıq tezligin anıqlaw boyınsha Fizo tájiriybesi neden ibarat?
4. Fuko hám Maykelson tájiriybesiniń Fizo tájiriybesinen qanday parqı bar?
5. Jaqtılıq tezliginiń házirgi zamanda anıqlanǵan mánisi qansha?



1. Jerden Quyashqa shekem ortasha aralıq 149,6 mln km, Yupiterden Quyashqa shekem ortasha aralıq 778,3 mln km ge teń. Jer Quyash penen Yupiter aralıǵındaǵı halatta deyik. Yupiterden shaǵılısqan nur qansha waqıtta Jerge jetip keledi?
2. Quyash nuri Jerge qansha waqıtta jetip keledi? Jerden Quyashqa ortasha aralıq 384 miń km bolsa, Aydan jaqtılıq nuri qansha waqıtta jetip keledi? Jerden Quyashqa shekemgi aralıq 149,6 mln. km.
3. Fizo usılı menen jaqtılıq tezligin anıqlawda tisli dóńgelek aynasınan 8633 m aralıqta jaylastırılǵan. Dóńgelektiń 720 tisi bar. Tájiriybede jaqtılıq tezligi 313000 km/s bolıp shıqtı. Dóńgelek aylanıw jiyiligi qanday bolǵan?

45-§. JAQTÍLÍQTÍN SHAĞÍLÍSÍW HÁM SÍNÍW NÍZAMLARÍ

Jaqtılıq nuri

Jaqtılıq shıgıp atırğan nurlardıń jolına jińishke kishkene tosıq qoyılsa jińishke jaqtılıq nur dástesi payda boladı. Jaqtılıq nur dástesin baqlaǵanımızda, onıń tuwrı sıziq boylap tarqalıp atırğanın kóremiz. Jaqtılıqtıń tarqalıw baǵdarında jaqtılıq energiyası da kóshedi.



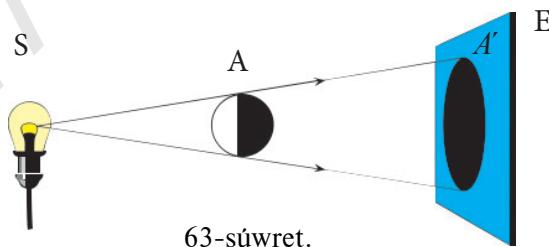
Baǵdarları keńisliktiń qálegen noqatında jaqtılıq energiyasınıń kóshiw baǵdarı menen ústi-ústine túsken geometriyalıq sıziq jaqtılıq nuri dep ataladı.

Demek, jaqtılıq nuri geometriyalıq túsinik. Jaqtılıqtıń tarqalıw nızamların úyrenetuǵın bólüm geometriyalıq optika dep ataladı. Tájiriyye ótkiziw jolı menen geometriyalıq optikanıń tómendegi tórt nızamlarına tiykarlangan:

- jaqtılıqtıń tuwrı sıziq boylap tarqalıw nızamı;
- jaqtılıqtıń biygárez nızamı;
- jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamı;
- jaqtılıqtıń sıniw nızamı.

Jaqtılıqtıń tuwrı sıziq boylap tarqalıwi

S noqattaǵı jaqtılıq deregi menen ekran arsına A deneni qoyayıq (63-súwret). Jaqtılıq tuwrı sıziq boylap tarqalıp atırğanı ushın A dene jaqtılıq nuriń tosıp qaladı, nátiyjede bul deneniń arasında kesik konus formasındaǵı saya payda boladı. Bul kesik konus ishindegi heshbir noqatqa S derekten kelip atırğan jaqtılıq túspeydi. Sonıń ushın bunday konus kósherine tik etip qoyılǵan ekranda A deneniń A' sayası payda boladı. Bunnan jaqtılıqtıń tuwrı sıziq boylap tarqalıwi baqlanadı. Quyashlı künde terek, imaratlardıń sayası jaqtılıqtıń tuwrı sıziq boylap tarqalıwi nátiyjesinde payda boladı.



Jaqtılıqtıń biygárezligi

Klass bólmesine yaki úlken binanı jaqsılap jaqtılandırıw maqsetinde birneshe jaqtılıq shıgaratuǵın derekler ornatılıdı. Olar islep turǵanda hárbiirinen jaqtılıq nuri shıǵadı hám átirapqa tarqaladı. Jaqtılıq nurları óz ara kesiskende bir-birine heshqanday tásir kórsetpeydi. Bul jaqtılıq nurińiń biygárezlikke iye ekenin bildiredi.

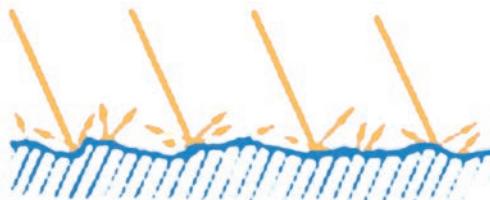
Jaqtılıqni shaǵılısıwi

Quyashtan, lampadan hám basqa dereklerden kelip atırǵan jaqtılıq diywal, jer hám buyımlarǵa túskende olardan shaǵılısadi. Shaǵılısqan nur kózimizge túskennen keyin, biz onıń forması hám reńin sezemiz.

Eger beti tegis emes bolsa, nur bettiń sırtına shashiraydı. Betten qaytqan jaqtılıq nurları túrli baǵdarlarda tarqala baslaydı. Jaqtılıqtiń bunday shaǵılısıwı tarqalıp shaǵılısıw yaki diffuziyalyq shaǵılısıw dep ataladı (64-súwret).



Jaqtılıq tegis bolmaǵan gedir-budır betten diffuziyalyq shaǵılısadi.



64-súwret.



65-súwret.

Jaqtılıq jaqsı shaǵılısatuǵın tegis betke **ayna** delinedi. Eger, ayna jalpaq bolsa, onı **jalpaq ayna** dep ataydı. Jalpaq aynaga túsken parallel nurlar dástesi shaǵılısqannan keyin de parallel nurlar dástesi kórinisinde qaladı (65-súwret). Jaqtılıqtiń bunday shaǵılısıwı **tegis shaǵılısıw** yaki **ayna tarizli shaǵılısıw** dep ataw qabil etilgen.



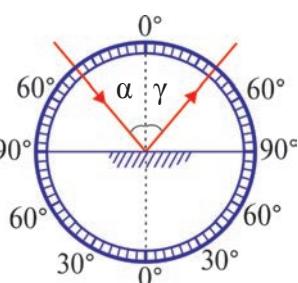
Eger bet jeterli dárejede tegis bolsa, bunday betten jaqtılıq ayna sıyaqlı shaǵılısadi.

Betten nurlarının ayna sıyaqlı shaǵılısıwı tómendegi shaǵılısıw nızamına baǵınadı (66-súwret):

1. Túsiwshi nur, shaǵılısqan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdıń túsiw noqatınan ótkizilgen perpendicular bir tegislikte jatadı.

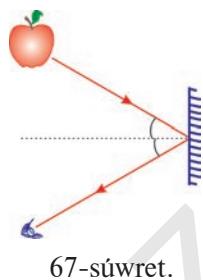
2. Shaǵılısıw müyeshi γ túsiw müyeshi α ga teń. Yaǵni:

$$\alpha = \gamma. \quad (1)$$



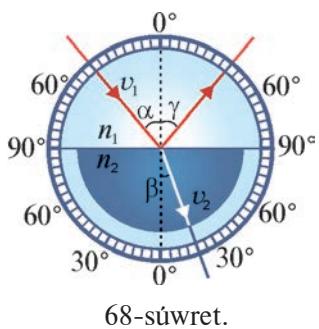
66-súwret.

Jalpaq ayna arqali bir nárseniń aynadaǵı súwretin kóriw jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamına tiykarlanǵan (67-súwret).



Jaqtılıqtıń sıniw nızamı

Jaqtılıq nurınıń dástesi shiyshe, suw hám basqa móldir zatlardıń betinen de shaǵılısadı hám sıniw ekinshi ortalıqqa ótedi. Eki ortalıq shegarasında nurdıń sıniwi tómendegi sıniw nızamına boysınadı (68-súwret):



1. Túsiwshi nur, sıńǵan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdıń túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı.

2. Túsiw mýyeshi sinusınıń sıniw mýyeshi sinusına qatnasi berilgen eki ortalıq ushın ózgermeytuǵın shama bolıp esaplanadı.

Bul ózgermeytuǵın shama n_{21} ekinshi ortalıqtıń birinshi ortalıqqa salıstırǵanda **salıstırmalı nur sindırıw kórsetkishi** dep ataladı hám tómendegishe aňlatıldı:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (2)$$

Bunda n_{21} – ekinshi ortalıqtıń birinshi ortalıqqa salıstırǵanda salıstırmalı nur sindırıw kórsetkishi, α – nurdıń túsiw mýyeshi, β – nurdıń sıniw mýyeshi.

Kóp jaǵdaylarda salıstırmalı nur sindırıw kórsetkishi ornına **absolyut nur sindırıw kórsetkishi** qollanılıladı. Zattıń absolyut nur sindırıw kórsetkishi n tómendegishe kórsetiledi:

$$n = \frac{c}{v}. \quad (3)$$

bunda $c = 3 \cdot 10^8$ м/s – jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tezligi, v – jaqtılıqtıń berilgen zattaǵı tezligi. Jaqtılıqtıń ayırım zatlardaǵı tezligi (v) hám sol zatlardıń absolyut nur sindırıw kórsetkishi (n) kestede keltirilgen.

№	Zat	$v, 10^{-8}$ м/s	n	№	Zat	$v, 10^{-8}$ м/s	n
1	Muz	2,29	1,31	4	Kvars	1,95	1,54
2	Suw (20°C)	2,25	1,33	5	Yoqut	1,70	1,76
3	Shiyshe	2,0	1,5	6	Almaz	1,24	2,42

Jaqtılıqtıń hawadaǵı tezligin vakuumdaǵı tezligine teń dep alıw mýmkin. Sonıń ushın ámelde zatlardıń nur sindırıw kórsetkishi vakuumǵa salıstırǵanda emes, bálkim hawaǵa salıstırǵanda alınadı.

Eger, nur túsip atırğan ortalıqta jaqtılıq tezligi v_1 , sindırıw kórsetkishi n_1 nur sınğan ortalıqta jaqtılıq tezligi v_2 , sindırıw kórsetkishi n_2 bolsa, tómendegi qatnastı jazıw mümkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (4)$$

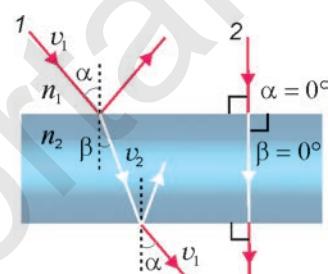
Nur túsip atırğan ortalıqtıń nur sindırıw kórsetkishi n_1 , sınğan ortalıqqa tiyisli n_2 ekenligi esapqa alınsa, $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ boladı. Onday jaǵdayda (2) formulani tómendegishe aňlatıw mümkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (5)$$

Jaqtılıq nur sindırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqtan sindırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqqa ótkeninde, sıniw müyeshi túsiw müyeshinen kishi boladı. Keri jaǵdayda, sıniw müyeshi túsiw müyeshinen úlken boladı. Bul shártti tómendegishe aňlatıw mümkin: $n_2 > n_1$ da $\beta < \alpha$ de $n_2 < n_1$ de $\beta > \alpha$.

Jaqtılıq nuri hawadan ($n_1 = 1$) shiyshege ($n_2 = 1,5$) α müyesh astında túsip, onnan jáne hawaǵa ótsin (69-súwret, 1-nur). Bul halatta nur shiysheden hawaǵa ótiwdegi sıniw müyeshi de α ga teń boladı.

Eki ortalıq shegarasına perpendikulyar túskende nur sınbaydı, sebebi túsiw müyeshi $\alpha = 0$ hám sıniw müyeshi $\beta = 0$ (69-súwret, 2-nur).



69-súwret.

1. Jaqtılıq nuri degenimiz ne?
2. Jaqtılıqtıń shashırap shaǵılısıwinıń sebebi nede?
3. Bir deneli móldır ortalıqta jaqtılıqtıń tarqalıwı qanday nızamǵa tiykarlangan?
4. Jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamı neden ibarat?
5. Jaqtılıq nurnıń ortalıq shegarasında sıniwınıń sebebi ne?
6. Jaqtılıqtıń sıniw nızamıń táriyiplep beriń.
7. Absolyut nur sindırıw kórsetkishiniń fizikalıq mánisin túsindirip beriń.
8. Nege kúndizi juldızlardı kórmeymiz?
9. Biz jaqtılıqtı shiyshe arqalı baqlasaq, nur biziń kózimizge kelgenge shekem neshe ret sınadı?
10. Nur sindırıw kórsetkishi nurdiń ortalıqta tarqalıw tezligine baylanışlıǵı qalay aňlatılıdı?

1. Stakanniń ishine teńgeni salıp, onıń ústinen suw quyıń. Stakanǵa suwdıń qáddı kóterilip barıwı menen teńge tap kóterilip baratırǵanday boladı. Bunıń sebebin túsindiriń.



46-§ MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Jaqtılıq nurınıň birinshi ortalıqtan ekinshi ortalıqqa ótkende túsiw müyeshi 60° , síniw müyeshi bolsa 30° qa teń. Ekinshi ortalıqtıň birinshi ortalıqqa salıstırǵanda sindırıw kórsetkishi qanshaǵa teń?

Berilgeni:

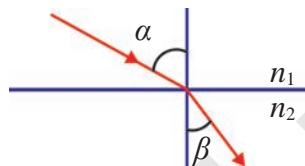
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

Tabıw kerek:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$n_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$$

Esaplaw:

$$n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$$

Juwabi: $n_{21} = \sqrt{3}$.

2-másele. Eger, jaqtılıq tolqını qanday da bir waqıt dawamında vakuumda 45 cm aralıq ótse, bir suyuqlıqta bolsa sonsha waqıtta 30 cm aralıqtı ótedi. Bul suyuqlıqtıň nur sindırıw kórsetkishi nege teń?

Berilgeni:

$$n_1 = 1$$

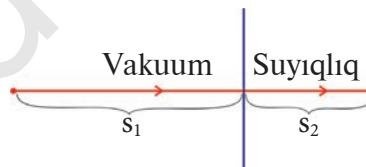
$$s_1 = 45\text{ cm}$$

$$s_2 = 30\text{ cm}$$

Tabıw kerek:

$$n_2 = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{hám} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}$$

$$\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}.$$

Esaplaw:

$$n_2 = \frac{45\text{ cm} \cdot 1}{30\text{ cm}} = 1,5.$$

Juwabi: $n_2 = 1,5$.

3-másеле. Jaqtılıq nuri birinshi ortalıqtan ekinshi ortalıqqa 45° mýyesh penen túsip, ekinshi ortalıqqa 30° mýyesh penen sınip ótedi. Birinshi ortalıqtıń absolyut nur sindırıw kórsetkishi $\sqrt{2}$ ge teń bolsa, jaqtılıqtıń ekinshi ortalıqtaǵı tezligi nege teń?

Berilgeni:

$$\alpha = 45^\circ$$

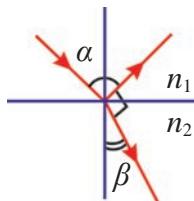
$$\beta = 30^\circ$$

$$n_1 = \sqrt{2}$$

Tabiwy kerek:

$$v_2 = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot n_1.$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2}.$$

Esaplaw:

$$n_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} \cdot \sqrt{2} = 2.$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

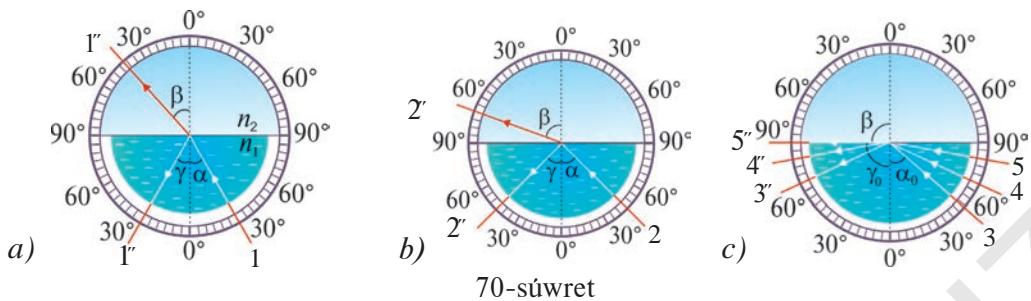
Juwabi: $v_2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$

**M
25**

1. Túsken hám shaǵılısqan nurlar arasındaǵı mýyesh 70° bolıwı ushın jalpaq aynaǵa nur qanday mýyesh astında túsiwi kerek?
2. Jalpaq aynada buyım súwreti aynadan 60 cm aralıqta payda bolsa, buyım menen onıń súwreti arasındaǵı aralıq qanday boladı?
3. Absolyut sıniw kórsetkishi 2 ge teń bolǵan ortalıqta jaqtılıq qanday tezlik penen tarqaladı?
4. Hawadan shiyshege túsken hám shaǵılısqan nurlar arasındaǵı mýyesh 60° qa teń. Eger shiysheniń sindırıw kórsetkishi 1,5 ge teń bolsa, sıniw mýyeshi qanday boladı?
5. Nur suwdan shiyshege ótip atır. Suwdıń sindırıw kórsetkishi 1,33 ge, shiysheniki 1,5 ge teń. Birdey waqt ishinde usı zatlardan jaqtılıq nuri ótken aralıqlar qatnasi qanday boladı?

47-§. TOLÍQ ISHKI SHAĞÍLÍSÍW

Jaqtılıq nuri sindırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan sindırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa túskeninde qızıq qubılıstı baqlaw mümkin. Misali, jaqtılıq nurları dástesin shiyshe arqalı hawaǵa ótetüǵın etip α mýyeshi astında baǵdarlayıq. Nurdıń bir bólegi ortalıqlardıń shegarasınan shaǵılısadı, qalǵan bólegi β mýyeshi astında ekinshi ortalıqqa — hawaǵa ótedi ($70-\alpha$, súwret).



Shiysheniň nur sindırıw kórsetkishi ($n_1 = 1,5$) hawanikinen ($n_2 = 1$) úlken bolǵanı ushın nurdiń sínıw müyeshi β túsiw müyeshi α dan úlken boladı.

Nurdıń túsiw müyeshi úlkeyttirilip barılsa, sínıw müyeshi 90° qa jaqınlasıp baradı. Sínıw müyeshin tómendegi ańlatpa arqalı aniqlaw mümkin:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

Misali, $\alpha = 30^\circ$ ta $\beta \approx 42^\circ$ (70-a súwret), $\alpha = 40^\circ$ ta bolsa $\beta = 75^\circ$ (70-b, súwret) boladı. Nurdıń túsiw müyeshin joqarılata barıp, belgili $\alpha = \alpha_0$ shegaralıq mániske jetkende sínıw müyeshi $\beta = 90^\circ$ bolıp qaladı (70-c, súwret).

Túsiw müyeshiniň shegaralıq mánisi α_0 tómendegishe ańlatılıdı:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}. \quad (2)$$

Nurdıń shiysheden hawaǵa túsiwdegi α_0 shegaralıq müyeshin aniqlayıq:

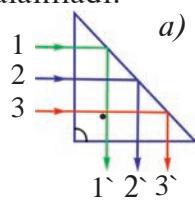
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667 \text{ bunnan } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

Túsiw müyeshi α_0 den hárqanday úlken birliklerge teń bolǵan halatlarda sıngan nur eki ortalıq shegarasınan sol ortalıqtıń ishine tolıq shaǵılısadı yaǵníy **tolıq ishki shaǵılısıw** qubılısı júz beredi.

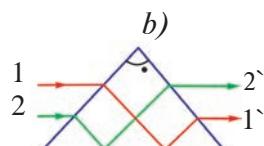


Nur sindırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan nur sindırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa jaqtılıq baǵdarlanganda túsiw müyeshi belgili müyeshten úlken bolǵanda nur eki ortalıq shegarasınan tolıq shaǵılısadı.

Tolıq ishki shaǵılısıw qubılısınan jaqtılıq nurların beligili bir baǵdarǵa burıw (71-a, súwret) yaki nurlar dástesiniń ornın almastırıw (71-b, súwret) ushın paydalanylادı.



71-súwret.



Toliq ishki shaǵılısıw qubılısı axborot texnologiya tarawında keń qollanıladı. Bul qubılıs «Nur talshiqlar optikası» dep atalıwshı optikanıń óz aldına taraw qánigeleri tárepinen keń úyreniledi. Bunda optikalıq súwretleniw belgilengen tártip penen jaylastırılǵan nur talshiqlar kabelleri arqalı jetkerilip beriledi.

Hárbir talshiqtan nurdıń ótiwin 72-súwrette súwretlengendey kóz aldımızǵa keltiriw mümkin. Toliq sıniw kórsetkishleri bir-birinen parıqlı cilindr formasındaǵı shiyshe yamasa plastikaliq ózek jáne orap turıwshı qabiqtan dúzilgen. Ózektiń sıniw kórsetkishi qabiqtikinen úlken boladı. Sol sebepli ózek hám qabıq shegarasında jaqtılıqtıń tolıq ishki shaǵılısıw qubılısı júz beredi. Ózek ishine bağdarlanǵan nur sırtqa shıgıp ketpesten talshiqtıń ekinshi ushınan shıǵadı.

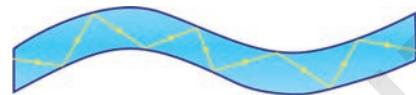
Toliq ózeginiń diametri birneshe mikronnan júzlep mikronǵa shekem, qabiqtıń qalınlığı onlaǵan mikronnan júzlegen mikronǵa shekem boladı. Sonday kabeldiń bir ushınan signal (kórinis) jiberilse, onıń ekinshi ushınan usı signaldıń ózin qabil etip alıw mümkin. Nur talshiqlı kabeller arqalı jiberilgen signal oǵada az joǵaltıw hám joqarı sıpat penen uzaq aralıqlarǵa jiberiledi. Nur talshiqlı baylanıs kabelleri Tinish hám Atlantika okeanlarınıń suw astınan ótkizilgen. Házirgi waqıtta bul kabeller Aziya hám Evropanı Amerika materigi menen, Evropanı Ózbekstan arqalı Qitay menen baylanıstırıp turadı.

Nur talshiqlar optikası medicinada da keń qollanıladı. Nur talshiqlı kabel járdeminde adamnıń ishki aǵzaların koriw, súwretke alıw mümkin.

Bunda nur talshiqlı kabel qızılónesh arqalı asqazanǵa túsiriledi. Kabel-degi bir talshiqtan jaqtılıq beriledi. Ekinshisinen asqazan diywallarınan shaǵılısqan jaqtılıq qabil etiledi.



1. Toliq ishki shaǵılısıw qubılısı qalay júz beredi?
2. Nur talshiqlı kabellerde kórinisler qalay jetkeriledi?
3. Toliq ishki shaǵılısıwdıń qollanılıwı haqqında nelerdi bilesiz?
4. Temperatura artıwı menen suwdıń sıniw kórsetkishi biraz kemeyedi. Bunda suw ushın tolıq shaǵılısıwdıń shegaralıq mýyesi qalay ózgeredi?
5. Hawaǵa salıstırǵanda taza suw, shiyshege hám almazdıń sıniw kórsetkishleri 1,33; 1,5 hám 2,42 ge teń. Usı zatlardıń qaysı birende tolıq ishki shaǵılısıwdıń shegaralıq mýyesi eń kishkene boladı?
6. Nur hawadan suwǵa túsip atır. Bunda tolıq ishki shaǵılısıw qubilisın baqlawǵa bola ma?



72-súwret.

48-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Jaqtılıq nurınıń eki ortalıq shegarasına túsiw müyeshi 30° bolǵanda, sıniw müyeshi 45° ekenligin bilgen halda, tolıq ishki shaǵılısıwdıń shegaralıq müyeshi qanshaǵa teń bolıwın anıqlań.

Berilgeni:

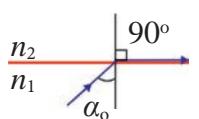
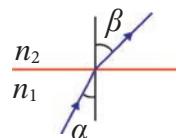
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

Tabıw kerek:

$$\alpha_0 = ?$$

Sızılması:



Esaplaw:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{2}/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Juwabi: $\alpha_0 = 45^\circ$.

Formulası:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

2-másele. Shiyshe-hawa shegarasındaǵı jaqtılıqtıń tolıq ishki shaǵılısıw shegaralıq müyeshi 37° ekenligin bilgen halda, jaqtılıqtıń shiyshedegi tezligin anıqlań.

Berilgeni:

$$\alpha = 37^\circ$$

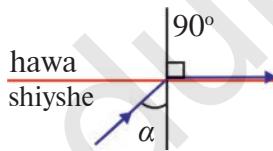
$$n_2 = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$

Tabıw kerek:

$$v_1 = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}; \quad n_1 = \frac{n_2}{\sin \alpha_0};$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{c}{n_2} \cdot \sin \alpha_0.$$

Esaplaw: sinustıń 37° müyesh-tegi mánisin kesteden alamız, yaǵníy $\sin 37^\circ = 0,6$

$$v_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1} \cdot \sin 37^\circ = \\ = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,6 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Juwabi: $v_1 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

**M
26**

1. Nur dástesı suwdan ($n = 1,33$) hawaǵa ótpekte. Tolıq ishki shaǵılısıwdıń júz beriwi ushın suw ishinen túsiп turǵan nur qanday müyesh astında túsiwi kerek?
2. Sapfir ushın tolıq shaǵılısıwdıń müyeshi 34° ge teń. Sapfirdiń sindırıw kórsetkishin anıqlań.
3. Eger almaz ushın sindırıw kórsetkishi 2 bolsa, jaqtılıq nurınıń almazdaǵı tolıq ishki shaǵılıswiniń shegaralıq müyeshi qanday?

4. Nur dástesi nur sindiriw kórsetkishi 1,5 bolǵan bir ortalıqtan ekinshi ortalıqqa 53° mýyesh astında túskende, tolıq ishki shaǵılısıw baqlanadı. Ekinshi ortalıqtıń nur sindiriw kórsetkishin tabıń.

5. Nur dástesi bir ortalıqtan nur sindiriw kórsetkishi 1,2 bolǵan ekinshi ortalıqqa 47° mýyesh astında túskende tolıq ishki shaǵılısıw baqlanadı. Birinshi ortalıqtıń nur sindiriw kórsetkishin tabıń.

49-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS. SHIYSHENIŃ NUR SÍNDÍRÍW KÓRSETKISHIN ANÍQLAW

Magseti: shiysheniń nur sindiriw kórsetkishin anıqlawdı úyreniw.

Kerekli ásbaplar: elektr lampa, saňlaqlı tosıq, úshmúyeshli shiyshe prizma, iyneler, transportır.

Jumisti orınlaw tárkıbi

1. Nur dástesiniń jolına úshmúyeshli shiyshe prizmanı 73-súwrette kórsetilgenindey jaylasdırıń. Prizmanıń joqarısındaǵı α mýyeshti jazıp alıń (bul mýyesh prizmaǵa jazılǵan boladı).

2. Prizma qoyılǵanda nur dástesi O tochkada sınadı hám óziniń jolın ózgerttirip, γ mýyeshke burıladı. Nurdıń sínǵan jolın iyneler menen belgileń hám γ mýyeshti transportır menen ólsheń.

3. Nur sindiriw kórsetkishi n bolǵan shiyshe prizmadan hawaǵa ótiw halı ushın jaqtılıqtıń sínıw nızamın tómendegishe kórsetiw mümkin:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} \quad (1) \quad \text{yaki} \quad n = \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha} \quad (2)$$

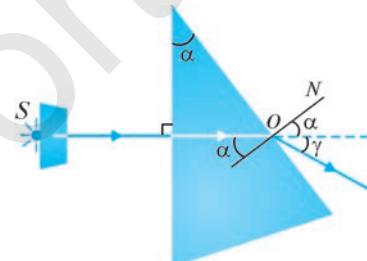
bunda α — shiyshe hám hawa shegarasına nurdıń túsiw mýyeshi bolıp, onıń shaması prizmanıń joqarısındaǵı mýyeshine teń. α hám γ niń olshengen mánisin (2) formulaǵa qoyp, berilgen shiysheniń nur sindiriw kórsetkishin anıqlań.

4. Tájiriyebe procesindegi ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestege jaziń.

Nº	α	$\sin \alpha$	γ	$\sin(\alpha + \gamma)$	n	n_{ort}
1						
2						

1. Tájiriybedegi jaqtılıq nurınıń jolın analizleń, túsiw hám sínıw mýyeshlerin kórsetiń.

Tájiriyebe procesin hám nátiyjelerin analizleń.



73-súwret.

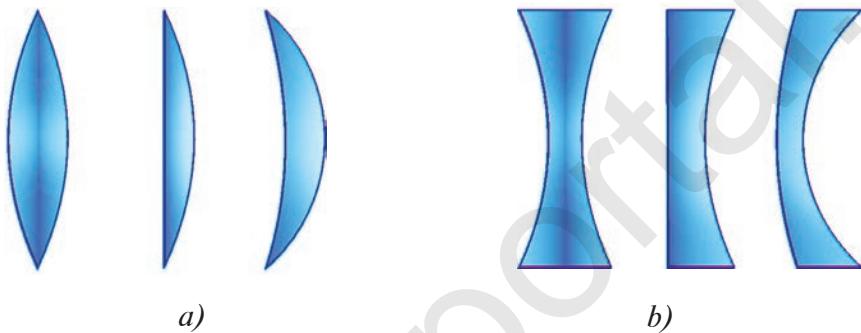
50-§. LINZALAR

Dónes hám oyis linzalar



Bir yamasa eki tárepi sferalıq bet penen shegaralanǵan móldir dene **linza** dep ataladi.

Linzalar dónes hám oyis boladı. Orta bólimi shetki bólimlerine qaraǵanda qalını bolsa — **dónes linza**, juqa bolsa — **oyis linza** dep ataladi. Hár eki linza 3 túrden ibarat (74-súwret).

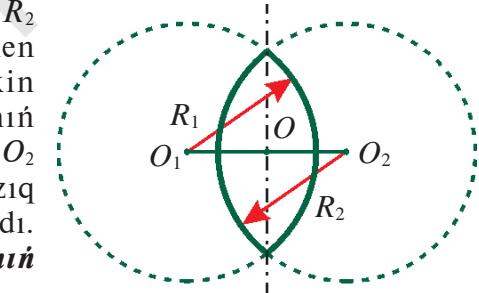


74-súwret.

Dónes linzanıń betin R_1 hám R_2 radiuslı sferalardıń óz ara kesilisiwinen payda bolǵan bet dep qaraw mümkin (75-súwret). Bunda R_1 hám R_2 linzanıń iyreklik radiusları. Sferalardıń O_1 hám O_2 oraylarından ótkizilgen O_1O_2 tuwrı sızıq **linzanıń bas optikalıq kósheri** dep ataladi. Linzanıń ortasındıǵı O noqatı **linzanıń orayı** dep ataladi.

Eger dónes linzaǵa onıń bas optikalıq kósherine parallel baǵdarlanǵan nurlardı baǵdarlasaq, linzadan ótken nurlar bas optikalıq kósheri ústindegi bir tochkada jiynaladı (76-a, súwret). Usı jiynawshı F noqat linzanıń **bas fokusi** dep ataladi. Dónes linza nurlardı bir noqatqa jiynaw qásiyetine iye bolǵanı ushın onı **jiynawshı linza** dep te ataladi.

Eger dónes linza ornına oyis linzaǵa nurlar tap sonday baǵdarlansa, linzadan ótken nur bir tegis shashırayıdı (76-b, súwret). Sonıń ushın oyis linza **shashıratiwshı linza** dep te ataladi. Shashırıwshı linzadan ótken nurlar keri tárepke dawam ettirilse, olar bas optikalıq kósherdiń bir noqatında kesilisedi. Sol F noqat oyis linzanıń **jormal fokusi** dep ataladi.

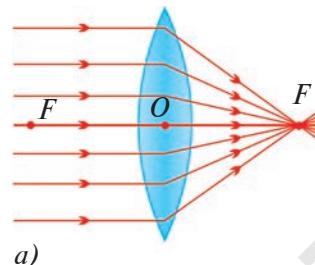


75-súwret.

Linzalar eki fokusqa iye bolıp, olar linzanıń eki tárępinde orayınan birdey aralıqta jatadı. Linza orayınan fokusına shekem bolǵan aralıq linzanıń **fokus aralığı** dep ataladı hám F haribi menen belgilenedi.



Fokus aralığına keri shama linzanıń optikalıq kúshi delinedi hám D háribi menen belgilenedi.

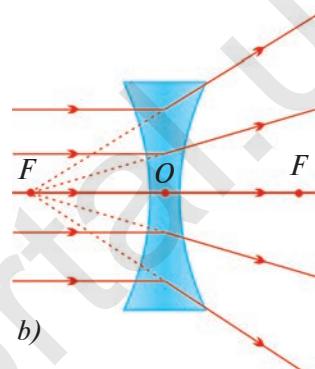


$$\text{Linzanıń optikalıq kúshi: } D = \frac{1}{F}, \quad (1)$$

formula boyınsha aniqlanadı. Optikalıq kúshıniń tiykarǵı birligi etip *dioptriya* (1 dptr) qabil etilgen. Fokus aralığı 1 m bolǵan linzanıń optikalıq kúshi 1 dptr ga teń boladı: 1 dptr = 1/m.

Jiynawshı linzada optikalıq kúshi hám fokus aralıq oń, shashıratiwshı linzada bolsa ekewi de teris boladı. Iyrekkilik radiusı R_1 hám R_2 hám de sindırıw kórsetkishi n bolǵan linzanıń fokus aralığın tómendegi formula arqalı tabıw mümkin:

$$F = \frac{1}{(n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}. \quad (2)$$



76-súwret.

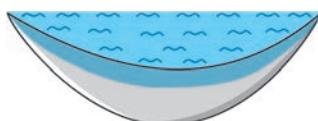
Bunda nur hawadan linzaǵa túsedı hám hawanıń nur sindırıw kórsetkishi 1 ge teń dep alınadı.



1. Linza dep qanday denege aytıladı?
2. Dóńes hám oyıs linzalardıń bir-birinen parqı neden ibarat?
3. Dóńes hám oyıs linzalardıń qanday tiykarǵı túrleri bar?
4. Linzanın bas optikalıq kosheri, bas fokusı, jorımal fokusı, fokus aralığı dep nege aytıladı? Olardı 76-súwretten korsetiń.
5. Linzanıń optikalıq kúshi dep qanday shamaǵa aytıladı? Ol qanday birlikte ańlatılıdı?



1. Dóńes-oyıs linzanı súwrettегidey etip gorizontal qoyıń. Oǵan suyuqliq quyılsa, linzanıń optikalıq kúshi qalay ózgeredi. Tájiriybede tekserip kóriń. Juwmaq jazıń.

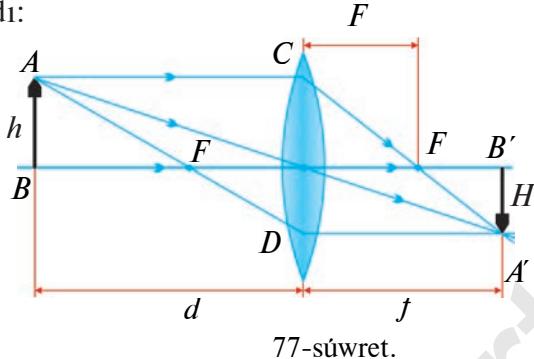


2. Hár túrlı optikalıq kúshke iye bolǵan shashıratiwshı hám jiynawshı linzalardıń qaysı biriniń optikalıq kúshi shamasın qalay aniqlaysız?

51-§. JUQA LINZA JÁRDEMINDE KÓRINIS JASAW

Linzada kórinis jasaw

Belgili bir AB buyım jiynawshı linzadan d uzaqlıqqa qoyılsa (77-súwret), onıń kórinisi qalay payda boladı? Dene (yaki buyım)nıń kórinisin linza járdeminde jasaw ushın tómendegi nur baǵdarların tańlaw maqsetke muwapiq boladı:



1. Linzanıń bas optikalıq kósherine parallel bolǵan (AC) nurdı alamız. Bul nur linzadan sıńıp ótkennen soń (CA') onıń fokusınan ótedi (77-súwret).

Linzaǵa túsemen degenshe onıń fokusınan ótken (AD) nur alındı. Bul nur linzadan ótkennen keyin bas optikalıq kósherge (yaǵníy DA') baǵdarǵa ketedi.

Linza optikalıq orayınan ótiwshi (AO) nur alındı. Bul nur linzadan ótkennen keyin dáslepki baǵdarın ózgertpeydi(yaǵníy OA').

Linzadan ótken nurlardıń kesilisiwinen payda bolǵan kórinis, haqiqyqı korinis bolıp esaplanadı. 77-súwrettegi linza járdeminde alıngan ($A'B'$) kórinis tóńkerilgen haqiqyqı kórinis bolıp tabıladı.

Linza formulası

Linza formulası buyımnan linzaǵa shekemgi bolǵan d aralıq, linzadan kóriniske shekemgi bolǵan f aralıq hám linzanıń F fokus aralığı arasındań baylanıstı bildiredi, yaǵníy:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{yaki} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

Jiynawshı linzalar ushın F , d , f oń shamalar. Buyım linzadan $d < F$ aralıqta bolǵanda f teris bolıp, kórinis jormal boladı.

Linzanıń sızıqlı úlkeyttiriliwi



Buyım kórinis ólsheminiń óz ólshemine qatnasi linzanıń sızıqlı úlkeyttiriliwi delinedi.

Anıqlama boyinsha: $K = \frac{H}{h} = \frac{AB'}{AB}$. Sonday-aq, linzaniń sızıqlı úlkeyttiriliwi linzadan kóriniske shekem bolǵan aralıq (f) hám buyımnan linzaǵa shekem bolǵan aralıq (d) arqalı da anıqlanadı, yaǵníy: $K = \frac{f}{d}$.

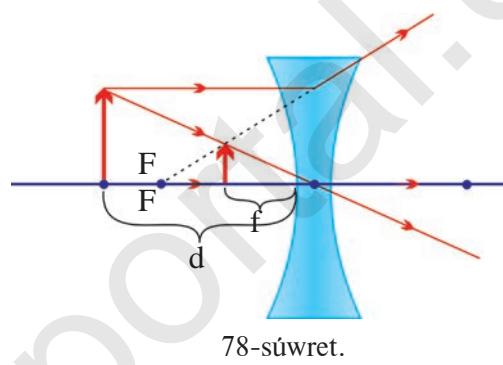
Eger $K > 1$ bolsa, buyımnıń linzadaǵı kórinisi úlkeygen boladı. $K < 1$ bolǵanda bolsa kórinis kishireygen boladı.

Shashıwshı linzada kórinis jasaw

Shashıwshı linzada buyım kórinisin alıw sızılması 78-súwrette kórsetilgen. Súwretten kórinip turǵanınday, súwret shashıratiwshı linzadan ótken nurlar-dıń dawamı kesilisiwinen payda bolǵan. Soniń ushın kórinis jormal hám tuwrı kórinis bolıp tur.

Shashıratiwshı linzalarda bolsa, f hám F bárhámá keri hám kórinis jormal boladı. Shashıratiwshı linza formuluası:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \quad (2)$$



1. Linzada kórinis jasaw ushın qanday nurlar saylanadı?
2. Linza formuluası qanday shamalardı bir-birine baylanıstırıdı?
3. Linzaniń sızıqlı úlkeyttiriliwi qanday formulalar arqalı anıqlanadı?
4. Jiynawshı linzada qanday kórinislerdi alıwǵa boladı?
5. Jiynawshı linza qanday halda jormal kórinisti payda etedi?
6. Shashıratiwshı linzada qanday kórinislerdi alıwǵa boladı?



Kesteni toltrırıń.

Jiynawshı linza			
d	f	K	Kórinis formasi
$d=\infty$	$f=F$	$K<1$ (kishireygen)	kórinis haqıqıy, biraq noqat tárizli hám linzaniń fokusında jaylasadı
$d>2F$	$F < f < 2F$	$K<1$ (kishireygen)	kórinis haqıqıy, biraq kerisinshe
$d = 2F$			
$F < d < 2F$			
$d < F$			

52-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Buyım fokus aralığı 7,5 cm bolğan jiynawshı linzadan 10 cm aralıqta jaylasqan. Onıń kórinisi linzadan qanday aralıqta payda boladı? Linzanıń úlkeytiliwi qanday?

Berilgeni:

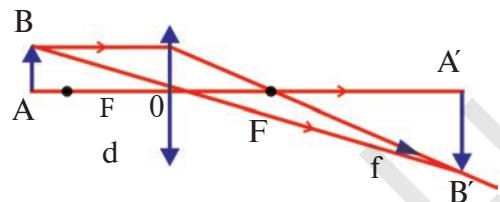
$$F = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm.}$$

Tabiw kerek:

$$f = ? \quad K = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f};$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F}.$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}.$$

Esaplaw:

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{10 \cdot 7,5}{10 - 7,5} = 30 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3.$$

Juwabi: $f = 30 \text{ cm}$, $K = 3$.

2-másele. Buyım jiynawshı linzadan úsh fokus aralıq uzaqta tur. Onıń sızıqlı ólshemi ózinen neshe ese kishi boladı?

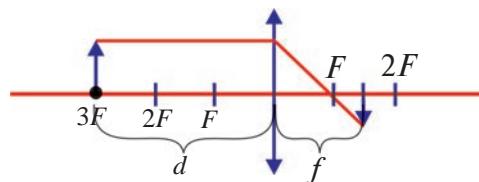
Berilgeni:

$$d = 3 \cdot F$$

Tabiw kerek:

$$K = ?$$

Sızılması:



Formulası:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

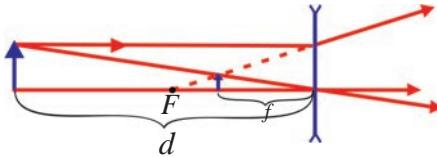
$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}$$

Esaplaw:

$$K = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{3F - F} = \frac{1}{2}.$$

$$\text{Juwabi: } K = \frac{1}{2}.$$

3-мáселе. Linzadan 50 cm uzaqlıqtaǵı denenin jormal kórinisi 2 ese kishireygen türde payda boladı. Linzanıń optikalıq kúshin aniqlań.

Berilgeni: $d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ $K = 1/2$ Tabıw kerek: $D = ?$	Sızılması: 
	Formulası: $K = \frac{f}{d} \quad f = d \cdot K$ $D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d \cdot K} = \frac{K-1}{d \cdot K}$

**M
27**

1. Fokus aralığı 40 cm, 25 cm, 10 cm, -10 cm, -25 cm, -40 cm bolǵan linzanıń optikalıq kúshin aniqlań.
2. Hawaǵa salıstırıǵanda nur sindırıw kórsetkishi 1,5 ǵa teń shiyshe-den islengen bettiń iyreklik radiusları 20 cm hám 25 cm bolǵan eki tárepleme dóńes linzanıń optikalıq kúshin tabiń.
3. Fokus aralığı 10 cm bolǵan linzadan 15 cm aldınraq qoyılǵan buyımnıń súwreti linzadan qansha aralıqtaǵı uzaqlıqta payda boladı? Linzanıń úlkeytiliwi neshege teń?
4. Oqıwshı laboratoriya jumısın orınlap atırıp, ekranda janıp turǵan shamnıń súwretin payda etti. Eger, buyımnan linzaǵa shekem bolǵan aralıq 15 cm, linzadan ekranga shekem bolǵan aralıq 60 cm bolsa, linzanıń fokus aralığı hám optikalıq kúshi qansha?
5. Fokus aralığı 50 cm bolǵan jiynawshı linzadan buyımdı qanday aralıqqa jaylastırırlıǵanda, 4 ese úlkeygen kórinis payda boladı?
6. Buyımnıń jormal kórinisi linzadan 50 cm aralıqta payda boldı. Eger buyımnan linzaǵa shekemgi aralıq 20 cm bolsa, linzanıń optikalıq kúshi qanday bolǵan?
7. Shashıratıwshı linzadan 1 m uzaqlıqta turǵan buyımnıń jormal kórinisi linzadan 25 cm aralıqta payda boldı. Linzanıń optikalıq kúshi qanday bolǵan?
8. Ekrannan 1 m uzaqta turǵan jiynawshı linza, buyımnıń ekranda 2 ese úlkeygen kórinisini payda etedi. Linzanıń optikalıq kúshi qanday bolǵan?

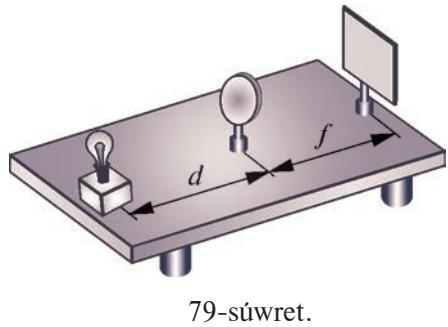
53-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS LINZA JÁRDEMINDE KÓRINIS PAYDA ETIW

Maqseti: Linzanıń fokus aralığın hám optikalıq kúshin aniqlawdı úyreniw.

Kerekli ásbaplar: dónes linza, elektr lampa, ekran, masshtablı sizgish.

Jumisti orınlaw tártibi

1. Elektr lampa, linza hám ekrandı stoldıń ústine 79-súwrettegidey kórsetilgenindey jaylastırıń.



2. Lampanı jaǵıń. Ekrandı aldığa-artqa iyterip, lampa talshıǵınıń eń anıǵıraq kóriniși payda bolatuǵın aralıqtı tabıń. Lampadan linzaǵa shekem bolǵan d_1 aralıqtı hám linzadan kórinișke shekem (ekranǵa shekem) bolǵan f_1 aralıqtı ólsheń.

3. Lampa menen linza arasındaǵı aralıqtı d_2 hám d_3 ke ózgertip, tájiriybeni tákirralań. Ekranda lampa talshıǵınıń eń anıǵıraq kóriniși payda bolǵan aralıqta f_2 hám f_3 lerdi ólsheń.

4. Linza formulasınan paydalanıp, hárbiр tájiriybeden alıńǵan d_1 hám f_1 , d_2 hám f_2 , d_3 hám f_3 ushın fokus aralığı F_1 , F_2 , F_3 ti esaplań.

5. $F_{ort} = (F_1 + F_2 + F_3)/3$ formulaǵa qoyıp, fokus aralıǵınıń ortasha mánisın esaplań.

6. $D = 1/F$ formuladan linzanıń optikalıq kúshin esaplań.

7. Ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestege jaziń.

Nº	d , m	f , m	F , m	F_{ort} , m	D , dptr
1					
2					
3					

8. Linzanı lampadan $d = 2F$ aralıqqa qoyıń. Ekrandı aldına-artına iyterip, onda lampa talshıǵınıń kóriniśin payda etiń.

9. Linzanı lampadan sonday aralıqqa qoyıń, bunda $F < d < 2F$ shárt orınlansın. Ekrandı iyterip, onda lampa talshıǵınıń kóriniśin payda etiń.

10. Linzanı lampadan $d < F$ aralıqqa qoyıń. Ekrannan lampa talshıǵınıń kóriniśin izleń. Linzanıń arqasında kóriniś payda bolmawı kerek.



1. 8 — 9-tapsırmalar boyınsha ótkerilgen tájiriybelerde ekranda payda etilgen kórinişler bir-birinen qalayınsha pariqlanadı?
2. 10-boyınsha ótkerilgen tájiriybede ne sebepten ekranda kóriniś payda bolmaǵanın túsindirip beriń.
3. Tájiriybe nátiyjelerin analizleń hám pikir júrgiziń.

54-§. OPTIKALÍQ ÁSBAPLAR

Lupa

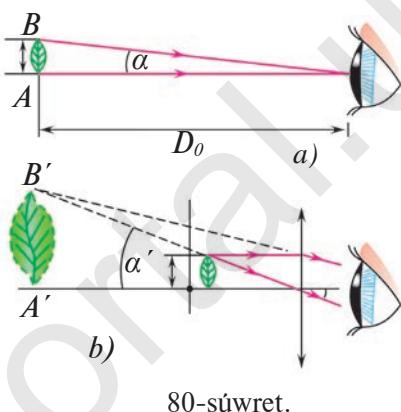


Lupa — buyımlardıń kóriw múyeshin úlkeytip beretuǵın eki tárepleme dóńes linza.

Kózimizdiń en jaqsı kóriw aralığı $D_0 = 25$ cm átirapında boladı. Mısalı, AB buyım betindegi mayda narselerdi kózden keshiremiz. Aralıq D_0 den azayǵanda kózimiz buyımdaǵı mayda nárselerdi kóre almaydı.

D_0 aralıqta kózimizdiń AB buyımdı kóriw múyeshi α ga teń bolsın (80-a, súwret). Buyım menen kózimiz arasına lupa qoysaq, D_0 aralıqta AB buyımnıń úlkeygen $A'B'$ kórinisi kórinedi (80-b, súwret). Bunda buyımnıń betindegi mayda nárseler de úlkeygen halatta kórinedi. Bunday halat ushın lupanıń úlkeytiwi $K=A'B'/AB=\alpha'/\alpha$ boladı.

Lupanıń úlkeytiwi $K = D_0 / F$ formula menen aniqlanadı. Lupalardıń fokus aralığı, ádette, 1 — 10 sm boladı. $D_0 = 25$ cm átirapında ekenligin esapqa alsaq, lupa buyımlardı 2,5 — 25 ese úlkeytip kórsetedı.



80-súwret.

Fotoapparat

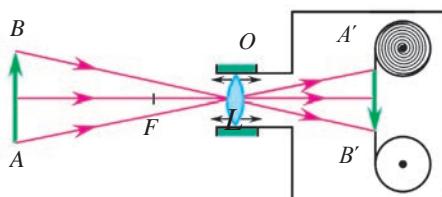


Fotoapparat — obyektiń súwretin fotoplyonka, fotoplastina yamasa fotoqaǵazǵa túsırıp, saqlaytuǵın etip beretuǵın apparat.

Fotoapparattıń tiykarǵı bólimi kamera K hám obyektiv O dan ibarat (81-súwret). Obyektivtegi linza L kamera ekranında AB buyımnıń keri, haqiyqıy hám kishireygen $A'B'$ kórinisin payda etedi. Fotoapparatta buyımlardıń kórinisin saqlap qalıw maqsetinde kameranıń ekranına jaqtılıq tásirinde kórinisti ózinde payda etetuǵın hám saqlap qalatuǵın arnawlı fotoemulsiya qaplangan fotoplyonka jaylastırılaǵı.

Pán hám texnikanıń rawajlanıwı nátiyjesinde pylonkalı fotoapparatlar ornın zamanagóy elektron (nomerli) fotokameralar iyeledi (82-súwret). Elektron fotokameralarda fotoplyonka ornına arnawlı sezgir element ornatılıdı. Elementte alıngan súwrettiń noqatları qálipesedı. Súwrettiń bul noqatları — piksel dep ataladı. *Pixel* — inglizshe (*picture element*) sózlerinen alıngan bolıp, element degen mánini bildiredi. Piksel fotoapparat

ushın áhmiyetli sıpat xarakteristikası bolıp esaplanadı. Eger fotoapparattıń pikseli qansha úlken bolsa, bul fotoapparatlarda alıńgan súwret sıpatlı boladı. Eń jaqsı fotoapparatlardıń súwretin belgilewshi elementi birneshe on mega pikseldi qurayıdı.



81-súwret.



82-súwret.

Mikroskop

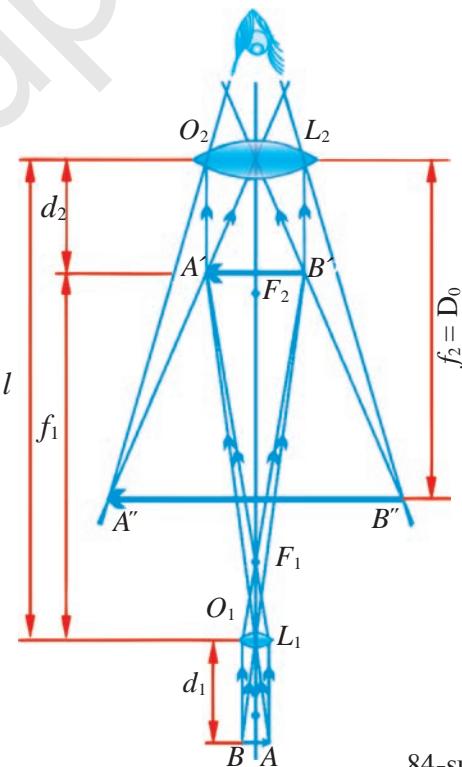


Mikroskop — jaqın aralıqtaǵı kózge anıq kórinbeytuǵın júdá mayda obyektlerdi úlkeytip kórsetetuǵın optikalıq ásbap bolıp esaplanadı.

Mikroskoptan bakteriyalar, kletkalar sıyaqlı mayda obyektlerdi kóriw ushın paydalanylادы (83-súwret).



83-súwret.



84-súwret.

O_1 okulyardaǵı L_1 járdeminde AB buyımnıń keri, haqıyqı hám úlkeygen kórinisi $A'B'$ payda etiledi (84-súwret). Mikroskoptıń O_2 obyektivindegi L_2 linza lupa siyaqlı kóriniw müyeshin kóterip beredi. Mikroskoptıń obyektivine qaralǵanda L_1 linza payda etken $A'B'$ kórinis kózdiń eń jaqsı kóriw aralıǵı bolǵan D_0 uzaqlıqta jáne de úlkeygen $A''B''$ halında kórineedi.

Mikroskoptıń úlkeyttiriwi

$$K = \frac{l \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2}$$

formula menen aniqlanadı. Bunda l — linzalar arasındaǵı aralıq, F_1 hám F_2 — linzalardıń fokus aralıǵı.

Jetilistirilgen bunday mikroskoplar járdeminde kózdiń ilmeytuǵın mayda obyektlerin 3 miń esege shekem úlkeytip kóriw mümkin. Keyingi jilları jaratılǵan arnawlı mikroskoplardıń úlkeytiw koefficienti 100 mińǵa shekem boladı.



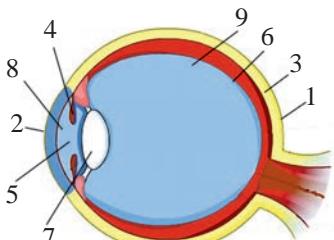
1. Lupada kórinis qalay payda boladı? Onıń úlkeytiwi qalay aniqlanadı?
2. Fotoapparattıń dúzilisi hám islewin túsındırıp beriń.
3. Mikroskopta kórinis qalay payda boladı? Onıń úlkeytiwi qalay aniqlanadı?
4. Optikalıq teleskoplar haqqında nelerdi bilesiz?



1. Fokus aralıǵı 2,5 cm bolǵan lupa buyımdı neshe ese úlkeytip kórsete aladı? Usı hám keyingi máselelerde $D_0 = 25$ cm dep alıń.
2. Buyımdı 20 ese úlkeytip kórsete alatuǵın lupanıń fokus aralıǵı qansha?
3. Mikroskop linzalarınıń fokus aralıqları sáykes türde 1,5 cm hám 2,5 cm, linzalar aralıǵı 30 cm. Bunday mikroskop obyektti neshe ese úlkeytip kórsetedı?
4. Fokus aralıǵı 30 cm bolǵan linza, buyımnıń 3 ese kishireytirilgen haqıyqı kórinisin payda etti. Buyım linzadan qanday aralıqqa qoyılǵan?
5. Birinshi fotoapparat obyektiviniń fokus aralıǵı 5 cm, ekinshisińki 4 cm. Birdey aralıqtan turıp bir obyekttiń fotosúwreti alınganda obyekttiń qaysı fotoapparatta alıngan súwreti úlkenirek shıǵadı?
6. Fokus aralıǵı 40 cm bolǵan dóńes linzadan buyım 50 cm aralıqta tur. Linzanıń sıziqlı úlkeytiliwi neshege teń?
7. Fokus aralıǵı 20 cm bolǵan dóńes linza ekranınan 60 cm aralıqta turǵanda, ekranда buyımnıń úlkeygen haqıyqı kórinisi payda boldı. Buyım hám ekran arasındaǵı aralıq qanday bolǵan?

55-§. KÓZ HÁM KÓRIW

Kózdiń dúzilisi



85-súwret.

85-súwrette adamniń kóz dúzilisi súwretlengen. Kóz almasınıń sırtqı qabiǵı *sklera* (1), onıń móldir aldingı bólimi *múyizli perde* (2) dep ataladı. Sklera ishki tárepten *tamir qabat* (3) penen qaplangan. Tamır qabat qan tamırlardan ibarat.

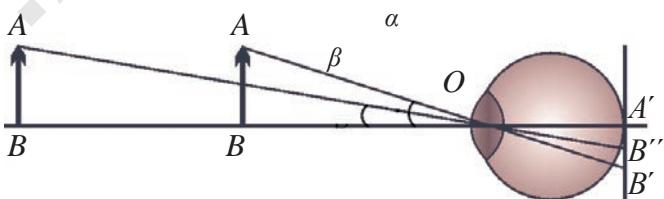
Tamırlı qabattıń aldingı bólimi kózdiń *reńli qabatqa* (4) tutasqan. Onıń ortasında domalaq tesik — *qarashıq* (5) bar. Tamır qabattıń astında *tor perde* (6) bolıp, ol tıǵız jaylasqan nerv talshıqlarınıń ushlarınan ibarat. Kózdiń reńli

qabatı astında — *gáwhar* (7) jaylasqan bolıp, oǵan tutasqan arnawlı bulshıq etler gáwhardiń iymeklik radiusın ózgertip turadı. Gáwhardiń qarama-qarsı tárepindegi tor perdeniń beti jaqtılıqqı sezgir sarı zat penen qaplangan. Múyizli perde menen gáwhar aralığı reńsiz *suw tárızlı suyiqlıq* (8) penen tolğan. Gáwhar menen tor perde arasında jumsaq *shiyshé tárızlı zat* (9) bar. Suw tárızlı suyiqlıq hám shiyshé tárızlı zattıń nur sindırıw kórsetkishi 1,5 ke teń. Gáwhar eki tárepleme dónes linza waziypasın atqaradı.

Kóriw

Buyımǵa qaraǵanımızda onnan kelip turǵan nur kózge túsedı hám tor perdede buyımnıń haqıqıy, kishireygen hám tóńkerilgen kórinisi payda boladı. Tor perdede nerv talshıqları buyımnıń forması hám reńi haqqında informaciyanı miyge jetkeredi. Solay etip, adam sol buyımnıń forması hám reńin sezedi.

Átiraptığı buyımlar adamniń kózinən túrli aralıqta jaylasqan bolsa da, torlı perdede anıq kórinisi payda bola beredi. Buǵan sebep, kóz gáwharınıń iymeklik radiusı, fokus aralığınıń ózgeriwsheńligi bolıp esaplanadı.



86-súwret.

Júdá uzaqtaǵı buyımları seze almaymız. Aytayıq, kóz gáwharınıń optikalıq orayı *O* noqatta bolsın. Jaqın jerde turǵan *AB* shamadaǵı buyımǵa *a* múyeshi astında qaraǵanımızda onıń kórinisi torlı perdede *A'B''* shamada payda boladı (86-súwret). Eger, usı *AB* buyımdı uzaǵıraq

aralıqqa qoyp oğan qarasaq, payda bolǵan $A'B''$ kórinis hám β kóriw mýyeshi kishirek boladı. Bul halatta kórinis astına azıraq sandağı nerv ushları tuwra keledi. Sonıń ushın buyımniń sırtqı kórinisi boyınsha informaciya alamız.

AB buyım qansha uzaq aralıqta bolsa, kórinis hám kóriw müyeshi sonsha kishi boladı, sırtqı kórinis boyınsha da sonsha az informaciya alamız. Eger *AB* buyım júdá uzaqta bolsa, perde talshıǵındaǵı kórinis sonsha kishi boladı, kórinis tek bir nerv talshıǵı ushına túsedı. Bir nerv talshıǵı tek bir noqat haqqında informaciya beredi. Eki kóz benen kóriwde buyımnıń kórinisi eki kózde birdey payda boladı. Eger barmaǵımızdı tik halatta murnımızdıń алдında tutıp tursaq, ol ekew bolıp kórineńdi. Biraq barmaǵımız 15 — 20 cm uzaqlıqqa barganında bul jaǵday joq boladı. Sol aralıqtan baslap kózlerimiz kóriwde bir-birine járdem beredi. Bir kóz benen keńistliktiń úsh ólshewligin, buyımlardıń uzaq jaqınlıǵıń, joldıń oylı-báleñtligin seziw qıyın. Bunda eki kóz benen kóriw járdem beredi.

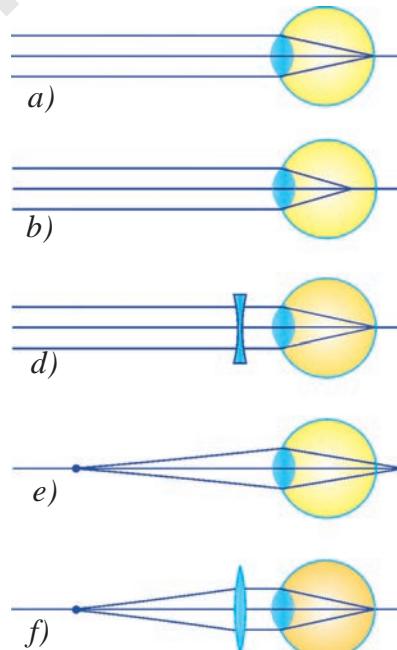
Kóriwdegi defektler. Kózáynek

Normada kóriwshi adamnıń közinde buyım kórinisi torlı perdede payda boladı (87-a, súwret). Ayırım adamlar uzaqtan kórmeydi. Bunday adamlar közinde uzaqtaǵı buyım kórinisi tor perdeden berjaqta payda boladı hám buyımlar buldırap kórineedi (87-b, súwret). Bunday kóz *jaqınnan kóriwshi* delineedi.

Jaqınnan kóriwshi kózlerde gáwhardıń fokus aralığı normadan az, optikalıq kúshi úlkenirek boladı. Kóriwdi jaqsılaw ushın oyıslinzalı kózayınekten paydalanyladi. Kózayınek-tegi optikalıq kúsh teris bolǵan bunday linza kórinisti tor perde tárepke iyterip beredi (87-d, súwret). Bunday kózayınek járdeminde bu-yımdı jaqsı kóriw múmkin.

Bazibirewler, ásirese, úlken jastaǵı adamlar oqıw hám jazıwdı qıynaladı. Bunday adamnıń kózinde buyımnıń kórinisi tor perdeden arjaqta payda boladı hám buldırıp kórinedi (87-e, súwret). Bunday kóz ***uzaqtan kóriwshi*** dep ataladı.

Uzaqtan kóriwshi kózlerde fokus aralığı normadan úlken, yaǵníy optikalıq kúshi kishirek boladı. Kórinisti jaqsılaw ushın dónes linzalı kózáynek paydalanylادı. Kózáynektegi optikalıq kúsh oń bolǵan linza kórinisti tor perde tárepke iyterip beredi (87-f, súwret). Nátijede, bunday kózáynek járdeminde adam buyımdı normadaǵı kóz siyaqlı jaqsı kóredi.



87-súwret.



1. Kózde kórinis qalay payda boladı?
2. Eki kóz benen kóriwdiń bir kóz benen kóriwden parqı neden ibarat?
3. Jaqınnan kóriwshi hám uzaqtan kóriwshi kózlerdegi kemshilik neden ibarat? Bunday kózlerdiń jaqsı kóriwi ushın qanday kózáynekten paydalaniw mümkin?

56-§. MÁSELELER SHESHIW

1-másele. Adam 4,5 m uzaqlıqtan súwretke alınganda, onıń kórinisiniń báalentligi 40 mm ge teń boladı. Fotoapparat obyektiniń fokus aralığı 10 cm ge teń bolsa, adamnıń boyı qansha bolǵan?

Berilgeni:

$$d = 4,5 \text{ m}$$

$$h = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$F = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m.}$$

Tabıw kerek:

$$H = ?$$

Formulası:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \frac{h}{H} = \frac{f}{d};$$

$$H = \frac{d}{f} \cdot h = \frac{d}{\frac{F \cdot d}{d - F}} \cdot h = \frac{d - F}{F} \cdot h.$$

Esaplaw:

$$H = \frac{4,5 \text{ m} - 0,1 \text{ m}}{0,1 \text{ m}}$$

$$\cdot 0,04 \text{ m} = 1,76 \text{ m}$$

Juwabi: $H = 176 \text{ cm.}$

2-másele. Mikroskop linzalarınıń fokus aralıqları sáykes türde 0,5 cm hám 2,5 cm, linzalar arasındań aralıq 40 cm. Bunday mikroskop obyektiń neshe ese úlkeytip kórsetedi?

Berilgeni:

$$F_1 = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

$$F_2 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

$$D_0 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$l = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

Tabıw kerek:

$$K = ?$$

Formulası:

$$K = \frac{l \cdot d_0}{F_1 \cdot F_2}.$$

Esaplaw:

$$K = \frac{0,4 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m}}{0,005 \text{ m} \cdot 0,025 \text{ m}} = 800$$

Juwabi: $K = 800.$

3-másele. Jaqınnan kóretuǵın adam 12,5 cm aralıqtan kitaptı oqıy alsa, ol normal oqıy alıwı ushın optikalıq kúshi qanday bolǵan kózáynekti taǵıwı kerek?

Berilgeni:

$$a = 0,125 \text{ m}$$

$$d_0 = 0,25 \text{ m}$$

Tabiwi kerek

$$D_{kózáynek} = ?$$

Sheshiliwi:

$$D_n = \frac{1}{d_0} = \frac{1}{0,25 \text{ m}} = 4 \text{ dptr.}$$

$$D_n - \frac{1}{a} + D_{kózáynek}$$

$$D_{kózáynek} = D_n - \frac{1}{a} = 4 \text{ dptr} - \frac{1}{0,125 \text{ m}} = 4 \text{ dptr} - 8 \text{ dptr} = -4 \text{ dptr.}$$

Juwabı: kishi linzaniń optikalıq kúshi -4 dptr bolǵan kózáynek taǵıwı kerek.

1. Biyikligi 3 m bolǵan terek súwretke alınganda onıń kórinisiniń biyikligi 12 mm boldı. Eger fotoapparat obyektiviniń fokus aralığı 20 cm bolsa, súwret qanday aralıqtan alıngan?
2. Mikroskop obyektiniń fokus aralığı 2 mm, okulyardıń fokus aralığı 30 mm. Obyektiv penen okulyar arasındaǵı aralıq 20 cm bolsa, mikroskoptiń úlkeytiliwin tabıń.
3. Fokus aralığı 50 cm bolǵan oyıs linzalı kózáynektiń optikalıq kúshi qansha boladı? Bunday kózáynek qanday maqsette taǵıladı?
4. Oqıwshı bala optikalıq kúshi 4 -dioptriya bolǵan kózáynekte oqıp atır. Onıń kózáyneksiz eń jaqsı kóriw aralıǵı qansha?
5. Oqıwshı bala kózáynegin alıp, kitaptı kózinen 16 cm uzaqlıqta oqıydi. Ol taqqan kózáynektiń optikalıq kúshi qanday bolǵan?
6. Oqıwshı optikalıq kúshi -2 dptr bolǵan kózáynekte oqıp atır. Onıń kózáyneksiz eń jaqsı kóriw aralıǵı qanday boladı?

57-§. GELIOTEXNIKA. ÓZBEKSTANDA QUYASH ENERGIYASÍNAN PAYDALANIW

Quyashtan kiyatırğan jaqtılıq energiyasın jıllılıq yamasa elektr energiyasına aylandırıp, onnan túrli maqsetlerde paydalaniw mümkin.



Quyash energiyasın basqa túrdegi energiyalarǵa aylandırıp beriwshi qurılmalar geliotexnikalıq *qurılmalar* dep, Quyash energiyasınan keleshekte paydalaniw menen shugullanatuǵın taraw geliotexnika dep ataladı.

Grek tilinde «*Gelios*» — «*Quyash*» degendi aňlatadı.

Jer betine jetip keletuǵın Quyash nurları júdá úlken jıllılıq deregi esaplanadı. Áne usı derekten únemli paydalaniw usılların tabıw, túrli qurılmalar, energiya dereklerin jaratıw *geliotexnikanıň tiykargı waziyäsi* bolıp esaplanadı.

Sizge belgili, Quyash Jer júzin geografiyalıq keńlikler boyınsha hár túrli ashıp beredi. Jıl dawamında Jerdiń 1 m² betine tuwra keletuǵın Quyash energiyası 300 W/m² tan 1340 W/m² qa shekem ózgerip turadı. Oraylıq Aziya mámlekетlerinde Quyash energiyasınan paydalaniw ushın geografiyalıq, optikalıq hám energetikalıq tärepten tabiyǵıy imkaniyatlar bar. Sonday-aq, iyun ayında jaqtı kún uzınlığı 16 saat, dekabrde bolsa 8 — 10 saattı qurayıdı. Jazda ayına 320 — 400 saat ashıq quyash nuri tuwra keledi. Bul jerlerde geliotexnikalıq qurılmalardan paydalaniw nátiyjesinde kóp muğdardaǵı janarmay hám basqa dereklerden alınıp atırǵan energiya únemleniwi mümkin. Quyashlı Ózbekstanda geliotexnikadan únemli paydalaniw imkaniyatı júdá úlken bolıp esaplanadı.

Ózbekstanda Quyash energiyasınan aldınnan paydalaniп kelingen. Adamlar áyyemnen miywe hám palız ónimlerin Quyash nurında keptirip, eń joqarı sapalı kishmishler tayarlangan. Erik, qawın, alma, shabdal hám basqalardı keptirip, olardan qaq tayarlangan.

Ulli ulamalarımız Quyash jıllılığınıń Jer júzinde bolatuǵın qubılıslarǵa baylanıslılığı haqqında pikir júrgizgen. Mısalı, *Abu Áli ibn Sina* óziniń «Danışhnama» kitabında «Linzanıń ot alındırıwınıń sebebi, onıń bir tärepten kiyatırğan nurlardı bir noqatqa jiynawında bolıp esaplanadı. Bul noqat kúshli jaqtılandırıladı hám kúshli ısiydi» dep jazadı.

Quyash energiyası menen isleytuǵın geliotexnikalıq qurılmalar XX ásirdiń baslarında qurıla baslaǵan. Bul dáwirde Ózbekstanda Quyash energiyası menen isleytuǵın geliotexnikalıq qurılmalar (temeki ekstraktın Quyash nurında puwlandırıw, tájiriye teplicaları) qurıldı. Geliotexnika tarawında da izertlewlerdi alıp bariwǵa itibar berile baslandı. 1934-jılı Tashkente *Geliotexnika laboratoriysi* xızmet kórsete basladı.

1943-jılı Ózbekstan Ilimler Akademiyasınıń Fizika-texnika institutında *Geliotexnika laboratoriysi* düzildi. Bul laboratoriyda alıp barılǵan izertlewler tiykarında Quyash energiyasınan paydalaniп suw ısitıw

qurılmaları, miywe keptirgishler, pille jibitiwshi hám keptirgishler, kúkirt suylıttırıwshı qurılmaları islep shıgıldı.

1946-jılı Fizika-texnika institutında diametri 10 m li ayna sıyaqlı *paraboloid qurılma* qurıldı. Quyash energiyasın jiynap beretuğın bul qurılmadan puw hám muz alıw jumıslarında paydalanyldı.

1963-jılı Özbekstan Ilimler akademiyasınıń Geofizika bólimi düzildi. Alıp barılğan ilimiý izertlewler tiykarında Quyash nurın jiynaw hám onnan paydalaniwǵa qaratılğan hár qıylı qurılmalar islep shıgıldı. Mısalı, jiynalǵan Quyash nuri tásirinde awırıwlardı emleytuğın medicinalıq qurılmalar, awıl xojalığı eginleri tuqımlarına Quyash nuri menen islew beriwshi qurılmalar islep shıgıldı.

Respublikamızda Quyash energiyasınan paydalaniw barısında úlken jetiskenliklerge erisildi. 1960-1970-jillardan-aq bul tarawda alımlarımız *U. O. Orıpopov, S. A. Azımov* hám basqalar tiykar salǵan geliotexnika mektebi qáliplesken edi.

1976-jılı *S. A. Azımov* baslaması menen húkimetimiz qararına muwapıq Özbekstan Ilimler akademiyasınıń «*Fizika-Quyash*» ilimiý islep shıgarıw birlespesi düzildi. Bul birlespe tárepinen ámeliy áhmiyetke iye bolǵan izertlewler alıp barılıp, nátiyjeleri ámeliyatqa usınıldı. Joqarı paydalı jumıs koefficientine iye bolǵan Quyash qurılmaları tiykarında islewshi suw nasosları, medicinada qollanılatuğın ásbaplar, suwdı duzsızlandırıwshı qurılmalar, teplicalar, keptirgishler hám suwıtqıshlar islep shıgıldı hám xalıq xojalığınıń hár qıylı tarawlarında, ásirese, imaratlardı issı suw menen tamiyinlewe qollanıwǵa usınıldı.

Quyash energiyasınan jáne de únemli paydalaniw maqsetinde 1987-jılı Tashkent oblastınıń Parkent rayonında «*Fizika-Quyash*» IISHB na qaraslı jıllılıq quwatı 1 MW bolǵan *Quyash peshi* qurıldı. Bunday qurılma sol waqıtqa shekem tek Odeo (Franciya) qalasında bar edi. Qurılmazıń konsentratori fokus aralığı 18 m bolǵan paraboloid aynalar sistemäsinan ibarat bolıp, onıń ólshemi 54×42 m di qurayıdı. Quyash pechinde jiynalǵan energiya issıǵa shıdamlı materiallardı alıw, issıǵa hám súykeliwge shıdamlı elektr izolaciya qásiyetlerine iye bolǵan materiallar islep shıgarıwǵa paydalanaılmakta. Sonday-aq, jergilikli shiyki zat hám sanaat shıǵındıları negizinde keramikalı issıǵa shıdamlı materiallar alıw hám olar tiykarında medicina, energetika, neft hám gaz, jeńil sanaat ushın kerekli buyımlar islep shıgarıw texnologiyaların jaratiw sıyaqlı ilimiý-texnikalıq zatlar qurılmaqta. Quyash peshi járdeminde aralas bolmaǵan taza metallardı eritip alıwǵa erisilmekte. Kosmoslıq stanciyalardaǵı joqarı quwatlı qurılmalarda Quyash energiyasınan paydalanaılmakta. Kishi quwatlı elektron qurılmalarda (mikrokalkulyatorlar, saatlar, mobil telefon apparatlar) hám fotoelementlerden paydalanyldı.

Quyash energiyasınan paydalaniwdıń keleshegi bar. Quyash energetikası ekologiyalıq taza bolıp, kóp imkaniyatlarǵa iye.



1. Qanday qurılmalar geliotexnikalıq qurılmalar dep ataladı? Geliotexnika tarawı nelerdi úyrenedi?
2. Ne sebepten Ózbekstan aymağı Quyash energiyasınan paydalaniw ushın qolaylı bolıp esaplanadı?
3. Úlkemizde áyyemnen Quyash energiyasınan qalay paydalaniп kelingen?
4. Ózbekstanda geliotexnika tarawın rawajlandırıw hám onnan ámeliyatta paydalaniw boyınsha qanday jumıslar ámelge asırılğan?

V BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST TAPSÍRMALARÍ

- 1. Jaqtılıq nuri hawadan suwǵa túsip tur. Túsiw mýyeshi α bolsa, sínw mýyeshi β in tómendegı shártlerden qaysı biri durıs juwap bola aladı?**
A) $\beta > \alpha$; B) $\beta > \alpha$; C) $\beta = \alpha$; D) $\beta < \alpha$.
- 2. Jaqtılıq nuri shiysheden hawaǵa ótip atır. Túsiw mýyeshi 30° . Nur ótkende, óz baǵdarın 30° qa ózgertken bolsa, shiysheniń sindırıw kórsetkishi nege teń boladı?**
A) 1,5; B) 2; C) $\sqrt{2}$; D) $\sqrt{3}$.
- 3. Jaqtılıq nurınıń 1-haldan 2-halǵa ótiwinde túsiw mýyeshi 60° qa, sínw mýyeshi bolsa 30° qa teń. 2-halattıń 1-halatqa qaraǵanda sindırıw kórsetkishi qanshaǵa teń?**
A) 0,5; B) 2; C) $\sqrt{3}/3$; D) $\sqrt{3}$.
- 4. Linzadan 50 cm uzaqlıqta buyımnıń 5,5 ese kishireygen jormal kórinisi payda boldı. Linzaniń optikalıq kúshin tabıń (dptr).**
A) -9; B) -5; C) -8; D) -2.
- 5. Bir buyımnıń fokus aralığı 12 cm li linzadan 16 cm uzaqlıqqa qoyılğan. Linzaniń úlkeyttiriliwi qanshaǵa teń boladı?**
A) 2; B) 3; C) 4; D) 5.
- 6. Dene optikalıq kúshi 10 dioptriya bolǵan dónes linzadan 20 cm aralıqta tur. Linzaniń úlkeyttiriliwin tabıń.**
A) 0,5; B) 1; C) 0,8; D) 1,5.
- 7. Fokus aralığı 36 cm bolǵan linzada 18 cm uzaqlıqta jaylasqan buyımnıń úlkeygen jormal kórinisi linzadan qanday aralıqta payda boladı (cm)?**
A) 9; B) 18; C) 36; D) 12.
- 8. Linzadan 10 cm aralıqta jaylasqan buyımnıń 2 ese kishireygen jormal kórinisi payda boldı. Linzaniń optikalıq kúshin anıqlań (dptr).**
A) 5; B) 10; C) -10; D) -5.

9. Eger fokus aralığı 5 cm li fotoapparat járdeminde 8 m li imarattıň alıngan súwreti 4 cm bolsa, imarat qanday uzaqlıqtan (m) súwretke alıngan?

- A) 4; B) 10; C) 41; D) 13;

10. Fokus aralığı 2 cm bolğan lupanıń úlkeytiliwin aniqlań.

- A) 9; B) 9,5; C) 10; D) 12,5.

11. Bes ese úlkeytilgen lupanıń optikalıq kúshin (dptr) tabıń.

- A) 150; B) 15; C) 25; D) 20.

12. Lupada qanday kórinis payda boladı?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| A) haqiqiy, teris, úlkeygen; | B) jorimal, teris, úlkeygen; |
| C) haqiqiy, tuwrı, úlkeygen; | D) jorimal, tuwrı, úlkeygen. |

13. Adamnıń eń jaqsı kóriw aralığı 60 cm bolsa, óziniń aynadaǵı kórinisin jaqsılaw kóriw ushın ol aynadan qanday aralıqta turiwi kerek (cm)?

- A) 25; B) 15; C) 30; D) 60.

14. Oqıwshi bala optikalıq kúshi -2,25 dioptriya bolğan kózaynekte oqıp atır. Onıń kózayneksiz eń jaqsı kóriw aralığın tabiuń (cm).

- A) 10; B) 16; C) 15; D) 12,5.

15. Kózaynekle bala kózaynegin alıp, kitaptı 20 cm aralıqtan oqıydı. Bala kózayneginiń optikalıq kúshin aniqlań (dptr).

- A) -1,5; B) -1; C) -2; D) +2.

16. Buyım fokus aralığı 12 cm bolğan linzadan qanday aralıqqa qoyılǵanda, onıń kórinisi óz ólsheminen úsh ese úlken boladı(cm)?

- A) 16; B) 18; C) 20; D) 15.

V BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

Olaf Ryomer-tájiriyybesi	O. Ryomer jaqtılıqtıń tezligin birinshi bolıp astronomiyalıq usılda ólshegen.
Arman Fizo tájriybesi	A. Fizo laboratoriya jolı menen jaqtılıq tezligin ólshewge erisken.
Jaqtılıq tezligi hám «metr» uzınlıq ólshewine jańa qádem	1983-jılı Xalıqaralıq ólshew hám birlikler Bas assambleyası jaqtılıqtıń vakuumdaǵı tezligi $c = 299\ 792\ 458 \text{ m/s}$ qa teń ekenligin esapqa alıp, metrdiń jańa táriypin qabil etken. « Metr — jaqtılıqtıń vakuumda $1/299792458 \text{ s}$ waqt intervalında ótken jol uzınlığına teń».
Jaqtılıqtıń shashırap shaǵılısıwı	Jaqtılıq gedir-budır betten shashırap shaǵılısadı.
Jaqtılıqtıń tegis shaǵılısıwı	Eger bet jeterli dárejede tegis (siyapaq) bolsa, bunday betten jaqtılıq nuri tegis (yaki ayna siyaqlı) shaǵılısadı.
Jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamı	1. Túsiwshi nur, shaǵılısqan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdıń túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı. 2. Shaǵılısıw mýyeshi α , túsiw mýyeshi β ga teń.
Jaqtılıqtıń sıniw nızamı	1. Túsiwshi nur, sıńǵan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdıń túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı. 2. Túsiw mýyeshi sinusınıń sıniw mýyeshi sinusına qatnasi berilgen eki ortalıq ushın ózgermeytuǵın shama bolıp esaplanadı, yaǵníy: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$.
Jaqtılıqtıń tolıq ishki shaǵılısıwı	Nur sindırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan nur sindırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa jaqtılıq baǵdarlanganda ($n_1 > n_2$) túsiw mýyeshi belgili mýyeshten úlken bolǵanda nur eki ortalıq shegarasınan tolıq shaǵılısadı. Tolıq ishki shaǵılısıwda túsiw mýyeshiniń shegaralıq mánisi α_0 tómendegishe ańlatılıadi: $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$ bunda n_1 hám n_2 birinshi hám ekinshi halınıń nur sindırıw kórsetkishi.

Linza	Bir yamasa eki tárepi sferalıq bet penen shegaralanǵan móldir dene linza dep ataladı. Olar túrleri boyınsha eki túrge bólinedi, yaǵníy jiy-nawshı hám shashıwshı linzalarǵa.
Linzanıń optikalıq kúshi	Fokus aralığına keri shama linzanıń optikalıq kúshi dep ataladı $D = \frac{1}{F}$.
Linza formulası:	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ d hám f sáykes túrde buyımnan linzaǵa shekem hám linzadan kóriniske shekem bolǵan aralıqlar.
Linzanıń sızıqlı úlkeytiliwi	Buyım kórinis ólsheminiń óz ólshemine qatnasi linzanıń sızıqlı úlkeytiriliwi delinedi. Anıqlama boyınsha $K = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$ Sonday-aq, linzanıń sızıqlı úlkeytiliwi linzadan kóriniske shekem bolǵan aralıq (f) hám buyımnan linzaǵa shekem bolǵan aralıq (d) arqalı da anıqlanadı, yaǵníy: $K = \frac{f}{d}$.
Lupa	Lupa — buyımlardıń kóriw mýyeshin úlkeytip beretuǵın eki tárepleme dóńes linza. Lupanıń úlkeytiwi $K = \frac{D_0}{F}$ formula menen anıqlanadı. Bunda D_0 — eń jaqsı kóriw aralığı. $D_0 = 25$ cm.
Fotoapparat	Fotoapparat — obyektiń kórinisin fotoplyonka, fotoplastina yamasa fotoqaǵazǵa túsirip, saqlaytuǵın etip beretuǵın ásbap.
Mikroskop	Mikroskop — jaqın aralıqtaǵı kózge tuwrıdan-tuwrı kórinbeytuǵın júdá mayda obyektlерdi úlkeytip kórsetetuǵın optikalıq ásbap bolıp esaplanaǵdı. Mikroskopıń úlkeytiwi $K = l D_0 / F_1 F_2$ formula menen anıqlanadı. Bunda l — linzalar arasındaǵı aralıq, F_1 hám F_2 — obyektiv hám okulyardıń fokus aralıǵı.
Jaqınnan kóriw	Jaqındı kóriwshi kózlerde kóriwdi jaqsılaw ushın optikalıq kúshi teris bolǵan linzalı kózáynekten paydalanaǵdı.
Uzaqtan kóriw	Uzaqtı kóriwshi kózlerde kóriwdi jaqsılaw ushın optikalıq kúshi oń bolǵan linzalı kózáynekten paydalanaǵdı.

VI BAP.**DÚNYANÍN FIZIKALÍQ KÓRINISI.
FIZIKA-TEXNIKANÍN RAWAJLANÍWÍ****58-§. DÚNYANÍN BIRDEN-BIR FIZIKALÍQ KÓRINISI****Dúnyanıń mexanikalıq kórinisi**

Dúnyanıń kórinisi haqqında áyyemnen baslap alımlar pikir júrgizgen.

Biraq olar tek pikir júrgiziwe gána súyenip, tájiriye hám baqlawdan kelip shıǵatuǵın ulıwmalastırıwdı kózden qashırǵan. Tábiyat qubılışların úyreniwde tájiriye nátiyjelerine tiykarlanıwdı birinshi bolıp G. Galiley baslap berdi. Sonıń ushın fizikanıń pán sıpatında qáliplesiwi Galileyden baslangan dep qaraladı. Bunda ol inerciya, salıstırmalı princip haqqındağı pikirlerdi aytıp, olardıń tastıyıqlanıwın tájiriybede baqladı. Bul barıstaǵı jumıslar I. Nyuton tárepinen dawam ettirildi. Solay etip, XVII ásirde tábiyattanıwdan mexanika ajıralıp shıqtı hám dúnyanıń mexanikalıq kórinisi jaratıldı.



Dúnyanıń mexanikalıq kórinisi materiya, qozǵalıs, keńislik, waqt, óz ara tásır, sebep hám aqıbet nızamlılıǵı siyaqli elementlerden dúzilgen bolıp, onda tábiyattaǵı túrli proceslerdi mexanika nızamları tiykarında túsındırıw mümkin dep qaraladı.

Dúnyanıń mexanikalıq kórinisine baylanıslı, **materiya** bólekshelerden dúzilgen zat dep túsinilgen; dúnya qozǵalıwshı materiyadan quralǵan hám barlıq kóriniste qozǵalıslar mexanikalıq **qozǵalısqı** keledi; **keńislik** hám **waqt** absolyut mánis bolıp, materiya hám qozǵalısqı baylanıslı emes dep qaraladı (Nyuton). XX ásirde bunday túsinik biykar etildi (Eynshteyn); óz ara tásır universal tartısıw nızamı tiykarında bolıp, ol birden boladı; **aqıbet** álbette **sebep** penen baylanıslı (waqıyalar sebepli baylanısıwǵa iye, bir halat belgili bolsa, keyingi halatta **sebep hám aqıbet** principi tiykarında anıqlaw mümkin); Nyuton tárepinen islep shıǵılǵan klassik mexanika kózqarasına baylanıslı, aldın bólek-bólek bolǵan qubılışlar, procesler, dáliller bir sistemaǵa keltiriledi, olar bir-biri menen **mexanikalıq nızamlıqlar** tiykarında baylanısıwda ulıwma bir kórinisti düzedi.

Dúnyanıń elektromagnitlik kórinisi

XIX ásirde elektromagnit qubılıslardı úyreniw, olardıń nızamlıqların oylap tabıw baslandı. Biraq olardı mexanikalıq kozqarastan qanday da bir flyuid (kóz aldınızǵa keltirip arnawlı suyıqlıq, ortalıq) tiykarında tú-

sindiriwge urınıwlar boldı. Bunday kózqaraslar sınaq ushırap, biykarlana basladı. Sonda M. Faradey elektromagnitlik maydan túsiginin kirgizdi. Bul pández ayrıqsha algá jılıjw boldı. Sońinan bul ideyanı rawajlandırıp, J. Maksvell *elektromagnitlik maydan teoriyasın* jarattı. Bólek-bólek dep qaralǵan elektr hám magnit qubılıslar belgili bir tártipke keltirildi. Bunda elektromagnitlik maydan keńislikte úzliksız ózgeredi dep qaraldı.

Dúnyanıń mexanikalıq kórinisi boyınsha materiya *zattan* ibarat dep qaralǵan bolsa, dúnyanıń elektromagnitlik kóriniste materiya *maydan* formasında bolıw mümkinligi kórsetildi. Qozǵalıs tek zat hám onıń bóleksheleri qozǵalısınan ǵana ibarat bolmastan, bálkim maydan hám onıń elektromagnitlik tolqınlarınıń qozǵalısı sıpatında qaralıwin kórsetedı. Óz ara tásir tek gravitacion maydan arqalı birden emes, bálkim *shekli* tezlik penen tarqaliwshı elektromagnit maydan arqalı da bolıwı aytilǵan. Solay etip, dúnyanıń elektromagnitlik kórinisi qáliplesti.



Soniń menen, birge tábiyatta eki fundamental óz ara tásir — *gravitacion hám elektromagnitlik óz ara tásiri* bar ekenligi aytıp ótildi.

Dúnyanıń házirgi zaman fizikalıq kórinisi

XIX ásirdiń aqırları hám XX ásirdiń baslarına kelip, atom fizikası tarawındaǵı izertlewler, elektromagnit maydan porciyalar — kvantlardan ibarat ekenligi haqqındaǵı teoriya, bólekshelerdiń tolqın tábiyatı haqqındaǵı táliymatlar klassik fizikanıń nızamları barlıq fizikalıq qubılıslar ushın orınlı bolmawın kórsetti. Materiyanıń úzlikli düziliske iye bolǵan zatqa hám úzliksız maydanǵa bóliniwi óziniń absolyut mánisin joq etti.

Korpuskulyar-tolqın dualizmi («dualizm» — «eki táreplemeli» degendi bildiredi) materiyanıń barlıq formalarına — zatqa hám maydanǵa tiyisliliği aniqlandı. Bulardıń nátiyjesinde materiyanıń kvant qásiyetleri ashıldı.

Mikrobólekshelerdiń qozǵalısın sıpatlawshı kvant fizikası payda bolǵannan soń dúnyanıń birden-bir fizikalıq kórinisinde jańa elementler kózge taslana basladı. Kvant teoriyasınıń principleri ulıwmalıq bolıp, barlıq bólekshelerdi, olardıń arasındaǵı óz ara tásirlerdi hám olardıń óz ara aylanısların xarakterlew ushın qollanıladı.



1. Dúnyanıń mexanikalıq kórinisi qanday elementlerden düzilgen?
2. Dúnyanıń mexanikalıq ham elektromagnitlik kórinisleri arasındaǵı parqı neden ibarat?
3. Dúnyanıń birden-bir fizikalıq kórinisi haqqında nelerdi bilesiz?

59-§. FIZIKA HÁM TEXNIKANÍ RAWAJLANÍWÍ. ÓZBEKSTANDA FIZIKA TARAWÍNDAĞI IZERTLEWLER

Fizika hám texnikanú rawajlanıwı

Algashqı jámiyette tas qurallar, keyinirek oq jay, ılaydan islengen idıslar, tas balta hám mıs qurallar payda boldı. B.e.sh. 4 — 3-mıń jıllıqta jezden (latun) islengen miynet quralları payda boldı. Keyin ala temirden paydalaniwǵa ótildi. Diyqanshılıq rawajlana baslaǵannan keyin, suw shıǵarıwshı qurılmaları hám jerdi aydawshı qurallar payda boldı. Qurılısta túrli júk koteriw richagları oylap tabıldı. Adamlar terektiń denesinen qayıq islep, suwda júze basladı. Keyinirek jelkenli kemeler payda boldı. Toqımașılıq úskeneleri oylap tabıldı. Ónermentshilik rawajlana basladı.

XV — XVI ásirlerge kelip domna pechleri qurıldı. Áskeriy texnikada ot atıw quralları, mashina hám mexanizmler payda boldı. XVIII ásirdiń aqırında puw mashinası hám toqımașılıq mashinaları islep shıǵıldı. XIX ásirde baspa mashina, telegraf apparatı, fotografiya, ishki janıwshı dvigateli, radio, telefon kinomatografiya, avtomobil islep shıǵıldı, áskeriy texnika, temir jol transportı rawajlandı.

Fizika hám texnika XX ásir dawamında rawajlandı. Elektr energiyasın islep shıǵarıw hám onnan paydalaniw keń kólemde ámelge astı, elektr energiyası barlıq tarawlarǵa kirip bardı. Mashinasazlıq, aviaciya, atom texnikası, kibernetika hám esaplaw texnikası, elektronika, televidenie, raketasazlıq, avtomatika, kosmonavтика, axborot texnologiyası hám basqa tarawlar joqarı dárejede rawajlandı. Sanaat, awıl xojalığı, xızmet kórsetiw, ilim, ağartıwshılıq, mádeniyat, sport, qurılıs, transport, baylanıs, energetika hám basqa tarawlar texnikanıń jetiskenlikleri menen qurallandırıldı.

XXI ásirde axborot texnologiyası, biofizika hám nanotexnologiya tarawlarında ullı ashılıwlardıń bolıwı boljanbaqta.

Ózbekstanda fizika tarawındağı izlenisler

Farabiy, Beruniy, Ibn Sina, Uluğbek sıyaqlı ullı ulamalar jetisip shıqqan elimizdegi universitet, institutlarda hám Ilimler Akademiyasınıń ilimiý bölimlerinde fizika pániniń derlik barlıq baǵdarlarında keń kólemde izertlew jumısları alıp barılmaqta.

Ózbekstanda 1920 — 30-jılları fizika tarawında ilimiý izertlew jumısları joqarı oqıw orınlarındaǵı laboratoriyalarda alıp barıldı. 1932-jılı Ózbekstan Ilimler Komiteti düzildi. 1943-jılı Ózbekstan Ilimler Akademiyası düzildi. Sol jılı ÓzR IA nıń Fizika-texnika instituti, 1956-jılı Yadro fizikasi instituti, 1966-jılı Astronomiya instituti, 1967-jılı Elektronika instituti, 1976-jılı «Fizika-Quyash» ilimiý islep shıǵarıw birlespesi duzildi. Fizika boyinsha ilimiý izertlew shólkemleriniń qatarına 1977-jılı ÓzR IA nıń Jıllılıq fizikası bölimi, 1992-jılı «Kosmos» ilimiý islep

shıǵarıw birlespesi, 1993-jılı Materialtanıwshılıq instituti qosıldı. Usı ilimiy izertlew shólkemlerinde, sonday-aq, Tashkent Mámleketlik universiteti (Házirgi Ózbekstan Milliy universiteti), Samarcand Mámleketlik universiteti, Qaraqalpaq Mámleketlik universiteti, Tashkent texnika universiteti hám basqa joqarı oqıw orınlarında fizika pániniń túrli mashqalalarına tiyisli izertlew jumısları alıp barılıp, dúnya kóleminde fizikanıń rawajlanıwına tiyisli úles qosılmaqtı.

Ózbekstanda Quyash energiyasınan paydalaniw hám yadro fizikası tarawında alıp barılğan izertlew jumısları menen tanıssız (32-hám 37-§ larga qarań). Fizikanıń basqa baǵdarlarında da mámleketimiz alımları erisen jetiskenliklerdiń sanı joq. Yarım ótkizgishler qásiyetine iye bolǵan qattı eritpelerdiń birneshe túri payda etildi hám olardıń fizikalıq qásiyetleri úyrenildi. Izertlewler nátiyjeleri tiykarında júdá joqarı jiyilikli diodlar, yarımótkizgishlerde tez ótetüǵın elektron proceslerdi úyreniw ushın mólscherlengen ásbaplar, kórinsti jetkerip beriwshi fotodiód matrica-lar, kreminiy-litiyli detektor hám basqa ásbaplar islep shıǵıldı.

Mámleketimiz ilimiy izertlew shólkemlerinde hám joqarı oqıw orınları laboratoriyalarda qattı deneler fizikası, jıllılıq hám molekulyar fizika, optika hám akustikanıń zamanagóy fundamental baǵdarları boyınsha ámeliy áhmiyetke iye bolǵan ilimiy izertlewler alıp barmaqta. Solardan, zatlardıń joqarı temperaturalıq sintezi, strukturası hám qásiyetlerin lazer nuri menen basqarıwdıń jańa usılları islep shıǵıldı. $5 - 1000^{\circ}\text{C}$ hám $80 - 2000^{\circ}\text{C}$ temperatura intervalında isleytuǵın pirometr, infraqızıl nur shıǵaratuǵın deneniń nurlanıwın kórsete alatuǵın jańa túr qabil etkish islep shıǵıldı.

Kondencaciyalanǵan ortalıqlar optikası bólimindegi taza, tıňıq ortalıqlarda lazer nurınıń tarqalıwı menen baylanıslı optikalıq qubılıslar úyreniliп, onda jańa qubilis — tez keń polosalı luminissenciya tabıldı. Lazer spektroskopiyası bóliminde sıziqli emes ortalıqlarda lazer nurınıń anomal awısıwı hám óz-ózinen fokuslanıw qubılısları ashıldı. Sıziqli emes modulyacion nur talshiqlar optikası jaratıldı.

Sonday-aq, joqarı nátiyjeli nurlawshı hár túrli diodlar (akademik M. S. Saidov), Rossiya menen birgelikte kosmik izertlewler ushın kerekli bolǵan bir qatar materiallar jaratıldı.

Mámleketimizde fizika tarawında alıp barılıp atırǵan izertlewler házirgi zaman fizikasınıń dúnya kóleminde jáne de rawajlanıwına, xalıqtıń turmis tárzinıń jaqsılanıwına xızmet etedi.

-  1. Texnikanıń rawajlanıwında fizika pániniń tayanısh ekenligin dállılep beriń.
- 2. Áyyemnen házirgi dáwirge shekem fizika hám texnikanıń rawajlanıwı haqqında aytıp beriń.
- 3. Ózbekstanda fizika tarawında alıp barılıp atırǵan izertlewler haqqında nelerdi bilesiz?

MÁSELELERDIŃ JUWAPLARÍ

1-másele. 1. $N = 1,2 \cdot 10^{26}$. 2. $d = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. 3. $N = 1,67 \cdot 10^{23}$. 4. $V = 27 \text{ cm}^3$.

5. $N = 2 \cdot 10^{24}$.

2-másele. 1. $v = 15 \text{ mol}$. 2. $m = 352 \text{ g}$. 3. $N = 1,5 \cdot 10^{23}$. 4. $m_0 = 6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

6. $M = 44 \text{ g/mol}$ (karbonat angirid).

3-másele. 1. $N = 1,8 \cdot 10^{24}$. 2. $m = 373 \text{ g}$. 3. CO_2 . 4. $n = 3,33 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$.

5. $N = 1,05 \cdot 10^{24}$. 6. $S = 0,72 \text{ m}^2$. 7. $m = 40 \text{ g}$. 8. $V = 0,5 \text{ l}$. 9. $n = 3 \cdot 10^{27} \text{ m}^{-3}$.

10*. $l = 3 \cdot 10^{13} \text{ m}$. Suw molekulaları bir qatar etip jaylastırılıǵandaǵı uzinliq Jerden Ayǵa shekem bolǵan aralıqtan ~ 78125 ese úlken. 11*. $V = 81 \text{ cm}^3$.

12*. $N \sim 3 \cdot 10^{24}$. 13*. $d = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

4-másele. 1. $p = 800 \text{ Pa}$. 2. $p = 108 \text{ kPa}$. 3. $\bar{v} = 120 \text{ m/s}$. 4. $\bar{E}_k = 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$.

5. $\rho = 0,75 \text{ kg/m}^3$. 6. $\bar{v} = 2000 \text{ m/s}$. 7. $\bar{E}_k = 1,125 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

5-másele. 3. 3 márte artadı. 4. $p = 13,8 \text{ MPa}$. 5. $n = 5 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$. 6. $N \sim 2,7 \cdot 10^{25}$. 7. $N \sim 240$.

6-másele. 1. $\bar{v} = 1765 \text{ m/s}$. 2. $T = 320 \text{ K}$. 3. $T = 460 \text{ K}$. 4. $\bar{E}_k = 6 \cdot 10^{-22} \text{ J}$.

5. $n = 3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$. 6. $V = 0,5 \text{ m}^3$. 7. $T = 700 \text{ K}$. 8. $T_1 = 50 \text{ K}$.

7-másele. 1. $V = 3 \text{ m}^3$. 2. $v = 3 \text{ mol}$. 3. $M = 32 \text{ g/mol}$ Kislorod gazi (O_2).

4. $\rho = 2,5 \text{ kg/m}^3$. 5. $T = 317 \text{ K}$. 6. $v = 2,4 \text{ mol}$. 7. $v = 2500 \text{ mol}$. 8. $T = 700 \text{ K}$.

8-másele. 1. $V = 0,5 \text{ l}$. 2. $p = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. 3. $V = 12,5 \text{ l}$. 4. $p = 80 \text{ kPa}$.

9-másele. 1. $V_2 = 20 \text{ l}$. 2. $\Delta T = 216 \text{ K}$. 3. $V = 4 \text{ l}$. 4. $\Delta T = 128 \text{ K}$.

10-másele. 1. $T = 400 \text{ K}$. 2. Basım 2,2 ese artadı. 3. $p_1 = 125 \text{ kPa}$.

11-másele. 1. $p_2 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. 2. Basım 1,7 ese kemeygen. 3. $t_2 = 99^\circ \text{C}$.

4. Gaz kólemi 30 % ke artqan. 5. $h = 25 \text{ m}$. 6. $T_1 = 120 \text{ K}$. 7. $T_0 = 200 \text{ K}$

8. $T_2 = 240 \text{ K}$

12-másele. 1. $m = 0,8 \text{ kg}$. 2. $p = 75 \text{ kPa}$. 3. $\Delta U = 4487 \text{ J}$ ge kemeygen.

4. $\Delta U = 12465 \text{ J}$ ge artqan. 5. $\Delta U = 59,6 \text{ kJ}$ ge artqan. 6. $\Delta U = 30 \text{ J}$ ge artqan.

7. 2 márte artqan.

13-másele. 1. $V = 0,3 \text{ m}^3$. 2. $\Delta t = 70^\circ \text{C}$. 3. $A = 20 \text{ J}$. 4. $A = 0,25 \text{ J}$.

14-másele. 1. $Q = 67,5 \text{ kJ}$. 2. $c = 880 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ alyuminiy. 3. $Q = 504 \text{ kJ}$.

4. $Q_1 = 7,6 \text{ kJ}$; $Q_2 = 1,95 \text{ kJ}$.

15-másele. 1. $m = 53 \text{ g}$. 2. 4,2 márte artqan. 3. $\Delta U = 900 \text{ J}$ ge artqan.

4. $t_2 = 113^\circ \text{C}$. 5. $A = 200 \text{ J}$. 6. $T_0 = 100 \text{ K}$; $A = 4155 \text{ J}$. 7. $m_2 = 48 \text{ kg}$.

8. Vodorod 2 márte kóbirek. 9. $t = 20^\circ \text{C}$. 10. $V_1 = 40 \text{ l}$; $V_2 = 40 \text{ l}$

11. $\Delta t = 320^\circ \text{C}$.

16-másele. 1. $m = 200 \text{ g}$. 2. $m = 72,5 \text{ kg}$. 3. $Q = 322 \text{ MJ}$. 4. $Q = 3 \cdot 10^7 \text{ J}$.

17-másele. 1. $A = 5 \text{ kJ}$. 2. $\Delta U = 2,8 \text{ kJ}$. 3. $A = 1,4 \text{ kJ}$. 4. $\Delta U = 7,5 \text{ kJ}$.

5. $Q = 6232 \text{ J}$. 6. $Q = 500 \text{ J}$. 7. $v = 1 \text{ mol}$

18-másele. 1. $A = 252 \text{ J}$. 2. $\eta = 60\%$. 3. $T_1 = 800 \text{ K}$. 4. $A = 390 \text{ J}$. 5. $A = 42 \text{ kJ}$.

6. $\Delta T = 335 \text{ K}$. 7. $Q_1 = 900 \text{ kJ}$. 8. $\Delta T = 600 \text{ K}$.

19-másele. 1. $\eta = 28\%$. 2. $t = 12 \text{ minut}$. 3. $m = 0,2 \text{ kg}$. 4. $m = 37,8 \text{ kg}$.

5. $T_2 = 300 \text{ K}$. 6. $A = 20 \text{ kJ}$. 7. $s = 138 \text{ km}$. 8. $N = 36 \text{ kW}$.

20-másele. 1. $d = 2,1 \text{ mm}$. 2. $r = 0,25 \text{ mm}$. 3. $h = 10,2 \text{ mm}$. 4. $m = 46,7 \text{ mg}$.
 5. $\alpha = 24 \text{ mN/m}$. 6. $\alpha = 33 \text{ mN/m}$. 7. $N = 285$. 8. $h = 90 \text{ mm}$. 9. $\Delta W = 96 \mu\text{J}$.
 10. $\Delta W = 0,5 \text{ mJ}$.

21-másele. 1. $\sigma = 95,5 \text{ MPa}$. 2. $S = 3 \text{ cm}^2$. 3. $h = 12,7 \text{ m}$. 4. $E = 200 \text{ GPa}$. 5. $d = 7,7 \text{ cm}$. 6. $l = 2548 \text{ m}$.

22-másele. 1. $Q = 10^6 \text{ J}$. 2. $m = 0,17 \text{ kg}$. 3. $Q = 167 \text{ kJ}$. 4. Polattan.
 5. $m = 1,3 \text{ kg}$. 6. $Q = 75 \text{ MJ}$.

23-másele. 1. $Q = 11,5 \text{ MJ}$. 2. $Q = 115 \text{ kJ}$. 3. $\varphi = 58 \%$.z 4. $\varphi = 63 \%$.
 5. $\varphi = 65 \%$. 6. $\rho = 10,9 \text{ g/m}^3$. 7. $\varphi = 62 \%$.

24-másele. 1. $t = 2095 \text{ s}$. 2. $t_1 = 498 \text{ s}$, $t_2 = 1,3 \text{ s}$. 3. $v = 12,6 \text{ s}^{-1} \text{ m}$.

25-másele. 1. $\alpha = 35^\circ$, 2. $s = 1,2 \text{ m}$. 2. $v = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. 4. $\beta = 20^\circ$.
 5. $s_1 / s_2 = n_2 / n_1 = 1,33$

26-másele. 1. $\alpha_0 = 49^\circ$. 2. $n = 1,79$. 3. $\alpha_0 = 30^\circ$. 4. $n = 1,2$.
 5. $n = 1,64$.

27-másele. 1. $D_1 = 2,5 \text{ dptr}$, $D_2 = 4 \text{ dptr}$, $D_3 = 10 \text{ dptr}$, $D_4 = -10 \text{ dptr}$,
 $D_5 = -4 \text{ dptr}$, $D_6 = -2,5 \text{ dptr}$. 2. $D = 4,5 \text{ dptr}$, 3. $f = 30 \text{ cm}$, $K = 2$.

4. $F = 12 \text{ cm}$, $D = 8,3 \text{ dptr}$. 5. $d = 62,5 \text{ cm}$. 6. $D = 3 \text{ dptr}$. 7. $D = -3 \text{ dptr}$.
 8. $D = 3 \text{ dptr}$.

28-másele. 1. $K = 10$. 2. $F = 1,25 \text{ cm}$. 3. $K = 200$. 4. $D = 1,2 \text{ m}$.
 5. Birinshisinde 6. $K = 4$ 7. $l = 90 \text{ cm}$.

29-másele. 1. 2. 3. $D = +2 \text{ dptr}$. Uzaqtı kóretuǵın adamda.
 4. $a = 12,5 \text{ cm}$. 5. $D = -2,25 \text{ dptr}$. 6. $a = 17 \text{ cm}$.

I bap test tapsırmalarınıń juwaplari

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 bap test tapsırmalarınıń juwaplari

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 bap test tapsırmalarınıń juwaplari

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.C	15.C					

IV bap test tapsırmalarını juwapları

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 bap test tapsırmalarını juwapları

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				

PAYDALANÍLGÁN ÁDEBIYATLAR

1. P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M. Yuldasheva. FIZIKA 9-sinf darsligi. Toshkent . «G‘G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2014-y.
2. N.Sh.Turdiyev. FIZIKA 9-sinf darsligi. Toshkent . «G‘G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2016-y.
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. «Адукация і выхаванне» – 2013 г.
5. K. Suyarov, A. Husanov, L. Xudoyberdiyev. FIZIKA. Mexanika va molekulyar fizika. Akademik licey o‘quvchilari uchun o‘quv qo‘llanma. Toshkent. «O‘qituvchi» –2002-y.
6. K.T. Suyarov, Sh.N. Usmonov, J. E. Usarov. Molekulyar fizika. II-kitob. Toshkent. «Yangi nashr» – 2016-y.
7. В.И.Лукашик. Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to‘plami. «G‘G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» Tashkent – 2016-y.
8. Oliy o‘quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi «Axborotnoma» Toshkent . 1996 – 2003-yillar.

MAZMUNÍ**MOLEKULYAR FIZIKA HÁM TERMODINAMIKA
TIYKARLARI****I BAP. ZAT DÚZILISINIÝ MOLEKULYAR-KINETIKALIQ
TEORIYASÍ TIYKARLARI**

1-§. Zat dúzilisiniý molekulyar-kinetikalıq teoriyası.....	4
2-§. Molekulaniý massası hám ólshemi.....	7
3-§. Zat muğdarı.....	12
4-§. Máseleler sheshiw.....	16
5-§. Ideal gaz.....	18
6-§. Temperatura.....	21
7-§. Gaz molekulalarınıý qozǵalıs tezligi.....	25
8-§. Máseleler sheshiw.....	28
9-§. Ideal gaz halınıý teńlemeleri.....	30
10-§. Izotermikalıq process.....	33
11-§. Izobaralıq process.....	35
12-§. Izoxoralıq process.....	37
13-§. Ámeliy jumis. Molekulalardıň ólshemin bahalaw.....	38
14-§. Máseleler sheshiw.....	40
I baptı tákirarlaw ushin test sorawlari.....	44
I bap boyinsha áhmiyetli juwmaqlar.....	47

**II BAP. ISHKI ENERGIYA HÁM TERMODINAMIKA
ELEMENTLERİ**

15-§. Ishki energiya.....	50
16-§. Termodinamikalıq jumis.....	53
17-§. Jıllılıq muğdarı.....	55
18-§. Máseleler sheshiw.....	60
19-§. Ámeliy jumis. Denelerde jıllılıq teń salmaqlığın saqlaw.....	63
20-§. Laboratoriyalıq jumis: Qattı denelerdiň salıstırırmalı jıllılıq sıyımlığın aniqlaw.....	64
21-§. Janarmaydıň salıstırırmalı janıw jıllılığı.....	65

22-§. Termodinamikanıň birinshi nızamı.....	67
23-§. Måseleler sheshiw.....	70
24-§. Jıllılıq muğdarınıň qaytımsızlığı. Termodinamikanıň ekinshi nızamı.....	72
25-§. Laboratoriyalıq jumıs. Hár qıylı temperaturalı suw aralastırılǵanda jıllılıq muğdaraların salıstırıw.....	73
II baptı tákirarlaw ushın test sorawlari.....	74
II bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....	78

III BAP. JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERI

26-§. Ishki janıw dvigatelleri.....	81
27-§. Jıllılıq dvigatelleriniň islew principi.....	83
28-§. Måseleler sheshiw.....	86
29-§. Jıllılıq mashinaları hám tábiyattı asıraw.....	87
30-§. Måseleler sheshiw.....	89
III baptı tákirarlaw ushın test sorawlari.....	91
III bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....	93

IV BAP SUÝQLÍQ HÁM QATTÍ DENELERDIŇ QÁSIYETLERİ

31-§. Suyıqlıqtıň qásiyetleri.....	94
32-§. Ígallanıw. Kapillyar qubılıslar.....	97
33-§. Måselelerdi sheshiw.....	100
34-§. Laboratoriyalıq jumıs. Suyıqlıqtıň betkerimlik koefficientin aniqlaw.....	103
35-§. Kristall hám amorf deneler.....	104
36-§. Qattı denelerdiň mekanikalıq qásiyetleri.....	106
37-§. Måseleler sheshiw.....	109
38-§. Qattı denelerdiň eriwi hám qatıwı.....	111
39-§. Zattıň salıstırmalı eriw jıllılığı. Amorf denelerdiň eriwi hám qatıwı.....	113
40-§ Puwlanıw hám kondensaciya.....	116
41-§. Atmosferadaǵı qubılıslar.....	119
42-§. Laboratoriyalıq jumıs. Hawanıň salıstırmalı iǵallığın aniqlaw.....	124
43-§. Måseleler sheshiw.....	125
IV baptı tákirarlaw ushın test sorawlari.....	126
IV bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....	128

V BAP OPTIKA**JAQTÍLÍQTÍN TARQALÍW NÍZAMLARI,
OPTIKALÍQ ÁSBAPLAR**

44-§. Jaqtılıq tezligin aniqlaw.....	131
45-§. Jaqtılıqtıň shaǵılısıw hám sıniw nızamları.....	134
46-§. Måseleler sheshiw.....	138
47-§. Toliq ishki shaǵılısıw.....	139
48-§. Måseleler sheshiw.....	142
49-§. Laboratoriyalıq jumıs. Shiyheniň nur sindırıw kórsetkishin aniqlaw.....	143
50-§. Linzalar.....	144
51-§. Juqa linza járdeminde kórinis jasaw.....	146
52-§. Måseleler sheshiw.....	148
53-§. Laboratoriyalıq jumıs. Linza járdeminde kórinis payda etiw.....	150
54-§. Optikaliq ásbaplar.....	151
55-§. Kóz hám kóriw.....	154
56-§. Måseleler sheshiw.....	156
57-§. Geliotexnika. Ózbekstanda quyash energiyasınan paydalanyw.....	158
V baptı tákirarlaw ushın test sorawlari.....	160
V bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....	162

**VI BAP. DÚNYANIŇ FIZIKALÍQ KÓRINISI.
FIZIKA-TEXNIKANÍN RAWAJLANÍWÍ**

58-§. Dúnyaniň birden-bir fizikalıq kórinisi.....	164
59-§. Fizika hám texnikanıň rawajlanıwı. Ózbekstanda fizika tarawındaǵı izertlewler.....	166

FIZIKA

*Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
9-sinfi uchun darslik*

Uchinchi nashr

Qaraqalpaq tilinde

Awdarmashi *G. Nizanova*
Redaktor *U. Yusupova*
Kórk redaktor *I. Serjanov*
Tex. redaktor *B. Turimbetov*
Operator *G. Serimbetova*

Baspa licenziya nomeri AI.№ 290. 04.11.2016.
05.07.2019-j basıwǵa ruqsat etildi. Formatı 70x100¹/₁₆. «Times KRKP»
garnitura. Ofset baspa. shártli b. t. 11,25 esap b.t. Nusqası 13156 dana.
Buyurtpa № .

Ózbekstan Respublikası Prezidenti Administraciyası janındaǵı
Málimeleme hám ǵalaba kommunikaciya agentliginiń
ǵafur ǵulom atındaǵı baspa-poligrafiyalıq dóretiwshilik úyinde
basıp shıǵarıldı. Tashkent, 100129. Labzak kóshesi, 86.

www. gglit.uz. E-mail:info@gglit.uz

Ijaraǵa berilgen sabaqlıqtıń jaǵdayın kórsetiwshi keste

Nº	Oqıwshınıń atı, familiyası	Oqıw jılı	Sabaqlıq-tıń alın-ǵandaǵı jaǵdayı	Klass basshi-śiniń qol tańbası	Sabaqlıqtıń qaytip tapsırıl-ǵandaǵı jaǵdayı	Klass basshi-śiniń qol tańbası
1						
2						
3						
4						

Sabaqlıq ijaraǵa berilgende hám oqw jılıniń juwmaǵında qaytarıp alınganda joqarıdaǵı keste klass basshısı tárepinen tómendegishe bahalawǵa muwapiq toltrırladı

Jańa	Sabaqlıqtıń paydalaniwǵa birinshi berilgendeki jaǵdayı
Jaqsı	Muqabası pútin, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen ajıralmaǵan. Barlıq betleri bar, jırtılmaǵan, kóshpegen, betlerinde jazıw hám sızıwlар joq.
Qanaatlanarlıq	Muqaba jazılǵan, bir qansha sızılıp, shetleri jelingen, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen ajıralıw jaǵdayı bar, paydalaniwshi tárepinen qanaatlanarlıq ońlangan. Kóshken betleri qayta ońlangan, ayırım betleri sızılǵan.
Qanaatlandırmaydı	Muqaba sızılǵan, ol jırtılǵan, tiykarǵı bólimnen ajıralǵan yamasa pútkilley joq, qanaatlandırsızlıq ońlangan. Betleri jırtılǵan, betleri jetispeydi, sızıp, boyap taslangan, sabaqlıqtı tiklewge bolmaydı.