

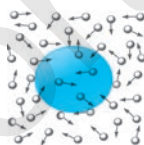
# FIZIKA

*Uluwma orta bilim beriw mektepleriniñ  
9-klası ushın sabaqlıq*

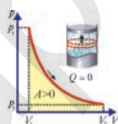
*Qayta islengen hám tolıqtırılğan úshinshi basılıwı*

*Ózbekstan Respublikası Xalıq bilimlendiriw  
ministrliği tárepinen usınıs etilgen*

## ZAT DÚZILISINIŇ MOLEKULAR — KINETIKALIQ TEORIYASI TIYKARLARI



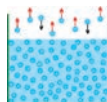
## TERMODINAMIKA ELEMENTLERI



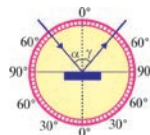
## JILLILIQ DVIQATELLERI



## SUYIQLIQ HÁM QATTI DENELERDIN QÁSIYETLERI



## OPTIKA



Ğafur Ğulom atındağı baspa-poligrafiyalıq dóretiwshilik úyi  
Tashkent — 2019

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

Arnavlı redaktor:  
K. Tursunmetov — fiz.-mat. ilimlari doktori,  
O'zbekistan Milliy universiteti professori.

***Pikir bildirishlilar:***

- A.T. MAMADALIMOV** — fizika-matematika ilimlari doktori, O'ZR FA akademigi.  
**M. DJORAYEV** — Nizomiy atidagi TMPU professori, ped. ilim. doktori.  
**E. XUJANOV** — TMPU "Fizika ham astronomiya o'qituv kafedrasini"  
o'qituvshisi.  
**Z. SANGIROVA** — RTM "Aniq ham tabiiy p'nlari" b'limi fizika p'ni  
metodisti.  
**V. SAIDXOJAYEVA** — Tashkent w'layati Piskent rayoni 5-mekteptin fizika  
p'ni mu'allimi, O'zbekstanda xizmet k'rsatken xalq  
bilimlendiruv xizmetkери.  
**M. SAIDORIPOVA** — Yunusabad rayonidagi 63-mekteptin fizika p'ni  
mu'allimi.  
**E. JUMANIYOZOV** — Sergeli rayonidagi 8-mekteptin fizika p'ni mu'allimi.

**Shartli belgiler**

 — itibar berin ham este saqlan

 — sorawlarqa juwap berin

 — eslep qalin

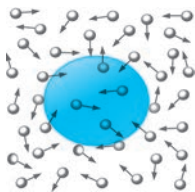
 — maselelerdi sheshin

 — ameliy tapsirmalardi orinlan ham d'p'terinizge jazin

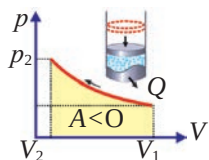
\* — sheshimi salistirmali turde quramali bolgan masele

**Habibullayev P.**

Fizika. Uluwma orta bilim beriw mektepleriniin 9-klasi ushin sabaqliq  
/P.Habibullayev [ham basq]. — T.: Gafur Gulom atidagi baspa-poligrafiyalıq  
doretivshilik uyi, 2019. —176 b.



## MOLEKULYAR FIZIKA HÁM TERMODINAMIKA TIYKARLARÍ



Molekulyar fizika hám termodinamika — fizikanıń bólimlerinen 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 beretuǵın qubılıslardı;

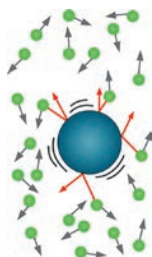
Zattı quraytuǵın bólekshelerdiń háreketi hám olar arasındadıǵı óz ara tásir kúshleriniń payda bolıw sebeplerin úyrenedi hám túsindiredi.

Molekulyar fizika hám termodinamikani úyreniwde statistikalıq hám termodinamikalıq metodlardan paydalanıladı.

**Statistikalıq metod.** «Statistika» sózi «esaplaw», «ulıwmalastırıw» degen mánislerdi ańlatadı. Statistikalıq metodta zattaǵı hárbir bóleksheniń qozǵalıǵı emes, al olardıń nátiyjeli ortasha qozǵalıǵı úyreniledi. Máselen, molekulalardıń ortasha tezligi, kinetikalıq energiyası hám t.b. Bólekshelerdiń nátiyjeli ortasha qozǵalıǵı óz aldına bólek bólekshelerdiń qozǵalıǵı nızamlılıqları tiykarında anıqlanadı. Bul metod zat dúzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teoriyasına tiykar etip alınǵan.

**Termodinamikalıq metod.** «Termodinamika» sózi «termo» — «jıllılıq» hám «dinamika» — «kúsh», «qozǵalıǵı» sózlerinen alınǵan. Termodinamikalıq metodta úyrenilip atırǵan zattıń jaǵdayı temperatura, basım, kólem sıyaqlı termodinamikalıq parametrler menen anıqlanadı.

Molekulyar fizikani úyreniwde statistikalıq hám termodinamikalıq metodlar bir-birin tolıqtıradı. Bul metodlardan gaz, suyıq hám qattı halatındadıǵı zatlardıń dúzilisi hám olarda bolatuǵın proceslerdi úyreniwde paydalanıladı.



## I BAP

### ZAT DÚZILISINİN MOLEKULYAR-KINETİKALÍQ TEORİYASÍ TIYKARLARÍ

#### 1-§. ZAT DÚZILISINİN MOLEKULYAR- KINETİKALÍQ TEORİYASÍ

Zat haqqındağı ilimge dáslep biziń eramızǵa shekemgi V — IV ásirlerde jasaǵan grek filosofi Demokrit tárepinen tiykar salınǵan. 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 bólinbeytuǵın bólekshesin atom dep ataǵanlıǵı haqqındağı maǵlıwmatı menen siz 6-klasta tanıstıńız.



**Zattıń dúzilisi hám qásiyetleri onı quraytuǵın molekulardıń háreketine hám molekulalar arasındağı óz ara tásir kúshine qaray úyreniwshi teoriya molekulyar-kinetikalıq teoriya (MKT) dep ataladı.**

Zat dúzilisiniń molekulyar — kinetikalıq teoriyası XVIII ásirden negizgi teoriya sıpatında rawajlana basladı. Molekulyar-kinetikalıq teoriyanıń rawajlanıwına rus alımları M.V.Lomonosov, D.I.Mendeleyev, ingliz 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 faktorga 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.**

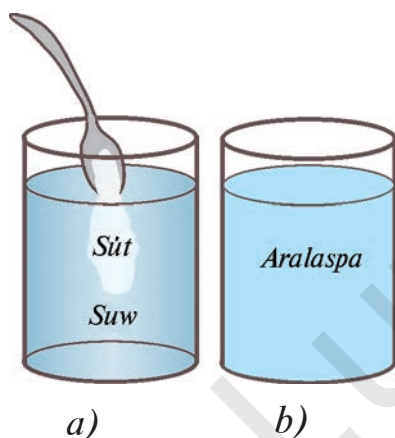
Bul faktorlar ámeliy mısallarda anıq kórinedi.

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 etiw nátiyjesinde tarqaladı. Átir iyisi bizge jetip kelemen degenshe belgili bir waqıt ótedi. Bunıń sebebi — átir molekulaları óz jolında esap-sansız hawa molekulaları menen soqlıǵısa hám óz háreket jónelisin birneshe ret ózgetedi.

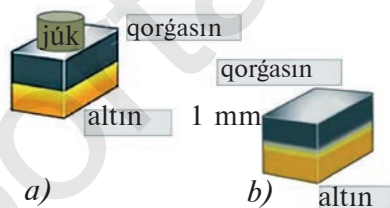
Stakandağı suw üstine bir shay qasıq sût quysaq, suw menen sût tez aralasıp ketpeydi (1-a súwret). Olardıń aralasıwı ushın belgili bir waqıt ketedi (1-b súwret).

Suw hám súttiń óz ara aralasıwı olardıń bólekshelerden quralǵanlıǵın hám bul bóleksheler toqtawsız hám tártipsiz háreketke ekenligin kórsetedi. Aralasıwına waqıt ketiwi bolsa, bólekshelerdiń **óz ara tásirlenip qozǵalıwın** kórsetedi.

Altın hám qorǵasın metallarınıń betleri sıypaq qılınıp, ústi-ústine jaylastırılıp, olardıń ústine awır júk qoyılǵan (2-a súwret). Bes jıldan keyin metallar ústindegi júk alıńǵanda, olardıń bir-birine jabısıp qalǵanlıǵı baqlanǵan. Altın atomları qorǵasınınıń ishine, qorǵasın atomları bolsa altınıń 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 suyıqlıq yaqı gazlerge qaraǵanda kúshlirek ekenligin kórsetedi.



1-súwret.



2-súwret.

## Broun qozǵalıwı

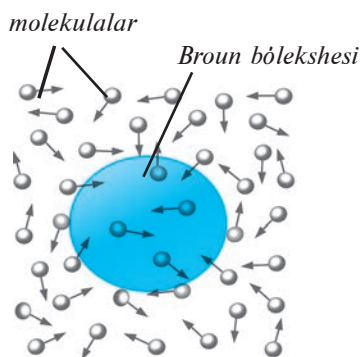
Zattaǵı molekulalardıń tártipsiz qozǵalıwın dálillewshi tájiriye ingliz botanigi Robert Broun tárepinen 1827-jılı baqlanǵan. Broun suw üstine ósimlik güliniń shańı (spora-tuqım)n sewip, onı mikroskopta baqlaydı. Broun gül shańınıń suw ústinde toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıwın kórip, onı mayda bir janı bar zat dep oylanǵan. Qozǵalıp atırǵan zattıń ne ekenligin hám bunday háreket sebeplerin anıqlaw ushın Broun bir qatar tájiriyeler ótkergen. Ol tájiriyeler arqalı tábiyatta bólekshelerdiń úziksiz hám tártipsiz (xaotik) háreket etiwi anıqlanǵan. Bunday qozǵalısqı ilimde **Broun qozǵalıwı** dep at berilgen.



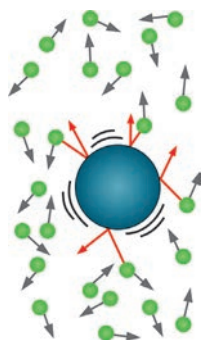
**Suyıqlıq yaqı gazlerde bólekshelerdiń toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıwı xaotikalıq qozǵalıwı dep ataladı.**

«Xaotik» sózi latinsha «xaos» sózinen alınǵan bolıp, «tártipsiz» degen mánini bildiredi. Broun qozǵalıwınıń payda bolıw sebepleri zat dúzilisinıń molekulyar-kinetikalıq teoriiyası tiykarında tómendegishe túsindiriledi. Broun qozǵalıwınıń molekulyar-kinetikalıq teoriiyası 1905-jılı Albert Eynshteyn tárepinen oylap tabılǵan. Suyıqlıqta asılıp turǵan gül shańı (Broun bólekshesi)na

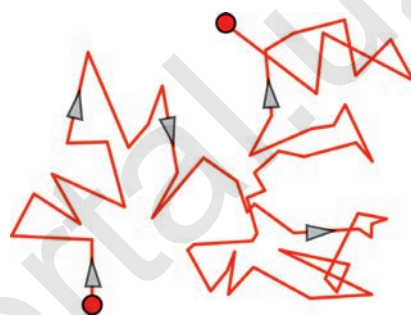
zat molekulları úzliksiz hám tártipsiz urılıp turadı. Eger Broun bólekshesiniń ólshemi 1 mikrometrden úlken bolsa, oǵan hár tárepten urılıp atırǵan molekullardıń soqqı kúshleri bóleksheni háreketke keltire almaydı (3-súwret). Broun bólekshesiniń ólshemi 1 nanometr átirapında bolsa, oǵan bir tárepten urılıp atırǵan molekullar sanı, basqa tárepten urılıp atırǵan molekullar sanınan parıq qıladı. Broun bólekshesine tásir etiwshi nátiyjeli kúsh bóleksheni qozǵaydı (4-súwret). Demek, Broun qozǵalısqı belgili bir ortalıqta asılıp turǵan bólekshege usı ortalıq molekullarınıń toqtawsız urılıqları nátiyjesinde payda boladı eken.



3-súwret.



4-súwret.



5-súwret.

Zat dúzilsin úyreniwge baylanıslı izertlewlerde Broun qozǵalısqınıń oylap tabılıwı úlken áhmiyetke iye boldı. Broun qozǵalısqı molekullardıń tártipsiz qozǵalıwınan basqa, zattıń molekullardan turatuǵınlıǵın da tastıyıqlaydı.

Broun qozǵalısqın francuz fizigi Jan Perren tájiriyybede úyrenip, xao-tikalıq qozǵalıp atırǵan bóleksheniń birdey waqıtlar aralıǵında halatların súwretke alǵan. Bunda Broun bólekshesiniń trayektoriyası 5-súwrette súwretlengenindey hár túrli uzınlıqlardaǵı sınıq sızıqlardan ibarat eken. 1926-jılı J. Perrenge zattıń molekullardan turatuǵınlıǵın tájiriyybede dálillegenini ushın Nobel sıylıǵı berilgen.



Broun qozǵalısqı toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıstan ibarat.  
Broun qozǵalısqınıń traektoriyası quramalı sınıq sızıqlardan ibarat.  
Broun qozǵalısqı bóleksheniń ólshemine baylanıslı.



1. Qanday tájiriyybeler zat dúzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teo-riyasınıń tiykarǵı faktorların tastıyıqlaydı?
2. Broun qozǵalısqınıń payda bolıw sebebin túsindirip berin.
3. Ne ushın ekige bólingen plastilindi bir-birine biriktiriwge bo-ladı, biraq ekige bólingen qálem bóleklerin bir-birine qaytadan biriktiriwge bolmaydı?
4. Qattı denelerdiń bóleksheleri toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı. Ne ushın deneler shashılıp ketpeydi?



**Broun qozğalısın baqlaw.** Keshte jataqxanańızdın svetin óshirip, fonar járdeminde nur sáwlesin payda etin. Qálegen bir tawardı nur túsip turǵan sáwlege silkin. Jaqtılıq sáwlesinde hawadaǵı shań bóleksheleriniń toqtawsız hám tártipsiz qozǵalıp atırǵanı kórinedi. Nátiyjesin jazın.



**Mexanikalıq model tiykarında molekulalardıń tártipsiz qozǵalısın kórsetiw.**

**Kerekli úskeneler:** 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 alın.

2. Tómengi tárepi tegis bolǵan shuqırlaw ıdıs alın (máselen, tarelka).

3. ıdıstın ishın flomaster menen teńdey ekige bólip sızın.

4. ıdıstın ishindegi birinshi yarımına aq reńdegi sharlardı, ekinshi yarımına qara reńdegi sharlardı salın.

5. ıdıstı silkip onıń ishindegi sharlardı háreketke keltiriń hám ıdıs ishindegi sharlardıń jaylasıwın baqlań (6-b súwret) hám de nátiyjesin jazın.



a)



b)

6-súwret.

## 2-§. MOLEKULANÍN MASSASÍ HÁM ÓLSHEMI

### Molekulalar

Zatlar mayda bólekshelerden — molekula hám atomlardan dúzilgenligin bilip aldınız.



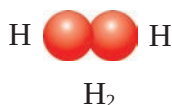
**Zattın ximiyalıq qásiyetin ózinde saqlap qalatuǵın eń kishi bólekshesine molekula delinedi.**

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

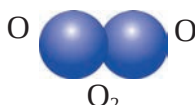


molekulalarınan, hárbir vodorod molekulası bolsa 2 vodorod (H) atomınan ibarat. Hawadağı kislorod ( $O_2$ ) molekulalarınan, hárbir kislorod molekulası 2 kislorod (O) atomınan dúzilgen. Suw bolsa suw ( $H_2O$ ) molekulalarınan quralğan. Hárbir suw molekulası 2 vodorod (H) hám 1 kislorod (O) atomınan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

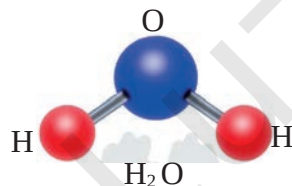
Vodorod molekulası



Kislorod molekulası



Suw molekulası



7-súwret.

### Molekulardıń ólshemi

Molekulalar júdá kishkene bolğanı ushın olardı kóz benen kóre almaymız. Biraq, usı kózge kórinbeytuǵın, júdá mayda bóleksheler birigip, biz kóre alatuǵın deneler hám zatlardı payda etedi. Molekulardıń ólshemi qanday? Olardıń ólshemin anıqlawǵa bola ma?

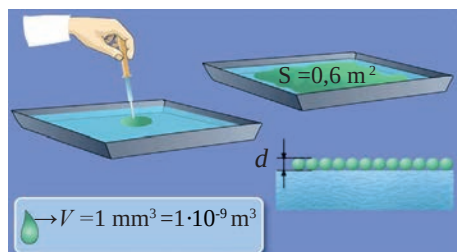
Molekulardıń ólshemin anıqlawdıń birqansha usılları bar. Usınday usıllardıń biri, zaytun mayı tamshısınuń suw betinde jayıluwın kórip shıǵayıq. Eger ıdıǵı úlken bolsa, may suw betin tolıq qaplamaydı (8-súwret). Kólemi  $1\text{ mm}^3$  bolğan zaytun mayı tamshısı suw betiniń shama menen  $0,6\text{ m}^2$  in iyeleydi eken. May tamshısı suwdıń eń úlken betine qaray jayılganda may qatlamınıń qalınlıǵı bir molekula diametrine jaqın dep qarawımızǵa boladı. Demek, may qatlamınıń qalınlıǵın anıqlap, molekula ólshemin shama menen esaplawǵa boladı.

May qatlamınıń qalınlıǵın tómendegishe anıqlaymız. May qatlamınıń kólemi  $V$ , onıń jayılgan beti  $S$  penen qalınlıǵı  $d$  nıń kóbeymesine teń:

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

Bul teńleme den may qatlamınıń qalınlıǵı, yaǵnıy 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.

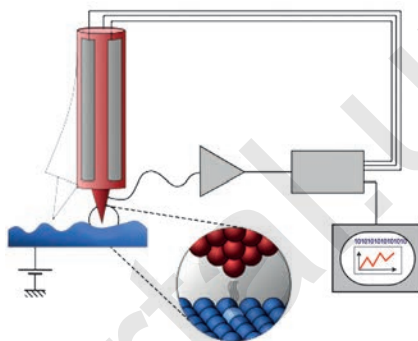
Bunday ólshemdegi molekulanı eń kúshli optikalıq mikroskopta da kóre almasań. Ólshewden alınğan nátiye boyınsha biz atomnıń radiusı  $10^{-10}\text{ m}$  ge jaqın bolğan shar kórinisin kóz aldımızǵa keltiremiz. Molekulalar birneshe atomlardan ibarat bolğanı ushın olardıń diametri atomnıń diametrinen úlken boladı. Máselen,



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

Bul ólshemler sol dárejede kishkene, olardı elesletiw júdá qıyın. Bunday jaǵdayda elesletiw ushın óz ara salıstırıw járdem beredi. Máselen, eger molekulanı almaday bolǵansha úlkeyttirsek, sonday dárejede úlkeytirilgen alma Jer planetasında boladı. Taǵı usıǵan uqsas salıstırıw: eger tábiyattaǵı barlıq zatlar  $10^8$  ese úlkeytirilse, 1 m bolǵan boyı 100 000 km ǵa jetedi.

Házirgi waqıtta arnawlı ásbaplar járdeminde óz aldına atomlar hám molekulaların jaylasıw kórinisin hám olardıń ólshemin anıq ólshew imkanı bar. Usınday zamanagóy ásbaplardan biri **tunnelli mikroskop** (9-súwret) bolıp, ol 1980-jılları belgili IBM<sup>1</sup> firması xızmetkerleri tárepinen oylap tabılǵan (bul oylap tabılmanıń avtorları bolǵan Gerd Binnig hám Genrix Rorerge 1986-jılı Nobel sıylıǵı berilgen).



9-súwret.

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

### Molekulanıń massası

Molekulalarınń ólshemi haqqında maǵlıwmattan paydalanıp, olardıń massasın esaplaymız. Suw molekulasınınń diametri shama menen  $d \sim 3 \cdot 10^{-10} m$  dep alsaq, onda onıń kólemi shama menen  $V \sim d^3 = (3 \cdot 10^{-10} m)^3$  ǵa teń boladı. Suw molekuları bir-birine tıǵız tiyip turadı dep,  $1 m^3$  suwdaǵı molekulalar sanın esaplaymız:

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

$1 m^3$  suwdıń massası 1000 kg ǵa teńliginen suw molekulasınınń massasın esaplaymız:

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

<sup>1</sup>IBM (Internasional Business Machines) programmalastırıw boyınsha Amerikadaǵı iri kompaniya.

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

### Salıstırmalı atom (molekulyar) massa

Joqarıda zattı qurawshı molekulalardıń massası oǵada kishkene ekenligin aytıp óttik. Bunday kishi massanı tárezide ólshew múmkin emes. Sonıń ushın atomnıń massasını bildiretuǵın arnawlı massa atom birligi (**u**)<sup>2</sup> túsiniǵi ilimge kirgizilgen. Xalıqaralıq kelisimde barlıq zatlar atomlarınıń massasını  $^{12}_6C$  uglerod atomı massasınıń 1/12 bólegi menen salıstırıw ushın qabıl 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 ( $m_{0C}$ )  $^{12}_6C$  bóleginiń qatnasına, usı zattıń salıstırmalı atom massası dep ataladı.**

Anıqlama boyınsha salıstırmalı atom massa tómendegishe esaplanadı:

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

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

(2) ańlatpa boyınsha kislorod atomınıń salıstırmalı atom massası:

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

<sup>2</sup>«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 sistemasında 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 kislorod atomınıń massasın qosamız, yaǵnıy:  $M_{H_2O} = 1 \cdot 2 + 16 = 18$  u.

### Másele sheshiw úlgisi

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

| Berilgeni:                                           | Formulası:                                             | Esaplaw:                                                                     |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| $m_0 = 3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$                  | $m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{m_0};$           | $N = \frac{10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-26}} = 4 \cdot 10^{23}$ |
| $V = 12 \text{ cm}^3 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ | $N = \frac{\rho \cdot V}{m_0}.$                        |                                                                              |
| $\rho = 1000 \text{ kg / m}^3.$                      |                                                        |                                                                              |
| Tabıw kerek:                                         |                                                        | <b>Juwabı:</b> $N = 4 \cdot 10^{23}.$                                        |
| $N = ?$                                              | $[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \text{ólshemsiz}$ |                                                                              |



1. Molekulǵa sıpatlama beriń hám mısallar keltiriń.
2. Molekulanıń ólshemin qalay anıqlawǵa boladı?
3. Atom hám molekulanıń ólshemi qanday tártipte boladı?
4. Massanıń atom birliǵi etip qanday shama alınǵan?
5. Zattıń salıstırmalı molekulyar massası qalay anıqlanadı?



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 jayılp shama menen  $0,8 \text{ m}^2$  betin juqa perde payda etti. May molekulası suw betinde bir qabat bolıp tegis jayılgan dep esaplap, may molekulasınıń sızıqlı ólshemin anıqlań.
3. Bir suw molekulasınıń massası  $3 \cdot 10^{-26}$  kg. Kólemi  $5 \text{ cm}^3$  bolǵan suwda qansha suw molekulası bar?
4. Ídistaǵı suwda  $10^{24}$  suw molekulası bolsa, suwdıń kólemi qanday? Suw molekulasınıń diametrin  $3 \cdot 10^{-10}$  m ǵa teń dep alıń.
5. May molekulasınıń diametrin shama menen  $2,6 \cdot 10^{-10}$  m bolsa,  $35 \text{ cm}^3$  mayda qansha may molekulası bar ekenin anıqlań.

## 6. Kesteni toltırıń.

| № | Zat               | Ximiyahq belgisi | Salıstırmaı molekulyar massası (u) |
|---|-------------------|------------------|------------------------------------|
| 1 | Azot              |                  |                                    |
| 2 | Ozon              |                  |                                    |
| 3 | As duzı           |                  |                                    |
| 4 | Metan gazı        |                  |                                    |
| 5 | Karbonat angidrid |                  |                                    |

## 3-§. ZAT MUĞDARI

### Zat muğdarı

Makroskopiyalıq («makro» — sózi grekshe «úlken» degen mánini bildiredi) dene quramında atom (yaki molekula)lar oğada kóp bolğanı ushın olardıń sanın massası 12 g bolğan uglerodtaǵı atomlar sanı menen salıstırıw qabıl 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 qabıl etilgen. Zattıń muğdarı  $\nu$  (nyu) háribi menen belgilenedi.

### Avogadro turaqlısı

Muğdarı 1 mol bolğan zattaǵı molekular sanı italiyalı alım Amedeo Avogadro húrmetine Avogadro turaqlısı dep ataladı; hám onı  $N_A$  dep belgilew qabıl etilgen.



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

Eger zattıń muğdarı  $\nu$  ǵa teń bolsa, ondaǵı molekular sanı tómendegidey etip anıqlanadı:

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

Zattıń muğdarın tabıw ushın zattıń quramındaǵı molekular sanın Avogadro sanına bóliw kerek, yaǵnıy

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

## Molyar massa



**Muğdarı 1 mol bolğan zattıń massası molyarlıq massa dep ataladı hám  $M$  háribi menen belgilenedi.**

Bul sıpatlama boyınsha zattıń molyar massası onıń bir molekulasınıń massası menen Avogadro turaqlısı kóbeymesine teń, yaǵnıy:

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

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

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

Demek, hárqanday zat molekulasınıń 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 teńlemege uglerod atom massası hám Avogadro turaqlısınıń san mánisin qoyıp ápiwayılastırılса, 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 sisteması tiykarında hárqanday zat molekulasınıń salıstırmalı molekulyar massasın anıqlawǵa boladı. Mısalı: karbonat angidrid gaziniń molekulası ( $\text{CO}_2$ ) ushın salıstırmalı molekulyar massa  $M_{\text{CO}_2} = 44\text{u}$  ke teń, onda karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) gazi ushın molyar massa  $M = 44 \text{ g/mol}$  ǵa teń boladı.

## Molekulalar sanı

Qálegen zattıń massasın tabıw ushın onı qurawshı molekulalar sanın bir molekulanıń massasına kóbeytiw kerek, yaǵnıy:

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

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

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

(1) aňlatpanı esapqa alsaq (6) aňlatpadan tómendegi aňlatpa kelip shıǵadı:

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

Onda (1) teňlikti (7) aňlatpa boyınsha jazamız:

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

Bul aňlatpa boyınsha massası anıq bolǵan hárqanday zattıń molekula-  
lar (yaki atomlar) sanın anıqlawǵa boladı.

### Molekulalar konsentraciyası



**Kólem birligindeki molekular sanına molekulardıń koncen-  
traciyası dep ataladı hám ol n háribi menen belgilenedi.**

Anıqlama boyınsha, zattıń molekularınıń koncentraciyası tómende-  
gishe anıqlanadı:

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

bunda  $N$  — Ídistaǵı molekulardıń sanı,  $V$  — Ídis kólemi.

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

(9) aňlatpadaǵı  $N$  nıń ornına (8) aňlatpanı qoyıw arqalı zattıń molekularınıń  
koncentraciyasın anıqlawdıń jáne bir aňlatpası payda boladı:

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

Bul teńlemeden zattıń tıǵızlıǵın anıqlawdıń jáne bir aňlatpa kelip shıǵadı,  
yaǵnıy  $\rho = n \cdot m_0$ .

### Másele sheshiw úlgisi

**1-másele.** Kólemi  $54 \text{ cm}^3$  bolǵan suwdaǵı molekular sanın anıqlań.

#### Berilgeni:

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

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

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

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

Tabıw 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:

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

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

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

**2-másele.** 136 mol sınaq qansha kólemdi iyeleydi? Sınaptıń tıǵızlıǵı  $13,6 \text{ g/cm}^3$ , molyar massası  $200 \text{ g/mol}$ .

**Berilgeni:**

$$\nu = 136 \text{ mol}$$

$$\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 200 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}$$

*Tabıw kerek:*

$$V = ?$$

**Formulası:**

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

$$\nu = \frac{m}{\rho} = \frac{\nu \cdot M}{\rho}.$$

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

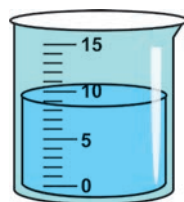
**Esaplaw:**

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

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



1. Zattıń muǵdarı dep nege aytıladı? Onıń ólshew birliǵı qanday?
2. Avogadro turaqlısıńnıń san mánisin aytıń hám onı túsindirip berıń.
3. Molyar massa dep qanday muǵdargá aytıladı? Azon, karbonat angidrid hám metan gazi ushın molyar massa nege teń?
4. Zattaǵı molekular sanı qalay esaplanadı?
5. Ídistáǵı suw molekularınıń konsentraciyasın qalay anıqlaysız (10-súwret)? Ídistıń ólshew birliǵı *ml* de berilgen.



10-súwret.



1. Massası 270 g bolǵan suwdaǵı zattıń muǵdarın anıqlań.
2. Muǵdarı 8 mol bolǵan karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) gaziniń massası nege teń?
3. Massası 7 g bolǵan azot ( $\text{N}_2$ ) quramındaǵı molekular sanın anıqlań.
4. Zattıń molyar massası 36 g/molǵa teń bolsa, usı zattıń bir molekulasınıń massasın anıqlań.
5. Kesteni toltırıń.

| № | Zattıń túri | Ximiyalıq belgisi | Molyar massası (g/mol) | Molekulanıń massası (g/mol) |
|---|-------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | As duzı     | $\text{NaCl}$     |                        |                             |
| 2 | Ozon        | $\text{O}_3$      |                        |                             |
| 3 | Azot        | $\text{N}_2$      |                        |                             |
| 4 | Metan gazı  | $\text{CH}_4$     |                        |                             |

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



## 4-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Uzınlıǵı 15 cm hám kesesine kesilgen beti 4 mm<sup>2</sup> bolǵan grafit qálemsheinde qansha uglerod atomı bar ekenin anıqlań. Grafitiń tıǵızlıǵı 1,6 g/cm<sup>3</sup>. Bir dana uglerod atomınıń massası 2 · 10<sup>-26</sup> kg ǵa teń.

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

**2-másele.** Kólemi 5 l bolǵan ıdısqı 140 g massalı azot gazi salınǵan. ıdıstaǵı gaz molekulalarınıń koncentraciyasını anıqlań.

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

**3-másele.** Sırtqı beti 20 cm<sup>2</sup> bolǵan buyımǵa 1,5 μm qalıńlıqta gúmis qatlamı qaplandı. Qaplamda qansha gúmis atomı bar ekenin anıqlań. Gúmistıń tıǵızlıǵı 10,5 · 10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>, molyar massası 108 g/mol ǵa teń.

| Berilgeni:                                                                                                                                                                                                                                  | Formulası:                                                                                                                                           | Esaplaw:                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $S = 20 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$<br>$h = 1,5 \mu\text{m} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$<br>$\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$<br>$M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$<br>$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ | $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h,$<br>$v = \frac{m}{M}, \quad N = v \cdot N_A$<br>$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{\rho S h}{M} \cdot N_A$ | $N = \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{108 \cdot 10^{-3}} =$<br>$= 2,8125 \cdot 10^{20}$ |
| <i>Tabıw kerek:</i><br>$N = ?$                                                                                                                                                                                                              | $[N] = \frac{\text{kg}}{\text{kg/mol}} \cdot \frac{1}{\text{mol}} = 1$                                                                               | <b>Juwabı:</b> $N = 2,8125 \cdot 10^{20}$                                                                                   |



1. Massası 81 g bolğan alyuminiyden islengen buyım. Buyımda qan-sha alyuminiy atomı bar?
2.  $4 \cdot 10^{24}$  temir atomınan ibarat deneniñ massası qansha?
3. Ídisqa salınğan gazdıñ massası 5,5 kg ğa teñ. Ídista  $7,5 \cdot 10^{25}$  gaz molekulası bar bolsa, bul gaz túrin anıqlań.
4. Ídisqa massası 72 g lıq suw quyılğan. Ídistağı suw molekulala-rınıñ koncentraciyasın anıqlań.
5. Kólemi  $6 \text{ cm}^3$  bolğan almazdağı atomlar sanın anıqlań. Almazdıñ tıǵızlıǵı  $3500 \text{ kg/m}^3$  hám molyar massası 12 g/mol.
6. Zattıñ muǵdarı 200 mol bolğan mıstan qalıńlıǵı 2 mm bolğan tegis mıs plastinkası soǵılğan. Plastinkanıñ beti nege teñ? Mıstıñ tıǵızlıǵı  $8900 \text{ kg/m}^3$  molyar massası 64 g/mol.
7. Zattıñ tıǵızlıǵı  $5 \text{ g/cm}^3$  bolsa, tolıq sırtınıñ beti  $24 \text{ cm}^2$  bolğan kubtıñ massası qanday boladı?
8. Zattıñ muǵdarı 34 mol sınaq qansha kólemdi iyeleydi? Sınaptıñ tıǵızlıǵı  $13,6 \text{ g/cm}^3$ , molyar massası 200 g/mol ğa teñ dep alıń.
9. 10 l kólemdegi Ídisqa 1,6 kg massalı kislorod salınğan. Ídistağı gaz molekulalarınıñ koncentraciyasın anıqlań.
10. Suw molekulasınıñ diametrin  $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  dep alıp, 3 g suwdağı barlıq molekulalar bir-birine tıǵızlap bir qatarǵa jaylastırılса, qanday uzınlıq payda bolıwın esaplań. Bul uzınlıqtı Jerden Ayǵa shekem bolğan aralıq ( $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ ) menen salıstırıń.
11. Ídistağı suwda  $3 \cdot 10^{24}$  suw molekulası bolsa, suwdıñ kólemi qanday boladı? Suw molekulasınıñ diametri  $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  ğa teñ.
12. May molekulasınıñ diametri shama menen  $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  ğa teñ bolsa,  $24 \text{ cm}^3$  mayda qansha may molekulası bar ekenligin anıqlań.
13. Bir zattıñ molekulasınıñ diametri fotosúwrette 0,5 mm ge teñ. Eger fotosúwret elektron mikroskop járdeminde 200 000 ese úlkeyt-tirilip alınğan bolsa, usı zattıñ molekulasınıñ haqıyqıy diametri qansha?
14. Ne ushın ottan shıǵıp atırğan tütün joqarı kóterilgen sayın hátte, samal bolmaǵanda da kózge kórinbey ketedi?
15. Ne sebepten, sınğan farfor yaki ılaydan islengen ıdıstı kley menen jabıstırmasa olardı pütün halatına keltire almaysań? Aqırı, dene molekulaları arasında tartısıw kúshi bar ǵo.

## 5-§. IDEAL GAZ

### Ideal gaz

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



**Ideal gaz dep, molekulaları materiallıq noqatlar dep qaralatuǵın hám olar arasındaqı óz ara kúshleri itibarǵa alınbaytuǵın dárejede kishi bolǵan gazde ayıladı.**

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

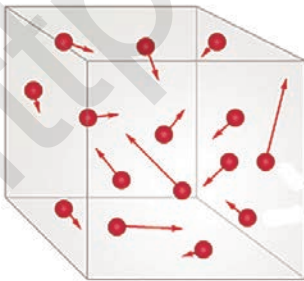


**Qásiyetleri molekulalarınń óz ara tásirine baylanıslı bolǵan gaz real gaz dep ataladı.**

Siyrek gazdın qásiyetleri biz túsinikke iye bolǵan ideal gazdın qásiyetlerine jaqınlaw bolǵan gaz bolıp esaplanadı. Molekulalarınń kinetikalıq energiyası olardıń óz ara tásir etiw potencial energiyasınan birqansha úlken bolǵanı ushın bunday gazdi ideal gaz dep esaplawımızǵa boladı.

### Ideal gazdın basımı

Jabıq ıdista gaz bar dep qarayıq. Ídis ishindegi gaz molekulası xao-tikalıq qozǵalısqqa kelip, ıdıs diywallarına urıladı. Ol hárbir urılǵanda ıdıs diywallarına belgili bir kúsh penen tásir etedi. Bir molekulanın tásir etetuǵın kúshi júdá kishkene. Kóp sanlı molekulalardıń diywalǵa úzliksiz urılıwınan diywal sırtında basım kúshi payda boladı (11-súwret).



11-súwret.

Ídis ishindegi gaz molekulaları xao-tikalıq qozǵalısq dawamında bir-biri menen soqlıǵısqanda olardıń tezliginiń baǵıtı hám san mánisi ózgeredi. Bunda molekulanın qozǵalısq tezligi ortasha kvadratlıq tezligi arqalı bólistiriledi. Molekulanın ortasha kvadratlıq tezligi tómendegi ańlatpa arqalı anıqlanadı, yaǵnıy:

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

Gazdın basımı gaz molekulalarının ıdıs diywallarına urılıwı nátiyjesinde oğan ( $m_0\bar{v}$ ) impuls beriw arqalı payda boladı. Gazdın basımı ıdıs diywallarına urılıp atırğan molekulalar sanına, molekulardıń massası hám molekula qozǵalıwınıń ortasha kvadratlıq tezligine baylanıslı boladı. Birlik waqıt ishinde ıdıs diywallarına urılıp atırğan molekulalar sanı bolsa, gaz molekulalarının konsentraciyasına tuwra proporcional. Gaz molekulalarının beretuǵın basımın esaplaw ushın tómendegi formula keltirip shıǵarılǵan:

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

Bunda  $n$  – gaz molekulalarının konsentraciyası,  $m_0$  – bir molekulanın massası,  $\bar{v}^2$  – molekulardıń ortasha kvadratlıq tezligi.

(1) teńlemenin on 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:

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



**Gazdın basımı kólem birligindegi molekulardıń kinetikalıq energiyasınıń ortasha mánisine tuwra proporcional.**

(1) teńlemedegi  $n \cdot m_0$  kóbeymesi gazdın tıǵızlıǵın bildirgeni ushın (1) teńlemenin tómendegidey etip jazıwǵa da boladı:

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

(1), (2) hám (3) teńlemeler **gazlerdın molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıń tiykargı teńlemeleri bolıp esaplanadı.**

### Másele sheshiw úlgileri

**1-másele.** Ideal gazdın tıǵızlıǵı  $1,5 \text{ kg/m}^3$  hám basımı  $180 \text{ kPa}$  bolsa, gazdın molekulalarının ortasha kvadratlıq tezligi qanday boladı?

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

**2-másele.** Eger gazdıń basımı 120 kPa, molekularınıń koncentraciyası  $5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$  bolsa, gaz molekuları ilgerilewshi qozǵalıwıń kinetikalıq energiyasınıń ortasha mánisi qanday boladı?

**Berilgeni:**

$$p = 120 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$n = 5 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}.$$

*Tabıw kerek:*

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

**Formulası:**

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

$$[\bar{E}_k] = \frac{3p}{2n} = \frac{\text{Pa}}{\text{m}^{-3}} =$$

$$= \frac{\text{N/m}^2}{\text{m}^{-3}} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}.$$

**Esaplaw:**

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

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



1. Qanday shártlerge juwap beretuǵın gaz ideal gaz dep ataladı?
2. Real gazdıń ideal gazden ayırmashılıǵı qanday?
3. Molekulanıń ortasha kvadratlıq tezligi degende qanday tezlikti túsinesiz?
4. Molekulalardıń ortasha arifmetikalıq hám ortasha kvadratlıq tezlikleri qalay anıqlanadı?
5. Molekulyar-kinetikalıq teoriya negizinde ideal gazdıń beretuǵın basımın túsindirip berin.
6. Gazdıń ıdıs diywalına beretuǵın basımı molekularardıń qanday parametrlerine baylanıslı boladı?



1. ıdıs vodorod gazi menen toltırılǵan. ıdıstaǵı gaz molekularınıń koncentraciyası  $4,5 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$  ǵa teń. ıdıstaǵı gaz basımın esaplań. Gaz molekularınıń ortasha kvadratlıq tezligin 400 m/s qa teń dep alıń.
2. Ideal gaz molekularınıń ortasha kvadratlıq tezligi 600 m/s hám tıǵızlıǵı  $0,9 \text{ kg/m}^3$  bolsa, ıdıstaǵı gaz basımın anıqlań.
3. ıdıstaǵı gazdıń tıǵızlıǵı  $1,5 \text{ kg/m}^3$  hám basımı 7,2 kPa bolǵan gaz molekularınıń ortasha kvadratlıq tezligi neshege teń?
4. ıdıstaǵı kólem birligindegi molekularlar sanı  $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  hám basımı 80 kPa bolǵan gaz molekularınıń ortasha kinetikalıq energiyasın esaplań.
5. ıdısqa salınǵan kislorod gazi, ıdıs diywalına 90 kPa basım berip tur. Eger kislorod molekuları 600 m/s ortasha kvadratlıq tezlik penen qozǵalıp atırǵan bolsa, ıdıstaǵı gaz tıǵızlıǵı qanday boladı?
6. Massası 0,3 kg bolǵan gaz 400 kPa basımda  $1 \text{ m}^3$  kólemde iyelese, onıń molekuları qozǵalıwıń ortasha kvadratlıq tezligi qanday boladı?
7. 30 kPa basımda bir atomlı gaz molekulasınıń ortasha kinetikalıq energiyasın tabıń. Berilgen basımda bul gaz molekularınıń koncentraciyası  $4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  ǵa teń.

## 6-§. TEMPERATURA

### Jillılıq teńsalmaqlılıǵı

Jillılıq qubılısların úyreniwde temperatura túsiniǵı áhmiyetli orındı iyeleydi. Temperatura molekulyar fizika hám termodinamikanıń tiykargı ólshemlerinen biri bolıp esaplanadı.

Hár túrli ıdistaǵı suwlarǵa barmaǵımızdı tıǵıp, olardan qaysı biri ıssılaw, qaysısı suwıqlaw ekenin ayta alamız. ıssılaw suwdıń temperaturasını joqarı, suwıqlaw suwdıń temperaturasını tómén deymiz. Sonday-aq, hawanıń kúndegi temperaturasını biliwge de heshkim biyparıq qaramaydı.



**Temperatura zattıń jillılıq halın muǵdar tárepinen anıqlaytuǵın fizikalıq shama.**

«*Temperatura*» latin tilinde «*hal*» degen mánisti bildiredi. Adam denesiniń temperaturasını ólshegende dene menen termometr ishindegi sinaptıń temperaturası teńleskenge shekem, yaǵnıy olar arasında jillılıq teń salmaqlılıǵı saqlanǵa shekem belgili bir waqıt ótedi. Jillılıq teńsalmaqlılıǵı payda bolǵannan keyin temperatura ózgermeydi.



**Zattıń jillılıq almasıwı nátiyjesinde olardıń temperaturalarınıń teńlesiwine jillılıq teń salmaqlılıǵı dep ataladı.**

Jillılıq teńsalmaqlıqta bolǵan sistemanıń barlıq bólimlerinde temperatura birdey mánige iye boladı. Eki deneniń temperaturası birdey bolǵanda, olar arasında jillılıq almasıw procesi bolmaydı. Eger denelerdiń temperaturaları hár túrli bolsa, olar bir-birine tiygizilgende deneler ortasında jillılıq almasıwı júz beredi. Bunda temperaturası joqarı bolǵan dene tómén temperaturalı denege jillılıq beredi. Jillılıq almasıw olardıń temperaturaları teńleskenshe dawam etedi. Máselen, shaynecten kesege ıssı shay quyıp, stol ústine qoyıń. Belgili bir waqıttan soń onıń temperaturası bólme temperaturası menen teńlesedi, yaǵnıy teńsalmaqlıq halatına keledi.

### Temperaturanıń Celsiy shkalası

Temperatura termometr járdeminde ólshenedi. Ádette, kóp paydalanılatuǵın termometr — sinaplı termometr (12-súwret). Bunday termometr rezervuarında sinap boladı. Temperatura kóterilgende rezervuardaǵı sinap kólemi keńeydi hám sinap naysha arqalı joqarıǵa kóteriledi.

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



12-súwret.

boladı. Temperaturaniñ ólshew birligi etip gradus alıńan. Normal atmosfera basımında muzdıń eriw temperaturası nol gradus dep, suwdıń qaynaw temperaturası 100 gradus dep alıńan. Bul aralıq 100 teńdey bóleklerge bólingen hám hárbir bólek **1 gradus** dep qabıl etilgen. «Gradus» latinshadan «qádem» degen mánisti bildiredi.

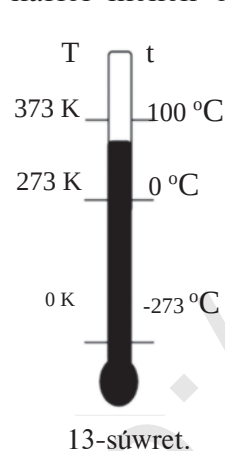
Bunday shkala 1742-jılı Shved alımı **Anders Celsiy** tárepinen usınılǵan hám ol temperaturaniñ Celsiy shkalası dep ataladı.

Celsiy shkalasında ólshengen temperatura  $^{\circ}\text{C}$  kórinisinde belgilenedi hám «gradus celsiy» dep oqıladı.

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

### Absolyut temperatura

Turmısta tiykarınan Celsiy shkalasında kórsetilgen  $t$  temperatura qol-lanıladı. Biraq, zatlardagı jıllılıq qubılısların úyreniwde absolyut tempera-tura dep atalatuǵın temperaturadan paydalanıladı. Absolyut temperatura  $T$  háribi menen belgilenedi.



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

Kelvin shkalasında alıńan temperatura birliginiñ qádemleri mánisi Celsiy shkalasındaǵı mániske teń etip alıńan. Celsiy shkalasında ólshengende absolyut nol temperatura  $-273,15^{\circ}\text{C}$  ǵa teń ekenligi anıqlanǵan. Bunda  $t = 0^{\circ}\text{C}$  da  $T = 273,15\text{ K}$  boladı. Eger  $273,15\text{ K}$  nı pútinlep  $273\text{ K}$  dep alsaq, Celsiy shkalasınıñ Kelvin shkalasına ótiw formulasın tómendegishe anıqla-wımızǵa boladı:

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

Temperaturaniñ Celsiy hám Kelvin shkalaları arasındagı baylanıs dia-gramması 13-súwrette kórsetilgen. Biraq, absolyut temperaturaniñ ózgeriwi  $\Delta T$  temperaturaniñ Celsiy shkalası boyınsha ózgeriwi  $\Delta t$  ǵa teń, yaǵnıy  $\Delta T = \Delta t$ . Absolyut shkaladaǵı nol temperatura absolyut nolge sáykes keledi.



**Absolyut nol temperatura múmkin bolǵan eń tómén tempe-ratura. Bunday temperaturada zattıń molekulalarınıń jıllılıq qozǵalıstı toqtaydı.**



## Temperaturanın molekulyar-kinetikalıq mánisi

Hárqanday zat atom hám molekulalardan turadı. Zattı qurawshı atom hám molekulalar toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı. Zat qızıp ketse bul tártipsiz qozǵalı jáne de tezlesedi. **Molekulalardıń tártipsiz qozǵalı jıllılıq qozǵalı** dep ataladı.



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

Makroskopikalıq jaqtan alıp qaraǵanda **temperatura** zattıń jıllılıq halatınıń 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 teoriiyası tiykarın salıwshılardıń biri bolǵan avstryalı fizik Lyudvig Bolsman húrmetine **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.**

Jıllılıq teń salmaqlıǵında barlıq gaz molekulalarınıń ilgerilewshi qozǵalısnıń ortasha kinetikalıq energiyası birdey boladı. Absolyut nol temperaturada molekulalardıń ilgerilewshi qozǵalı toqtaydı.

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

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



**Ideal gazdıń basımı gaz molekulalarınıń koncentraciyası hám onıń temperaturasına tuwra proporcional.**

### Másele sheshiw úlgisi

Kólemi 4 l bolǵan ıdıs ishindegi gaz basımı 120 kPa. ıdıs ishindegi gaz molekularınıń ilgerilewshi qozǵalıwınıń tolıq kinetikalıq energiyasını esaplań.

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



1. Temperaturanıń qanday ólshew birliklerin bilesiz?
2. Celsiy shkalası menen Kelvin shkalasını baylanıstırıwshı formulanı jazıń hám olar arasındadı baylanıstı túsindirip berıń.
3. Gazdıń temperaturası menen onıń molekularınıń ortasha kinetikalıq energiyası arasındadı baylanıstı bildiriwshi teńlemenı jazıń hám onı túsindirip berıń.
4. Gaz basımınıń absolyut temperaturaǵa hám gaz molekularınıń koncentraciyasına baylanıslı teńlemesin jazıń hám onı túsindirip berıń.
5. Normal jaǵdayda hawa molekularınıń koncentraciyası qanday boladı?



1. Tómendegi Celsiy shkalasında berilgen temperaturaları Kelvin shkalasında berıń: 0 °C, 27 °C, 100 °C, 127 °C, -73 °C, -223 °C, -200 °C.
2. Tómendegi Kelvin shkalasında berilgen temperaturaları Celsiy shkalasında berıń: 0 K, 73 K, 273 K, 300 K, 773 K, 1000 K, 2000 K.
3. Jawıq ıdıstaǵı gaz 27 °C den 627 °C ge shekem qızdırıldı. Bunda gaz molekularınıń ıdıs diywalına beretuǵın basımı qáytip ózgeredi?
4. ıdıstaǵı gaz molekularınıń koncentraciyası  $3 \cdot 10^{27} \text{ m}^{-3}$  qa teń. ıdıs ishindegi temperatura 60 °C bolǵanda gaz molekularınıń ıdıs diywalına beretuǵın basımı qanday boladı?
5. ıdıs ishindegi gazdıń temperaturası 400 K bolǵanda, manometer ıdıstaǵı gaz basımı 276 kPa ǵa teń bolǵanın kórsetedi. ıdıstaǵı gaz molekularınıń koncentraciyası nege teń?
6. Normal jaǵdayda 1 m<sup>3</sup> kólemdegi hawa molekularınıń sanın esaplań. Normal jaǵday ushın basımdı 100 kPa, temperaturanı 273 K ǵa teń dep alıń.
7. Arnawlı sorıwshı nasos járdeminde ıdıstan hawa sorılıp, onıń ishinde 1 pPa basımdadı vakuum payda etildi. Vakuumnıń 1 cm<sup>3</sup> kóleminde qansha gaz molekulası bar? ıdıs ishindegi temperatura 300 K.

## 7-§. GAZ MOLEKULARININ QOZGALIS TEZLIGI

Hareketlenip atirgan  $m_0$  massali gaz molekularinin ortasha kinetikaliq energiyasi  $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$  korsetpe arqali aniqlanatuğunin bilemiz. Son-day-aq, gazdin absolyut temperaturasi  $T$  ga teñ bolsa, onin ortasha kinetikaliq energiyasi tómendegi  $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT$  kóriniste beriliwin bilip aldıq.

Bul eki ańlatpanı teńlestirip jazsaq:

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

Ańlatpadan molekular tezlikleri kvadratlarinin ortasha manisin tabıw ańlatpasın keltirip shıǵaramız, yaǵnıy:

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

Molyar massa sıpatlaması boyınsha  $M = m_0 \cdot N_A$  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  $N_A$  nın kóbeymesine universal (molyar) gaz turaqlısı dep ataw qabıl etilgen.**

Universal gaz turaqlısı  $R$  háribi menen belgilenedi, yaǵnıy:

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

(4) ańlatpa boyınsha universal(molyar) gaz turaqlısının san manisin 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, gazlerdin universal gaz turaqlısının manisi tómendegige teñ:

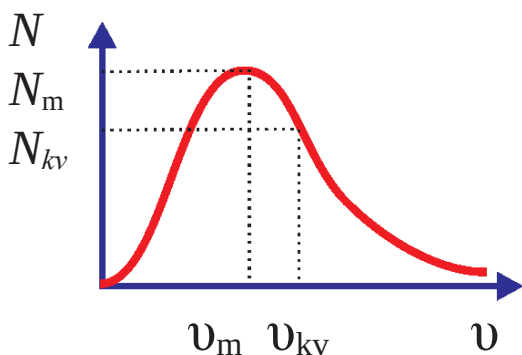
$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}.$$

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

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

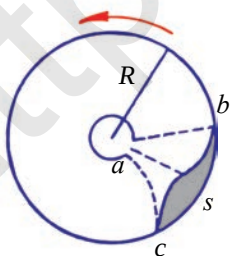
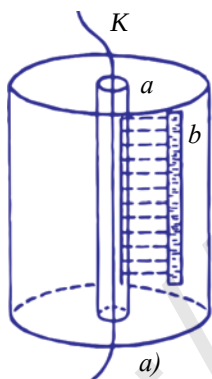
(5) formula tiykarında hár túrli gaz molekulaların hár qıylı temperaturadağı ortasha kvadratlıq tezligin esaplawğa boladı.

Ingliz fizigi **J. Maksvell** 1859-jılı teoriyalıq jol menen gaz molekulaları hár túrli tezlikler menen qozǵalatıǵının, yaǵnıy molekulaların tezlikler boyınsha bólistiriliwin anıqladı. Bunday bólistiriliw 14-súwrette grafik túrinde berilgen. Grafikte eń kóp molekulaların erisken tezligi  $v_m$  dep belgilengen. Molekulaların  $v_{kv}$  ortasha kvadratlıq tezligi bul  $v_m$  tezlikten biraz úlken boladı.



14-súwret.

Gaz molekulaların qozǵalıw tezligin tájiriyyede 1920-jılı nemec fizigi **Otto Shtern** (1888 — 1969) anıqlaǵan. Shternniń tájiriyye ótkergen qurılısı bir-birine bek-kem biriktirilgen ulıwmalıq kósherge iye bolǵan eki cilindrden ibarat bolıp, onıń sxemalıq kórinisi 15-a súwrette berilgen. Bunda ishki cilindrniń radiusı hám sırtqı cilindrniń radiusı  $r$  hám  $R$  ǵa teń bolǵan. Ishki cilindrniń kósheri boylap



b)

15-súwret.

ústine gúmis júrgizilgen platinadan islengen K sim tartılǵan hám cilindrden jınıshke  $a$  tesik ashılǵan. Tájiriyye baslanıwdan aldın cilindrler arasındaǵı hawa sorılıp, ıdıslar vakuum halatına keltiriledi. Eger platina sımdan tok ótkizilse, onıń sırtındaǵı gúmis qatlamı puwlana baslaydı. Ishki cilindr diywalındaǵı tesikten gúmis atomları shıǵıp sırtqı cilindrniń ishki diywalına otıradı. Nátiyyede tesik aldında ensiz  $b$  gúmis qatlamı payda boladı.

Gúmis atomların tezligin ólshew ushın cilindrlerdi júdá úlken tezlik penen háreketke keltiriw kerek. Nátiyyede gúmis atomları ishki cilindrniń tesigi aldında emes, bálki bul joldan aylanıw jónelisine salıstırǵanda artlawǵa otıradı hám sırtqı cilindrniń ishki tárepinde ensiz ǵana  $b$  iziniń ornında qalınlıǵı birdey bolmaǵan keńlew  $bc$  gúmis qatlamı payda bolǵan (15-b, súwret).

Sırtqı cilindr ishinde payda bolǵan  $bc$  gúmis qatlamınıń uzınlıǵın cilindrniń múyesh tezligi arqalı sıpatlaymız:

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

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

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

$$v_{o'rt} = \frac{R-r}{t}. \quad (7)$$

(6) ańlatpadan  $t$  nıń mánisin tawıp (7) ańlatpağa qoyıp, ortasha tezlikte esaplaw formulasın keltirip shıǵaramız:

$$v_{o'rt} = \frac{\omega R(R-r)}{s}. \quad (8)$$

15-b súwrette kórinip turǵanıday, gúmis qatlamınıń forması molekullardıń tezlikleri boyınsha Maksvell bólistiriwi grafiginiń kórinisine uqsas ekenligi anıqlanǵan. Demek, Shtern tájiriyesi Maksvell bólistiriliwin tájiriyede tekseriw múmkinshiligin beredi.



**Shtern tájiriyesi gaz molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıń hám de Maksvelldiń gaz molekulyar tezlikleri boyınsha bólistiriliwi haqqındaǵı táliymatınıń 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:                                                   | Formulası:                                                                                                                 | Esaplaw:                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m_o = 2 \cdot 10^{-26}$ kg<br>$E_k = 2,5 \cdot 10^{-21}$ J. | $E_k = \frac{m_o v^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_o}}.$                                                              | $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-21}}{2 \cdot 10^{-26}}} \text{ m/s} = 500 \text{ m/s}.$ |
| Tabıw kerek:<br>$v = ?$                                      | $[v] = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \text{m/s}.$ | <b>Juwabı:</b> $v = 500 \text{ m/s}.$                                                           |



1. Hawada kislorod hám vodorod molekullarınıń ortasha kvadratlıq tezlikleri qanday ózgeshelikke iye?
2. Maksvelldiń molekullar tezligi boyınsha bólistiriliwin analizleń hám onıń mánisin túsindirip beriń.
3. Gazdıń absolyut temperaturası eki ese kóterilgende ondaǵı molekullardıń ortasha kinetikalıq energiyası qalay ózgeredi?
4. Gazdıń absolyut temperaturası tórt ese kóterilgende ondaǵı molekullardıń ortasha kvadratlıq tezligi qalay ózgeredi?

## 8-§ MASELELER SHESHIW

**1-másele.** *O. Shtern* tájiriybesi nátiyjesi boyınsha gúmis atomlarınıń qozǵalıw tezligin anıqlań. Platina talshıǵınan tok ótkende hám ol 1500 K temperaturasına shekem qızdıǵanda onnan gúmis atomları puwlana baslaydı. Shtern cilindrde 280 rad/s múyesh tezlik penen háreketke keltirgende sırtqı cilindrde 1,12 cm uzınlıqtaǵı gúmis qatlamı payda bolǵan. Tájiriybe qurılısınıń ishki hám sırtqı cilindrleriniń radiusları sáykes túrde 1,2 cm hám 16 cm ge teń bolǵan. Tezliktiń tájiriybede alınǵan mánisin teoriyalıq jol menen esaplanǵan mánisi menen salıstırıń.

### Berilgeni:

$$\begin{aligned} T &= 1500 \text{ K} \\ \omega &= 280 \text{ rad/s} \\ s &= 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ r &= 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ R_t &= 16 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ R &= 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \\ M &= 108 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.} \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$$\bar{v} = ?$$

### Formulası:

$$\begin{aligned} s &= \omega \cdot R_t \cdot \Delta t; \\ \Delta t &= \frac{R_t - r}{\bar{v}}; \\ \bar{v} &= \frac{\omega \cdot R_t \cdot (R_t - r)}{s}. \\ [\bar{v}] &= \frac{\frac{1}{s} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}. \end{aligned}$$

### Esaplaw:

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \frac{280 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \cdot 14,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1,12 \cdot 10^{-2}} = 592 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \\ \bar{v} &= \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1500}{108 \cdot 10^{-3}}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 588 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \end{aligned}$$

**Juwmag:** tezlikti teoriyalıq jol menen esaplanǵan mánisi, tájiriybe nátiyjesi boyınsha esaplanǵan tezliktiń mánisine júdá jaqın.

**2-másele.** Qanday temperaturadaǵı vodorod molekularınıń ortasha kvadratlıq tezligi, 580 K temperaturadaǵı geliy gazi molekularınıń ortasha kvadratlıq tezligine teń boladı?

### Berilgeni:

$$\begin{aligned} M_1 &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \\ M_2 &= 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \\ T_2 &= 580 \text{ K} \\ \bar{v}_1 &= \bar{v}_2. \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$$T_1 = ?$$

### Formulası:

$$\begin{aligned} \bar{v}_1 &= \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}, \quad \bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}} \\ \text{Bunnan} \\ T_1 &= \frac{M_1 T_2}{M_2}. \\ [T_1] &= \frac{M_1 \cdot T_2}{M_2} = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot \text{K}}{\frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = \text{K}. \end{aligned}$$

### Esaplaw:

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

**Juwbabı:**  $T_1 = 290 \text{ K}$ .

**3-másele.** Gaz temperaturası 150 K ға kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi 250 den 500 m/s qa shekem arttı. Gazdıń dáslepki temperaturası qanday bolǵan?

**Berilgeni:**

$$T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$\Delta T = 150 \text{ K}$$

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

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

*Tabıw 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:**

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

**Juwapı:**  $T_1 = 50 \text{ K.}$



1. Vodorod molekulasınıń  $-23^\circ\text{C}$  temperaturadaǵı ortasha kvadratlıq tezligin anıqlań.
2. Qanday temperaturada kislorod molekulasınıń ortasha kvadratlıq tezligi 500 m/s qa teń boladı?
3. Gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalıstıń kinetikalıq energiyası  $9,52 \cdot 10^{-21} \text{ J}$  bolǵan gazdıń temperaturasını anıqlań.
4. Molekular koncentraciyası  $4 \cdot 10^{-26} \text{ m}^{-3}$  hám basımı  $1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bolǵan bir atomlı gaz molekulalarınń ortasha kinetikalıq energiyası nege teń?
5. Bir atomlı gaz molekulalarınń ilgerilewshi qozǵalıstı ortasha kinetikalıq energiyası  $1,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$  hám basımı 2,4 MPa bolsa, usı gaz molekulalarınń koncentraciyası qanday boladı?
6. Muǵdarı eki mol bolǵan gazdıń ıdıs diywallarına beretuǵın basımı 10 kPa ға teń. Gazdıń iyelep turǵan kólemin anıqlań. Gazdıń temperaturası 300 K.
7. Qanday temperaturadaǵı geliy molekulalarınń ortasha kvadratlıq tezligi 350 K temperaturadaǵı vodorod molekulalarınń ortasha kvadratlıq tezligine teń boladı?
8. Gaz temperaturası  $150^\circ\text{C}$  ға kóterilgende, molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi 300 den 600 m/s ға shekem arttı. Gazdıń dáslepki temperaturası qanday bolǵan?



## 9-§. IDEAL GAZ HALINIŇ TEŇLEMELERI

### Ideal gazdiŇ hal teŇlemesi

Belgili bir massalı ideal gazdiŇ termodinamikalıq halatı onıŇ makroskopikalıq parametrleri, yaǵnıy basımı  $p$ , kólemi  $V$  hám temperaturası  $T$  arqalı túsindiriledi. Gaz bir halattan ekinshi halatqa ótkende onıŇ halatın túsindiriwshi ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ) parametrleriniŇ úshewi de bir waqıtta ózgeriwı múmkin. Máselen, dáslep  $m$  massalı gazdiŇ 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 parametrleriniŇ óz ara qalay baylanısqanın sıpatlawshı teŇlemeni keltirip shıǵaramız.

Ideal gazdiŇ hal teŇlemesin keltirip shıǵarıw ushın gazler molekulyar-kinetikalıq teoriyasınıń tiykarǵı teŇlemesinen paydalanamız, yaǵnıy:

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

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

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

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

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

(3) teŇlemeni rus alımı Dmitriy Mendeleev hám francuz alımı Benua Klapeyron keltirip shıǵargan. Sol sebepli teŇleme **Mendeleev-Klapeyron teŇlemesi** dep ataladı. Bul teŇleme ideal gazdiŇ halatın anıqlaǵanı ushın, ol ideal gaz halınıŇ teŇlemesi dep te ataladı.



***Ideal gazdiŇ hal teŇlemesi*** gazdiŇ massası, molyar massası, basımı, kólemi hám temperaturası arasındǵı baylanıstı bildiredi.

Mendeleev-Klapeyron teńlemesin zattıń muǵdarı 1 mol bolǵan gaz ushın jazsaq, yaǵnıy:

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

kórinisinde boladı.

### Klapeyron teńlemesi

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

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} \cdot R T_1 \quad \text{hám} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2. \quad (5)$$

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

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

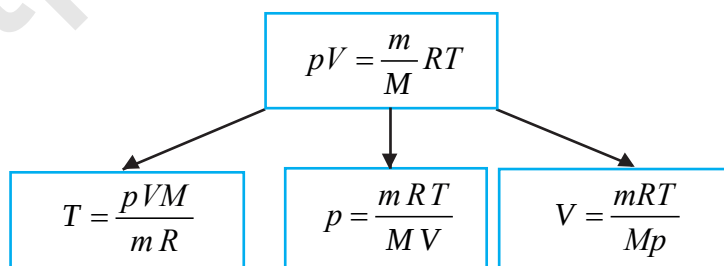
Bul teńlemeden tómendegi ańlatpa kelip shıǵadı:

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

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

Jıllılıq qubılısların úyreniwde hal teńlemesin biliw oǵada áhmiyetli. Gaz halınıń úsh ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ) parametrinen birewi belgisiz bolıp, qalǵan ekewi belgili bolǵanda, hal teńlemesi belgisiz parametrdi anıqlaw múmkinshiligin beredi.

Máselen:



### Másele sheshiw úlgisi

Kólemi 20 l bolğan ıdısqa kislorod salınğan. Ídistağı gazdıń temperaturası 127 °C hám basımı 160 kPa ğa teń bolsa, ıdistağı gaz massasını anıqlań.

#### Berilgeni:

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

Tabıw kerek:  
 $m = ?$

#### Formulası:

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

#### Esaplaw:

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

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



1. Qanday teńlemege ideal gazdıń hal teńlemesi delinedi?
2. Ideal gazdıń hal teńlemesin keltirip shıǵarın.
3. Gazdıń hal teńlemesin biliwdiń áhmiyeti nede?
4. Normal jaǵdayda muǵdarı 1 mol bolğan ideal gaz, qanday kólemdi iyeleydi?



1. Basımı 0,45 MPa hám temperaturası 52 °C bolǵanda 500 mol gaz qanday kólemdi iyeleydi?
2. Kólemi 0,05 m<sup>3</sup> hám temperaturası 500 K bolğan gazdıń basımı 250 kPa. Zattıń muǵdarın anıqlań.
3. Massası 8 g bolğan gaz 27 °C temperaturada hám 150 kPa basımda 4,15 l kólemdi iyeleydi. Bul qanday gaz?
4. Temperaturası 367 °C hám basımı 415 kPa bolğan kislorod gaziniń tıǵızlıǵı qanday?
5. 24 l kólemli ballonda 1,2 kg karbonat angidrid gazi bar. Ballon 3 · 10<sup>6</sup> Pa basımǵa shekem shıdaydı. Qanday temperaturada partlaw qáwpi payda boladı?
6. Kólemi 40 l bolğan ıdısqa gaz salınğan bolıp, onıń temperaturası 400 K hám basımı 200 kPa ğa teń. Ídistağı gazdıń muǵdarın anıqlań.
7. Temperaturası 17 °C bolğan 4x5x3 m<sup>3</sup> ólshemli ójiredegi hawa muǵdarın anıqlań. Atmosfera basımı 10<sup>5</sup> Pa ğa teń dep alıń.
8. Kólem 16,6 l bolğan ıdista 280 g azot gazi 3,5 MPa basım astında bolsa, onıń temperaturası nege teń?

## IZOPROCESLER

Özgermeytugin massalı gaz bir haldan basqa halğa ótkende úsh parametrdiń biri ózgermey, qalğan ekewi ózgeriwi múmkin.



**Berilgen gazdiń geybir makroskopikalıq parametri turaqlı bolǵanda, qalǵanları arasındaǵı baylanıstı kórsetetuǵın process izoprocess dep ataladı.**

Izoprocessler úsh túrli boladı: Izotermikalıq, izobarikalıq hám izoxorikalıq.

### 10-§. IZOTERMIKALÍQ PROCESS



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

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

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

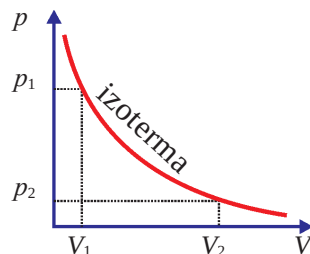
Gaz temperaturasını ózertpey saqlap turıw ushın gaz salınǵan ıdıs *termostat* dep atalıwshı arnawlı ıdıs ishine jaylastırıladı. Bolmasa, gaz qısılganda yaki keńeygende onıń temperaturası ózgerip keter edi  $T=\text{const}$  bolǵanda gazdiń eki halı ushın ideal gazdiń hal teńlemelerin jazamız:

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

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 baylanıs grafiginde iyrek sızıq (giperbola) túrinde berilgen, ol **izoterma sızıǵı** delinedi. Gaz izoterması basım menen kólem óz arası keri tásirde ekenligin sıpatlaydı, yáǵnıy:  $p \sim 1/V$ .



16-súwret.



**Ózgermeytuǵın temperaturada berilgen gazdıń basımı kólemine kerı proporcional túrde ózgeredi.**

Boyl-Mariott nızamın gazdıń tıǵızlıǵı menen basımı arasındadı baylanıs túrinde de túsindiriwge boladı. Gazdıń birinshi hám ekinshi halları ushın tıǵızlıqları tómendegidey boladı, yaǵnıy:

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

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 tıǵızlıǵı kólemge kerı basımǵa tuwra proporcional túrde ózgeredi.

### **Másele sheshiw úlgisi**

Normal atmosfera basımında ideal gaz 6 l kólemdi iyeleydi. Eger basımı 20 kPa ge kóterilse, gaz qanday kólemdi iyeleydi? Temperaturanı tuwraqlı dep alıń.

#### **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:**

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

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



1. Izoprocesler dep qanday proceslerge ayıladı?
2. Qanday process izotermiyalı process dep ataladı?
3. Izotermiyalı process ushın Boyl-Mariott formulasın jazıń hám túsindirip berıń.
4. Izoterma sıızıǵı degenimiz ne hám ol qanday sıızıqtan turadı?
5. Gazdıń hár túrli temperaturaları ushın izoterma sıızıń hám túsindirıń.
6. Izotermiyalı proceste gaz tıǵızlıǵının kólemge baylanıslı formulasın jazıń.



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

2. Porshenli cilindr ishine qamalğan gazdıń dáslepki kólemi  $24 \text{ cm}^3$ , basımı  $0,8 \text{ MPa}$  bolğan. Gaz izotermiyalı qısılıp, gazdıń kólemi  $16 \text{ cm}^3$  qa keltirilgende, onıń basımı qanday mániske iye boladı.

3. Normal atmosfera basımında ideal gaz  $50 \text{ l}$  kólemde iyeleydi. Eger basım 4 ese artsa, gaz qansha kólemde iyeleydi ( $l$ )? Temperatura turaqlı.

4. Ideal gaz  $1,2 \text{ l}$  kólemnen  $0,8 \text{ l}$  kólemge shekem izotermiyalı qısıladı. Bunda gazdıń basımı  $40 \text{ kPa}$  ға artadı. Gazdıń dáslepki basımı qanday bolğan?

## 11-§. IZOBARALÍQ PROCESS



**Ideal gazdıń massası  $m$  ( $m=\text{const}$ ) hám basımı ( $p=\text{const}$ ) turaqlı bolğanda 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 túrde ózgeredi. Bul proceste gazdıń kólemi menen temperaturası arasındaqı baylanıstı gazdıń halatı teńlemesi (Mendeleev-Klapeyron)nen paydalanıp keltirip shıǵaramız. Gazdıń hal teńlemesin basım turaqlı bolğan ( $p_1 = p_2$ ) gazdıń eki halı ushın jazamız:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2 \quad (1)$$

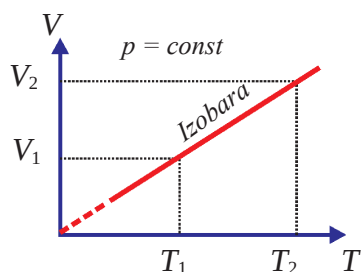
bul teńlemelerdi ústi-ústine bólip, tómendegi teńlikti payda etemiz:

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

(2) teńlemenı tómendegi kóriniste de jazıwǵa boladı.

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

Demek, izobaralıq proceste berilgen massalı gaz kóleminiń absolyut temperaturaǵa qatnası turaqlı muǵdar eken. Bul nızam 1802-jılı fransız fizigi Gey-Lyussak tárepinen tájiriyyede anıqlanǵanı ushın **Gey-Lyussak** nızamı dep ataladı. (3) teńlikti ortaqlı bóliniwshige keltirip,  $V = \text{const} \cdot T$  kórinisinde jazamız. Ańlatpada beriliwinshe izobaralıq proceste berilgen massalı gaz kólemi onıń absolyut temperaturasına tuwra proporcional eken. Izobaralıq proceste berilgen gazdıń kólemi menen temperaturası arasındaqı qatnastı kórsetiwshi sıziq izobara sıziǵı delinedi. Izobara sıziǵı



17-súwret.

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

**Turaqlı basımda berilgen massalı gazdıń kólemi temperaturaǵa tuwra proporcional túrde ózgeredi.**

### Másele sheshiw úlgisi

Ideal gazdıń temperaturası  $67^{\circ}\text{C}$  hám kólemi  $25\text{ l}$ . Basım turaqlı bolǵanda, kólem  $10\text{ l}$  ge teń bolıwı ushın gazdı neshe gradusqa shekem suwıtıw kerek?

#### Berilgeni:

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

Tabıw kerek:  
 $\Delta T = ?$

#### Formulası:

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

$$[\Delta T] = \text{K}.$$

#### Esaplaw:

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

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

**Juwapı:**  $\Delta T = 204\text{ K}.$



1. Qanday process izobaralıq process dep ataladı?
2. Izobaralıq process ushın Gey-Lyussaktıń formulasın jazıń hám onı túsindirip berıń.
3. Izobara sıızıǵı degenimiz ne hám ol qanday sıızıqtan ibarat?
4. Gaz basımınıń hár túrli mánisleri ushın izobaralardı sıızıń hám olardı túsindirip berıń.



1. Temperaturası  $27^{\circ}\text{C}$  bolǵan gazdıń kólemi  $10\text{ l}$  edi. Gaz izobaralıq túrde  $327^{\circ}\text{C}$  qa shekem ısıtılǵanda kólemi qalay ózgeredi?
2. Ideal gazdıń temperaturası  $51^{\circ}\text{C}$  hám kólemi  $0,9\text{ l}$ . Basım turaqlı bolǵanda, kólem  $0,3\text{ l}$  ge teń bolıwı ushın gazdı neshe gradusqa shekem suwıtıw kerek?
3. Gaz  $27^{\circ}\text{C}$  temperaturada  $3\text{ l}$  kólemge iye. Bul gaz izobaralıq  $100^{\circ}\text{C}$  da qızdırılса, ol qanday kólemdi iyeleydi?
4. Ideal gaz  $47^{\circ}\text{C}$  da  $3\text{ l}$  kólemdi iyelegen. Basımı turaqlı, kólemi  $1,2\text{ l}$  ge arttırıw ushın gazdıń temperaturasını qanshaǵa kóteriw kerek?



## 12-§. IZOXORALÍQ PROCESS



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

Grekshe «xoros» — kólem degendi ańlatadı.

Izoxoralıq proceste massalı gaz basımı ( $p$ ) onıń temperaturası ( $T$ ) na qaray ózgeredi. Bul proceste gazdın basımı menen temperatura arasındagı qatnastı gazdın hal teńlemesinen paydalanıp keltirip shıǵaramız. Gazdın 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 teńlemenı payda etemiz:

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

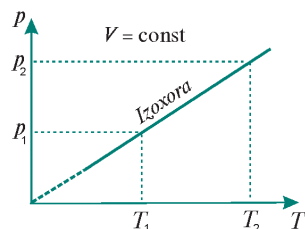
(2) teńlemenı tómendegi kóriniste de jazıwǵa boladı.

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

Demek, **izoxoralıq proceste berilgen massalı gaz basımınıń absolyut temperaturaǵa qatnası turaqlı shama eken.** Bul nızam 1787-jılı francuz fizigi **Jak Sharl** tárepinen tájiriybede anıqlaǵanı ushın **Sharl nızamı** dep ataladı. (3) teńlikti ortaqlı böliniwshige keltirip, onı tómendegishe jazamız, yaǵnıy:

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

(4) ańlatpa boyınsha izoxoralıq proceste berilgen massalı gaz basımı onıń absolyut temperaturasına tuwra proporcional. Izoxoralıq proceste berilgen gazdın basımı menen temperaturası arasındagı qatnastı bildiriwshı sıızıq **izoxora sıızığı** dep ataladı. Izoxora sıızığı koordinata basınan shıǵıwshı tuwrı sıızıqtan ibarat boladı (18-súwret).



18-súwret.



**Turaqlı kólemde berilgen massalı gazdın basımı temperaturaǵa tuwra proporcional ráwishte ózgeredi.**

Hárqanday germetik jabıq ıdısta yaki elektr lamposhkasında ısıtılğan gaz basımınıń artıwı izoxoralıq process bolıp esaplanadı.

### Másele sheshiw úlgisi

Gaz 280 K den 540 K ge shekem izoxoralıq túrde qızdırılğanda onıń basımı 39 kPa ға artadı. Gaz dáslep qanday basımda bolğan?

#### Berilgeni:

$$T_1 = 280 \text{ K}$$

$$T_2 = 540 \text{ K}$$

$$V = \text{const}$$

$$p_1 = p$$

$$p_2 = p + \Delta p$$

$$\Delta p = 39 \cdot 10^3 \text{ Pa.}$$

Tabıw kerek

$$p = ?$$

#### Formulası:

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

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

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

#### Esaplaw:

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

**Juwabı:**  $p = 42 \text{ kPa.}$



1. Qanday process izoxoralıq process dep ataladı?
2. Izoxoralıq process ushın Sharl nızamınıń formulasın jazıń hám onı túsindirip berıń.
3. Izoxora sıızığı qanday sıızıqtan ibarat?
4. Gazdıń hár túrli kólemleri ushın izoxoralardı sıızıń hám olardı aytıp berıń.



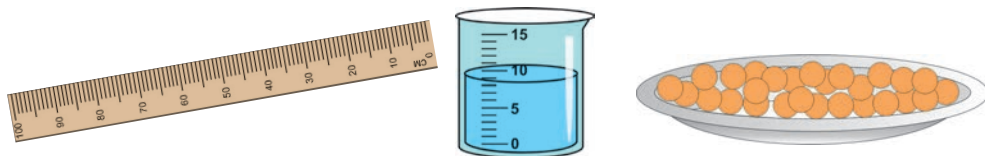
1. Ballondağı 17 °C temperaturada  $1,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  basımğa iye bolsa, qanday temperaturada onıń basımı  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  boladı?
2. Eger jaqtılandırıwshı lamposhka janganda, temperaturası 17 °C dan 360 °C ға shekem kóterilse, onıń ishindegi gaz basımı qalay ózgeredi?
3. Gaz 300 K nen 420 K ge shekem izoxoralı túrde qızdırılса, onıń basımı 50 kPa ға artadı. Gaz dáslep qanday basımda bolğan?

## 13-§. ÁMELIY JUMÍS. MOLEKULALARDÍŇ ÓLSHEMIN BAHALAW

### Mexanikalıq model tiykarında molekulanıń ólshemin bahalaw.

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

**Kerekli úskeneler:** sıızғыш, aq qaғаз, garox dánleri, menzurka.



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

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

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

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

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

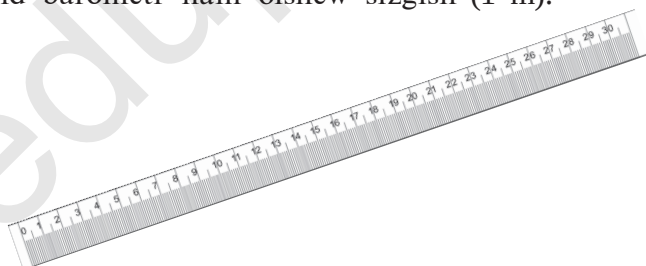
6. Kelip shıqqan nátiye tiykarında óz juwmaǵıńızdı jazıń.

**ÁMELIY JUMÍS.** Klass bólmesindegi hawanıń tıǵızlıǵın, bólmedegi molekulalardıń koncentracıyası hám sanın anıqlaw.

**Kerekli úskeneler.** Aneroid barometr hám ólshew sızǵıshı (1 m).



Aneroid barometr



ólshew sızǵıshı

1. Barometr ishindegi termometrdiń kórsetkenine qaray bólme ishindegi hawanıń temperaturası anıqlanadı.

Aneroid barometr járdeminde bólme ishindegi basım ólshenedi.

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

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

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

6. Mendeleev-Klapeyron teńlemesi boyınsha bólmedegi hawanıń tıǵızlıǵın  $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$  ańlatpa boyınsha esaplań.

**Esletpe:** esaplap atırğanınızda bólmeniñ molyar massasın 29 g/mol dep alıñ.

6. Gaz molekularınıñ koncentraciyasın  $n = \frac{p}{k \cdot T}$  ańlatpa boyınsha esaplañ.

7. Bólmedegi gaz molekularınıñ sanın  $N = n \cdot V$  ańlatpa boyınsha esaplañ.

8. Alınğan hám esaplangan shamalardıñ mánisi tiykarında tómendegi keste toltırıladı hám juwmaq jazıladı.

|         |                                                |                                                                                                                    |                            |
|---------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1       | Bólmeniń ólshemleri                            | Boyı $a = \dots\dots\dots\text{m}$ , eni $b = \dots\dots\dots\text{m}$ ,<br>uzınlığı $c = \dots\dots\dots\text{m}$ |                            |
| 2       | Bólmedegi hawanıń temperaturası                | $\dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$                                                                                  | $\dots\dots\dots\text{K}$  |
| 3       | Bólmedegi hawanıń basımı                       | $\dots\dots\dots\text{mm}$ sınap ústini                                                                            | $\dots\dots\dots\text{Pa}$ |
| 4.      | Bólmeniń kólemi                                | $\dots\dots\dots\text{m}^3$                                                                                        |                            |
| 5.      | Bólmedegi hawanıń tıǵızlıǵı                    | $\dots\dots\dots\text{kg}/\text{m}^3$                                                                              |                            |
| 6.      | Bólmedegi gaz molekularınıń<br>koncentraciyası | $\dots\dots\dots\text{m}^{-3}$                                                                                     |                            |
| 7.      | Bólmedegi gaz molekularınıń<br>massası         | $\dots\dots\dots\text{ta}$                                                                                         |                            |
| 8.      | Bólmedegi hawanıń massası                      | $\dots\dots\dots\text{kg}$                                                                                         |                            |
| Juwmaq: |                                                |                                                                                                                    |                            |

## 14-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Ideal gaz 6 l kólemnen 4 l kólemge shekem izotermiyalıq qısıladı. Bunda gazdıñ basımı 0,6 normal atmosfera basımına kóteriledi. Gazdıñ dáslepki basımı qanday bolǵan? Atmosfera basımın 100 kPa dep alıñ.

### Berilgeni:

$$T = \text{const}$$

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

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

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

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

Tabıw 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:

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

$$= 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

**Juwabı:**  $p_1 = 120 \text{ kPa.}$

**2-másele.** Massası 2,6 kg bolğan ideal gaz 27 °C temperaturada porshen astında 1,3 m<sup>3</sup> kölemdi iyelep tur. Gaz izobaralı keñeyip, onıń tıgızlıǵı 1,2 kg/m<sup>3</sup> ǵa teń bolǵanda, porshen ishinde qanday temperatura boladı?

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

**3-másele.** Gazdıń temperaturası izoxoralıq ráwishte 12 °C ǵa qızdırılǵanda gaz basımı dáslepki mánisiniń 1/75 bólegine shekem kóterildi. Gazdıń dáslepki temperaturası qanday bolğan?

| Berilgeni:                                                                                                    | Formulası:                                                                                                                                                                            | Esaplaw:                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $V = \text{const}$<br>$\Delta T = 12 \text{ K}$<br>$T_2 = T_1 + \Delta T$<br>$p_2 = p_1 + \frac{1}{75} p_1$ . | $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{1}{75} p_1}{T_1 + \Delta T};$ $T_1 + \Delta T = T_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{75}\right) \text{ bunnan}$ | $T_1 = 75 \cdot 12 \text{ K} = 900 \text{ K}.$ |
| Tabıw kerek:<br>$T_1 = ?$                                                                                     | $T_1 = 75 \cdot \Delta T$ iye bolamız.                                                                                                                                                | <b>Juwapı:</b> $T_1 = 900 \text{ K}.$          |

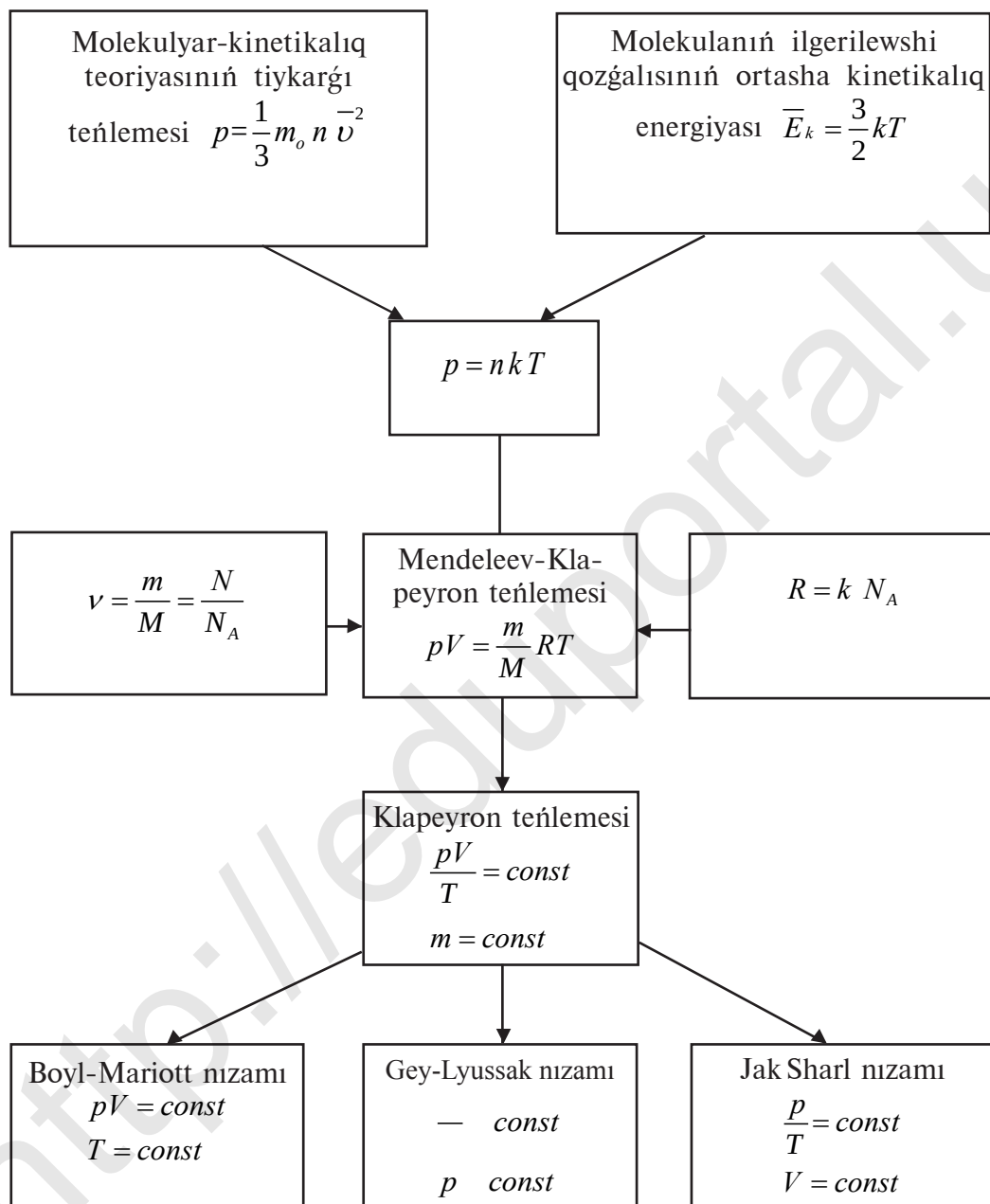
**4-másele.** Tereńligi 30 m bolğan koldıń túbinen hawa kóbige suw sırtına kóterilgende, onıń kölemi neshe esege artadı? Suwdıń ústingi hám tómengi bólimlerinde temperaturanı birdey dep esaplań.

| Berilgeni:                                     | Sheshiliwi:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $h = 30 \text{ m}$<br>$p_0 = 10^5 \text{ Pa}.$ | $T = \text{const}$ — izotermiyalı process teńlemesi-nen $p_1 V_1 = p_2 V_2$ paydalanamız, bunda $p_1$ — suw túbinde turgan hawa kóbikshesiniń ishindegi basım, ol atmosfera basımı menen suyıqlıq 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, yaǵnıy $p_2 = p_0$ . Bunnan $(p_0 + \rho gh) \cdot V_1 = p_0 V_2$ . Bul ańlatpadan tómendegi kelip shıǵa-dı: |
| Tabıw kerek:<br>$\frac{V_2}{V_1} = ?$          | $\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0 + \rho \cdot g \cdot h}{p_0} = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30}{10^5} = 4$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                | <b>Juwapı:</b> Kóbikshe 4 esege úlkeygen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



1. 27 °C temperaturada jabıq ıdıstağı gazdıñ basımı 900 kPa ğa teñ edi. Gaz qızdırılıp, temperaturası 277 °C ğa jetkizilgende, ıdıñ ishindegi gazdıñ basımı qanday mánige iye boladı?
2. Ballonda 17 °C temperaturalı gaz bar. Eger gazdıñ 0,4 bólegi shıǵıp ketse hám bunda temperatura 10 °C ğa páseyse, ballondağı gazdıñ basımı qalay ózgeredi?
3. Dáslepki temperaturası 27 °C bolğan ideal gaz izobaralı keñeyip, onıñ kólemi 24 % ke arttı. Onıñ keyingi temperaturası qanday boladı?
4. Ideal gaz turaqlı basımda 27 °C dan 117 °C ğa shekem qızdırılǵanda, gazdıñ kólemi neshe procentke artadı?
5. Hawa kóbikshesi suw hawızınıñ túbinen suw betine shıqqanǵa shekem 3,5 esege úlkeydi. Suw hawızınıñ tereñligi qanday? Suwdıñ ústingi hám tómengi bólimlerindegi temperaturanı birdey dep esaplañ.
- 6\*. Jabıq ıdıstağı gazdı 120 K ge qızdırǵanda onıñ basımı eki ese kóterilse, gazdıñ dáslepki temperaturası qanday edi?
- 7\*. Gaz izobaralı túrde temperaturasını 10 K ge kótergende, gaz kólemi dáslepki mánisiniñ 1/20 bólegine shekem kóteriledi. Gazdıñ dáslepki temperaturası qanday bolğan?
- 8\*. Massası 3 kg bolğan ideal gaz 127 °C temperaturada erkin jılısatuǵın porshen astında 2,5 m<sup>3</sup> kólemde iyelep tur. Qanday temperaturada porshen astındağı gazdıñ tıǵızlıǵı 2 kg/m<sup>3</sup> boladı?

**İdeal gazlar molekulyar-kinetikalıq teoriyası tiykarındağı  
teñlemelerden kelip shıǵatuǵın qatnaslar**





## I BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARI

1. Avogadro sanı dep qanday fizikalıq shamağa aytıladı?

- A) 12 g ugleroddağı atomlar sanına;
- B) 1 mol zattağı bóleksheler sanına;
- C) 18 g suwdağı molekulalar sanına;
- D) Barlıq juwaplar durıs.

2. Zattın muǵdarı 25 mol bolǵan kislorodtın massasın anıqlań (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 kólemde iyeleydi ( $\text{cm}^3$ )?

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

6. Gazdiń kólemi 2 ese kóbeyip, molekulaların 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 ıdısh ishindegi gaz molekulaların ortasha kvadratlıq tezligi 30 % ke kóbeyse, gaz basımınıń ózgeriwın 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  $2 \text{ m}^3$  bolǵan bir atomlı ideal gaz molekulaların 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. Ballondağı geliy gaziniń temperaturası  $27^\circ\text{C}$  dan  $227^\circ\text{C}$  ǵa shekem kóterilse, gazdiń tıǵızlıǵı qáytip ózgeredi?

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

10. Ballondağı kislorodtın temperaturası  $227^\circ\text{C}$  dan  $127^\circ\text{C}$  ǵa shekem tússe, ondağı gaz molekulaların koncentraciyası qáytip ózgeredi?

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

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

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

12. Gazdın absolyut temperaturası neshe ese kóterilgende, molekularlarnıń ortasha kvadratlıq tezligi eki esege artadı?

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

13. 400 K temperatura 138 kPa basımda gaz molekularlarınń koncentracıyası neshege teń ( $\text{m}^3$ )?

- 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 basım astında hám 27 °C temperaturada qan-sha kólemde iyeleydi ( $\text{m}^3$ )?

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

15. Temperaturası 27 °C bolğan 2 mol gazdın basımın anıqlań (Pa). Gazdın kólemin 4 / ge teń dep alıń.

- 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. Gazdın basımı 12 ese artsa, kólemi bolsa 3 ese kemeyse, onıń absolyut temperaturası qalay ózgeriwın anıqlań.

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

17. Boyle-Mariott ideal gaz parametrleri ushın qanday qatnastı úyrengen?

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

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

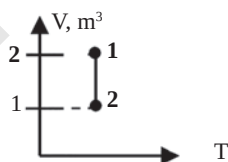
- A) 2 ese artadı; B) 2 ese kemeydi; C) ózgermeydi; D) 4 ese kemeydi.

19. Izotermiyalıq proceste gazdın basımı 4 ese arttı. Bunda gaz koncentracıyası qayıp ózgeredi?

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

20. Súwrette berilgenindey gaz 1-haldan 2-halğa ótkende, onıń basımı qayıp ózgeredi?

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



21. Turaqlı basımdağı ideal gaz köleminiñ temperaturağa baylanışlı ekenligin kim tájiriybede anıqlağan?

- A) Gey-Lyussak; B) Sharl; C) Boyle-Mariott; D) Shtern.

22. Ideal gaz ushın izobaralıq procestiñ anlatpasın tabıñ.

- A)  $p = nkT$ ; B)  $pV = \text{const}$ ;  
C)  $V/T = \text{const}$ ; D)  $p/T = \text{const}$ .

23. Usı sózlerdiñ mazmunına sáykes keletuğında etip gápti dawam ettiriñ. 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. Jabıq ıdistağı temperaturası  $-96^\circ\text{C}$  bolğan ideal gazdı  $81^\circ\text{C}$  ge shekem qızdırılса, onıñ basımı neshe esege kóteriledi?

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

25. Ballondağı gaz  $57^\circ\text{C}$  temperaturada  $10^5$  Pa basımğa iye bolsa, qanday temperaturada onıñ basımı  $3 \cdot 10^5$  Pa boladı ( $^\circ\text{C}$ )?

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

26. Ballondağı gaz temperaturası 400 K ge kóterilgende, onıñ basımı 3 ese artqan bolsa, gazdiñ aqırğı temperaturasını anıqlañ (K).

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

27. Eger jaqtılantırıwshı lamposhka jańanda, temperaturası  $7^\circ\text{C}$  den  $287^\circ\text{C}$  ge shekem kóterilse, onıñ 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 basımğa iye bolsa, onıñ kölemi neshege teñ?

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

29. Normal sharayatta awzı jabıq ıdıs birdey massalı vodorod, azot hám kislorod gazleri menen toltırılğan. Qaysı gazdiñ parcial basımı eñ úlken boladı?

- A) vodorod; B) kislorod; C) azot; D) basımlar teñ.

30. Gazdiñ basımı 16,6 kPa, tıgızlığı  $0.02 \text{ kg/m}^3$ , molyar massası 2 g/mol. Gazdiñ temperaturasını tabıñ (K).

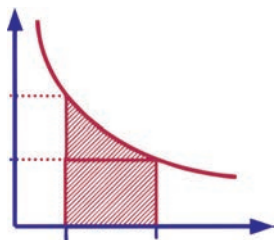
- A) 2; B) 200; C) 275; D) 473.

## I BAP BOYÍNSHA ÁHMIYETLI JUWMAQLAR

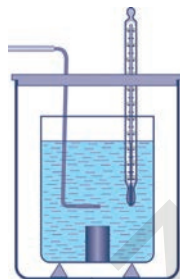
|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Molekulyar-kinetikalıq teoriyası tájiriybelerde dálillengen úsh qağıydaǵa tiykarlanadı: | Zatlar bólekshelerden — atom hám molekula-lardan turadı.<br>Atom hám molekular toqtawsız hám tártipsiz qozǵaladı.<br>Atom hám molekular arasında óz ara tartı-sıw hám iyterilisiw kúshleri bar.                                                |
| Broun qozǵalıstı tó-mendegi qásiyetlerge iye:                                           | Broun qozǵalıstı toqtawsız hám tártipsiz háre-ketten turadı.<br>Broun qozǵalıstıń traektoriyası quramalı sınıq sızıqlardan ibarat.<br>Broun qozǵalıstı bóleksheniń ólshemine bayla-nıslı.                                                      |
| Zattıń muǵdarı                                                                          | 1 mol — atom (molekula)lar massası 12 g ugle-roddaǵı atomlar sanına teń.                                                                                                                                                                       |
| Avogadro turaqlısı                                                                      | Muǵdarı 1 mol bolǵan molekular sanı italyan alımı Amedeo Avogadro húrmetine <b>Avogadro turaqlısı</b> dep ataladı. Avogadro turaqlısı funda-mental fizikalıq muǵdar bolıp, onıń san mánisi $N_A=6,022 \cdot 10^{-23} \text{ mol}^{-1}$ ga teń. |
| Molyar massa                                                                            | Muǵdarı bir mol bolǵan hárqanday zattıń mas-sası <b>molyar massa</b> dep ataladı.                                                                                                                                                              |
| Massa atom birligi                                                                      | Massa atom birligi (u) etip uglerod atomı mas-sasınıń 1/12 bólegi menen salıstırıw qabıl etil-gen, yaǵnıy:<br>$1 \text{ u} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .                                                                           |
| Salıstırmalı atom mas-sa                                                                | Berilgen zat atom massasınıń ( $m_0$ ) uglerod atom massası ( $m_{0C}$ ) $^{1/12}$ bólegi menen salıstırı-lıwına, usı zattıń salıstırmalı atom massası dep ataladı.                                                                            |
| Molekulalar koncentra-ciyası                                                            | Kólem birligindegi molekular sanına zat mole-kularınıń koncentraciyası dep ataladı.<br><br>$n = \frac{N}{V}; \quad [n] = \frac{1}{\text{m}^3}.$                                                                                                |
| Ideal gaz                                                                               | — Molekuları materiallıq noqatlar dep qa-ralatuǵın hám de olar arasındaǵı óz ara tásir kúshleri itibarǵa alınbaytuǵın dárejede kishi bolǵan gazler.                                                                                            |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Real gaz                                                      | Qásiyetleri molekulalarının óz ara tásirine baylanıslı bolğan gaz                                                                                                                                                                                                      |
| Temperaturanıń molekulyar-kinetikalıq talqılanıwı             | <p><b>Temperatura</b> — gaz molekulaları ilgerilewshi qozǵalıstınıń ortasha kinetikalıq energiyasınıń ólshemin bildiredi, yaǵnıy;</p> $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT.$                                                                                              |
| Bolsman turaqlısı                                             | Bolsman turaqlısı molekulardıń ortasha kinetikalıq energiyası hám temperaturası arasındaqı qatnas koefficientin bildiredi. Onıń san mánisi $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K ge teń.                                                                                       |
| Universal gaz turaqlısı                                       | <p>Bolsman turaqlısı <math>k</math> menen Avogadro turaqlısı <math>N_A</math> nıń kóbeymesine universal (molyar) gaz turaqlısı dep ataw qabıl etilgen. Universal gaz turaqlısınıń san mánisi</p> $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \text{ ǵa teń.}$ |
| Ideal gazdıń basımı                                           | Ideal gazdıń basımı gaz molekulardıń koncentraciyası hám onıń temperaturasına tuwra propocional, yaǵnıy: $p = nkT$ .                                                                                                                                                   |
| Absolyut nol temperatura                                      | Absolyut nol temperatura múmkin bolǵanınsha eń tómen temperatura bolıp, bunday temperaturada zattıń molekulaları qozǵalıstan toqtaydı.                                                                                                                                 |
| Temperaturanıń Celsiy hám Kelvin shkalası arasındaqı qatnası  | <p>Temperaturanıń Celsiy shkalasınan Kelvin shkalasına ótiw formulası tómendegishe:</p> $T = t + 273.$                                                                                                                                                                 |
| Molekulalar jıllılıq qozǵalıstınıń ortasha kvadratlıq tezligi | $\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}.$                                                                                                                                                                                                                                      |
| Molekulardıń tezlik boyınsha bólistiriliwi                    | Ingliz fizigi <b>J. Maksvell</b> 1859-jılı teoriyalıq jol menen gaz molekulaları belgili bir temperaturada túrli tezlikler menen qozǵalıstın, yaǵnıy molekulardıń tezlikler boyınsha bólistiriliwin anıqladı.                                                          |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shtern tájiriybesi                         | Shtern tájiriybesi ideal gaz molekulyar-kinetikalıq teoriyasın hám Maksvelldiń gaz molekular tezlikleri boyınsha bólistiriliwi haqındaǵı tálimattıń durıslıǵın tastıyıqladı.                                                                                                                                                                                                                           |
| Mendeleev-Klapeyron teńlemesi              | Mendeleev-Klapeyron teńlemesi ideal gaz halat teńlemesi bolıp, ol gazdıń massası, molar massası, basımı, kólemi hám temperaturası arasındaǵı baylanıstı bildiredi, yaǵnıy: $pV = \frac{m}{M} RT.$                                                                                                                                                                                                      |
| Boyl-Mariott nızamı. Izotermiyalıq process | Ideal gazdıń massası ( $m = \text{const}$ ) hám temperaturası ( $T = \text{const}$ ) turaqlı bolǵanda gaz halatınıń ózgeriw procesine <b>izotermiyalıq process</b> dep ataladı. Ózgermeytuǵın temperatura berilgen massalı gazdıń basımı kólemine keri proporcional túrde ózgeredi, yaǵnıy: $p \sim 1/V$ yaki $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ .                                                        |
| Gey-lyussak nızamı. Izobaralıq process     | Ideal gazdıń massası ( $m = \text{const}$ ) hám basımı ( $p = \text{const}$ ) turaqlı bolǵanda gaz halatınıń ózgeriw procesine <b>izobaralıq process</b> dep ataladı. Ózgermeytuǵın basım sharayatında berilgen massalı gazdıń kólemi temperaturaǵa tuwra proporcional túrde ózgeredi, yaǵnıy: $V \sim T$ .<br>$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{yaki} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$ |
| Jak Sharl nızamı. Izoxoralıq process       | Ideal gazdıń massası $m$ ( $m = \text{const}$ ) hám kólemi ( $V = \text{const}$ ) turaqlı bolǵanda gaz halatınıń ózgeriw procesine <b>izoxoralıq process</b> dep ataladı. Ózgermeytuǵın kólem sharayatında berilgen massalı gazdıń basımı temperaturaǵa proporcional túrde ózgeredi, yaǵnıy: $p \sim T$<br>$\frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{yaki} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$     |



## II BAP ISHKI ENERGIYA HÁM TERMODINAMIKA ELEMENTLERI



Makroskopiýalıq sistemada jüz berip atırǵan hár túrli proceslerde energiya bir túrden ekinshi túrge ótedi. Fizikalıq procesler ishindegi qatnaslardı 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 boyınsha makroskopiýalıq deneni qurawshı barlıq molekullar tártipsiz qozǵaladı. Deneni qurawshı barlıq bóleksheler kinetikalıq hám potentsial energiyaları qosındısı usı dene(zat) nıń ishki energiyasına teń, yaǵnıy:

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

Bunda  $E_k$  hám  $E_p$  deneni qurawshı barlıq molekullardıń sáykes túrde kinetikalıq hám potentsial energiyaları.

İdeal gazdıń ishki energiyasını esaplaw qattı hám suyıq denelerdiń ishki energiyasını esaplaw sıyaqlı quramalı emes. İdeal gaz molekulları bir-biri menen óz ara tásirlespegeni ushın, olardıń óz ara tásir potentsial energiyasını nolge teń dep alıwǵa boladı. Onda ideal gazdıń ishki energiyası onı qurawshı barlıq molekulları tártipsiz qozǵalıw kinetikalıq energiyalarınń qosındısınan ibarat boladı, yaǵnıy:

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

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

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

Sunday-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 gazdıń ishki energiyasın esaplaw imkaniyatın beredi. Demek, ideal gazdıń ishki energiyası onıń massası menen absolyut temperaturası kóbeymesine tuwra, molyar massasına keri proporcional eken.

Termodinamikada sistema bir jaǵdaydan ekinshi jaǵdayǵa ótkende onıń ishki energiyasınıń ózgeriwi áhmiyetli bolıp esaplanadı. Ishki energiyanıń ózgeriwi degende sistemanıń dáslepki hám aqırǵı halatı arasındaǵı ishki energiyalar ayırmashılıǵı túsiniledi, yaǵnıy:

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

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

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

Ideal gazdıń 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 gazdıń ishki energiyası gaz basımı hám kólemine baylanıslı ekenligi kórinedi. (4) hám (7) teńlemelerdi bir atomlı gazler ushın jazsaq:

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

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. Sunday-aq, zat suyıq halattan gaz halatına ótkende onıń ishki energiyası artadı.



## Másele sheshiw úlgisi

Muğdarı 12 mol bolğan argon gazi 12 °C dan –88 °C ğa shekem suwıtılğanda, onıń ishki energiyası qáytip ózgeredi?

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



1. Termodinamika neni úyrenedi?
2. Ideal gazdın ishki energiyası degende neni túsinesiz?
3. Ideal gazdın ishki energiyasın esaplaw formulasın jazıń hám onı túsindirip berin.
4. Gaz izobaralıq keńeygende onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?



1. Temperaturası 47 °C hám ishki energiyası 80 kJ bolğan argon gaziniń massasın anıqlań.
2. Bir atomlı ideal gazdın kólemi 0,4 m<sup>3</sup> hám ishki energiyası 45 kJ bolsa, onıń basımı nege teń?
3. Muğdarı 3 mol neon gazi 40 °C dan –80 °C ğa shekem suwıtılğanda, onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
4. Massası 80 g bolğan geliy gazi 20 °C den 70 °C ge shekem qızdırılğanda, onıń ishki energiyası qaytip ózgeredi?
5. Ídistağı  $4 \cdot 10^{25}$  molekulağa iye bolğan bir atomlı ideal gazdın temperaturası 72 K ge artqanda, onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
6. 10<sup>5</sup> Pa basım astında turğan bir atomlı ideal gazdın kólemi izobaralıq tırde 300 cm<sup>3</sup> dan 500 cm<sup>3</sup> qa shekem astı. Bunda gazdın ishki energiyası qanshağa ózgergen?
7. Jaqtılantırıwshı lamposhka janganda, ishindegi gazdın temperaturası 17 °C dan 307 °C ğa shekem kóterilse, onıń ishindegi ishki energiyası neshe esege artadı?

## 16-§. TERMODINAMIKALÍQ JUMÍS

Geybir sistemanıń ishki energiyasınıń ózgeriwine jumıs orınlaw hám jıllılıq almasıw procesleri sebep boladı. Gazde jüz beretuǵın kópshilik proceslerde onıń kólemi ózgeredi. Gaz belgili bir kólemdi iyelep turıwı ushın ol ıdısqa qamalǵan bolıp, qandayda bir sırtqı kúsh astında turıwı kerek. Máselen,  $m$  massalı gaz erkin jılısatuǵın porshenli cilindrli ıdısqa qamalǵan dep oylayıq (19-*a* súwret). Gazdıń bul jaǵdaydaǵı temperaturası  $T_1$ , kólemi  $V_1$  hám basımı  $p_1$  bolsın. Eger gazdı  $T_2$  temperaturaǵa shekem qızdırsaq (porshen erkin jılısqanı ushın, gaz basımı turaqlı dep qaraladı, yaǵnıy:  $p_1 = p_2$ ), gaz izobarlı keńeyip  $V_2$  kólemdi iyeleydi (19-*b* súwret). Gazdıń kólemi ózgergende, ol sırtqı basım kúshine qarsı jumıs isleydi. Bul jumıs termodinamikalıq jumıs dep ataladı. Gaz qızdırılǵanda, gaz molekulaları porshenge barıp urılıwı nátiyjesinde porshendi belgili bir  $\Delta h$  aralıqqa jılastıradı hám jumıs isleydi. Mexanikalıq jumıs formulası boyınsha gazdıń sırtqı kúshke qarsı orınlaǵan jumısı tómendegige teń:

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

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

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

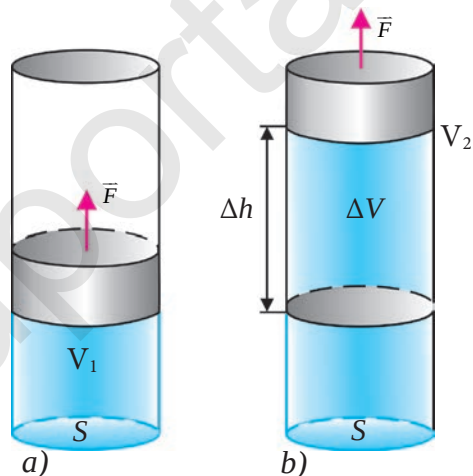
bunda  $\Delta V = V_2 - V_1$  gaz kóleminiń ózgeriwı. Demek, gazdıń izobaralı keńeyiwinde orınlaǵan jumısı onıń basımı menen kólemi ózgeriwiniń kóbeymesine teń eken. Bul proceste gaz keńeyip sırtqı kúshlerge qarsı jumıs orınlaydı, sebebi kúsh baǵıtı menen porshenniń kóshiw baǵıtı birdey. Sonday-aq, gaz qısılǵanda gaz ústinen sırtqı kúshler jumıs isleydi.

19-súwrette súwretlengen hár eki jaǵdayǵa da, yaǵnıy 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

$$\text{kóriniske keledi. } p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T. \quad (5)$$

(5) ańlatpa boyınsha gaz izobaralı  $\Delta T$  temperaturada qızdırılǵanda sırtqı kúshler ústinen orınlaǵan jumıs 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:

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

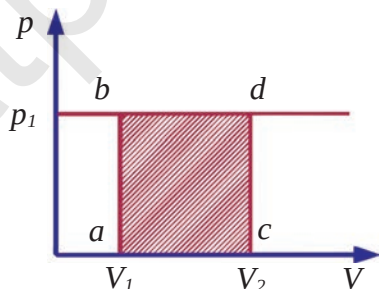
Bul ańlatpadan universal gaz turaqlısı ushın tómendegi qatnas kelip shıǵadı, yaǵnıy:  $R = \frac{A}{\Delta T}$ .

**Universal gaz turaqlısı san jaǵınan bir mol gazdı bir kelvinge izobaralıq túrde qızdırılǵanda usı gaz tárepinen orınlaǵan jumısqa teń.**

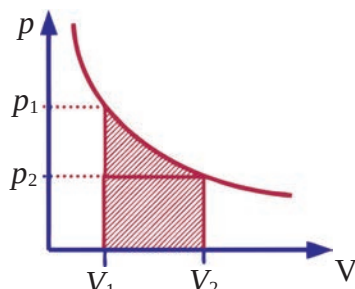
**Gaz orınlaǵan jumıstıń geometriyalıq sıpatlaması.** Jumıstıń geometriyalıq sıpatlaması bul proceste orınlaǵan jumıstıń geometriyalıq jol menen dálilleniwi bolıp esaplanadı. Bunda gaz basımınıń kólemine qatnası grafigi sızıladı, máselen, gaz izobaralıq keńeygen bolsın(20-súwret). Turaqlı  $p$  basımǵa iye bolǵan gazdıń kólemi  $V_1$  den  $V_2$  ge keńeygende orınlaǵan jumıs  $abcd$  tuwrı tórtmúyeshliktiń maydanına san jaǵınan teń, yaǵnıy:

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

Izotermiyalıq proceste basım kólemge keri proporcional ráwishte ózgeredi(21-súwret). Bul jaǵdayda gazdıń orınlaǵan jumısı san jaǵınan izoterma grafigi astında shtrixlangan maydanǵa teń boladı.



20-súwret.



21-súwret.

## Másele sheshiw úlgisi

Porshen astındaǵı kislorod gazı 64 K ge izobaralıq túrde qızdırılǵanda, gaz sırtqı kúshler ústinen 16,6 kJ jumıs isleydi. Kislorodtıń massası qanday bolǵan?

| Berilgeni:                                                                                                                                    | Formulası:                                                                                                                        | Esaplaw:                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$<br>$\Delta T = 64 \text{ K}$<br>$p = \text{const}$<br>$A = 16,6 \text{ kJ} = 16,6 \cdot 10^3 \text{ J}$ | $A = \frac{m}{M} R \cdot \Delta T;$<br>$m = \frac{A \cdot M}{R \cdot \Delta T}.$                                                  | $m = \frac{16,6 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 64} \text{ kg} = 1 \text{ kg}.$ |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>$m = ?$                                                                                                                | $[m] = \frac{\text{J} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \text{K}} = \text{kg}$ | <b>Juwabı:</b> $m = 1 \text{ kg}.$                                                            |



1. Gazdıń izobaralı keńeyiwinde orınlaǵan jumıs formulasın keltirip shıǵarıń hám onı túsindirip beriń.
2. Gazdıń izobaralı keńeyiwinde orınlaǵan jumısın temperaturanıń ózgeriwi menen sıpatlap beriń.
3. Mexanikalıq jumıs penen termodinamikalıq jumıstıń parqı nede?



1. Ídistaǵı 160 kPa basım astında turǵan gaz izobaralı túrde keńeyip, 48 kJ jumıs orınladı. Bunda gazdıń kólemi qanshaǵa kóbeygen?
2. Porshen astındaǵı 400 g massalı hawa izobaralı túrde qızdırıldı. Hawa sırtqı kúshler ústinen 8 kJ jumıs islese, ol neshe gradusqa qızǵan?
3. 100 kPa basım astındaǵı ideal gaz izobaralı keńeyip, kólemi 100 m<sup>3</sup> tan 300 cm<sup>3</sup> qa shekem arttı. Gaz qanday jumıs orınlaǵan?
4. Ishki diametri 5 cm bolǵan cilindrge gaz qamalǵan. Cilindr porshenine 50 N sırtqı kúsh tásir etip, gaz kólemin 10 cm<sup>3</sup> qa kemeytti. Sırtqı kúsh alıńannan keyin gaz keńeyip, dáslepki halatına qayttı. Sırtqı kúsh alıńannan keyin qısılǵan gaz qansha jumıs islegen?

## 17-§. JÍLLÍLÍQ MUǴDARÍ

### Denelerde jıllılıq almasıwı

Bir deneden ekinshi denegge jumıs islemey energiya beriw procesine jıllılıq almasıwı yaqı jıllılıq uzatıw delinedi.



**Jıllılıq almasıw procesinde dene alǵan yaqı sarplǵan ishki energiya muǵdarın belgilewshi fizikalıq muǵdarǵa jıllılıq muǵdarı delinedi.**

Jıllılıq muǵdarınıń ólshem birliǵi jumıstıń birliǵi menen birdey, yaǵnıy **Djoul** (1J). Jıllılıq muǵdarın esaplaw ushın *kaloriya* (1 kal) dep atalatıwın birlik te kirgizilgen. Jıllılıq muǵdarın  $Q$  háribi menen belgilew qabıl etilgen.



**1 gramm distillengen suwdı 1 °C da ısıtıw ushın kerek bolğan jıllılıq muǵdarı 1 kaloriya dep qabıl etilgen.**

Kaloriya menen birge kilokaloriya da qollanıladı (1 kkal = 1000 kal). Jıllılıq muǵdarınıń Djoul menen kaloriya birlikleri arasındaqı qatnas tómendegishe beriledi: 1 J = 0,24 kal yaqı 1 kal = 4,19 J.

Jıllılıq uzatıw barısında deneniń temperaturası  $t_1$  mánisinen  $t_2$  mánisine ózgergen bolsa, deneniń alǵan yaqı sarplaǵan jıllılıq muǵdarı tómendegishe esaplanadı:

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

bunda  $m$  — deneniń massası,  $c$  — proporcionallıq koefficienti bolıp, oǵan zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı delinedi,  $t_1$  — deneniń baslanǵısh temperaturası,  $t_2$  — deneniń aqırǵı 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 salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı tómendegishe esaplanadı:

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

(2) teńlik boyınsha salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı Xalıqaralıq birlikler sistemasındaǵı birliǵı  $[c] = \frac{J}{kg \cdot K}$  ekenligi kelip shıǵadı.



**Massası 1 kg bolğan zattıń temperaturasını 1 °C ge ózgeritiw ushın kerek bolğan jıllılıq muǵdarın sıpatlawshı fizikalıq muǵdarga zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı delinedi.**

Zatlardıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵınıń san mánisi tómendegi kestede berilgen.

|          | <b>Zattıń túri</b> | <b>Salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı, J/ (kg · K)</b> |           | <b>Zattıń túri</b> | <b>Salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı, J/ (kg · K)</b> |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Qorǵasın           | 130                                                   | <b>6</b>  | Shiyshe            | 830                                                   |
| <b>2</b> | Gúmis              | 230                                                   | <b>7</b>  | Alyuminiy          | 890                                                   |
| <b>3</b> | Qalayı             | 230                                                   | <b>8</b>  | Muz                | 2100                                                  |
| <b>4</b> | Mıs                | 390                                                   | <b>9</b>  | Kerosin            | 2140                                                  |
| <b>5</b> | Polat              | 460                                                   | <b>10</b> | Suw                | 4200                                                  |

## Jıllılıq balansı teńlemesi

Biz úyrenip atırǵan deneler sisteması átiraptaǵı denelerden jeterli dárejede izolyaciyalangan bolsa, onı jabıq sistema dep ataymız. Jabıq sistema ishinde turǵan denelerdiń ishki energiyası waqıt ótiwi menen de ózgermeydi. Mısal ushın kalorimetr, suw hám qızdırılǵan metall deneden ibarat bolǵan jabıq sistemanı qarap shıǵayıq. Bunda sistema ishindegi deneler arasında jıllılıq almasıwı júz beredi, ıssı metall dene jıllılıq berse, suw da ıdıs ta jıllılıq aladı.

Jıllılıq almasıwı procesinde qatnasıp atırǵan barlıq denelerdiń ishki energiyaları olardıń temperaturaları birdey bolǵanǵa shekem ózgeredi. Kelip shıqqan temperatura deneler sistemasınıń termodinamikalıq balans temperaturası delinedi. Jıllılıq almasıw procesinde heshqanday jumıs orınlanbastan júzege keldende ishki energiyanıń ózgeriwi ayırım denelerdiń ısıwı, basqa denelerdiń suwıwı esabınan ámelge asadı. Jumıs orınlanbastan tek ǵana jıllılıq almasıwı nátiyjesinde júz berip atırǵan proceslerdi túsindiriw ushın jıllılıq balansı teńlemesi (francuzsha «balans» — teńsalmaqlıq degendi ańlatadı) dúziledi. Bul teńleme tómendegishe túsindiriledi:



**Jıllılıq almasıwı nátiyjesinde ishki energiyaları azayǵan denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarlarınıń qosındısı, ishki energiyaları kóbeygen denelerdiń qabıl etken jıllılıq muǵdarlarınıń qosındısına teń.**

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

bul jerde  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  — ıssı denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarları.

$Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n$  bolsa denelerdiń alǵan jıllılıq muǵdarları.

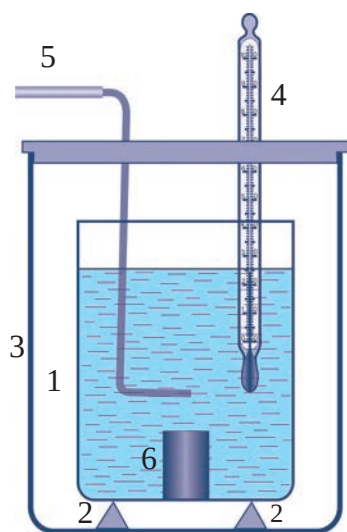
(3) teńleme jıllılıq balansı teńlemesi dep ataladı. Ol jıllılıq almasıw procesi ushın energiyanıń saqlanıw nızamınan ibarat bolıp, tómendegishe túsindiriledi:



**Jıllılıq almasıwı procesinde jıllılıq muǵdarı joqtan bar bolmaydı, bardan joq bolmaydı, tek ǵana bir deneden basqa bir denege ótedi.**

Dene(zat)niń bergen yaki alǵan jıllılıq muǵdarın kalorimetr járdeminde anıqlawǵa boladı (22-súwret). Kalorimetr sózi jıllılıqtı ólshew degen mánisti bildiredi (latinsha calor — *jıllılıq*, grekshe *metreo* — *ólshew*).

Kalorimetrlerdiń ishki ıdısı juqa diywallı 1 metall ıdıstan ibarat bolıp, jıllılıqtı az ótkiziwshi 2 túbeklerge ornatılǵan 3 plastmassa ıdısqa salınǵan. Kalorimetrge 4 termometr hám 5 aralastırǵısh túsirilgen boladı.



22-súwret.

Kalorimetr ıdısınıń aralastırǵısh penen birgeliktegi massası  $m_1$  hám salıstırmalı sıyımlıǵı  $c_1$  dep alayıq. Kalorimetrge  $m_2$  massalı suw quysaq, suwdıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı  $c_2$ , jıllılıq teń salmaqlıqqa kelgennen keyin kalorimetr hám suwdıń temperaturası  $t_1$  bolsın. Kalorimetrge temperaturası  $t_2$ , massası  $m$ , salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı  $c$  bolǵan 6 qızdırılǵan temirdi túsireyik. Jıllılıq teńsalmaqlıqqa eriskenen keyin suwlı kalorimetr hám temirdiń temperaturası  $t$  bolsın. Bunda qızdırılǵan temir  $t_2$  den  $t$  ǵa shekem suwıp, kalorimetr menen suwǵa  $Q = cm(t_2 - t)$  jıllılıq muǵdarın beredi. Nátiyjede kalorimetr menen suw temperaturası  $t_1$  den  $t$  ǵa shekem kóteriledi. Bunda kalorimetr  $Q_1 = c_1 m_1(t - t_1)$ , suw  $Q_2 = c_2 m_2(t - t_1)$  jıllılıq muǵdarın aladı.

Energiyasınıń saqlanıw nızamı boyınsha, deneniń bergen jıllılıq muǵdarı kalorimetr hám suw alǵan jıllılıq muǵdarı qosındısına teń:

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

Kalorimetr, suw hám temirdiń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı hám mas-saların bilgen halda,  $t_1$ ,  $t_2$  hám  $t$  temperaturaların ólshep, temirdiń bergen  $Q$  jıllılıq muǵdarın, kalorimetr hám suwdıń alǵan  $Q_1$  hám  $Q_2$  jıllılıq muǵdarların esaplawǵa boladı.

(4) ańlatpaǵa  $Q$ ,  $Q_1$  hám  $Q_2$  nıń ańlatpaların qoyıp, jıllılıq 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 kalorimetrge salınǵan deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı  $c$  belgisiz bolsa, onı (5) ańlatpadan keltirip shıǵarıwǵa boladı:

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

Bul kalorimetrge salınǵan qálegen deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın anıqlaw formulasın bildiredi.

Demek, kalorimetr járdeminde qálegen deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın da anıqlawǵa boladı.



## Másele sheshiw úlgisi

Suw 210 m biyiklikten ağıp tur. Awırlıq kúshiniń atqargan 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 jumıs isleydi. Awırlıq kúshi orınlaǵan jumısınıń belgili bir bólegi deneniń ishki energiyasın ózgertedi hám nátiyjede dene qızadı. Suw  $h$  biyiklikten túskende awırlıq kúshiniń jumısı tolıq ishki energiyaǵa (jıllılıqqa) aylandı dep qarayıq, yaǵnıy  $m \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$ :

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

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

**Juwapı:**  $\Delta t = 0,49 \text{ K}$ .



1. Jıllıq muǵdarı degenimiz ne? Onıń qanday birlikleri bar?
2. Salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵına sıpatlama berıń hám onıń esaplaw formulasın jazıń.
3. Jıllılıq balansı teńlemesiniń fizikalıq áhmiyeti neden ibarat?
4. Jıllılıq almasıw procesi ushın energiyanıń saqlanıw nızamın aytıp berıń.
5. Birdey biyiklikten birdey massaǵa iye bolǵan alyuminiy, qorǵasın hám temir sharlar taslandı. Qaysı biri kóbirek qızıp ketedi?



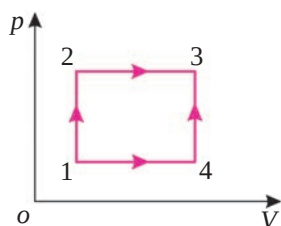
1. Massası 0,5 kg hám salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı 450 J(kg·K) bolǵan dene 10 °C den 310 °C ge shekem qızdırılǵanda, qansha jıllılıq muǵdarın qabıllaydı?
2. Massası 3 kg bolǵan dene 20 °C den 500 °C ge shekem qızıp, 1267,2 kJ jıllılıq muǵdarın alǵan bolsa, bul dene qanday zattan tayarlangan?
3. Normal sharayatta temperaturası 20 °C hám kólemi 1,5 l bolǵan suw qaynaw ushın qansha jıllılıq muǵdarın aladı?
4. Normal sharayatta qaynap turǵan suwda mıs hám qorǵasınnan islengen deneler bar edı. Olar suwdan alınǵan waqıtta hárberi qanday jıllılıq muǵdarına iye boladı? Mıstan islengen deneniń massası 200 g, qorǵasınnan 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 energiyanıń ózgeriwi qanday boladı?

Berilgeni. Sızılma



23-súwret.

**Sheshiliwi:** 1→2→3 bağıtta gaz dáslep izoxoralıq túrde qızdırılğan, keyin izobaralı keńeygen. Ekinshi 1→4→3 bağıtlarda bolsa, gaz dáslep izobaralı keńeygen, keyin izoxoralıq túrde qızdırılğan. Ishki energiyanıń ózgeriwi degende sistemanıń dáslepki hám aqırǵı halı arasındaǵı ishki energiyalar ayırmashılıǵı túsiniledi, yaǵnıy:

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

Ideal gaz ishki energiyanıń  $U = \frac{3}{2} p \cdot V$  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 bağıtqa ótkende, onıń ishki energiyasınıń ózgeriwi tek ǵana usı halattı túsindiriwshi parametrlerge baylanıslı boladı. **Juwap:** hár eki bağıtta da ishki energiya birdey bolıp ózgeredi.

**2-másele.** Porshen astındaǵı turaqlı massalı ideal gaz 7 °C den 77 °C ge shekem qızdırılǵanda ol izobaralı keńeyedi. Bunda gaz sırtqı kúshler ústinen qanday jumıs orınlaydı? Gazdıń 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:** gazdıń dáslepki kólemi bizge belgili. Gazdıń keyingi kólemin izobaralıq process teńlemesi

$$\text{boyınsha tabamız, yaǵnıy: } V_2 = \frac{T_2 \cdot V_1}{T_1}.$$

Gaz izobaralı túrde keńeygende onıń orınlaǵan jumısın  $A = p \cdot (V_2 - V_1)$  teńleme boyınsha esaplanadı. Gazdıń keyingi kóleminiń teńlemesine qoysaq, jumıstıń 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 jumıstıń 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-másele.** Ídista 40 °C temperaturalı 85 l suw bar. Ol temperaturası 15 °C suwıq hám 100 °C temperaturadağı qaynağan suwdan tayarlangan. Idısqa qansha suwıq hám qaynağan suw quyılğan?

**Berilgeni:**

$$\begin{aligned} t_1 &= 15\text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_2 &= 100\text{ }^{\circ}\text{C} \\ t &= 40\text{ }^{\circ}\text{C} \\ V &= 85\text{ l.} \end{aligned}$$

*Tabıw kerek:*

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

**Sheshiliwi:** Jıllılıq balansı teńlemesine tiykarınan jıllılıq almasıw procesinde suwıq suw alğan jıllılıq muǵdarı:

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

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

Suwlardıń massaların olardıń kólemleri arqalı ańlatıp:

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

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

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, suwıq suwdıń kólemin esaplaymız:

$$V_1 = \frac{100 - 40}{100 - 15} \cdot 85\text{ l} = 60\text{ l.}$$

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

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

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

**Berilgeni:**

$$\begin{aligned} v &= 800\text{ m/s} \\ \eta &= 0,6 \\ c &= 460\text{ J/kg} \cdot \text{K.} \end{aligned}$$

**Sheshiliwi:** oq qumǵa qadalıp qalǵanda, onıń kinetikalıq energiyası ishki energiyaǵa aylanadı. Bul energıyanıń  $1 - \eta = 0,4$  bólegi oqqa ótedi. Bunnan

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

*Tabıw kerek:*

$$\Delta t = ?$$

Bul ańlatpadan paydalanıp, oq temperaturasınıń ózgeriwin

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

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

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

1. Temperaturası  $27^{\circ}\text{C}$  hám ishki energiyası  $50\text{ kJ}$  bolğan geliy gaziniń massası qansha?

2. Bir atomlı gazdiń basımı  $30\%$  ke kemeyip, kólemi  $6$  esege artsa, onıń ishki energiyası qaytip ózgeredi?

3. 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.

4. Cilindr porsheni astında massası  $1,6\text{ kg}$  massalı kislorod gazi  $17^{\circ}\text{C}$  temperaturada tur. Gaz izobaralı keńeyip  $40\text{ kJ}$  jumıs orınlağan bolsa, ol qanday temperaturağa shekem qızğan?

5. Erkin qozǵala alatıǵın porshen astındaǵı temperaturası  $27^{\circ}\text{C}$ , kólemi  $10\text{ l}$

hám basımı  $100\text{ kPa}$  bolğan ideal gaz  $60\text{ K}$  ge izobaralıq qızdırıldı. Bunda gaz sırtqı kúshler ústinen qanday jumıs isleydi?

6. Zattıń muǵdarı  $25\text{ mol}$  bolğan gaz  $20\text{ K}$  ge ısıtılǵanda, izobaralı keńeyip, onıń kólemi dáslepki kóleminen  $20\%$  ke arttı. Gazdiń dáslepki temperaturası qanday bolğan? Gaz keńeyiwinde orınlağan jumıs nege teń?

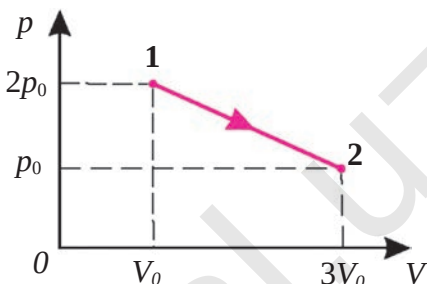
7. Massası  $8\text{ kg}$  hám  $90^{\circ}\text{C}$  temperaturalı suwǵa  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturadaǵı suwdan qansha qossa, aralastırılǵanda temperaturası  $30^{\circ}\text{C}$  ǵa teń boladı?

8. Massası hám dáslepki temperaturası birdey bolğan vodorod hám geliy gazleri izobaralı túrde  $60\text{ K}$  ge qızdırıldı. Vodorodtı qızdırıwda orınlangan jumıstı hám geliydi qızdırıwda orınlangan jumıs penen salıstırıń.

9.  $15^{\circ}\text{C}$  temperaturadaǵı  $125\text{ l}$  suw,  $45^{\circ}\text{C}$  temperaturalı  $25\text{ l}$  suw menen aralastırılsa, nátiyjede temperaturası qanday boladı?

10. Juwınıw vannasında  $10^{\circ}\text{C}$  li suwıq hám  $90^{\circ}\text{C}$  li ıssı suw quyıp,  $50^{\circ}\text{C}$  li ıssı suw tayarlanadı. Eger vannadaǵı jıllı suw kólemi  $80\text{ l}$  bolsa, vannaga suwıq hám ıssı suwdan qansha quyılǵan? Vannanıń alǵan ıssılıq muǵdarın esapqa almań.

11.  $800\text{ m/s}$  tezlik penen ushıp baratırǵan polat oq qumǵa qadaldı. Oqtıń urılıwında ajıralǵan jıllılıqtıń  $54\%$  ti qumdı ısıtıwǵa ketse, oq neshe gradusqa ısıydı?  $c_p=460\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ .

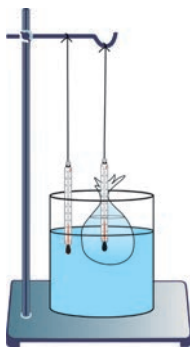


24-súwret.

## 19-§. ÁMELİY JUMÍS. DENELERDE JÍLLÍLÍQ TEÑSALMAQLÍĞÍN SAQLAW

**Shınıǵıwdıń maqseti:** jıllılıq balansınıń payda bolıw procesin baqlaw.

**Kerekli úskeneler:** ıdıs, ıssı hám suwıq suw, eki termometr, elektron saat, polietelen paket, shtativ hám jip.



**Shınıǵıwdı orınlaw tártibi:**

1. Tómendegi kesteni sıızıp alamız.

|                         |   |   |   |      |      |      |      |      |
|-------------------------|---|---|---|------|------|------|------|------|
| Baqlaw waqıtı (minut)   | 0 | 1 | 2 | .... | .... | .... | .... | .... |
| Íssı suw temperaturası  |   |   |   |      |      |      |      |      |
| Suwıq suw temperaturası |   |   |   |      |      |      |      |      |

- ıdısqa ıssı suw quyamız. Ídıstaǵı ıssı suwdıń temperaturasını ólshep barıw ushın oǵan termometrди salamız;

- polietelen paketke suwıq suw quyamız. Ídıstaǵı suwıq suwdıń temperaturasını ólshep barıw ushın oǵan termometrди salamız;

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

- biraz kútemiz. Soń hár bir minutta ıssı hám suwıq suw ishindegi termometrlerdiń kórsetkishlerin kestege jazıp baramız;

- suwlardıń termodinamikalıq teń salmaqlıq temperaturası hám termodinamikalıq teńsalmaqlıqqa kelgen waqıt anıqlanadı. Kelip shıqqan nátiyjeler kestege belgilep barıladı;

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

- koordinata tegisliginde waqıt boyınsha ıssı suwdıń suwıwı, suwıq suwdıń ısıwın grafik túrinde súwretleń. Ótkerilgen shınıǵıw boyınsha óz nátiyjeńizdi jazıń.



1. Jıllılıq almasıwı procesinde suwıq hám ıssı suwdıń ishki energiyası qalay ózgeredi?

2. Termodinamikalıq teń salmaqlıqtan soń suwdıń ishki energiyası qalay ózgeredi?

## 20-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS: QATTÍ DENELERDÍŃ SALÍSTIRMALÍ JÍLLÍLÍQ SÍYIMLÍĞÍN ANÍQLAW

**Jumistíń maqseti:** deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın anıqlawdı úyreniw.

**Kerekli úskeneler:** kalorimetr hám aralastırǵısh, tárezi, termometr, salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın anıqlaw ushın 3 birdey zattan tayarlangan hár túrli massadaǵı deneler, qaynaǵan suw.

### Jumistı orınlaw tártibi

1. Jumistı orınlawda paydalanılatuǵın kalorimetr 22-súwrette berilgen. Kalorimetr hám aralastırǵısh ekewin birge tárezide ólshep, olardıń mas-sasın anıqlań ( $m_k$ ). Kalorimetr alyuminiyden islengenı ushın onıń salıstır-malı jıllılıq sıyımlıǵın  $c_k = 890 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$  ǵa teń dep alıń.

2. Menzurka járdeminde suw kólemin ( $V$ ) ólshep, onı kalorimetr ıdısı-na quyıń.

3. Kalorimetrge quyılǵan suw massasın  $m_s = \rho_s V_s$  formulasınan payda-lanıp esaplań. Bunda  $\rho_s$  — suwdıń tıǵızlıǵı.

4. Kalorimetrge termometrdi salıń. Azmaz kútiń. Jıllılıq teńsalmaq-lıqqa erisken suwdıń temperaturasın ( $t_s$ ) anıqlań.

5. Salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı anıqlanıp 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. Qay-nap turǵan suwdıń ( $t_j$ ) temperaturasın termometr járdeminde ólshep alıń.

7. Qaynap turǵan suwdan alınǵan deneni tez suwıq suw quyılǵan ka-lorimetr ishine salıń. Aralastırǵısh penen kalorimetrdegi suwdı aralastırıp hám termometr kórsetken aralaspanıń ( $t_a$ ) temperaturasın jazıp alıń.

8. Tómendegi formula járdeminde deneniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın anıqlań:

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

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

10. Birinshi, ekinshi hám úшінshi deneler ushın anıqlanǵan salıstır-malı jıllılıq sıyımlıqları ushın ortasha  $c_{j, \text{ort}}$  nı esaplań.

11. Alınǵan nátiyjelerdi tómendegi kestege jazıń.

| Nó | $m_k$ , kg | $m_s$ , kg | $m_j$ , kg | $c_k$ , J/kg $^\circ\text{C}$ | $t_s$ , $^\circ\text{C}$ | $t_j$ , $^\circ\text{C}$ | $t_a$ , $^\circ\text{C}$ | $c_j$ , J/kg $^\circ\text{C}$ | $c_{j, \text{ort}}$ , J/(kg $^\circ\text{C}$ ) |
|----|------------|------------|------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| 1  |            |            |            |                               |                          |                          |                          |                               |                                                |
| 2  |            |            |            |                               |                          |                          |                          |                               |                                                |
| 3  |            |            |            |                               |                          |                          |                          |                               |                                                |



1. Salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın túsındırıp berıń.
2. Jıllılıq balansı teńlemesinen paydalanıp, 8-bólimde keltirilgen de-neniń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı formulasın keltirip shıǵarıń hám túsındırıp berıń.
3. Kestedegi nátiyjelerdi analizleń hám juwmaq shıǵarıń.

## 21-§. JANARMAYDÍŇ SALÍSTÍRMALÍ JANÍW JÍLLÍLÍǴÍ

Ádette, otın, kómir, tábiyyıy gaz, benzin sıyaqlı janarmaylar jańǵanda jıllılıq ajıralıp shıǵadı. Bul qanday jıllılıq? Ne sebepten bul zatlar jańǵanda jıllılıq ajıralıp shıǵadı?

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



25-súwret.

Ádettegi, janarmaylardıń (kómir, neft, benzin hám taǵı basqa) quramında 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 shıǵadı.



**1 kg janarmay tolıq jańǵanda onnan ajıralıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarına janarmaydın salıstırmalı janıw jıllılıǵı dep ataladı. Janarmaydın salıstırmalı janıw jıllılıǵı  $q$  háribi menen belgilenedi.**

Massası  $m$  bolǵan hárqanday janarmay jańǵanda ajıralıp shıqqan jıllılıq muǵdarı  $Q$  nı esaplaw ushın salıstırmalı janıw jıllılıǵı  $q$  dı tolıq jańǵan janarmaydın massasına kóbeytiw kerek, yaǵnıy:

$$Q = q \cdot m.$$

Bul formula boyınsha, janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı birliǵı  $[q] = \left[ \frac{Q}{m} \right] = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  de ólshenedi. Hár bir túrdegi janarmay ushın salıstırmalı janıw jıllılıǵı anıqlanǵan. Kestede bazı janarmaylardıń salıstırmalı janıw jıllılıǵınıń san mánileri keltirilgen.

|   | Janarmay | Salıstırmalı janıw jıllılıǵı (MJ/kg) |   | Janarmay    | Salıstırmalı janıw jıllılıǵı (MJ/kg) |
|---|----------|--------------------------------------|---|-------------|--------------------------------------|
| 1 | Benzin   | 46                                   | 4 | Qurǵaq otın | 10                                   |
| 2 | Kerosin  | 42                                   | 5 | Tábiyiy gaz | 44                                   |
| 3 | Taskómir | 29                                   | 6 | Spirt       | 29                                   |

### Másele sheshiw úlgisi

Massası 20 kg bolǵan taskómir janganda shıǵatuǵın 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 shárti boyınsha  $Q_1 = Q_2$ .

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

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

**Juwabı:**  $m_2 = 58 \text{ kg}$ .



1. Janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı dep nege aytıladı?
2.  $m$  massalı janarmay janganda ajralıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarı qalay anıqlanadı?
3. Janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 44 MJ/kg ǵa teń degenimiz neni bildiredi?



1. Qanday massalı spirt janganda 5,8 MJ jıllılıq ajralıp shıǵaradı? Spirttiń salıstırmalı janıw jıllılıǵı  $2,9 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$  ǵa teń.
2. Massası 25 kg bolǵan taskómir tolıq janganda ajralıp shıǵatuǵın jıllılıqtı alıw ushın qansha qurǵaq otın jaǵıw kerek?
3. Neksiya avtomashinasına 100 kilometrge ortasha 10 l benzin sarplansa, hár bir kilometrde qansha jıllılıq ajralıp shıǵadı? Benzinniń tıǵızlıǵı  $700 \text{ kg/m}^3$ .
4. Oshaqta awqat pisiriw ushın 12 kg otın jaǵıldı. Otın janganda ajralıp shıqqan jıllılıqtıń tórtten bir bólegi awqatqa, qalǵan bólegi oshaqtı, qazandı hám hawanı ısıtıwǵa ketti. Awqat pisemen degen she ózine qansha jıllılıq muǵdarın alǵan?



## 22-§. TERMODINAMIKANÍŇ BIRINSHI NÍZAMÍ

### Termodinamikanıń birinshi nızamı haqqında túsiniq

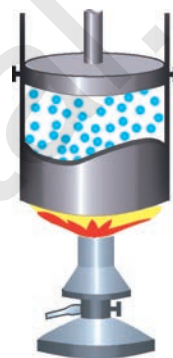
Jıllılıq qubılısların úyreniw boyınsha baqlaw hám tájiriybeler ulıwma-lastırılıp, **energiyanıń saqlanıw nızamına** tómendegishe anıqlama berilgen:



**Tábiyatta energiya joqtan bar bolmaydı hám joq bolmaydı. Energiya muǵdarı ózgermeydi, energiya tek ǵana bir túrden basqa túrge aylanadı.**

Energiyanıń saqlanıw nızamı tábiyatta júz beretuǵın barlıq qubılıs hám proceslerde orınlanadı. **Termodina-mikanıń birinshi nızamı** energiya saqlanıw nızamınıń jıllılıq qubılıslarına usınıwın bildiredi.

Ishine gaz toltırılǵan cilindr porsheni awırlıq kúshi tásirinde turıptı dep alayıq. Ol cilindr diywallarına súykelmesten erkin qozǵalsın. Gazge  $Q$  jıllılıq muǵdarı berilsin. Berilgen bul jıllılıq gaziniń ishki energiyasın  $\Delta U$  ǵa kóbeytiwge hám porshendi  $\Delta h$  biyiklikke kóte-riwge jumsaladı (26-súwret). Gaz porshendi  $\Delta h$  biyik-likke kóteriwi ushın sırtqı kúshlerge qarsı, sonnan, por-shenniń awırlıq kúshine qarsı  $A$  jumıs orınlaydı.



26-súwret.

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



**Sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarı sistemanıń ishki energiyasın ózgeritiwge hám sistemanıń sırtqı kúshlerine qarsı jumıs orınlawǵa jumsaladı.**

Bul sıpatlama hám formula **termodinamikanıń birinshi nızamın** bildi-redi. Bul nızamdı XIX ásirdeń ortalarında nemec alımları **R. Mayer**, **G. Gelmgols** hám ingliz alımı **J. Djoul** táriyiplep bergen.

### Termodinamikanıń birinshi nızamınıń izoproceslerge qollanılawı

**1. Izotermiyalıq process** ( $T = \text{const}$ ). Ideal gazdıń temperaturası óz-germese, ishki energiyası da ózgermeydi hám (1) formuladaǵı  $\Delta U = 0$  boladı. Bunday halatta termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe ańlatıladı:

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

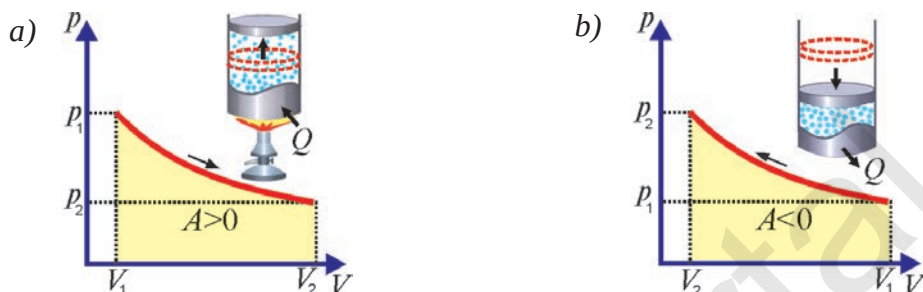


**Izotermiyalıq proceste ideal gazǵa berilgen jıllılıq muǵdarı jumıstı orınlawǵa jumsaladı.**



Izotermiyalıq proceste gaz jıllılıq alıp atırğan ( $Q > 0$ ) bolsa, gaz  $\Delta V$  kölemge keñeyedi hám unamlı (oń) jumıs ( $A > 0$ ) orınlaydı. 27-a, súwrettegi diagrammada orınlangan jumıs boyalğan betine teń boladı.

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



27-súwret.

**2. Izobaralıq process** ( $p = \text{const}$ ). Turaqlı basım jaǵdayında gazge jıllılıq berilip atırğan bolsa, orınlangan jumıs  $A = p \cdot \Delta V$  boladı. Ondaı jaǵdayda termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe korsetiledi:

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



**Izobaralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıq sistemaniń ishki energiyasın ózǵertiwge hám turaqlı basımda jumıs orınlawǵa jumısaladı.**

Eger, gaz turaqlı basımda qızdırılıp atırğan ( $Q > 0$ ) bolsa, gazdıń ishki energiyası kobeyedi ( $\Delta U > 0$ ) hám sonıń menen bir waqıtta gaz keñeyip, paydalı jumıs ( $A > 0$ ) orınlaydı. Orınlangan jumıstıń muǵdarı diagrammadaǵı betke teń boladı (28-a, súwret).

Gaz turaqlı basımda suwıtılıp atırǵanda ( $Q < 0$ ) gazdıń ishki energiyası azayadı ( $\Delta U < 0$ ), sonıń menen bir waqıtta unamsız jumıs orınlanadı ( $A < 0$ ). Orınlangan jumıstıń muǵdarı diagrammada kórsetilgen betke teń boladı (28-b, súwret).



28-súwret.

**3. Izoxoralıq process** ( $V = \text{const}$ ). Izoxoralıq proceste gazdıń kólemi turaqlı bolǵanı ushın ( $\Delta V = 0$ ), gaz sırtqı kúshlerge qarsı jumıs orınlamaydı, yaǵnıy:  $A = p \cdot \Delta V = 0$  boladı. Bunday jaǵday ushın termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe ańlatıladı:

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



**Izoxoralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıqtıń hámmesi sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge jumsaladı.**

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

### Adiabatalıq process

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



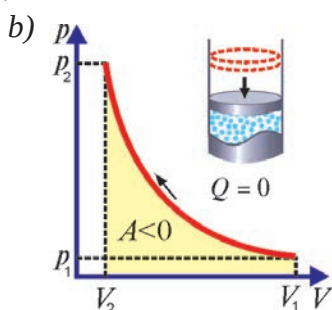
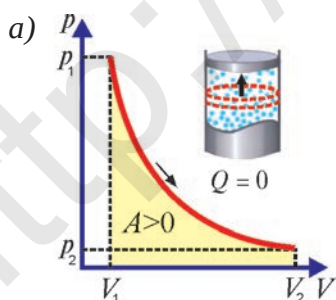
**Jıllılıq almaspaytuǵın etip izolyaciyalanǵan sistemadaǵı process *adiabatik process* delinedi.**

Adiabatalıq proceste  $Q = 0$  bolǵanı ushın (1) teńlemeden tómendegi qatnastı alıw múmkin:

$$\Delta U + A = 0 \quad \text{yaki} \quad A = -\Delta U. \quad (5)$$

Gaz adiabatalıq keńeygende ishki energiyası azaydı ( $\Delta U < 0$ ). Bunda jumıs gazdıń ishki energiyasınıń azayıwı esabına orınlanadı ( $A > 0$ ). Gaz orınlaǵan jumıstıń muǵdarı diagrammadaǵı betke teń boladı (29-a súwret).

Gaz sırtqı kúshler tásirinde adiabatalıq qısılǵanda ishki energiyası artadı ( $\Delta U > 0$ ) hám gazdıń ústinde jumıs orınlanadı ( $A < 0$ ). Bunda sırtqı kúshler tárepinen orınlaǵan jumıstıń muǵdarı diagrammada kórsetilgen betke teń bolıp esaplanadı (29-b súwret).



29-súwret.



**Adiabatalıq proceste gazdıń úsh makroskopiyalıq parametrleri  $p$ ,  $V$  hám  $T$  ózgeredi.**

Gazdiń sırtqı ortalıq penen jıllılıq almasıwı ushın belgili bir waqıt ketedi. Eger process júdá tez júz berse (porshen járdeminde gaz tez qısılsa yaqı kerisinshe, tez keńeyttirilse) gaz sırtqı ortalıq penen jıllılıq almasıwǵa úlgermeydi hám process adiabatılıq jaqın boladı. Gazdiń adiabatılıq keńeyiwinde suwıwı yaqı adiabatılıq qısılıwında ısıwı turmısta hám texnikada kóp baqlanǵan. Atmosferadaǵı hawa joqarıǵa kóterilip, keńeyedi hám suwıydı. Hawanıń suwıwı nátiyjesinde ondaǵı suw puwları kondensacıyalanıp, bulttı payda etedi.



1. Termodinamikanıń birinshi nızamınıń formulasın jazıń hám túsindirip beriń.

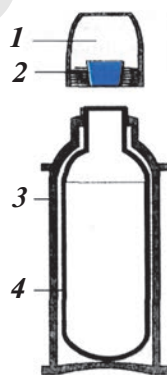
Sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarı izotermiyalıq, izobaralıq hám izoxoralıq proceslerde qalay jumсалadı?

Adiabatılıq process dep qanday proceske aytıladı? Bunday proceske mısallar keltiriń.

Gaz adiabatılıq keńeygende ishki energiyası qalay ózgeredi?



Tabiyatta jıllılıqtı ulıwma ótkizbeytuǵın zatlar joq bolǵanı ushın, sistemanı átiraptaǵı denelerden izolyaciyalawǵa bolmaydı. Biraq, adiabatılıq izolyaciyalanǵan sistemalarǵa kúndelikli turmısta jumсалatuǵın termos mısıl bola aladı (30-súwret). Úyińizdegi termostıń dúzilisin úyrenip shıǵıp, olardı qanday bóleklerge ajıralıwın bilip alıń. Ne ushın termosta shay ıssı bolıp uzaq waqıt saqlanıwın túsindirıń.



30-súwret.

## 23-§ MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Erkin jılısatuǵın porshenli cilindrli ıdısta bir atomlı gaz bar. Gazge jıllılıq muǵdarı beriliwi nátiyjesinde gaz sırtqı kúshler ústinde 500 J jumıs orınlaydı. Gazge qanday jıllılıq muǵdarı berilgen??

**Berilgeni:**

$$p = \text{const}$$

$$A = 500 \text{ J.}$$

*Tabıw kerek:*

$$Q = ?$$

**Formulası**

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T.$$

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

**Esaplaw**

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

**Juwapı:**  $Q = 1250 \text{ J.}$

Onda izobaralıq proceste jumsalğan 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 muǵdarınıń 0,4 bólegi sırtqı kúshler ústinen jumıs orınlawǵa hám 0,6 bólegi gazdıń ishki energiyasınıń ózgeriwine jumsaladı, yaǵnıy:  $A = 0,4Q$  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 gazdıń ishki energiyasınıń ózgeriwine jumsaladı. Bul process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı teńlemesin jazamız:

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

Bul teńlemeden paydalanıp, gaz temperaturasınıń ózgeriwın esaplaymız:

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

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

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

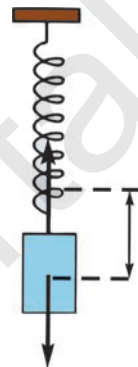
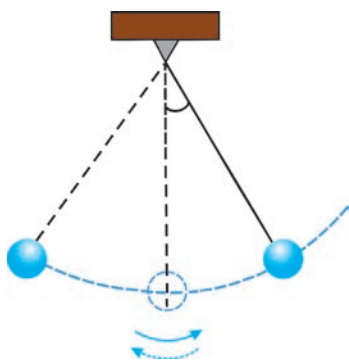


1. Izotermiyalıq proceste gazge 5 kJ jıllılıq berilgen bolsa, gaz ústinen qansha jumıs orınlanǵan boladı?
2. Izoxoralıq proceste gazge 2,8 kJ jıllılıq muǵdarı berilse, gazdıń ishki energiyası qanshaǵa ózgeredi?
3. Gazge 3,5 kJ jıllılıq berilgende, onıń ishki energiyası 2,1 kJ ǵa kóbeyedi. Gaz ústinde qansha jumıs orınlanadı?
4. Normal jaǵdayda bir atomlı gazge jıllılıq berilgende, gaz izobaralıq túrde 0,05 m<sup>3</sup> keńeyedi. Gazdıń ishki energiyası qalay ózgeredi?
5. Metall ballondaǵı 25 mol bir atomlı ideal gazdıń temperaturası 20 K ge kóteriw ushın oǵan jıllılıq muǵdarın beriw kerek?
6. Cilindrli ıdista erkin jılısatuǵın porshen astında bir atomlı gaz bar. Gaz basımı 10<sup>5</sup> Pa ǵa teń. Oǵan qansha jıllılıq muǵdarı berilse, kólemi 2 l ge kóbeyedi?
7. Ballondaǵı bir atomlı ideal gazge 500 J jıllılıq berilgende, onıń temperaturası 40 K ge kóterildi. Ballondaǵı gazdıń muǵdarı qanday bolǵan?

## 24-§. JİLLİLİQ MUĞDARININ QAYTİMSİZLİĞİ. TERMODINAMIKANIN EKINSHI NİZAMİ

### Qaytımli hám qaytımsız procesler

Tábiyatta hárqanday júz bergen process qaytımsız process bolıp tabıladı. Biraq, qaytımlı proceske birqansha jaqın bolğan mexanikalıq procesler de bar. Máselen, izolyaciyalangan sistemada súykeliw hám elastik emes deformaciya-lanbağan jaǵdayda bolatuǵın barlıq mexanikalıq procesler qaytımlı procesler boladı. Bunday proceske vakuumda aspaǵa ildirilip turğan matematikalıq mayatniktiń hám prujınaǵa ildirilgen júktiń terbeliwı mısál bola aladı.



31-súwret.



**Sistemada process dáslep bir baǵıtta, keyin oǵan qarama-qarsı baǵıtta júz berip, ol óziniń dáslepki halına qaytıp kelgeninde sırtqı ortalıqta heshqanday ózgeris júz bermese, bunday process qaytımlı process dep ataladı.**

Jıllılıq procesleri mexanikalıq proceslerden ulıwma ózgeshe bolıp, olardıń barlıǵı qaytımsız procesler bolıp esaplanadı. Qaytımsız proceslerdi tómendegi mısallarda kórip shıǵayıq.

1. Jılıtılǵan deneler óz energiyasınıń bir bólegin átiraptaǵı suwıqlaw denelerge berip áste-aqırın suwıydı. Biraq buǵan qarama-qarsı process, yaǵnıy suwıq deneden ıssı denegе jıllılıq beriw procesi heshqashan júz bermeydi.

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

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

Bul mısallardan kórinip turǵanıday, tábiyattaǵı barlıq procesler bir baǵıtta júz beriwın bildiredi. Olar ózliginen qarama-qarsı baǵıtta júz bermeydi eken.



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

### Termodinamikanıń ekinshi nızamı

Nemec alımı R. Klauzius qaytımsız procesler haqqında túsiniqlerin ulıw-malastırıp termodinamikanıń ekinshi nızamına tómendegidey anıqlama bergен.



**Eger suwıqlaw sistema menen jıllılaw sistemanıń ekewinde yaki átiraptaǵı denelerde ózgeris bolmasa, suwıqlaw sistemadan jıllılaw sistemaǵa jıllılıq ótkiziwge bolmaydı.**

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



1. Qaytımlı hám qaytımsız processlerdi túsindirip, jıllılıq procesleriniń mexanikalıq proceslerden ayırmashılıǵın aytıp beriń. Qaytımsız jıllılıq proceslerine mısallar keltiriń.
2. Qaytımsız procesler ushın termodinamikanıń ekinshi nızamına sıpatlama beriń.

## 25-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS. HÁR QÍYLÍ TEMPERATURALÍ SUW ARALASTÍRÍLGANDA JÍLLÍLÍQ MUǴDARLARÍN SALÍSTÍRÍW

*Jumıstıń maqseti:* Jıllılıq almasıp atırǵan suyıqlıqlar arasında jıllılıq balansı teńlemesin tekserip kóriw.

*Kerekli ásbaplar:* 1 l sıyımlılıqtaǵı eki ıdıs, termometr, menzurka, jıllı hám suwıq suw.

### Jumıstı orınlaw tártibi

1. Menzurka járdeminde  $m_1$  massalı jıllı suwdı ólshep, birinshi ıdısqa quyıń hám onıń temperaturası  $t_1$  in ólsheń.

2. Menzurka járdeminde  $m_2$  massalı suwıq suwdı ólshep, ekinshi ıdısqı quyıń hám onıń temperaturası  $t_2$  ni ólsheń.

3. Ekinshi ıdıstağı suwıq suwdı birinshi ıdıstağı jıllı suwdıń ústine quyıń hám aralaspanıń temperaturası  $t$  ni ólsheń.

4. Aralaspada ıssı suw bergen jıllılıq muǵdarın  $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$  formula járdeminde esaplań, bunda  $c$  suwdıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı.

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

6. Aralastırılǵan jıllı hám suwıq suwdıń massaların ózgerttirip, 1 hám 5-tapsırmalarga muwapıq jumıstı úsh márte tákirarlań.

7. Ólshew hám esaplaw nátiyjelerin tómendegi kestege jazıń.

| Nº | $m_1, \text{kg}$ | $t_1, ^\circ\text{C}$ | $m_2, \text{kg}$ | $t_2, ^\circ\text{C}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $c, \text{J/kg} \cdot \text{K}$ | $Q_1, \text{J}$ | $Q_2, \text{J}$ |
|----|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1  |                  |                       |                  |                       |                     |                                 |                 |                 |
| 2  |                  |                       |                  |                       |                     |                                 |                 |                 |
| 3  |                  |                       |                  |                       |                     |                                 |                 |                 |



1. Ólshew hám esaplaw nátiyjeleri tiykarında alınǵan  $Q_1$  hám  $Q_2$  jıllılıq muǵdarlarınıń mánislerin salıstırıń. Ne ushın  $Q_1 = Q_2$  shárti orınlanıwı kerek?

2. Jıllılıq muǵdarı formulasında ne sebepten absolyut temperaturalar ayırmasınıń ornına Celsiy shkalası boyınsha ólshengen temperaturalar ayırmasın qollanıw múmkin?

## II BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARÍ

1. Muǵdarı 4 mol argon gazi  $30^\circ\text{C}$  den  $-70^\circ\text{C}$  ge shekem suwıtılǵanda, onıń 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 gazdıń kólemi  $2 \text{ m}^3$  hám ishki energiyası 3000 J bolsa, onıń basımı nege teń (Pa)?

A) 1000;

B) 500;

C) 800;

D) 1500.

3. Temperaturası  $30^\circ\text{C}$  hám ishki energiyası 3030 J bolǵan geliy gazınıń massasınıń anıqlań (g).

A) 2,2;

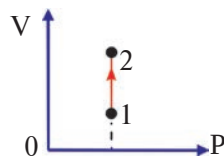
B) 3,2;

C) 10;

D) 4,8.

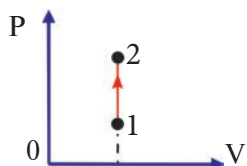


4. Grafikte súwretlengen proceste ideal gazdın ishki energiyası qáytip ózgeredi?



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

5. Ideal gaz 1-haldan 2-halğa ótkende onıń ishki energiyası qáytip ózgeredi?



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

6. Bir atomlı gazdın basımı 25 % ke kemeyip, kólemi 60 % ke kóbeysse, onıń 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. Zattıń jıllılıq sıyımlıǵı tómendegi parametrlerdin qaysı birine baylanıslı?

- A) jıllılıq muǵdarına;
- B) zat almasıwına;
- C) dáslepki temperaturaǵa;
- D) zattıń túrine.

8. Temperaturası 10 °C bolǵan 1 kg suwǵa 200 g qaynaǵan suw qosıp aralastırıldı. Aralaspıa temperaturasın tabıń (°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 qossaǵ, aralaspıa temperaturası 30 °C ǵa teń boladı?

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

10. 210 m biyiklikten túsken suw orınlaǵan jumısınıń 70 % i onıń temperaturasın qanshaǵa kóteredi (K)?

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

11. Qaysı proceste gaz jumıs orınlamaydı?

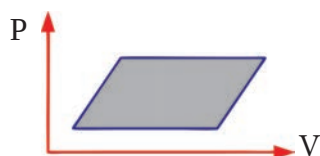
- A) izoxoralıq;
- B) izobaralıq;
- C) izotermiyalıq;
- D) adiabatıyalıq.

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

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



**13. Súwrettegi boyalğan bettiń fizikalıq mánisi ne?**



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

**14.  $10^5$  Pa basım astında turǵan ideal gazdıń kólemi izobaralı túrde 300 den  $500 \text{ cm}^3$  qa shekem kóbeydi. Bunda gaz neshe Djoul jumıs orınlaǵan?**

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

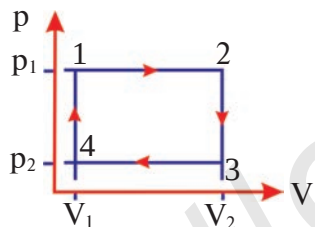
**15. Kislorord gazi 14 K ge izobaralı qızdırılǵanda, 8310 J jumıs orınlandı. Kislorodtıń massasıń anıqlań (kg).**

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

**16. 5 mol gaz izobaralıq túrde 20 K ge qızdırılǵanda orınlaǵan jumısı tabıń.**

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

**17. Ideal gazdıń súwrette kórsetilgen cikldı ótiwde orınlaǵan jumısıń 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 ısıtılǵanda, onıń kólemi 40 % ke shekem kóbeyse, gaz sırtqı kúshler ústinen qanday jumıs orınlaydı?**

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

**19. Termodinamikanıń birinshi nızamı neni bildiredi?**

- A) mexanikalıq energiyanıń saqlanıwın;
- B) elastik deformaciya energiyasın;
- C) jıllılıq teńsalmaqlılıǵın;
- D) energiyanıń saqlanıw nızamın.

**20. Gazdıń izotermiyalıq keńeyiwinde onıń ishki energiyası qalay ózgeredi?**

- A) artadı;
- B) kemeyedi;
- C) ózgermeydi;
- D) ishki energiya ıqtıyaryw bolıwı múmkin.

**21. Termodinamikanın birinshi nızamı 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 cilindrlı ıdıstaǵı bir atomlı gazge 375 J jıllılıq muǵdarı berilse, qansha jumıs orınlanadı (J)?**

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

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

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

**24. Cilindrlı 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 keletuǵınday etip gápti 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 gazdı adiabatalıq qısıw nátiyjesinde 50 MJ jumıs orınlandı. Bunda gazdıń 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 túrde  $0,05 \text{ m}^3$  qa keńeyedi. Eger, gazdıń basımı  $10^5$  Pa bolsa, gazdıń 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 túrde qızdırıwda qansha jumıs 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 molekullardıń óz ara tásiiri potencial energiyaları qosındısı usı deneniń ishki energiyasına teń, yaǵnıy: $U = E_k + E_p$ |
| Ideal gazdıń ishki energiyası | Bir atomlı ideal gazdıń ishki energiyası<br>$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$                                                                                                         |
| Termodinamikalıq jumıs        | Gazdıń kólemi ózgergende, ol sırtqı basım kúshine qarsı jumıs isleydi. Bul jumıs <b>termodinamikalıq jumıs</b> dep ataladı $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$                                    |
| Universal gaz turaqlısı       | Universal gaz turaqlısı san jaǵınan bir mol gazdı bir kelvinge izobaralıq túrde qızdırganda usı gaz tárepinen orınlaǵan jumısqa teń.                                                                  |

|                                                        |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jıllılıq almasıwı yaqi jıllılıq uzatıw                 | Bir deneden ekinshi denegge jumıs islemey energiya beriw procesine jıllılıq almasıwı yaqi jıllılıq uzatıw delinedi.                                                                      |
| Jıllılıq muǵdarı                                       | Jıllılıq uzatıw barısında dene alǵan yaqi sarplaǵan ishki energiya muǵdarın belgilewshi fizikalıq muǵdarǵa <b>jıllılıq muǵdarı</b> delinedi.                                             |
| Jıllılıq alǵan yaqi sarplaǵan jıllılıq muǵdarı esaplaw | Jıllılıq uzatıw barısında deneniń temperaturası $t_1$ mánisinen $t_2$ mánisine ózgergen bolsa, dene alǵan yaqi sarplaǵan jıllılıq muǵdarı tómendegishe esaplanadı: $Q = mc(t_2 - t_1)$   |
| 1 kaloriya (1 <i>kal</i> )                             | 1 gramm distillengen suwdı 1 °C ısıtıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarı <i>1 kaloriya</i> dep qabıl etilgen.                                                                          |
| Zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı                 | Massası 1 kg bolǵan zattıń temperaturasın 1 °C ge ózgeritiw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarınıń bólistiriliwshi fizikalıq muǵdarǵa zattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı delinedi. |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jıllılıq balansı teńle-mesi                                  | <p>Jıllılıq almasıwı nátiyjesinde ishki energiyaları azayǵan denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarlarınń qosındısı, ishki energiyaları kóbeygen denelerdiń qabıl etken jıllılıq muǵdarlarınń qosındısına teń, yaǵnıy:</p> $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n$ <p>bul jerde <math>Q_1, Q_2, \dots, Q_n</math> — jıllılaw denelerdiń bergen jıllılıq muǵdarları, <math>Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n</math> bolsa, suwıqlaw denelerdiń alǵan jıllılıq muǵdarları.</p>                                                                         |
| Salıstırmalı janıw jıllılıǵı                                 | <p>1 kg janarmay tolıq janganda onnan ajıralıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarına janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı dep ataladı. Janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı <math>q</math> háribi menen belgilenedi.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Janarmay janganda ajıralıp shıqqan jıllılıq muǵdarı          | <p>Massası <math>m</math> bolǵan hárqanday janarmay janganda ajıralıp shıqqan jıllılıq muǵdarı <math>Q</math> nı esaplaw ushın onıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı <math>q</math> nı tolıq jangan janarmaydıń massasına kóbeytiw kerek, yaǵnıy: <math>Q = q \cdot m</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Termodinamikanıń birinshi nızamı                             | <p>Sistemaǵa berilgen jıllılıq muǵdarı sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge hám sistemanıń sırtqı kúshlerine qarsı jumıs orınlawǵa jumsaladı, yaǵnıy: <math>Q = \Delta U + A</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Izotermiyalıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı | <p>Izotermiyalıq process (<math>T = \text{const}</math>). Ideal gazdıń temperaturası ózgermese, ishki energiyası da ózgermeydi hám <math>\Delta U = 0</math> boladı. Bunday halatta termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe ańlatıladı: <math>Q = A</math>. Izotermiyalıq proceste ideal gazǵa berilgen jıllılıq muǵdarı jumıstı orınlawǵa jumsaladı. Izotermiyalıq proceste gaz jıllılıq alıp atırǵan (<math>Q &gt; 0</math>) bolsa, gaz <math>\Delta V</math> kólemge keńeyedi hám paydalı (oń) jumıs (<math>A &gt; 0</math>) orınlaydı.</p> |
| Izobaralıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı    | <p>Gaz izobaralıq túrde keńeygende, gazdıń sırtqı kúshler ústinen orınlangan jumıs <math>A = p \cdot \Delta V</math> boladı. Izobaralıq process ushın termodinamikanıń birinshi nızamı tómendegishe korsetiledi: <math>Q = \Delta U + p \cdot \Delta V</math>. Izobaralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıq sistemanıń ishki energiyasın ózgertiwge hám tu-raqlı basımda jumıs orınlawǵa jumsaladı.</p>                                                                                                                                           |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 ańlatıladı: $Q = \Delta U$ . Izoxoralıq proceste sistemaǵa berilgen jıllılıqtıń hámmesi sistemanıń ishki energiyasın ózgeritiwge jumсалadı. |
| Adiabatalıq process                                       | Jıllılıq almaspaytuǵın etip izolyaciyalanǵan sistemadaǵı process adiabatalıq process dep ataladı. Adia-batalıq proceste $Q = 0$ . Gaz adiabatalıq keńeygende (yaki qısılganda) gazdıń úsh makroskopiyalıq parametrleri $p$ , $V$ hám $T$ ózgeredi.                                      |
| Gazdıń adiabatalıq keńeyiwi                               | Gaz adiabatalıq keńeygende paydalı jumıs orınlaydı, yaǵnıy gaz sırtqı kushler ústinen jumıs isleydi. Biraq, gaz adiabatalıq keńeygende onıń ishki energiyası hám basımı kemeyedi.                                                                                                       |
| Gazdıń adiabatalıq qısılawı                               | Gazdıń adiabatalıq qısılganda unamsız jumıs orınlaydı, yaǵnıy gaz ústinen sırtqı kushler jumıs isleydi. Gaz adiabatalıq qısılganda onıń ishki energiyası hám basımı artadı.                                                                                                             |
| Qaytımlı process                                          | Sistemada process dáslep bir baǵıtta, keyin oǵan qarama-qarsı baǵıtta júz berip, ol óziniń dáslepki halatına qayıp kelgeninde sırtqı ortalıqta heshqanday ózgeris júz bermese, bunday process qaytımlı process dep ataladı.                                                             |
| Qaytımsız process                                         | Sistemada process júz berip, óz halatınan shıǵarılǵanda ol óz-ózinen yaki sırtqı ortalıqta ózgeris payda etpey, dáslepki halatına qaytpasa, bunday process qaytımsız process dep ataladı.                                                                                               |
| Termodinamikanıń ekinshi nızamı                           | Eger suwıqlaw sistema menen jıllılaw sistemanıń ekewinde yaki átiraptaǵı denelerde ózgeris bolmasa, suwıqlaw sistemadan jıllılaw sistemaǵa jıllılıq ótkiziwge bolmaydı.                                                                                                                 |

### III BAP JÍLLÍLÍQ DVGATELLERI

#### 26-§. ISHKI JANÍW DVGATELLERI

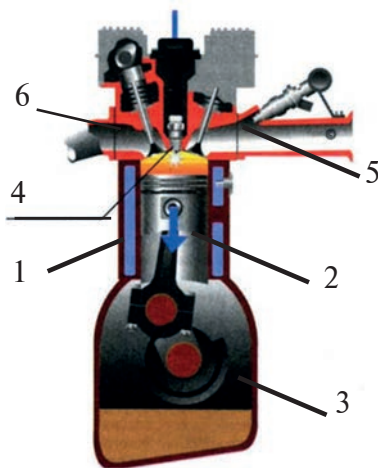
Sanaatta hám turmısta qollanılatuǵın dvigatellerdiń kópshiligi jıllılıq dvigatelleri bolıp esaplanadı. Jıllılıq dvigatelleriniń birneshe túrleri bar: ishki janıw dvigateli, dizel dvigateli hám reaktiv dvigateller.



**Jıllılıq dvigateli dep, jıllılıq energiyasın mexanikalıq energiyaǵa aylandıratuǵın qurılmaǵa ayıladı.**

#### Ishki janıw dvigateli

**Ishki janıw dvigateli** eń kóp tarqalǵan dvigatel bolıp tabıladı. Bul dvigatelde janarmay dvigatel cilindri ishinde janadı. Sol sebepli, ol ishki janıw dvigateli dep atalǵan. Ishki janıw dvigatelleri suyıq janarmay (benzin, kerosin) yaki janıwshı gaz (metan, propan, oktan) benen isleydi. 32-súwrette eń ápiwayı (bir cilindrlı) ishki janıw dvigatelinıń dúzilisi kórsetilgen. Dvigatel cilindri (1) ishindegi porshen (2) joqarıǵa hám tómengenge háreketlenedi. Porshen buwınlı val (3) ǵa shatun arqalı bekkemlengen. Cilindrdiń joqarǵı bóleginde janarmaydı jaǵatuǵın svecha (5) ornatılǵan. Porshen joqarıǵa kóterilgen waqıtta klapan (6) ashılıp cilindr ishine janıwshı aralaspa (benzin hám hawa) sorıladı hám svecha janıwshı aralaspanı sol gezde jandıradı. Porshen joqarısında janarmay jandıǵannan soń cilindr ishindegi hawa 1600 — 1800 °C temperaturaǵa shekem kóteriledi. Nátiyjede porshen ústindegi basın birden kóterilip ketedi. Gaz keńeyip porshen tómengenge sorıladı, bunda keńeygen gaz mexanikalıq jumıs orınlaydı hám klapan (7) ashılıp ajıralıp shıqqan gaz sırtqa shıǵarıladı. Bunday dvigatel úziksiz islep turıwı ushın, dvigatel cilindrinde janıwshı aralaspanıń



32-súwret.

periodlı türde janıwın támiyinlew kerek. Respublikamızda islep shıǵarılıp atırǵan NEXSYA, JENTRA, MATIZ jeńil avtomobillerine injektorlı ishki janıw dvigatelleri ornatılǵan (33-súwret).



33-súwret.

### Dizel dvigateli

Ishki janıw dvigateline salıstırmalı türde paydalı jumıs koefficienti joqarı bolǵan dvigateldi 1893-jılı nemis injeneri *Rudolf Dizel* oylap taptı. Sonlıqtan bunday türdegi dvigatel dizel dvigateli dep ataladı. Dizel dvigateline janarmaydı ot aldıratuǵın svecha bolmaydı. Porshen üstindegi hawa-nı qısıw dárejesi injektorlı (karbyurator) dvigatellerge qaraǵanda joqarı boladı. Cilindr ishindegi gazdıń júdá tez qısılıwı nátiyjesinde gazdıń temperaturası birden kóterilip ketedi. Sol waqıttıń ózinde cilindr ishine arnawlı forsunka sıyıq janarmaydı sewedi (34-súwret). Nátiyjede janarmay ot alısıp janıp ketedi. Respublikamızda islep shıǵarılıp atırǵan MAN awır júk mashinalarına hám mikroavtobuslarǵa dizel dvigatelleri ornatılǵan (35-súwret).

forsunka



34-súwret.

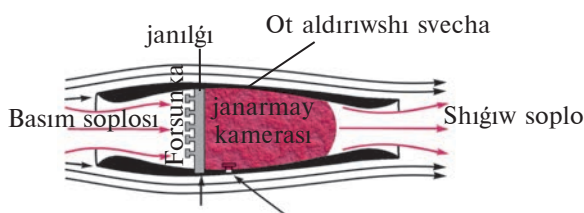


35-súwret.

### Reaktiv dvigatelleri

Reaktiv samolyot hám kosmik raketalar dvigatel járdeminde háreketlenedi. Reaktiv dvigateller tómendegi tiykargı bóleklerden turadı: janarmay bagi, janarmay janatuǵın kamera, janarmaydı kameraǵa jetkerip beretuǵın hám janarmay janganda payda bolǵan gazdı sırtqa shıǵaratuǵın (saplo) bóleklerden turadı. 36-súwrette reaktiv dvigateldiń sxemalıq kórinisi berilgen.





36-súwret.

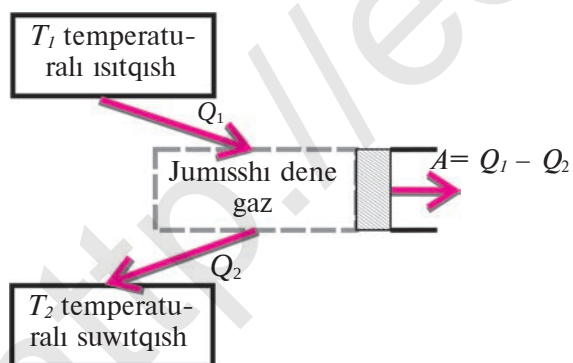
Kosmik kemeler reaktiv dvigateldiń janarmayı da, jumısshı denesi de hám ózi de boladı. Sol sebepli, onıń islewı átiraptaǵı ortalıqqa baylanıslı bolmaydı.



1. Ishki janıw dvigatelinıń islew principin túsindirıń.
2. Dizel dvigatelinıń islew principini injektorlı dvigatellerden qanday ayırmashılıqqa iye?
3. Reaktiv dvigatelinıń islew principin túsindirıń.

## 27-§. JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERINIŇ ISLEW PRINCIPI

Jıllılıq dvigatelleriniń barlıǵında islewshi dene (jumıs orınlaytuǵın dene) gaz bolıp, ol keńeygende jumıs orınlanadı. Hárqanday jıllılıq dvigateli  $Q_1$  jıllılıq muǵdarın beretuǵın  $T_1$  temperaturalı ısıtqısh,  $Q_2$  jıllılıq muǵdarın alatuǵın  $T_2$  temperaturalı suwıtqısh hám mexanikalıq jumıs orınlaytuǵın jumısshı dene (gaz)den turadı.



37-súwret.

Jıllılıq dvigatelinıń islew principini tómendegishe:

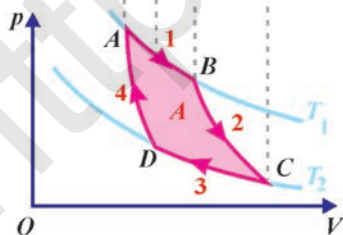
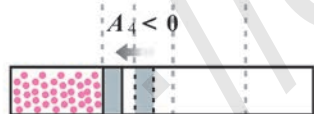
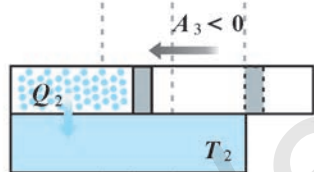
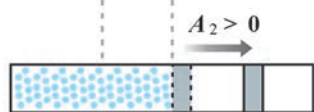
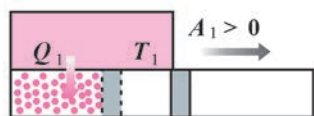
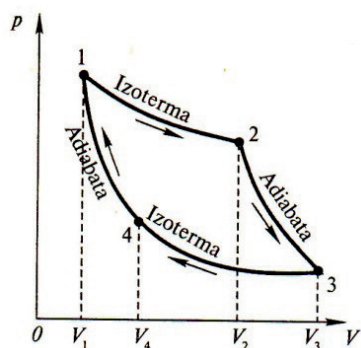
1. Hárqanday jıllılıq dvigatelinde janarmaydıń ishki energiyası mexanikalıq energiyaǵa aylanadı.

2. Jıllılıq dvigatelinıń islewı ushın hár túrli temperaturalı ısıtqısh hám suwıtqısh bolıwı kerek.

3. Qálegen jıllılıq dvigatelinıń islewinde jumısshı dene (máselen, gaz) halatınıń ózgeriwiniń tákirarlanıwshı ciklilerinen ibarat boladı.



Ен дásлеп, francuz injeneri Sadi Karno tárepinen tórt ciklli ideal jıllılıq dvigateliniń islew principi túsindirilip berildi. Bul ideal jıllılıq dvigateliniń islew cikli eki izoterma hám eki adiabatadan ibarat (38-súwret).



38-súwret.

1-halatta turǵan jumısshı deneniń (gazdıń) baslanǵısh temperaturasını  $T_1$  dep alayıq. 1-halatta turǵan gaz  $T_1$  temperaturada izotermiyalıq keńeyip, 2-halatqa ótti. Bunda gaz ısıtqısh-tan  $Q_1$  ge teń jıllılıq muǵdarın alıp, sırtqı kúshke qarsı  $A_1$  jumıs orınlaydı.

2-halǵa ótkennen soń gaz ısıtqısh penen qatnastı úzedi. Nátiyjede gazdıń adiabatalıq keńeyiwine imkan tuwıladı hám jumısshı dene 3-halatqa ótedi. Bunda gaz óziniń ishki energiyası esabınan sırtqı kúshlerge qarsı  $A_2$  jumıs orınlaydı. Jumıs orınlanganda gazdıń ishki energiyası azayadı, nátiyjede onıń temperaturası  $T_1$  den  $T_2$  temperaturaǵa shekem túsedi. Biraq, bul temperatura átiraptaǵı ortalıqtıń temperaturasınan birqansha joqarı boladı.

Gaz 3-halǵa ótkennen soń onıń temperaturası  $T_2$  bolǵan suwıtqısh penen qatnasqa kirisedi. Bul halattan gazdı sırtqı kúshlerge qarsı 4-halatqa ótiw procesinde izotermiyalı qısıladı. Bunda sırtqı kúshler gazdı qısıp  $A_3$  jumıs orınlaydı. Sonday-aq, jumısshı dene suwıtqıshqa  $Q_2$  jıllılıq beredi.

Gaz 4-halǵa eriskennen keyin jumısshı dene suwıtqısh-tan ajıraladı hám 1-halatqa adiabatalı túrde ótedi. Bunda gaz adiabatalı qısılıp onıń ústinen sırtqı kúshler jáne  $A_4$  jumıs orınlaydı. Sonday-aq, gaz temperaturası  $T_2$  den  $T_1$  ge shekem kóteriledi.

Karno cikli boyınsha islep atırǵan jıllılıq dvigateliniń orınlaǵan paydalı jumısı  $A_{\text{pay}} = Q_1 - Q_2$  ańlatpası arqalı anıqlanadı. Bunda  $Q_1$  — ısıtqısh-tan alınǵan jıllılıq muǵdarı,  $Q_2$  — suwıtqıshqa berilgen jıllılıq muǵdarı.

### Jıllılıq dvigateliniń paydalı jumıs koefficienti (PJK)

Jıllılıq dvigateliniń paydalı jumıs koefficienti (PJK) dep, dvigatel orınlağan  $A_{pay}$  jumıstıń ısıtqıshtan alınğan  $Q_1$  jıllılıq muǵdarına qatnasına ayatıladı, yaǵnıy:

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

Barlıq dvigatellerde jıllılıq belgili bir muǵdarın suıtqıshqa bergeni ushın barlıq jaǵdaylarda PJK  $\eta < 1$  boladı. Házirgi jıllılıq mashinalarında PJKniń (procentlerde alında) ortasha mánisi dizel dvigatellerinde  $\sim 40\%$ , karbyauratorlı dvigatellerdiń paydalı jumıs koefficienti  $25 - 30\%$  ti quraydı.

Termodinamikanıń nızamları jıllılıqtıń temperaturası  $T_1$  hám suıtqısh-tıń temperaturası  $T_2$  bolǵan jıllılıq dvigateliniń erisiwi múmkin bolǵan eń úlken PJK in esaplawǵa imkaniyat beredi. Bunı birinshi bolıp francuz injeneri hám alımı *Sadi Karno* esaplap shıqtı. Ideal jıllılıq mashınası ushın PJK niń mánisin tómendegi teńleme tiykarında anıqlanadı, yaǵnıy:

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

Demek, ideal jıllılıq mashinalarınıń PJK tek ǵana jıltqısh hám suıtqısh temperaturalarınń ayırmashılıǵına tuwra proporcional eken. Jıllılıq mashınası PJK in arttırıw ushın jıltqısh-tıń temperaturasını kóterip, suıtqısh-tıń temperaturasını túsiriw kerek. Eger, jıltqısh hám suıtqısh temperaturalarınń ayırmashılıǵı  $T_1 - T_2 = 0$  bolsa, dvigatel jumıs isley almaydı.



1. Jıllılıq dvigatelinde ısıtqısh, suıtqısh hám jumısshı deneniń áhmiyeti qanday?
2. Karno cikli qanday proceslerden ibarat?
3. Karno cikliniń islew principin túsindir.
4. Jıllılıq mashinaları orınlağan paydalı jumıs qalay anıqlanadı?
5. Dvigateldiń paydalı jumıs koefficienti qáytip 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:** Karno cikli boyınsha islep atırǵan jıllılıq dvi-gateliniń orınlaǵan paydalı jumısı  $A = Q_1 - Q_2$  ańlat-pası arqalı anıqlanadı. Sonday-aq, jıllılıq dvi-gateliniń PJK, dvi-gatel orınlap atırǵan  $A$  jumısıń ısıtqıshstan alǵan  $Q_1$  jıllılıq muǵdarına qatnası anıqlanadı, yaǵnıy:  $\eta = \frac{A}{Q_1}$ .

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

**Juwabı:**  $\eta = 50 \%$ .

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

**Berilgeni:**

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

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

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

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

*Tabıw kerek:*

$$\eta = ?$$

**Sheshiliwi:** jıllılıqtıń temperaturası  $T_1$  hám suwıt-qıshstıń temperaturası  $T_2$  bolǵan jıllılıq dvi-gateliniń PJK in

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

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

**Juwabı:**  $\eta = 47$

**3-másele.** Jıllılıq mashinasınan temperaturası 237 °C, suwıtqıshstiki 67 °C. Eger, bir ciklde jıltıqıshstan 1800 J jıllılıq muǵdarı alınsa, mashina bir ciklde qansha jumıs orınlaydı?

**Berilgeni:**

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

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

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

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

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

*Tabıw kerek:*  $A = ?$

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

(1) hám (2) teńlemenı teńlestiremiz.

$$\text{Bul qatnaslardan dvi-gateldiń orınlaǵan jumısı: } A = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$$

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

**Juwabı:**  $A = 600 \text{ J}.$

1. Jumısshı dene(gaz) ısıtqısthan 840 J jıllılıq aldı. Eger, jıllılıq dvıgatelınıń PJK 30 % bolsa, gaz qansha jumıs orınlaydı?
2. Jıllılıq dvıgatelınıń temperaturası 477 °C, suwıtqıstıki 27 °C bolǵan jıllılıq mashınasınıń maksimal PJK in esaplań.
3. Ideal jıllılıq dvıgatelınıń PJK 62,5 % bolıwı ushın onıń jılıtqıshındaǵı temperaturası qanday bolıwı kerek? Suwıtqıstıń temperaturası 300 K ge teń.
4. Eger ısıtqıstıń temperaturası 127 °C, suwıtqıstıń temperaturası 7 °C bolǵan ideal jıllılıq mashınası bir ciklde jılıtqısthan 1300 J jıllılıq alsa, orınlangan paydalı jumıs nege teń?
5. Paydalı jumıs koefficienti 40 % bolǵan jıllılıq mashınası bir ciklde suwıtqıshqa 63 KJ jıllılıq beredi. Mashına bir ciklde qansha jumıs isleydi?
6. Ideal jıllılıq dvıgatelinde suwıtqıstıń temperaturası 62 °C, jıllılıq dvıgatelınıń PJK 50 % bolsa, ısıtqısh penen suwıtqısh temperatura-ları arasındaǵı parıq qanday?
7. Karno ciklinde isleytuǵın ideal mashınada jılıtqısh hám suwıtqısh temperaturalarınıń qatnası 5 ge teń. Eger bir ciklde suwıtqıshqa 180 kJ jıllılıq berilgen bolsa, ısıtqısthan alınǵan jıllılıq muǵdarın anıqlań.
8. Ideal jıllılıq dvıgateli ısıtqıshınıń temperaturası 327 °C, suwıtqısh-tıń temperaturası 127 °C gá teń. Usı ideal mashınanıń PJK in eki ese asırıw ushın ısıtqıstıń temperaturasın qanshaǵa kóteriw kerek?

## 29-§. JÍLLÍLÍQ MASHINALARÍ HÁM TÁBIYATTÍ ASÍRAW

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

Jıllılıq mashınaları janarmaydıń janıwı menen háreketlenedi. Olarda janarmay sıpatında benzin, kerosin, suyıltırılǵan propan hám metan gazi-nen paydalanıladı. Ushıp baratırǵan samolyottı, ornında turǵan mashınanı dıqqat penen baqlasaq, olardıń dvıgatelinen tútin kórinisindegi gazlerdiń ajralıp shıǵıp atırǵanın kóremiz. Ishki janıw dvıgatelinde janarmay janganda, onıń bir bólegi sırtqa tútin bolıp shıǵıp ketedi. Bul gazlerdiń tiykarǵı bólegi adam organizmi hám ana tábiyatımız ushın zıyanlı. Házirgi waqıtta Jer júzindegi dvıgateller paydalanılıp atırǵan quwat  $10^{10}$  kW ǵa jetti. Jıllılıq dvıgatelleri paydalanılıp atırǵan quwat  $3 \cdot 10^{12}$  kW ǵa jetkende Jer júzinde temperatura shama menen  $1^\circ$  qa kóteriledi. Bul úlken muzlıqtıń eriwine hám dúnya okeanı suw qáddiniń kóteriliwine alıp keledi. Nátiyjede, teńiz hám okean jaǵalarındaǵı qala hám awıllardıń hasıldar jer maydanlarınıń suw astında qalıw qáwpi payda boladı.

Jer júzinde jıllılıq 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 islewı nátiyjesinde atmosferaǵa júdá úlken muǵdarda karbonat angidrid gazi qosılıp atır. Jıllılıq dvigatellerinen shıǵıp atırǵan gazlerdi tolıq tazalaw házirshe júdá qıyın. Alımlardıń pikirinshe, hár jılı átirapımızǵa shama menen 120 million tonna kúl, 60 million tonna zıyanlı gazler tarqalıp atır. Jıllılıq dvigatelleriniń jıldan-jılǵa kóbeyip barıwı, jámaát aldında tábiyattı asırawda úlken qıyınshılıqlardı payda etip atır.

Elimiz ushın júdá kerekli bolǵan elektr energiyasınıń úlken bólegi janarmay esabınan alınadı. Jıllılıq beriwshi stanciyalar da janarmaysız isley almaydı. Bul stanciyalarda hár kúni tonna-tonna janarmay janıp, bunnan zıyanlı gazler átirapımızǵa tarqaladı. Jer sharında ekologiyalıq mashqala payda bolıp atırǵan waqıtta, biziń mámleketimiz de bunday mashqalalardı biyparıq qarap turmaydı. Respublikamızda bunday mashqalanı sheshiwdiń birden-bir tuwrı jolı quyash energiyasınan paydalanıw bolıp esaplanadı. Respublikamızda quyashlı kúnlerimiz bazı mámleketlerge qaraǵanda birqansha kóp. Awillarda qurılıp atırǵan zamanagóy úylerdiń üstine quyash batareyaları ornatılıp, olardan paydalanılıp kelinbekte.

Kúndelikli turmısımızda jıllılıq mashinaları sıyaqlı suwıtıw mashına (muzlatqısh, suwıtqısh)lardan da paydalanamız. Olardıń sanı da jıldan-jılǵa keskin túrde kóbeyip baratır. Bul mashinalarda jumısshı dene sıpatında Freon dep atalıwshı sıyıqlıq qollanıladı. Suwıtıw mashinaları dúzilisi qanshelli germetik bolmasın, olardan júdá az bolsa da Freon puwlanıp atmosferaǵa tarqaladı. Nátiyjede atmosferanıń quramında jıldan-jılǵa Freon puwı muǵdarı artıp baratır.

Sizge geografiya páninen belgili bolǵanıday, 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 qorǵaydı. Eger atmosferanıń quramında Freon puwınıń muǵdarı kóbeyse, ozon qatlamı jemirilip, onda tesik payda boladı. Ozon tesigi arqalı ótken júdá qısqa tolqınlı nurlanıwlar tiri organizmlerdi jemirip, jerdegi ómirge qáwip tuwdıradı. Bul máseleniń unamlı sheshimin tabıw maqsetinde, alımlar Freondı basqa sıyıqlıq penen almasırwıw üstinde ilimiy izleniwler alıp barıp atır.

Juwmaqlap aytqanda, jıllılıq dvigatelleri insangá 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 jıllılıq mashinaları beredi?
2. Tábiyattı qorǵaw ushın avtomobil sanaatında qanday ilajlar kóriledi?
3. Atmosferaǵa qosılıp atırǵan zıyanlı 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 jumsaydı. Dvigateldiń PJK in tawıń. Dizel janarmayınıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 42 MJ/kg.

**Berilgeni:**

$$P = 60 \text{ kW} = 60 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$t = 1 \text{ saat} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$m = 18 \text{ kg}$$

$$q = 42 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

*Tabıw kerek:*

$$\eta = ?$$

**Sheshiliwi:** Quwat táriypi boyınsha  $P$  quwat penen islep atırǵan qurılmanıń  $t$  waqıtta orınlaǵan paydalı jumısı tómendegishe anıqlanadı, yaǵnıy:  $A_{pay} = P \cdot t$ . Dvigatelde bir túrdegi  $m$  massalı janarmay tolıǵı menen janganda  $m \cdot q$  ǵa teń jıllılıq muǵdarı ajıralıp shıǵadı.  $m \cdot q$  jıllılıq muǵdarın — ısıtqısıhtıń bergen jıllılıq muǵdarı  $Q_1 = m \cdot q$  yaki ısıtqısıhtıń ulıwma orınlaǵan jumısı dep qabıl etiwge boladı, yaǵnıy  $A_{um} = m \cdot q$ . Onda dvigateldiń paydalı jumısı koefficienti:

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

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

**Juwabı:**  $\eta = 28,6 \%$ .

**2-másele.** Peshte massası 42 kg kerosin janganda, 3 kg suwdıń temperaturası qanshaǵa kóteriledi? Peshtiń PJK 30 %. Kerosinniń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 46 MJ/kg.

**Berilgeni:**

$$m_1 = 42 \text{ g} = 42 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m = 3 \text{ kg}$$

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

$$\eta = 0,3$$

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

*Tabıw kerek:*

$$\Delta t = ?$$

**Sheshiliwi:**

$A_{pay} = Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ . Sonday-aq,  $m_1$  massalı janarmay janganda ajırılǵan jıllılıq muǵdarı  $Q_1 = m_1 \cdot q$ .

Qurılmanıń paydalı jumısı koefficienti:

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

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

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

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



**3-másele.** Avtomobil 100 km joldı basıp ótiwi ushın 10 l benzin sarıpaydı. Avtomobil 90 km/h tezlik penen háreketlenip atırǵan bolsa, onıń quwatı qanday bolǵan? Dvigateliniń 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 háreketlengen bolsa, onıń háreketleniw waqtın anıqlaw, yaǵnıy

$$t = \frac{s}{v}$$

2) Janarmaydıń massasını anıqlaw, yaǵnıy  $m = \rho \cdot V$ .

3) Janarmay janganda ajıralǵan jıllılıq muǵdarı

$$Q_1 = m_1 \cdot q \text{ ǵa teń.}$$

Qurılmanıń paydalı jumıs koefficienti:

$$\eta = \frac{A_{\text{pay}}}{Q_1} = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} = \frac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot v}. \quad \text{Bu ańlatpadan}$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s}. \quad [P] = \frac{1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{m}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}.$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s} = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 25}{10^5} = 24150 \text{ W}.$$

$$\text{Juwabı: } P = 24150 \text{ W} = 24,15 \text{ kW}$$



1. Oshaqta 6 kg polattı 1400 °C da ısıtıw ushın 4,6 kg arnawlı janılıǵı sarıplanadı. Eger polattıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlılıǵı 460 J/kg · K, arnawlı janılıǵınıń janıw jıllılıǵı 3 MJ/kg bolsa, oshaqtıń jıllılıq beriwi (PJK)n tabıń?

2. Minutına 4 g kerosin sarplaytuǵın ısıtqıshqa temperaturası 31 °C bolǵan 2 l suw qansha waqıtta qaynaydı? Qurılmanıń PJK 35 %  $q_{\text{kerosin}} = 46 \text{ MJ/kg}$  ǵa teń dep alıń.

3. 72 km/h tezlikte háreketlenip atırǵan avtomobildiniń 2 km joldaǵı benzin sarplawın esaplań. Avtomobildiniń quwatı 23 kW, PJK 25 % ge teń. Benzinniń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 46 MJ/kg.

4. Eger quwatı 50 kW bolǵan dizel dvigateliniń paydalı jumıs koefficienti 34 % bolsa, ol úsh saatta qansha janarmay sarplaydı? Dizel janarmayınıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 42 MJ/kg ǵa teń.

5. Ideal jillılıq mashinasındaǵı gaz ısıtqısthan alǵan jillılıǵınıń 60 % I suwıtqıshqa beredi. Eger suwıtqısh temperaturası 227 °C bol-sa, suwıtqıstıń temperaturası qanday bolǵan?
6. Ideal jillılıq mashinasında ısıtqıstıń absolyut temperaturası suwıtqıstıń absolyut temperaturasınan úsh ese joqarı. Ísitqısh gazge 30 kJ jillılıq muǵdarın bergende ol qansha jumıs orınlaydı?
7. Gorizontaldı jolda motocikldiń dvigateli 60 km/h tezlikte 3,5 kW quwatqa erisedi. Eger dvigateldiń PJK 25 % bolsa, motoroller 3,6 l benzin sarplap, qansha joldı basıp ótedi? Benzinniń salıstırmalı janıw jillılıǵı 46 MJ/kg, tıǵızlıǵı 0,7 g/cm<sup>3</sup>.
8. Ózgermeytuǵın 108 km/h tezlik penen háreketlenep atırǵan avtomobil 46 km jolda 5 kg benzin sarpladı. Benzinniń salıstırmalı janıw jillılıǵı  $46 \cdot 10^6$  J/kg hám dvigateldiń PJK 24 % bolsa, avtomobildiń paydalı quwatın anıqlań.

### III BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARÍ

1. Ideal jillılıq mashinasınıń PJK in kim esaplaǵan?  
A) Bolsman;                      B) Celsiy;                      C) Kelvin;                      D) Karno.
2. Paydalı jumıs koefficienti  $\eta$  bolǵan jillılıq mashinası jıltqısthan  $Q_1$  jillılıq muǵdarın alǵanda, qanday jumıs orınlaydı?  
A)  $(1-\eta)Q_1$ ;                      B)  $(1+\eta)Q_1$ ;                      C)  $\eta Q_1$ ;                      D)  $Q_1/\eta$ .
3. Ideal jillılıq dvigateli ısıtqısthan 0,8 MJ jillılıq muǵdarın qabıl etip, suwıtqıshqa 0,3 MJ jillılıq muǵdarın beredi. Bul jillılıq dvigateliniń maksimal PJK in (%) esaplań.  
A) 50;                      B) 62,5;                      C) 83,5;                      D) 30.
4. Ciklde jillılıq mashinası 21 kJ jumıs orınlap, suwıtqıshqa 29 kJ jillılıq muǵdarın beredi. Mashinanıń paydalı jumıs koefficientin anıqlań.  
A) 30 %;                      B) 40 %;                      C) 42 %;                      D) 52 %.
5. Ideal jillılıq mashinasınıń paydalı jumıs koefficienti 75% bolıwı ushin ısıtqıstıń temperaturası suwıtqıstıń temperaturasınan neshe ese joqarı bolıwı kerek?  
A) 4;                      B) 3;                      C) 5;                      D) 2.
6. PJK 40 % bolǵan jillılıq mashinası bir ciklde 34 kJ jumıs orınlaydı. Mashina bir ciklde suwıtqıshqa qansha jillılıq muǵdarın beriwin anıqlań (kJ).  
A) 28;                      B) 42;                      C) 51;                      D) 63.



7. Jıllılıq mashinasınıń PJK 25%, ısıtqısthan alǵan jıllılıq muǵdarı 400 J bolsa, paydalı jumısı qansha boladı (J)?

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

8. Eger, jıllılıq dvigateli ısıtqısthan alǵan jıllılıq muǵdarınıń úshтен eki bólegin suwıtqıshqa berse, dvigateldiń PJK in tabıń (%).

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

9. Suwıtqıstıń absolyut temperaturası ısıtqıstıń absolyut temperatura-sınıń tórtтен birine теń. Ideal gaz mashinasınıń PJK esaplap tabıń (%).

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

10. Ideal jıllılıq mashinasında ısıtqıstıń absolyut temperaturası su-wıtqıstıń absolyut temperaturasınan eki ese joqarı bolsa, bunday ma-shinanıń paydalı jumıs koefficienti qanday boladı?

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

11. Eger, jıllılıq mashinası ısıtqıshınıń temperaturası 500 K, suwıt-qıstıki 250 K bolsa hám ol bir ciklde jıltqısthan 6000 K jıllılıq alsa, bir ciklde orınlaǵan jumısın tabıń (J).

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

12. PJK 40 % bolǵan ideal jıllılıq mashinası ısıtqısthan 10 kJ jıllılıq aladı. Suwıtqıshqa berilgen jıllılıq muǵdarı qanshaǵa теń (kJ)?

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

13. Eger quwatı 42 kW bolǵan dizel dvigateliniń paydalı jumıs koeffi-cienti 20 % bolsa, ol 3 saatta qansha janarmay sarplaydı (kg)? Dizel janarmayınıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı 42 MJ/kg ǵa теń.

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

14. Kólemi 360 l suwdı qazanda jılıtıw ushın oshaqta 42 kg kómir jaǵıladı. Eger, suwdıń baslaǵısh 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 janıw jıllılıǵı.

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

15. Qurǵaq aǵastıń janıw jıllılıǵı  $10^7 \text{ J/kg}$ , tabiiy gazdiki bolsa  $4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . Birdey jıllılıq muǵdarın alıw ushın aǵash ( $m_1$ ) hám gazdıń ( $m_2$ ) massaları salıstırıp, durıs juwaptı tabıń.

- 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

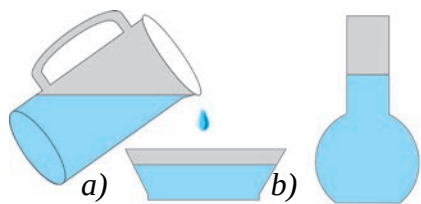
|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jıllılıq dıvıgatelı                                             | Jıllılıq dıvıgatelı dep, jıllılıq energıyasın mexanikalıq energıyaǵa aylandıratuǵın qurılmaǵa aytıladı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Jıllılıq dıvıgatellerınıń túrleri                               | Ishki janıw dıvıgatelı, dizel dıvıgatelı, reaktiv dıvıgateller.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Jıllılıq dıvıgatelınıń islewı prınıplerı                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hárqanday jıllılıq dıvıgatelinde janarmaydıń ishki energıyası mexanikalıq energıyaǵa aylanadı.</li> <li>2. Jıllılıq dıvıgateliniń islewı ushın hár turli temperaturalı jılıtqısh hám suwıtqısh bolıwı kerek.</li> <li>3. Qálegen jıllılıq dıvıgateliniń islewinde jumısshı dene (máselen, gaz) halatınıń ózgeriwiniń tákirarlanıwshı cikllerinen ibarat boladı.</li> </ol> |
| Jıllılıq dıvıgatelinde energıyanıń bir túrden basqa túrge ótiwi | Hárqanday jıllılıq dıvıgatelinde janarmaydıń ishki energıyası mexanikalıq energıyaǵa aylanadı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Karno cikli                                                     | Ideal jıllılıq mashinaları ushın Karno cikli eki izoterma hám eki adiabatadan ibarat.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Jıllılıq mashinasında orınlangan paydalı jumıs                  | Karno cikli boyınsha islep atırǵan jıllılıq dıvıgateliniń orınlangan paydalı jumısı $A_{\text{pay}} = Q_1 - Q_2$ ańlatpa arqalı anıqlanadı. Bunda $Q_1$ — jılıtqıshıtan alınǵan jıllılıq muǵdarı, $Q_2$ — suwıtqıtqıshqa berilgen jıllılıq muǵdarı.                                                                                                                                                                  |
| Jıllılıq dıvıgateliniń paydalı jumıs koefficienti (PJK)         | <p>Jıllılıq dıvıgateliniń paydalı jumıs koefficienti (PJK) dep, dıvıgatel orınlangan <math>A_{\text{pay}}</math> jumısıń jılıtqıshıtan alınǵan <math>Q_1</math> jıllılıq muǵdarına qatnasına aytıladı, yaǵnıy:</p> $\eta = \frac{A_{\text{pay}}}{Q_1} \cdot 100 \% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 \%$                                                                                                             |
| Ideal jıllılıq mashinalarınıń paydalı jumıs koefficienti (PJK)  | $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## IV BAP SUYIQLIQ, HÁM QATTÍ DENELERDİN QÁSIYETLERI

### 31-§. SUYIQLIQTÍN QÁSIYETLERI

#### Suyıqlıqtın ağıwshılıǵı

Gaz molekulları bir-birinen ólshemlerine qaraǵanda uzaq aralıqta jaylasqanı ushın, arasındaqı óz ara tartısıw kúshleri esapqa alınbaytuǵın dárejede kishkene boladı. Gaz molekulları arasındaqı tartısıw kúshleriniń tómengi olardıń bir-birinen uzaqlasıp ketiwine, yaǵnıy gazdıń keńeyiwine alıp keledi. Sol ushın gazdıń erkin beti bolmaydı.



39-súwret.

Gazlerden parıqlı rawishte suıqlıqlarda molekullar bir-birine derlik tiyip turadı. Olar arasında óz ara tásir kúshleri gaz molekulları arasındaqı tásir kúshlerine salıstırǵanda joqarı boladı. Suyıqlıq molekulları arasındaqı tartısıw kúshi molekullardıń bir-birinen uzaqlasıp ketiwine imkanı bermeydi. Sol tárizli gaz-

lerden parıqlı túrde suıqlıqlar óziniń kólemin saqlaydı.

Ídista turǵan suıqlıqqa tómengen baǵdarlangan awırлық kúshi tásir etedi. Suyıqlıq astı hám átirapları diywallar menen oralǵanı ushın ol teńsalmaqlıq halatında boladı. Eger ıdıs bir tárepke awdırılса, suıqlıq awırлық kúshi tásirinde ıdıs awdarılǵan tárepke aǵadı (39-a súwret). Ídısqa quyılǵan suıqlıq sol ıdistiń formasın aladı hám gorizontaı betke iye boladı (39, b-súwret).



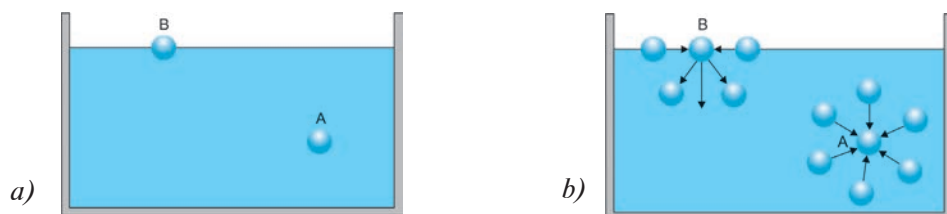
**Suyıqlıqlar aǵıw qásiyetine iye bolǵanı ushın óz formasın saqlap qala almaydı. Biraq, óz kólemin saqlap qaladı.**

#### Betkerimlik qubılısı

Máselen, kesegen suw quyayıq. Suyıqlıqtıń betine qarasaq, tegis ekenligin kóremiz. Óz-ózin bizde, ne ushın suıqlıqtıń beti tegis? — degen soraw payda boladı.

Zatlardıń dúzilisiniń molekulyar-kinetikalıq teoriiyası boyınsha zat molekulları arasında barmáme óz ara tásir kúshleri boladı. Suyıqlıq ishindegi A hám onıń betinde turǵan B noqattaqı molekulaǵa basqa molekullardıń tásirin kórip shıǵayıq (40-a súwret). Suyıqlıq ishindegi A noqatta turǵan molekulaǵa qarama-qarsı táreplerden tásir etip atırǵan

kúshler bir-birin teńsalmaqlıqqa keltiredi (40-b súwret). Nátiyjede oǵan tásir etip atırǵan kúshlerdiń teńdey tásir etiwshisi nolge teń boladı.



40-súwret.

B noqattaǵı molekulaa bolsa, tómennen hám qaptaldan kúshler tásir etedi. Sebebi, suyıqlıqtıń ústingi tárepi hawa menen shegaralanǵanı ushın suyıqlıq betindegi molekulaa joqarıdan tásir etip atırǵan kúshti esapqa almasaq ta boladı. Nátiyjede suyıqlıq betindegi molekula suyıqlıq ishine qaray tartıladı (40-b súwret). Bul jaǵday suyıqlıq betiniń tartılıwına alıp keledi.

Suw betine ıqtıyatlılıq 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 júrsiz. Suw aǵatuǵın krannıń awzında tamshınıń qalay payda bolıwın kóreyik. Awzında payda bolǵan tamshını 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 tamshınıń bet qatlamındaǵı hár bir molekulaa, tamshı orayına baǵdarlanǵan kúsh tásir etedi. Bunday kúshler nátiyjesinde tamshınıń bet qatlamında onı uslap turıwshı betkerimligi payda boladı. Bet qatlamın shegaralawshı sızıqqa tásir etiwshı betkerimlik kúshi usı sızıqtıń uzınlıǵına proporcional hám suyıqlıqtıń túrine baylanıslı boladı, yaǵnıy:

$$F = \sigma l. \quad (1)$$

Bunda  $\sigma$  — suyıqlıqtıń tábiyatqa baylanıslı bolǵan suyıqlıq betiniń qásiyetlerin bildiriwshı shama bolıp, betkerimlik koefficienti dep ataladı. (1) ańlatpadan

$$\sigma = \frac{F}{l}. \quad (2)$$



42-súwret.

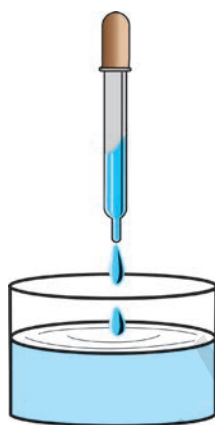
ekenligi kelip shıǵadı. (2) teńlikten  $\sigma$  nıń birligi [N/m] ekenligi kórinip tur. (2) ańlatpa boyınsha betkerimlik koefficientiniń tómendegi fizikalıq mánisi kelip shıǵadı. Suyıqlıqtıń betin shegaralawshı sıızıqtıń uzınlıq birligine tásir etiwshi bet kerimlik kúshine san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama **betkerimlik koefficienti** dep ataladı.



43-súwret.

Betkerimlik koefficienti suyıqlıq 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.

### Betkerimlik koefficientin anıqlaw



44-súwret.

Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin anıqlawdıń bir-neshe usılları bar. Betkerimlik koefficientin anıqlawdıń eń ápiwayı usılı tamshı úziliw usılı bolıp esaplanadı (44-súwret). Suyıqlıqtıń jıńışke tútikshe boylap aǵıwı nátiyjesinde onıń ishinde tamshı payda boladı. Tamshı kishkene bolsa ol tútiksheden ajıralmaydı, sebebi onı bet kerimlik kúshi tutup turadı. Tamshı úlkeygen sayın onıń awırlıǵı ( $m_0g$ ), betkerimlik kúshi ( $\sigma l$ ) ne san jaǵınan teńleskennen soń, ol úziledi, yaǵnıy:

$$m_0g = \sigma l. \quad (3)$$

bul jerde  $m_0$  — bir dana suyıqlıq tamshısınıń massası. (3) anıqlama boyınsha betkerimlik koefficienti tómendegishe esaplanadı:

$$\sigma = \frac{m_0g}{l}. \quad (4)$$

Ayırım suyıqlıqlardıń betkerimlik koefficientiniń san mánisleri tómendegi kestede berilgen (20°C temperaturada)

| Nö | Suyıqlıqlar | $\sigma$ , N/m | Nö | Suyıqlıqlar  | $\sigma$ , N/m |
|----|-------------|----------------|----|--------------|----------------|
| 1  | Sınap       | 0,47           | 4  | Ósimlik mayı | 0,033          |
| 2  | Suw         | 0,073          | 5  | Kerosin      | 0,024          |
| 3  | Sabınlı suw | 0,04           | 6  | Etil spirti  | 0,022          |

### Bet energiyası

Suyıqlıq betinde payda bolğan betkerimlik kúshi esabınan suyıqlıqtıń bet qatlamındaǵı molekulalar suyıqlıqtıń ishindegi molekulalardıń qaraǵanda artıqsha potencial energiyaǵa iye boladı.



**Suyıqlıq betindegi barlıq molekulalardıń artıqsha potencial energiyası bet energiyası dep ataladı.**

Bet energiyasınıń muǵdarı suyıqlıq betiniń muǵdarı ( $S$ ) na tuwra proporcional boladı, yaǵnıy:

$$W = \sigma S. \quad (5)$$

(5) anıqlama boyınsha betkerimlik koefficienti tómendegige teń:

$$\sigma = \frac{W}{S}. \quad (6)$$

(6) teńlikten betkerimlik koefficientiniń tómendegi fizikalıq máni-si kelip shıǵadı. Betkerimlik koefficienti san jaǵınan suyıqlıq betiniń bet birligine tuwra keletuǵın bet energiyasına teń bolğan fizikalıq muǵdar. (6) anıqlama boyınsha  $\sigma$  niń birliǵi Xalıqaralıq birlikler sisteması  $[J/m^2]$  nda túsindiriledi.



1. Betkerimlik kúshi qalay payda boladı?
2. Bet energiyası qalay payda boladı?
3. Ne ushın tamızǵıstıan tamshı úzilip túsedi?
4. Kosmik kemedede kesegeshay 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. Shargá ağash shópten tutqısh isleń. Onı suw ústine ıqtıyatlılıq penen qoysańız, suwdıń shardı shóktirmey kóterip turǵanınıń guwası bolasız. Óz tájiriyebeńiz tiykarında nátiyjeńizdi jazıń.

## 32-§. ÍGALLANÍW. KAPILLYAR QUBÍLÍSLAR

### Ígallanıw hám ıgallanbaw qubılısı

Qolımızdaǵı ruchka yaki qálemdi suwǵa batırıp, keyin onı suwdan shıǵarıp alsaq, onıń «Ígal» lanıp shıqqanın kóremiz. Bizde ne ushın dene ıǵal bolıp qaldı? — degen soraw payda boladı.

Bizge dene hám suyıqlıqlar molekulalardan quralǵanı belgili. Ígallaw yaki ıgallamaw suyıqlıq hám qattı dene molekulalarınıń óz ara tásirine baylanıslı boladı.



**Suyıqlıq hám qattı dene molekulaların arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulaların óz ara tartısıw kúshlerinen úlken bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallaydı.**

Demek, qálem suyıqlıq bólekshelerin bir-birinen ajratıp, onı ózine tartıp aladı. Suyıqlıqqa túsirilgen qálemniń ıǵal bolıw sebebi, qálem suyıqlıq molekulaların bir-birinen ajratıp ózine tartıp aldı.



**Suyıqlıq hám qattı dene molekulaları arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekulaların óz ara tartısıw kúshlerinen kishi bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallamaydı.**

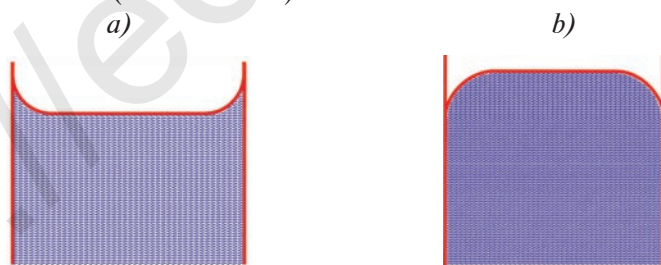
Shiyshe sınap bólekshelerin bir-birinen ajrata almaydı. Sol sebepli, sınap shiyshe ıdısqá salınsa, ol ıdısqá diywalların ıǵallamaydı. Demek, geybir qattı deneni suyıqlıq ıǵallasa, basqa suyıqlıq onı ıǵallay almawı múmkin eken.

### Suyıqlıq betiniń iyrekleniwi



**Qattı dene betinde suyıqlıq betiniń iyrekleniwine sebep bolatúǵın qubılıs ıǵallanıw yamasa ıǵallanbaw qubılısına baylanıslı.**

Suyıqlıq qattı dene betin ıǵallawı yaki ıǵallamawın suyıqlıq hám qattı dene shegarasındaǵı suyıqlıq formasınan bilip alıwǵa boladı. Eger, suyıqlıq ıdıstı ıǵallasa onıń beti batırnıqı, al kerisinshe ıǵallamasa suyıqlıq beti dónes formada boladı (45-*b* súwret).



45-súwret.

Íǵallaw hám ıǵallamaw qubılısları turmısta hám texnikada júdá áhmiyetke iye. Sabın eritpesi denemizdi jaqsı ıǵallaydı. Sol sebepli sabın menen shomılamız. Gaz hám úyrekler suwdan shıqqanda párleri qurǵaq bolıp shıǵıwın bilesiz. Sebebi olardıń párleri maylı bolǵanı ushın suw olardı derlik ıǵallamaydı.

Íǵallaw qubılısı ámeliy áhmiyetke iye. Tiykarınan ıǵallanıw qubılıslarınan denelerdi boyawda, kepserlewde, detallardı maylawda, denelerdi bir-birine kleylewde paydalanıladı.



## Kapillyar qubılıslar

Diametri jüdá kishkene bolğan nayshalar **kapillyarlar** delinedi. Ígallawshı suyıqlıq kapillyarlarda kóteriledi, Ígallamaytuğın suyıqlıqtıń beti bolsa páseyedi. Ígallawshı suyıqlıq quyılğan (46-a súwret) kapillyardağı suyıqlıq qatlamınıń shegarasına, joqarıǵa qaray baǵdarlangan betkerimlik kúshi tásir etedi, yaǵnıy:

$$F = \sigma l = \sigma 2 \pi r. \quad (1)$$

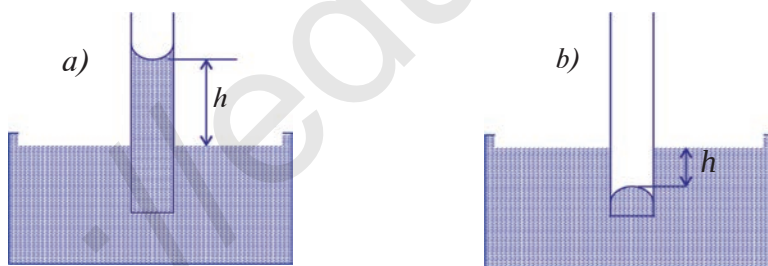
Bul kúsh nayshada joqarıǵa kóterilgen suyıqlıqtıń awırılıǵına ( $m \cdot g$ ) teńleskende, suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliwi toqtaydı, yaǵnıy:

$$\sigma 2 \pi r = m g. \quad (2)$$

Kapillyar boylap kóterilgen suyıqlıqtıń awırılıǵı  $mg = \rho_s Vg = \rho_s \pi r^2 hg$  bolǵanı ushın (2) ańlatpa boyınsha kapillyar boylap kóterilgen suyıqlıq betiniń biyikligi tómendegishe esaplanadı:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g}. \quad (3)$$

Bul formula boyınsha ıǵallawshı suyıqlıqlarda suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliw biyikligin, ıǵallamawshı suyıqlıqtıń bolsa tómenclew shuqırlıǵın ańlatadı. Demek, kapillyarda suyıqlıqtıń túsiw yaqı kóteriliw biyikligin, onıń betkerimlik koefficientine tuwra, suyıqlıqtıń tıǵızlıǵı menen kapillyardıń radiusına kerı proporcional boladı eken.



46-súwret.

Kapillyarlıq qubılıslar tábiyatta hám texnikada úlken áhmiyetke iye. Kapillyarlar arqalı azıqlandıırıwshı eritpe ósimliktiń denesi boylap joqarıǵa kóteriledi. Ósimlik denesindegi kapillyarlar ósimlik kletkalarınń diywallarında payda boladı. Sonday-aq, topıraqtıń payda bolǵan kapillyar boylap suw topıraqtıń tómengi qatlamınan joqargı qatlamına qaray kóteriledi. Nátiyjede topıraқтаǵı suw tez puwlanıp, topıraq qurǵaqlanadı. Topıraқтаǵı ıǵallıqtı saqlaw ushın onıń betin jumsartıp kapillyarların buzıp taslaydı. Imarat fundamentiniń kapillyarları arqalı kóterilgen suwlar onı jemiredi. Bul procesti azaytıp turıw ushın imarat fundamentiniń ústi suw ótkizbeytuğın (máselen, qara mum) materiallar menen qaplanadı.



1. Ne sebepten suyıqlıq qattı deneni ıǵallaydı?
2. Ne sebepten suyıqlıq qattı deneni ıǵallamaydı?
3. Ne sebepten ǵaz hám úyrekler suwdan qurǵaq bolıp shıǵadı?
4. Ǵallaw qubılıslarınıń kúndelikli turmısımızda qanday áhmiyetlerin bilesiz?
5. Qanday qubılıslar kapıllırlıq qubılıslar dep ataladı?
6. Kapıllarlarda suwdıń kóteriliwi, sınaptıń bolsa páseyiw sebeplerin túsindiriw.
7. Kapıllar nay boylap kóterilgen suyıqlıqtıń biyikligi nege baylanıslı?
8. Ne sebepten ızǵar kiyimdi kiyiw qıyın boladı?
9. Ne ushın kiyimge may daǵı tiyse, onı sabınlı eritpede juwamız?



1. Ishki diametri eki túrli bolǵan kapıllar naylarda suw yaki maydın kóteriliwin baqlań. Baqlaw nátiyjesin jazıń.

### 33-§. MÁSELELERDI SHESHIW

1. Radiusı 0,5 mm bolǵan kapıllarda kerosin qanday biyiklikke kóteriledi? Kerosinniń betkerimlik koefficienti 24 mN/m, tıǵızlıǵı 800 kg/m<sup>3</sup> 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:**

$$\begin{aligned} h &= \frac{2\sigma}{\rho_s r g}; \\ [h] &= \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \text{m}. \end{aligned}$$

**Esaplaw:**

$$\begin{aligned} h &= \frac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{800 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} = \\ &= 12,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 12,2 \text{ mm}. \end{aligned}$$

**Juwabı:**  $h = 12,2 \text{ mm}$ .

2-másele. Uzunlıǵı 6 cm bolǵan iyne suw betinde turıptı. Oǵan qanday betkerimlik kúshi tásir 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:**

$$\begin{aligned} F &= 2\sigma l \\ [F] &= [\sigma \cdot l] = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \text{m} = \text{N}. \end{aligned}$$

**Esaplaw:**

$$\begin{aligned} F &= 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ N} = \\ &= 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}. \end{aligned}$$

**Juwabı:**  $F = 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ .

3. Tesiginiň diametri 3 mm bolgan tamizgışta 73 cm<sup>3</sup> suw bar. Oniň betkerimlik koefficienti 73 mN/m. Tamizgışdan barlıgı bolip 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:**

$$m_0 = \frac{\alpha l}{g} = \frac{\alpha \pi d}{g};$$

$$m = \rho V;$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho V g}{\alpha \pi d}.$$

$$[N] = \left[ \frac{m}{m_0} \right] = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1.$$

**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 kóbiginiň radiusı 2 cm den 3 cm ge shekem úlkeydi. Oniň betiniň energiyası qanshağa ózgergen? Sabın eritpesiniň betkerimlik koefficienti 0,04 N/m ge teň.

**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:**

$$\begin{aligned}W &= 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot \\ &\cdot (9 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}\end{aligned}$$

**Juwabı:**  $\Delta W = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$  ga artadı.



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  $800 \text{ kg/m}^3$ .
3. Radiusı 0,6 mm bolǵan kapillyarda kerosin qanday biyiklikke kóteriledi? Kerosinniń tıǵızlıǵı  $800 \text{ kg/m}^3$ .
4. Tesiginiń diametri 2 mm bolǵan tamızǵıshtan tamatuǵın suw tamshısınıń massası anıqlań.
5. Ishki diametri 2 mm bolǵan tamızǵıshtan tamıp atırǵan suıqlıq tamshısınıń massası 15 mg ekenligin bilgen halda, usı suıqlıqtıń betkerimlik koefficientin tabıń.
6. Tıǵızlıǵı  $0,9 \text{ g/cm}^3$  bolǵan suıqlıq diametri 1,5 mm bolǵan kapillyar naydaǵı kóteriliw biyikligi 10 mm bolsa, usı suıqlıqtıń betkerimlik koefficientin tabıń.
7. Tesiginiń diametri 3 mm bolǵan tamızǵıshta  $20 \text{ cm}^3$  suw bar. Onıń betkerimlik koefficienti  $73 \text{ mN/m}$ . Tamızǵıshtan hámmesi bolıp qansha tamshı tamadı?
8. Jer betindegi kapillyarda suw 15 mm ǵa kóteriledi. Eger. Ayda erkin túsiw tezligi, jerdegiden 6 esege pás ekenligi belgili bolsa, Ayda usı kapillyarda suw qansha biyiklikke kóterile aladı?
9. Sabın kóbiginiń beti  $12 \text{ cm}^2$  artqanda, bettiń energiyası qanshaǵa ózgeredi?
10. Sabın 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 juwıw ańsat?
12. Samovar kranınıń awzınan tamıp atırǵan suw tamshısı suwıǵan halında awır bola ma yaki jıllı halında ma?
13. Ne ushın qamır jılıtqıshta jumsamaydı, al qatadı?
14. Suwıq suwdıń molekulları jıllı hám qaynaǵan suwdıń molekullarınan ayırmashılıqqa iye me? Muz molekullarınan she?

## 34-§. LABORATORİYALÍQ JUMÍS

### SUYÍQLÍQTÍN BETKERIMLIK KOEFFICIENTIN ANÍQLAW

**Jumistıń maqseti:** Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin anıqlawdı úyreniw.

**Kerekli úskeneler:** sezgir dinamometr, shtativ, úshmúyeshlik, kvadrat hám sheńber formasındaǵı sımlar, suw salınǵan ıdı, sıızǵısh, shtangen-cirkul.

#### Jumistı orınlaw tártibi

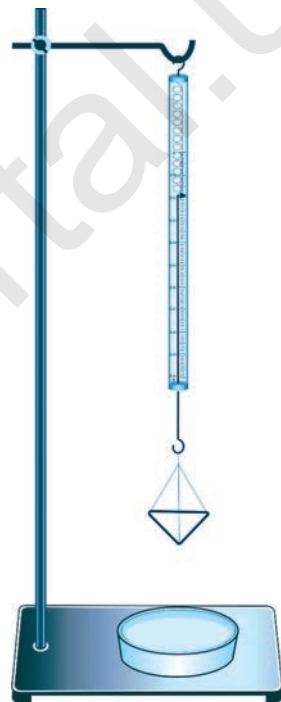
1. Dinamometrdi shtativke ornatıń (47-súwret).
2. Sıızǵıstıń járdeminde úshmúyeshlik formasındaǵı sımnıń perimetri  $l$  di ólsheń.
3. Dinamometrdiń tómengi saqıynasına úshmúyeshlik formasındaǵı sımdı ilıń hám sımnıń awırlıq kúshi  $F_1$  di ólsheń.
4. ıdıstaǵı suwdı kóterip, dinomometrge ilingen sımgá tiygiziń.
5. ıdıstı ástelik penen tómenge qarap jılıtıp, sımnıń eritpeden úziliwi dáwirindegi dinamometrdiń kórsetiwi  $F_2$  di jazıp alıń.
6.  $F = F_2 - F_1$  formuladan betkerimlik kúshin tabıń.

7.  $\sigma = \frac{F}{2l}$  formulası járdeminde suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin esaplań.

8. Tájiriybeni tórtmúyeshlik hám sheńber formasındaǵı sımlarda da orınlań,  $\sigma_2$  hám  $\sigma_3$  tı esaplań.

$\sigma_{ort} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$  formulası járdeminde betkerimlik koefficientiniń ortasha mánisin esaplań.

9. Tájiriybe dawamındaǵı ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestegе jazıń.



47-súwret.

| Nó | m, kg | l, m | $\sigma$ , N/m | $\sigma_{ort}$ , N/m |
|----|-------|------|----------------|----------------------|
| 1  |       |      |                |                      |
| 2  |       |      |                |                      |
| 3  |       |      |                |                      |



1. Betkerimlik kúshiniń ne ekenligin túsindirip berıń.
2. Ne sebepten sımdı suwdan ajratıp alıwǵa kúsh kerek boladı?
3. Tájiriybe nátiyjelerin analiz etip, juwmaq jazıp keliń.

## 35-§. KRISTALL HÁM AMORF DENELER

### Kristall deneler

Suyıqlıqtan parıqlı túrde qattı deneniń atom (molekula)ları bir-biri menen tıǵız baylanısqan boladı. Olar teń salmaqlıq halatında turǵanda da tınımsız terbelip turadı. Awırlıq kúshi atomlar arasındaqı tartısıw kúshin jeńe almaydı. **Qattı deneler óz kólemin saqlaydı hám óz formasına iye boladı.**

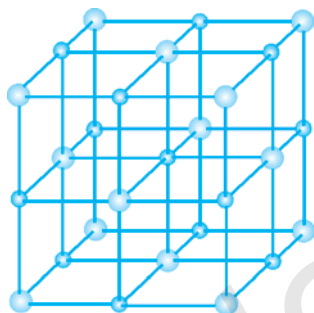
Qattı deneler dúzilisine qaray *kristall hám amorf denelerge* bólinedi.



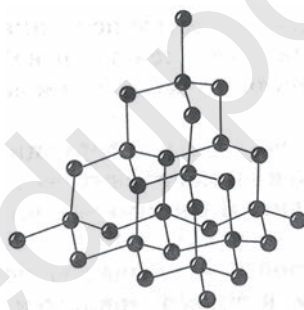
**Atom yaki molekulaları keńislikte anıq tártipli jaǵdaylardı iyelegen qattı denegе kristall deneler delinedi.**

«*Kristall*» sózi grek tilinen alınǵan bolıp, «muz» degen mánisti bildiredi.

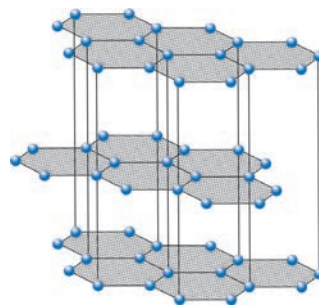
Kristall deneniń atom(molekula)ları turǵan jerleri tutastırılса, kristall resh-yotka payda boladı. Atom (molekula)lar jaylasqan noqatlar kristall resh-yotkaların *túyinleri* delinedi. 48 hám 49-súwretlerde as duzı hám almazdıń kristall resh-yotkaları súwretlengen.



48-súwret.



49-súwret.



50-súwret.

Kristall denelerde hár túrli jónelislerde atom (molekula)lar arasındaqı aralıq birdey emes. Hár qıylı baǵıtlarda kristallar jıllılıq, elektr toǵı hám jaqtılıqtı hár túrli ótkizedi.



**Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń baǵdarlarına baylanıslıǵı *anizotropiya* dep ataladı. Kristall deneler anizotrop qásiyetke iye.**

Grekshe **anizos** — *birdey emes*, *tropos* — *baǵdar* degen mánilerdi bildiredi.

Kristallardıń fizikalıq qásiyetleri onda tańlap alınǵan baǵdarlarǵa baylanıslı boladı. Máselen, grafit kristalın belgili bir baǵdarda ańsat ǵana qatlamlarǵa ajratıwǵa boladı. Bunı siz qálem menen jazǵanıńızda grafit qatlamlarǵa ajıralıp, juqa grafit qatlamı qaǵazda qaladı. Sebebi, grafitin

kristall reshlyotkası qatlam-qatlam strukturalı hám olardıń arasındaǵı bawları kúshsizlew bolǵanı ushın olar bir-birinen tez ajıraladı (50-súwret). Lekin grafit kristalın perpendikulyar baǵıtta ajratıw birqansha qıynlaw.

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 pútın kristalldan ibarat bolsa, bunday dene *monokristall* dep ataladı.**

Latınsha *mono* sózi *bir* degen mánisti bildiredi.

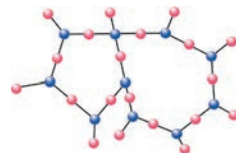
Máselen, mayda as duzi, qumsheker bóleksheleri monokristallar bolıp esaplanadı. Ayırım maqsetlerde, máselen, elektronika tarawında monokristall keń qollanıladı. Bunıń ushın arnawlı usıllar járdeminde monokristall ósiriledi. Suwda eritilgen qumshekerdi ósiriw arqalı tayarlangan nabat ta monokristall bolıp esaplanadı.



**Monokristall anizotrop qásiyetine iye boladı.**

### Amorf deneler

Kristallardan parıqlı túrde amorf denelerde atom (molekula)lar belgili tártipte jaylasqan bolmaydı (51-súwret). Shiyshe, smola, plastmassalardı amorf denelerge misal etip keltiriwge boladı.



51-súwret.



**Amorf denelerdiń fizikalıq qásiyetleri barlıq baǵdarlarda birdey boladı. Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń ishki baǵdarlarǵa baylanıslı bolmawı *izotropiya* dep ataladı. Amorf deneler izotrop qásiyetke iye.**

Grekshe *izos* sózi *birdey* degen mánini bildiredi.



Sırtqı tásir astında amorf deneler de qattı denelerdey sınırıwshı hám suyuqlıqlarday ağıwshı 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 waqıt vertikal jaǵdayda turǵan tereze aynasınıń qalınlıǵı ólshengende, onıń tómengi bólegi qalıńlasıp qalǵanlıǵı anıqlanǵan.

Kristall deneler anıq eriw temperaturasına iye. Lekin amorf deneler anıq eriw temperaturasına iye emes. Olar qızdırılǵanda dáslep bosap, keyin áste ǵana suyuqlıqqa aylana baslaydı.

### Beruniy — mineraltanıwshı alım

Qattı denelerdi, ásirese, qımbat bahalı taslardıń, túrli metallardıń qásiyetlerin úyreniw áyyemgi dáwirlerden adamlardı qızıqtırıp kelgen. X — XI ásirlerde jasap, dóretiwshilik 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 zıyat 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? Mısallar keltiriń.
2. Ne sebepten barlıq kristall deneler anizotrop 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-§. QATTÍ DENELERDİŇ MEXANIKALÍQ QÁSIYETLERI

### Deformaciya

Qattı deneler óz-ózinen formasın ózǵertpeydi. Qattı denege sırtqı kúsh tásir etse, ol óz formasın ózǵertiwi múmkin. Rezina arqanıń ushlarınan uslap tartılsa, arqanıń bólekleri bir-birine qaray kóshedi, arqan uzınlaw hám de jıńışkelew bolıp qaladı. Kúshlerdiń tásiri toqtatılǵannan keyin rezina arqan dáslepki halatına qaytadı.



**Qattı deneniń sırtqı kúsh tásirinde óziniń formasın ózǵerttiriwi deformaciya dep ataladı.**

Deformaciya *elastik* yaqı *plastik* bolıwı múmkin.



**Sırtqı kúshlerdiń tásiiri toqtaǵannan keyin dene forması óziniń dáslepki halına qaytsa, bunday deformaciyaǵa elastik derofmaciya dep ataladı.**

Bir bólek plastilin barmaqlar menen ezilse, barmaqlardı plastilinnen alǵannan keyin plastilin dáslepki formasın tikley almaydı.



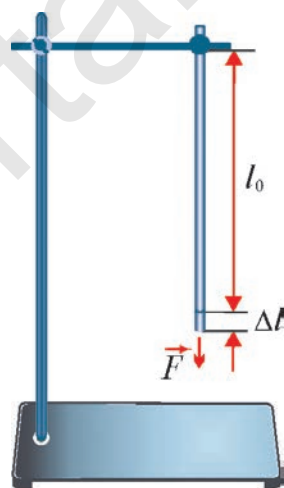
**Sırtqı kúsh alıńǵannan soń dene forması óziniń aldınǵı halına qaytpasa, bunday deformaciya plastik deformaciya dep ataladı.**

Ílay, qorǵasın, mum sıyaqlı deneler usınday qásiyetke iye bolıp, olar plastik deformaciyalanadı. Polat buyımlardı shtampovkalawda bolsa, júdá úlken kúshti payda etetuǵın pressler járdeminde polattıń plastikalıq qásiyetinen paydalanıladı.

### Sozılıw deformaciyası

Uzunlıǵı  $l_0$ , kesesine kesiminiń beti  $S$  bolǵan rezina materialdan tayarlanǵan sterjendi alayıq. Sterjenniń joqarǵı ushı shtativke bekkemlengen bolsın. Onıń tómengi ushına tómenge baǵdarlanǵan  $F$  kúsh penen tásir etilse, sterjen  $\Delta l$  ge uzayadı (52-súwret). Bunda  $F$  kúshi deformaciyalawshı kúsh,  $\Delta l$  **absolyut uzayıw** dep ataladı. Eger deformaciyalanıw nátiyjesinde sterjenniń uzunlıǵı  $l$  ge teń bolsa, onıń absolyut uzayıwı tómendegishe anıqlanadı:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$



52-súwret.

Ózgermeytuǵın kúshtiń tásirindegi absolyut uzayıw sterjenniń dáslepki uzunlıǵı  $l_0$  ge baylanıslı boladı. Sonıń ushın **salıstırmalı uzayıw** degen túsinik te kirgizilgen. 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 qábiletin belgilewshi qásiyetlerine qattı denelerdiń mexanikalıq qásiyetleri delinedi.



**Deformaciyalangan deneniń kese kesiminiń maydanına tá-sir etip atırǵan deformaciyalawshı birlik kúshke san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama *mexanikalıq kernew* dep ataladı hám ol  $\sigma$  háribi menen belgilenedi.**

Anıqlama boyınsha mexanikalıq kernew:  $\sigma = \frac{F}{S}$ . (3)

$\sigma$  — mexanikalıq kernew. Gollandiyalı alım Guk tájiriyybede elastik de-formaciya da mexanikalıq kernew salıstırmalı uzayıwǵa tuwra proporcional bo-latúǵının anıqlaǵan, yaǵnıy:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|. \quad (4)$$

Bul anıqlamada qatnasqan proporcionallıq koefficienti  $E$  ge elastikalıq moduli ya-ki *Yung moduli* dep ataladı. Xalıqaralıq birlikler sistemasında mexanikalıq kernew hám Yung moduliniń birligin, tap basım birligi sıyaqlı Paskal qabıl etilgen.

Yung moduli  $E$  qansha úlken bolsa, material sonsha az deformaciya-lanadı. Ayırım zatlardıń elastikalıq moduli tómendegi kestede berilgen.

| Nö | Zat       | $E, \text{Pa}$      | Nö | Zat   | $E, \text{Pa}$      |
|----|-----------|---------------------|----|-------|---------------------|
| 1  | Qorgasın  | $1,1 \cdot 10^{10}$ | 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 | $2,1 \cdot 10^{11}$ |

Mexanikalıq kernewdiń  $\sigma = \frac{F}{S}$  hám salıstırmalı uzayıwınıń  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  ańlatpadan Guk nızamı ańlatpasına qoyıp, 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 sımınıń ekinshi ushına tárezi pál-lesin ildirip, oǵan júk qoysaq, polat sım tartıladı. Tárezi pállesine iz-

izinen jüklerdi qoyıp barılsa, sımdağı mexanikalıq kernew de artıp baradı. Kernewdiñ belgili bir dárejesinde sım úzilip ketedi. Zattıñ materialı shıdawı múmkin bolğan mexanikalıq kernewdiñ bul mánisine bekkemlik shegarası dep ataw qabıl etilgen. Ayırım zatlardıñ bekkemlilik shegarası tómendegi kestede berilgen. Materialdıñ bekkemlilik shegarası zattıñ túrine hám onıñ tayarlangan texnologiyasına baylanıslı boladı.

|   | Zat       | $\sigma$ , MPa |
|---|-----------|----------------|
| 1 | Beton     | 48             |
| 2 | Alyuminiy | 50 ÷ 115       |
| 3 | Kapron    | 55 ÷ 80        |
| 4 | Mramor    | 100            |
| 5 | Polat     | 170 ÷ 700      |

**Elastikalıq.** Hárqanday materialdan islengen dene kishi deformaciyalarda ózin elastik dene sıyaqlı tutadı. Sırtqı tásir alıp taslangannan soñ deneniñ forması hám ólshemi óz halatına qaytadı.

**Mortlıq.** Qattı denelerdiñ mortlıq dep atalatuğın qásiyeti ámelde úlken áhmiyetke iye. Eger, material onsha kóp bolmağan deformaciyalarda ıdırasa, ol mort material dep ataladı. Shiyshe hám farfor buyımlar mort boladı. Sonday-aq, shoyın hám mramor da mort boladı. Mort materiallarda plastikalıq qásiyetler derlik bolmaydı.



1. Deformaciya dep nege aytıladı? Onıñ qanday túrlerin bilesiz?
2. Absolyut hám salıstırmalı uzayıw ańlatpaların jazıñ hám olardı túsindirıñ.
3. Mexanikalıq kernew dep nege aytıladı? Ol qanday birliklerde ólshenedi?
4. Yung modeli dep nege aytıladı? Onıñ mánisin túsindirip berıñ.

### 37-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Metall sterjenniñ absolyut hám salıstırmalı uzayıwı sáykes túrde 4 mm hám 0,15% bolsa, deformaciyanbağan sterjenniñ uzınlıgın anıqlań.

**Berilgeni:**

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

$$\varepsilon = 0,15 \text{ \%}$$

*Tabıw kerek:*

$$l_0 = ?$$

**Formulası:**

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$$

bunnan

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\varepsilon} \cdot 100\%$$

**Esaplaw:**

$$l_0 = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,15 \%} \cdot 100 \% = 2 \text{ m.}$$

**Juwabı:**  $l_0 = 2 \text{ m.}$

**2-másele.** Diametri 2 mm bolǵan polat sımǵa 6 kg massalı júk ildirilgen. Sımda qanday mexanikalıq kernew payda boladı?

**Berilgeni:**

$$d = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$m = 4 \text{ kg.}$$

*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:**

$$\sigma = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$$

$$= 1,27 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

**Juwapı:**  $\sigma = 1,27 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$ .

**3-másele.** Uzunlıǵı 4 m, kesimi 10 mm<sup>2</sup> bolǵan polat sımdı 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:**

$$F = \frac{1,9 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4} =$$

$$= 950 \text{ N}$$

**Juwapı:**  $F = 950 \text{ N.}$

**4-másele.** Vertolyottan túsirilip atırǵan polat arqan óziniń awırılıǵı sebepli úzilip ketpewi ushın onıń uzunlıǵı keminde qansha bolıwı kerek? Polattıń bekkemlilik shegarası 1,7 · 10<sup>8</sup> Pa, tıǵızlıǵı 7800 kg/m<sup>3</sup> 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:**

$$\sigma = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S l g}{S} = \rho l g;$$

$$[l] = \frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \text{m.}$$

$$l = \frac{\sigma}{\rho g}.$$

**Esaplaw:**

$$l = \frac{1,7 \cdot 10^8}{7800 \cdot 10} \text{ m} = 2180 \text{ m.}$$

**Juwapı:**  $l = 2180 \text{ m.}$



1. Diametri 2 cm bolğan polat arqanğa awırlıǵı 30 kN bolğan júk ilingen. Arqandaǵı mexanikalıq kernewdi anıqlañ.
2. 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?
3. Bekkemlilik shegarası 0,5 MPa hám tıǵızlıǵı  $4000 \text{ kg/m}^3$  bolğan gerbish diywaldıń biyikligi eń kóbi menen qansha bolıwı múmkin?
4. Uzunlıǵı 80 cm hám kese kesim beti  $0,5 \text{ mm}^2$  bolğan sımǵa massası 25 kg bolğan júk asılǵanda, sım 2 mm ge uzaydı. Usı sım ushın Yung modelin anıqlañ.
5. Polattan islengen sterjen ústine 7,85 kN kúsh qoyılǵanda ol úzilip ketti. Onıń diametri qanday bolğan? Polat ushın bekkemlilik shegarası 170 MPa.
6. Bir ushınan ildirilip qoyılğan polat sım suwǵa túsirilip atır. Sım óziniń awırlıǵı tásirinde úzilip ketpewi ushın sımniń uzunlıǵı qansha bolıwı kerek? Polat ushın bekkemlilik shegarası 170 MPa, tıǵızlıǵı  $7800 \text{ kg/m}^3$  qa teń.

### 38-§. QATTÍ DENELERDİŇ ERIWI HÁM QATÍWÍ

Qattı denege ıssılıq beriw jolı menen onı suyıq halatqa keltiriwge boladı.



**Zattıń qattı halattan suyıq halatqa ótiw procesi eriw dep ataladı.**

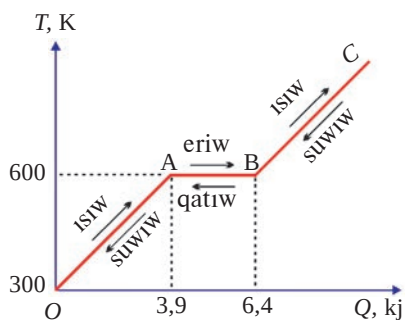
Kristall deneni eritiw ushın oǵan ıssılıq berip, onıń temperaturasını kóterip barayıq. Kristall dene temperaturası belgili temperaturaǵa jetkende ol eriy baslaydı.



**Kristall deneniń eriw procesindegi temperaturası usı kristalldıń eriw temperaturası dep ataladı.**

Kristall deneniń eriw hám qatıw proceslerin qorǵasın mısasında kórip shıǵayıq. Onıń eriw hám qatıw temperaturasını grafik túrinde bereyik. Bunıń ushın koordinatanıń absissa kósherine qorǵasıńǵa berilip atırǵan ıssılıq muǵdarın, ordinata kósherine bolsa kristall temperaturasınıń ózgeriwin keltireyik (53-súwret).

$27^\circ \text{C}$  (300 K) temperaturalı massası 0,1 kg bolğan qorǵasındı alayıq. Onı qıyın eriytuǵın metall ıdısqa salıp, jıllılıq berip



53-súwret.

barayıq. Bul jıllılıq qattı halattağı qorǵasınnıń temperaturasın kóteriwge sarplana baslaydı. Bunda qorǵasıńa berilgen jıllılıq onıń ishki energiyasın kóbeйтиwge jumsaladı. Qorǵasın temperaturası 327 °C (600 K) ge jetkende ol eriy baslaydı hám erip bolǵansha onıń temperaturası ózgermeydi. Bul temperatura qorǵasınnıń **eriw temperaturası** bolıp esaplanadı.



**Eriw temperaturasındaǵı kristall dene pútkilley suyıqlıqqa aylandırıw ushın jumsalǵan jıllılıq muǵdarı eriw jıllılıǵı delinedi.**

Berilgen 0,1 kg massalı qattı túrdegi qorǵasın temperaturasın 27 °C den 327 °C ǵa shekem kóteriw ushın  $Q = cm(T_2 - T_1) = 130 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K}) \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (600 - 300) \text{ K} = 3900 \text{ J} = 3,9 \text{ kJ}$  jıllılıq muǵdarı jumsaladı (53-súwrette berilgen *grafiktıń O–A bólimi*).

Qorǵasınnıń temperaturası 327 °C (600 K) ǵa jetkende keyingi berilgen jıllılıq muǵdarı kristall reshıyotkasın ıdırata baslaydı hám kristall eriy baslaydı. Qorǵasın tolıq erip bolǵansha onıń temperaturası ózgermeydi (*grafiktıń A – B bólimi*). Berilgen bul energiya kristall reshıyotkasın ıdıratıwǵa, onıń atomları arasındaǵı óz ara tásirin azaytıwǵa, yaǵnıy qorǵasınnıń **suyıq halına ótiwine** jumsaladı.

Eriw procesinde kristall suyıqlıqqa tolıq aylanıp bolmaǵansha onıń temperaturası ózgermeydi. Qorǵasın suyıqlıqqa tolıq aylanıp bolǵannan keyin onıń temperaturası jáne kóteriledi. (*grafiktıń B – C bólimi*). Bunda berilgen jıllılıq suyıq halattağı qorǵasın atomlarınıń qozǵalıw tezligin asırsa, yaǵnıy **kinetikalıq energiyasın asırıwǵa** jumsaladı.

Suyıq halattağı qorǵasındı qızdırıwshı ot óshirilse, yaǵnıy oǵan energiya beriw toqtatılsa, ol suwıy baslaydı (*grafiktıń C – B bólimi*). Bunda qorǵasın atomlarınıń kinetikalıq energiyası, yaǵnıy zattıń **ishki energiyası azaya baslaydı**. Qorǵasınnan jıllılıq ajıralıp shıǵadı.

Suyıq qorǵasın suwıp, 327 °C (600 K) ge jetkende onıń temperaturası ózgermey qaladı (*grafiktıń B – A bólimi*). Bul temperatura **qorǵasınnıń qatıw temperaturası** bolıp esaplanadı. Biraq qorǵasınnan jıllılıq ajıralıp shıǵıwı dawam etedi. Bunda qorǵasın atomlarınıń kinetikalıq energiyası kemeye baslaydı hám atomlar tártipli túrde jaylasa baslaydı. Bul process zattıń **qatıwı** yaqı **kristallasıwı** delinedi.

Qorǵasın qattı halatqa ótip bolǵannan keyin onıń temperaturası jáne tússe baslaydı (*grafiktıń A – O bólimi*). Atomlardıń kinetikalıq energiyası azayıwı esabınan onıń **ishki energiyası azaya baslaydı**. Bunda temperatura dáslepki 27 °C ǵa shekem túsken she qorǵasın átirapqa jıllılıq uzatadı. Tolıq kristall halatına qaytıp, 327 °C dan 27 °C ǵa shekem suwıǵansha qorǵasınnan 3,9 kJ jıllılıq muǵdarı ajıralıp shıǵadı.

Basqa barlıq kristall denelerdiń eriw hám qatıw procesleri qorǵasındıkindey 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 muǵdarın alsa, qatıw procesinde sırtqa sonsha jıllılıq muǵdarın 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 ayıladı?
2. Eriw temperaturası dep qanday temperaturaǵa ayıladı?
3. Eriw jıllılıǵı dep qanday jıllılıqqa ayıladı?
4. 53-súwrette keltirilgen grafikti analizleń.

### 39-§. ZATTÍŇ SALÍSTIRMALÍ ERIW JÍLLILÍǴÍ. AMORF DENELERDÍŇ ERIWI HÁM QATÍWÍ

#### Zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı



Eriw temperaturasında 1 kg kristall zattı tolıq eriwı ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muǵdarı zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı dep ataladı hám  $\lambda$  (Lyamda) menen belgilenedi.

Anıqlama boyınsha  $m$  massalı zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı tómendegishe ańlatıladı:

$$\lambda = \frac{Q_e}{m}, \quad (1)$$

bunda  $Q_e$  – eriw temperaturasında zattı suyıqlıqqa aylandırıw ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muǵdarı.  $\lambda$  tiykarınan J/kg hám kJ/kg birliklerde ólshe-nedi.

(1) formuladan salıstırmalı eriw jıllılıǵı  $\lambda$  bolǵan  $m$  massalı deneni eriw temperaturasında eritiw ushın kerek bolatuǵın jıllılıq muǵdarın tómendegishe ańlatıw múmkin:

$$Q_e = \lambda \cdot m. \quad (2)$$



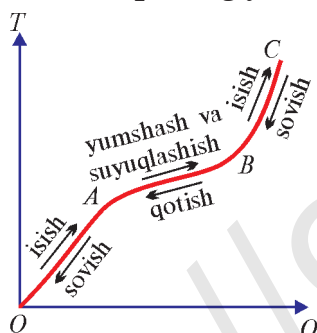
Berilgen massalı kristall deneni eriw temperaturasında su-yıqlıqqa aylandırıw ushın qansha jıllılıq muǵdarı jumsalǵan bolsa, sol temperaturada suyıq halattan qattı halatqa aylanıwında sonsha jıllılıq muǵdarı ajralıp shıǵadı.

Ayırım kristallardıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı tómendegi kestede berilgen.

| № | Zat      | $\lambda$ , kJ / kg | №  | Zat       | $\lambda$ , 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 eriw hám qatıwı

Amorf denegе jıllılıq berilgende onıń temperaturası aldın bir tegis joqarılap baradı (54-súwrettegi *grafiktıń*  $O - A$  bólimi). Bunda berilgen jıllılıq denedegi molekulalardıń óz ornında terbelisin kúsheytıwge, yaǵnıy **kinetikalıq energiyasın kóteriwge** jumsaladı.



54-súwret.

A noqatınan baslap temperaturanıń kóteriliwi páseyedi (*grafiktıń*  $A - B$  bólimi). Berilgen jıllılıq **molekulalarınıń kinetikalıq energiyasın hám molekulalardıń óz ara tásiрі potencial energiyasın kóteriwge** jumsaladı. Bunda molekulalar aralıq baylanıstıń bekkemliginiń azayıp barıwı nátiyjesinde dene jumsaq bolıp suyıqlasıp baradı.

Dene tolıq suyıqlıqqa aylanǵannan keyingi berilgen jıllılıq muǵdarı molekulalardıń qozǵalıstızlign kóbeytiwge, yaǵnıy **kinetikalıq energiyanıń kóbeyiwine** jumsaladı (*grafiktıń*  $B - C$  bólimi).



**Amorf deneler anıq eriw temperaturasına iye emes. Jıllılıq berilgende amorf deneler aldın áste-aqırın jumsaradı, soń su-yıqlasıp baslaydı.**

Suíq halǵa aylanǵan amorf dene suwıtılǵandaǵı qatıwı eriw procesine teris boladı. Kristall denedegi sıyaqlı amorf deneniń eriw procesindegi temperaturanıń jıllılıq muǵdarına baylanıslı grafigi qatıw procesindegi grafik penen ústpe-üst túsedı.

Eriw procesin úyreniw tábiyatta (mısalı, Jer betinde qar hám muzdıń eriwı), ilim hám texnikada (mısalı, taza metallar, eritpelerdi alıwda h.t.b) ayrıqsha 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 túsindirip 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 muǵdarın beriw kerek?
2. Eriw temperaturasında turǵan m massalı qalayını tolıq eritiwge 10 kJ jıllılıq muǵdarı jumsaladı. Eritilgen qalayınıń massasın tabıń.
3. Muzlatqıshqa qoyılǵan 0 °C daǵı 0,5 l suw pútkilley muzlaǵanǵa shekem onnan qansha jıllılıq ajıralıp shıǵadı?
4. Eriw temperaturasında turǵan 5 kg deneni pútkilley eritkenge shekem 420 kJ jıllılıq muǵdarı 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 m<sup>2</sup> bolǵan hawız suwı 0 °C temperaturada 1 mm qalıńlıqtaǵı muz benen qaplanadı. Bunda átirapqa qansha jıllılıq muǵdarı ajratılǵan? Muzdıń tıǵızlıǵın 900 kg/m<sup>3</sup> qa teń dep alıń.

## 40-§. PUWLANÍW HÁM KONDENSACIYA

Awzı jaqsılap jabılğan ıdista suyıqlıq (máselen, átir) uzaq waqıt tursa da, onıń muǵdarı ózgermeydi. Awzı ashıq qaldırılса waqıt ótiwi menen onıń muǵdarı kemeyip baradı hám uzaq waqıttan keyin ıdista átir qalmaǵanın kóremiz. Baqlanǵan bul fizikalıq qubılısqа puwlanıw qubılısı sebep boladı.



**Zattıń suyıq yamasa qattı agregat 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 tabıladı. Olar basqa molekulardıń tartısıw kúshlerin jeńip, suyıqlıqtıń sırtqı qatlamın «jarıp ótip» ushıp shıǵıwı hám gaz halatına ótiwi múmkin.

Suyıqlıq temperaturası kóteriliwi menen onıń puwlanıwı da artadı. Puwlanıw suyıqlıq ústindegi hawanıń jaǵdayına da baylanıslı. Samal esip tursa suyıqlıq sırtındaǵı molekulalardı basqa qosımsha energiya bergeni ushın suyıqlıq tez puwlanadı. Máselen, eger hawanıń temperaturası joqarı hám de samal esip turǵan bolsa kólmek suw tezirek qurıydı.

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. Sonday-aq, puwlanıw tezligi suyıqlıq betine tásir etip atırǵan atmosfera basımına da baylanıslı boladı eken. Atmosfera basımı tómén bolǵan jerlerde puwlanıw tezlesedi.

### Salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı

Puwlanıw procesinde úlkenirek energiyalı molekula basqa molekulardıń tartısıw kúshin jeńip, suyıqlıqtan sırtqa shıǵıp ketedi. Puwlanıp atırǵan molekulalardıń sırtqa shıǵıp ketiw ushın jumıs orınlanadı. Sol sebepli puwlanıw procesinde suyıqlıq suwıydı.

Puwlanıwda 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 zárúr bolǵan jıllılıq muǵdarı salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı dep ataladı hám «r» háribi menen belgilenedi.**

Anıqlama boyınsha,  $m$  massalı suıqlıqtıń salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı tómendegishe ańlatıladı:

$$r = \frac{Q_b}{m}. \quad (1)$$

Bunda salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵınıń birligi J/kg da ańlatıladı. (1) ańlatpadan  $m$  massalı suıqlıqtı tolıq puwǵa aylandırıw ushın kerek bolǵan jıllılıq muǵdarın esaplaw ańlatpası kelip shıǵadı, yaǵnıy:

$$Q_b = r \cdot m. \quad (2)$$

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 jıllılıǵı  $r = 2,3 \cdot 10^6$  J/kg teń eken.

## Kondensaciya

Puwlalıw procesine bir waqıtta qarama-qarsı process te bar, yaǵnıy puw jáne suıqlıqqa aylanadı. Awzı jabıq ıdıstaǵı suıqlıq muǵdarınıń ózgermey qalıwına usı puwdıń kondensaciyalanıwı sebep boladı.

**Puwdıń suıqlıq yamasa qattı halatqa ótiw procesi kondensaciya dep ataladı.**

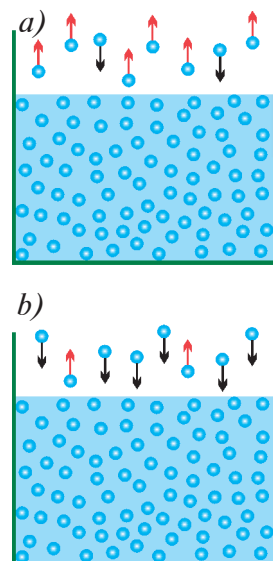
«Kondensaciya» latin tilinen alınıp «tıǵızlanıw», «qoyıwlasıw» degen mánislerdi bildiredi.

Ádette, suıqlıq bir waqıtta puwlanadı hám kondensaciyalanadı. Puwlalıw procesi basımıraq bolsa, suıqlıq **puwlanadı** dep ataladı (55-a, súwret). Kondensaciya procesi basımıraq bolǵanda bolsa, **kondensaciyalanadı** dep ataladı (55-b, súwret).

Atmosferadaǵı suw puwlarınıń kondensaciyası nátiyjesinde *jawın*, *sel*, *qar*, *shıq* hám *qıraw* payda boladı.

Energiyanıń saqlanıw hám aylanıw nızamında suıqlıqtı puwlandırıw ushın qansha jıllılıq jumsalsa, puw kondensaciyalanıp usınday temperaturalı suıqlıqqa aylanǵanda puwlalıw jıllılıǵına teń bolǵan jıllılıq muǵdarı ajırılıp shıǵadı hám bul jıllılıqqa kondensaciyalanıw jıllılıǵı dep ataladı.

$$Q_k = - Q_b = - r \cdot m. \quad (3)$$



55-súwret.

## Toyınğan hám toyınbağan puw

Puwlalıp atırğan suyıqlıqtıń ústin bekitse, suyıqlıqtıń ústinde puw jıynalıp baradı. Dáslep, puwlalıp atırğan molekulalar kondensaciyanıp atırğan molekulalardan kóp boladı. Bunday halattağı suyıqlıqtıń ústindegi puw **toyınbağan puw** dep ataladı.

Jabıq ıdistağı suyıqlıqtıń ústinde puw molekulaların kóbeyiwi menen olardıń kondensaciyanıwı da joqarılaydı. Belgili waqıtqa barıp, puwlalıw hám kondensaciyanıw tezligi teń bolıp qaladı. Bunday jaǵday **dinamikalıq teń salmaqlıq hal** dep ataladı.



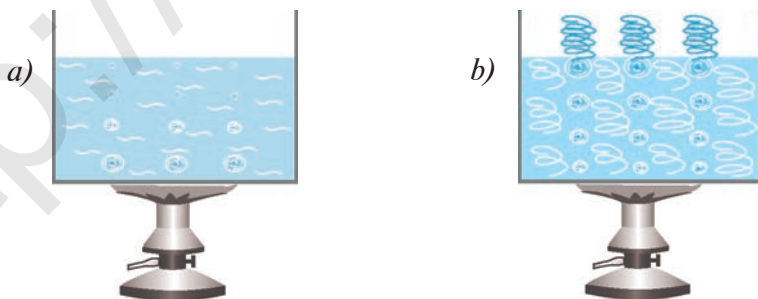
**Óziniń suyıqlıǵı menen dinamikalıq teń salmaqlıqta bolǵan puw toyınğan puw dep ataladı. Bunday jaǵdaydaǵı suyıqlıq ústindegi basım toyınğan puwdıń basımı dep ataladı.**

Suyıqlıq temperaturası joqarılap barǵanda toyınğan puw basımı da joqarılaydı. Toyınğan puwdıń basımın  $p = nkT$  teńleme arqalı ańlatıwǵa boladı.

### Qaynaw

Hárqanday jaǵdayda suyıqlıq ishindegi kózge kórinbeytuǵın hawa kóbiksheleri payda boladı. Suyıqlıqtıń ústindegi sıyaqlı puw kóbiksheleri ishinde de suyıqlıq puwları payda boladı. Suyıqlıq, máselen, suw temperaturası kóterilip barǵanda kóbikshelerdegi puwdıń basımı da joqarılap baradı hám kóbiksheler úlkeyedi. Úlkeygen kóbiksheler Arximed kúshiniń tásirinde joqarıǵa umtıladı.

Suwdıń joqarǵı qatlamları ıdístıń túbine qaraǵanda jeterli dárejede ele qızıp úlgermegeni ushın kóbikshelerdegi puwdıń belgili bir bólegi kondensaciyanadı (56-a, súwret). Bul qubılıs suwdıń qaynawı aldındaǵı ózine tán dawıs shıǵarıwında kórinedi. Belgili waqıttan keyin suyıqlıqtıń pútin kóleminde temperatura teńlesedi. Kóterilip atırğan kóbiksheler endi kishi-reymeydi. Olar betine shıǵıp jarılıp, hawaǵa puw tarqatadı (56-b, -súwret).



56-súwret.



**Suyıqlıqtıń pútin kólemi boylap puw payda bolıw procesi qaynaw dep ataladı.**

Qaynaw waqtında suyuqlıqtıń pútkil kólemindegi temperatura teńlesedi hám ol intensiv túrde puwlanadı. Suyıqlıq qaynap baslaǵanda onıń temperaturasınıń joqarılawı toqtaydı. Onıń pútin kóleminde kóbiksheler payda boladı. Bul temperatura ***suyıqlıqtıń qaynaw temperaturası*** dep ataladı.

Qaynaw temperaturası hár túrli suyuqlıqlar ushın hár túrli boladı.

Mısalı, normal jaǵdayda spirt  $78^{\circ}\text{C}$  da, suw  $100^{\circ}\text{C}$  da qaynaydı.

Sırtqı basım qansha joqarı bolsa, qaynaw temperaturası sonsha joqarı boladı. Mısalı, ishindegi basım  $16 \cdot 10^5$  Pa ǵa teń bolǵan puw qazanında suw  $200^{\circ}\text{C}$  da qaynamaydı. Medicinada xirurgiyalıq ásbaplardı juqpalı bakteriyalardan zıyansızlandırıw ushın olar joqarı basımda qaynatıladı.

Sırtqı basımınń tómenlewı menen bolsa suyuqlıqtıń qaynaw temperaturası tómenlep baradı. Mısalı, tawdıń 5 km biyikliginde atmosfera basımı tómenirek bolǵanı ushın suw  $84^{\circ}\text{C}$  da qaynaydı. Bunday temperaturada suw qaynatılса da, oǵan salınǵan gósh pispeydi. Onı pisiriw ushın ıdıs germetikalıq bekitilip qaynatılıwı kerek.



1. Puwlanıw dep qanday proceske aytıladı? Ol qalay ámelge asırıladı?
2. Ne ushın orılǵan ot samal bolmaǵanǵa qaraǵanda, samal bolǵanda tez kewedi?
3. Kondensaciya procesiniń qanday bolıwın túsindirip beriń.
4. Qanday puw toyınbaǵan puw boladı?
5. Toyınǵan puw dep qanday haldaǵı puwǵa aytıladı?
6. Suwdı qızdırmastan qaynatıwǵa bola ma?
7. Suw  $250^{\circ}\text{C}$  temperaturada da suyıq halda bola ma?
8. Kóp qabatlı imaratlardıń birinshi hám joqarǵı qabatlarında suwdıń qaynaw temperaturasınıń parqı nede?

## 41-§. ATMOSFERADAǴÍ QUBÍLÍSLAR

### Hawanın ıǵallıǵı

Jer sharınıń  $2/3$  bólegi suwdan ibarat. Suwdıń puwlanıwı sebebinen atmosferanıń quramında bárhama suw puwı boladı. Quramında suw puwları bolǵan hawa ıǵal hawa yaki **ıǵallıq** dep ataladı. Hawada suw puwları qansha kóp bolsa, onıń ıǵallıǵı sonsha joqarı bolıp esaplanadı.



**1 m<sup>3</sup> hawadaǵı suw puwınıń massası hawanın absolyut ıǵallıǵı dep ataladı.**

Absolyut ıǵallıq 1 m<sup>3</sup> hawada neshe gramm suw puwı bar ekenligin bildiredi. Berilgen kólemdegi hawada suw puwınıń massası arqalı absolyut ıǵallıq tómendegishe esaplanadı:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$



Íğallıq belgili  $\rho_0$  muǵdargá jetkende, hawa suw puwına aylanadı. Bul waqıtta hawadaǵı suw puwınıń tıǵızlıǵın toyınǵan suw puwınıń tıǵızlıǵı dep ataw qabıl etilgen. Hawa temperaturası qansha joqarı bolsa, onıń toyınıw shegarası da sonsha úlken boladı.

Hawadaǵı suw puwınıń toyınıw dárejesin bahalaw ushın salıstırmalı ıǵallıq túsiniǵı kirgizilgen. Temperaturası  $t$  bolǵan hawadaǵı suw puwı absolyut ıǵallıqtıń usı temperaturada toyınǵan puwınıń tıǵızlıǵına qatnası **hawanıń salıstırmalı ıǵallılıǵı** dep ataladı, yaǵnıy:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100\%. \quad (2)$$

Demek, absolyut ıǵallıqtıń berilgen temperaturadaǵı toyınǵan puw tıǵızlıǵına qatnası salıstırmalı ıǵallıq eken. Salıstırmalı ıǵallıq hawanıń suw puwına qanshelli toyınǵanın bildiredi. Salıstırmalı ıǵallıq 100 % ge teń bolǵanda, hawadaǵı suw puwınıń toyınǵanlıǵın, yaǵnıy puwlanıw júz bermey atırǵanın bildiredi.

Bazıda hawadaǵı suw puwınıń basımı da absolyut ıǵallıq delinedi. Sonıń ushın absolyut ıǵallıqtı suw puwınıń basımı arqalı kórsetemiz.

Temperaturası  $t$  bolǵan hawadaǵı suw puwınıń basımı  $p$  nıń usı temperaturada toyınǵan puwınıń basımı  $p_0$  ge qatnası procentlerde alınǵan mánisi arqalı **hawanıń salıstırmalı ıǵallılıǵın tómendegishe esaplaymız**, yaǵnıy:

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

bunda  $p$  — hawadaǵı suw puwınıń basımı,  $p_0$  — toyınǵan puwdıń basımı.

Temperaturanıń hár túrli mánileri ushın toyınǵan suw puwınıń tıǵızlıǵı hám hám toyınǵan suw puwınıń basımı tómendegi kestede keltirilgen.

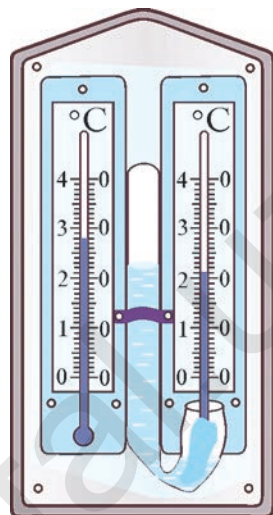
| $t, ^\circ\text{C}$ | $\rho_0, \text{g/m}^3$ | $p_0, \text{kPa}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\rho_0, \text{g/m}^3$ | $p_0, \text{kPa}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\rho_0, \text{g/m}^3$ | $p_0, \text{kPa}$ |
|---------------------|------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| 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              |

## Havanıñ salıstırmalı ıǵallıǵın ólshew

Dúzılısı ápiwayı bolǵan Avgust psixrometrinen paydalanıp, hawa ıǵallıǵın ólshewge boladı. (grekshe *psixros* — *suwıq*).

Ol tiykarınan birewi qurǵaq, ekinshisi ıǵal termometrden ibarat (57-súwret). Birinshi termometr hawa temperaturasınıń ólsheydi. Ekinshisiniń ushı material menen oralıp, tómengi ushı tazalanǵan suwlı ıdısqa túsirilgen boladı. Hawa qansha qurǵaq bolsa, suw materialdan sonsha tez puwlanadı hám onıń temperaturası sonshellı tómén boladı. Qurǵaq hám ıǵal termometrler kórsetken temperaturalar ayırmashılıǵın esaplap, psixrometriyalıq kestden salıstırmalı ıǵallıq anıqlanadı. Psixrometriyalıq keste sol ásbaptıń ózi menen birge beriledi. Psixrometriyalıq kesteniń bir bólimi (15 — 28 °C ushın) keste de keltirilgen.

Mısalı, 57-súwrettegi psixrometrdiń qurǵaq termometri 28 °C dı, ıǵal termometri 21 °C dı kórsetpekte. Bunda termometrdegi ayırmashılıǵı 7 °C dı quraydı. Psixrometriyalıq kestden hawanıñ salıstırmalı ıǵallıǵı 53 % ekenligin anıqlaw múmkin.



57-súwret.

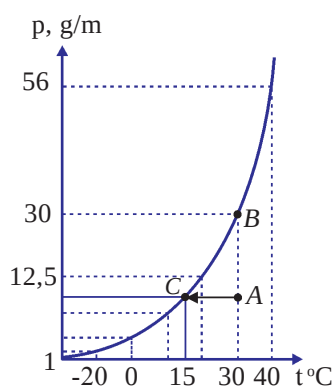
### Psixrometriyalıq keste

| Qurǵaq termometrdiń kórsetiwı, °C | Qurǵaq hám ıǵal termometrler kórsetken temperaturalar ayırmashılıǵı, °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 ıǵallıq, %           |                                                                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Ádette, hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵı 50 % ten kem bolǵanda hawa qurǵaq, 50 — 80 % bolǵanda normada, 80 % ten joqarı bolǵanda ıǵal esaplanadı. ıǵallıqtıń joqarı bolıwı metall buyımlardıń tat basıwına, aǵash buyımlardıń isiniwine alıp keledi. Qurǵaq hawada bolsa, aǵash buyımlar óziniń ıǵallıǵın joq etip, qıysayıwı hám jarılıwı múmkin.

### Jawın-shashınlardıń payda bolıwı

Jer júzi betinde hawanıń ıǵallıǵı joqarı bolǵanda suw puwlarınıń bir bólimi kondensaciyalanıp, mayda suw tamshılarına aylanadı. Olardıń atmosferadaǵı aralaspası **ďuman** dep ataladı.



58-súwret.

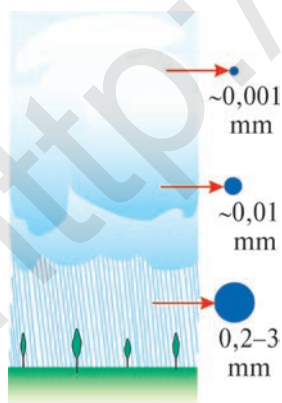
Toyinbaǵan suw puwı suwıtılsa, belgili bir temperaturada toyingan puwǵa aylanadı. Aytayıq, kúndizi 30 °C lı hawanıń absolyut ıǵallıǵı 12,5 g/m³ bolsın (58-súwrettegi A noqat). Bunday temperaturada hawadaǵı suw puwları toyinbaǵan boladı, toyınıwı ushın 30 g/m³ bolıwı kerek (B noqat). Biraq túnde hawa páseyip, tańǵa jaqın temperatura 15 °C ǵa túsiwi múmkin. Bunday temperaturada hawadaǵı suw puwları (12,5 g/m³) toyingan halatqa ótedi (C noqat) hám olar kondensaciyalanıp, jerge shıq bolıp túsedı. Bul halatqa C noqatqa tuwra kelgen  $t_{sh}$  temperatura shıq noqatı bolıp esaplanadı.



**Suw puwı toyinatuǵın temperaturaǵa shıq noqatı dep ataladı.**

Hawanıń absolyut ıǵallıǵın shıq noqatı arqalı anıqlaytuǵın ásbap **gigrometr** dep ataladı.

Temperatura 0 °C dan tómén bolǵan waqıtlarda kondensaciyalanǵan suw puwları muz bólekshelerin payda etip, jerge qıraw bolıp túsedı.



59-súwret.

Okean hám qurǵalıqlardan kóterilgen puwlardıń úlken bólegi jerden birneshe kilometr biyiklikte ushıp júredi. Bunday biyiklikte temperatura jer betine qaraǵanda biraz tóménlew boladı. Bunday jaǵdayda suw puwlarınıń toyınıwı ańsat boladı. ıǵallıq joqarı bolǵanda hám temperatura jáne de páseygende toyingan puwlar kondensaciyalanıp, mayda suw bólekshelerin payda etedi. Olar bizge **bult** bolıp kórinedi. Temperatura jáne de tóménlegende suw bóleksheleri birlesip, suw tamshılarına aylanıp baradı. Óziniń awırılıǵın tuta almaǵan suw tamshıları jerge **jawın** bolıp túse baslaydı (59-súwret).

Bulttağı temperatura suwıp ketkende suw puwları muz bólekshelerin payda etip kondensaciyanadı. Muz bóleksheleri bir-biri menen birlesip, **qar** ushqınların payda etedi hám solay etip qar jawadı (60-súwret).

Tómen temperaturalı bultta payda bolğan muz bóleksheleri hawa ağımlarınıń tásirinde bir neshe márte joqarığa-tómenge qozǵalıwı múmkin. Bunda muz bóleksheleriniń hár kóterilgeninde olardı muz perdesi qaplaydı. Hár bir kóterilip túskende muz bóleksheleri iri bolıp baradı hám **sel** payda boladı.



60-súwret.

### Hawa rayı

Hawanıń temperaturası, ıǵallıǵı, basımı, samal, bultlıǵı, jawın-shashınlar, duman, shıq, qıraw sıyaqlı atmosferadaǵı qubılıslar hawanıń halın quraydı.



**Anıq bir waqıtta belgili bir jerdegi hawanıń halı hawa rayı dep ataladı. Hawanıń temperaturası, ıǵallıǵı hám basımı hawa rayınıń tiykarǵı elementleri dep ataladı.**

Hawa rayınıń tiykarǵı elementlerindeki halatına baylanıslı túrde samal, bultlar payda boladı, jawın-shashınlar jawadı. Mısalı, hawa temperatura-sınıń páseyiwi atmosfera basımınıń azayıwı, salıstırmalı ıǵallıqtıń joqarıl-wına alıp keledi. Basımınıń ózgeriwi samaldı payda etedi, ıǵallıqtıń joqarılawı bolsa jawındı payda etedi. Samal jer júzindegi hawa aǵımın hám bultlardı bir jerden basqa jerge aydap júredi. Bul bolsa hawa temperaturasınıń ózgeriwine hám jawın-shashınıń jawıwına alıp keliwi múmkin.

Hawa rayın aldınnan biliw úlken áhmiyetke iye. Hawa rayın úyreniw meteorologiya oraylarında ámelge asırıladı. Ózbekstanda hawa rayın úyreniw boyınsha Tashkent gidrometeorologiyalıq oray xızmet etedi.



1. Absolyut ıǵallıq dep qanday shamaǵa aytamız?
2. Hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵı dep nege ayıladı hám qalay ańlatıladı?
3. Avgust psixrometri járdeminde salıstırmalı ıǵallıq qalay ólshenedi?
4. Shıq tochkası dep nege ayıladı?
5. Duman, shıq hám qırawdıń qalay payda bolıwın túsindirini.
6. Bult, jawın, qar hám sel qalay payda boladı?
7. Hawa rayı dep nege ayıladı?
8. Hawa rayın úyreniw xızmeti haqqında nelerdi bilesiz?

## 42-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS

### HAWANÍN SALÍSTÍRMALÍ ÍGALLÍĞÍN ANÍQLAW

**Jumistıń maqseti:** Hawanıń ıǵallıǵın tájiriybede anıqlawdı úyreniw.

**Kerekli úskeneler:** Avgust psixrometri (yaki eki birdey termometr), suw salınatuǵın ıdıs hám dasmal.

Laboratoriyalıq jumıstı baslawdan aldın tómendegi kesteni sıızıp alıń.

| Nº | $t$ , C | $t_h$ , C | $\Delta t$ , C | $\varphi$ , % | $\rho$ , g/m <sup>3</sup> |
|----|---------|-----------|----------------|---------------|---------------------------|
| 1  |         |           |                |               |                           |
| 2  |         |           |                |               |                           |
| 3  |         |           |                |               |                           |

#### Jumıstı orınlaw tártibi

1. Psixrometr ıdısına suw quyın hám 4 — 5 minut kútiń.
2. Qurǵaq hám ıǵal termometrler kórsetkishlerin jazıp alıń.
3. Qurǵaq hám ıǵal termometrlerdiń  $t$  hám  $t_h$  kórsetkishlerin jazıp alıń.
4. Qurǵaq hám ıǵal termometrlerdiń kórsetkishleriniń parqın, yaǵnıy:  $\Delta t = t - t_h$  esaplań.

5. Psixrometriyalıq kestden qurǵaq termometrdiń  $t$  kórsetkishine hám  $\Delta t$  sáykes kelgen salıstırmalı ıǵallıqtı belgileń (121-bette psixrometriyalıq keste berilgen).

6. 120-bette berilgen kestden paydalanıp, xananıń absolyut ıǵallıǵın anıqlań.

7. Tájiriybe nátiyjelerin kestege jazıń.

**Túsindirme:** Laboratoriya oqıw úskeneleri ishinde Avgust psixrometri bolmay, tek ǵana termometr bolsa, olardan psixrometr qurılmasın islewge boladı. Eger, tek ǵana bir termometr bolsa, onda dáslep xana temperaturasını ólshep alasız. Keyin usı termometrdiń rezervuarın ıǵal material (bint dasmal) menen orap, materialdıń bir bólegin suwlı ıdısqa túsirip qoyasız. 5 — 6 minut ótkennen keyin termometrdiń kórsetkishin jazıp alasız. Alınǵan nátiyjeler tiykarında hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵın esaplaysız.



1. Hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵın anıqlaw usılın aytıń.
2. Tájiriybe nátiyjeleri boyınsha, xanadaǵı absolyut ıǵallıq qalay esaplanadı?

### 43-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** 16 °C temperaturada hawadağı salıstırmalı ıǵallıq 70 % ti qurasa, absolyut ıǵallıq qanday boladı? 16 °C temperaturada toyingan suw puwınıń tıǵızlıǵı 13,6 g/m<sup>3</sup> qa teń.

|                                                                                        |                                                                                                                                  |                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>t = 16 °C<br>φ = 70 %<br>ρ <sub>t</sub> = 13,6 g/m <sup>3</sup> . | <b>Formulası:</b><br>$\varphi = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\%; \quad \rho = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%}.$               | <b>Esaplaw:</b><br>$\rho = 0,7 \cdot 13,6 \text{ g/m}^3 = 9,52 \text{ g/m}^3.$ |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>ρ = ?                                                           | $[\rho] = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%} = \frac{\%}{\%} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$ | <b>Juwabi:</b> ρ = 9,52 g/m <sup>3</sup> .                                     |

**2-másele.** 17 °C temperaturada hawadağı suw puwınıń basımı 2 kPa ǵa teń bolsa, absolyut ıǵallıq nege teń boladı?

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>t = 17 °C<br>T = 290 K<br>p = 2 · 10 <sup>3</sup> Pa<br>M = 18 · 10 <sup>-3</sup> kg/mol | <b>Formulası:</b><br>$pV = \frac{m}{M} RT; \quad \frac{m}{V} = \frac{M p}{RT};$<br>$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{M p}{RT}.$<br>$[\rho] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\text{N} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$ | <b>Esaplaw:</b><br>$\rho = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ kg}}{8,31 \cdot 290 \text{ m}^3} =$<br>$= 14,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$ |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>ρ = ?                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Juwabi:</b> ρ = 14,9 g/m <sup>3</sup> .                                                                                                                              |

**3-másele.** Temperaturası 20 °C bolǵan hawada, temperaturası 8 °C bolǵan dene terley baslaydı. Hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵın anıqlań. 8 °C temperaturada toyingan suw puwınıń basımı 1,06 kPa, 20 °C temperaturada toyingan suw puwınıń basımı 2,33 kPa ǵa teń.

|                                                                                                                                       |                                                                                                                              |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>t <sub>1</sub> = 20 °C<br>t <sub>2</sub> = 8 °C<br>p = 1,06 kPa = 1060 Pa<br>p <sub>0</sub> = 2,33 kPa = 2330 Pa | <b>Formulası:</b><br>$\varphi = \frac{p_p}{p_{tb}} \cdot 100\%.$<br>$[\varphi] = \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} \cdot \% = \%.$ | <b>Esaplaw:</b><br>$\varphi = \frac{1060}{2330} \cdot 100\% = 45,5\%.$ |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>φ = ?                                                                                                          |                                                                                                                              | <b>Juwabi:</b> φ = 45,5 %.                                             |



1. Qaynaw temperaturasında 5kg suwdı tolıq puwğa aylanıwı ushın qansha jıllılıq muǵdarı kerek? Suwdıń salıstırmalı puwlanıw jıllılıǵı  $2,3 \cdot 10^6$  J/kg.
2. Massası 50 g bolǵan puw kondensaciyalanganda qansha jıllılıq ajıraladı?
3. 20 °C temperaturada 4 m<sup>3</sup> hawada 40 g suw puwı bolsa, hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵı qansha? 20 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń tıǵızlıǵı 17,3 g/m<sup>3</sup>.
4. 20 °C temperaturada suw puwınıń basımı 1,54 kPa ǵa teń. Eger 20 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń basımı 2,43 kPa bolsa, salıstırmalı ıǵallıqtı anıqlań.
5. 20 °C temperaturada hawadaǵı suw puwınıń tıǵızlıǵı 17 g/m<sup>3</sup> ti quraydı. Eger hawanıń absolyut ıǵallıǵı 11 g/m<sup>3</sup> bolsa, salıstırmalı ıǵallıǵı qansha?
6. 24 °C temperaturada hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵı 50 % bolsa, absolyut ıǵallıǵı qanday boladı? 24 °C temperaturada toyıńǵan suw puwınıń tıǵızlıǵı 21,8 g/m<sup>3</sup>.
7. Psixrometrdiń qurǵaq temperaturası 24 °C di, ıǵal termometri 19 °C di kórsetip tur. Psixrometriyalıq kesteden paydalanıp hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵın anıqlań.

#### IV BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST SORAWLARI

1. Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientiniń birligi qaysı juwapta durıs berilgen?

- A) J · s;                      B) J/m;                      C) J/m<sup>3</sup> ;                      D) N/m.

2. Diametri 1,46 mm bolǵan kapılyyar nayda suw qansha biyiklikke kóteriledi (cm)? Suwdıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m ǵa teń.

- A) 4;                      B) 2;                      C) 1;                      D) 8.

3. Suw kapılyyar nayshada 2,8 cm ge kóterildi. Nayshanıń diametrin anıqlań (mm). Suwdıń betkerimlik koefficienti  $7 \cdot 10^{-2}$  N/m dep esaplań.

- A) 1;                      B) 2;                      C) 0,2;                      D) 0,7.

4. Diametrleri 2 hám 1 mm bolǵan eki kapılyyardaǵı suw betleriniń parqın anıqlań (m). Suwdıń betkerimlik koefficienti 73 mN/m.

- A)  $14,4 \cdot 10^{-3}$ ;                      B)  $28,8 \cdot 10^{-3}$  ;                      C)  $43,2 \cdot 10^{-3}$ ;                      D)  $57,6 \cdot 10^{-3}$ .

5. 20 °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 nayshağa suw qansha bálentlikke 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 artılǵanda sım 1,5 mm ge sozılса, tap usınday, biraq, 3 ese uzın sımǵa usı júk artılǵanda ol qansha (mm) ge sozıladı?

- A) 4;                      B) 2,25;                      C) 3;                      D) 4,5.

9. Uzunlıǵı 1,2 m hám kese-kesimniń beti  $1,5 \text{ mm}^2$  bolǵan sımǵa qanday kúsh qoyılǵanda ol ilingende sım 2 mm ge uzayadı. Usı sım ushın Yung moduli 180 cPa.

- A) 260;                      B) 225;                      C) 130;                      D) 450.

10. Polat sım ushına  $8 \cdot 10^7 \text{ Pa}$  mexanikalıq kernewge qoyılǵanda qanday keri uzayttırıw júz beredi? Polat ushın Yung moduli 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  $0^\circ \text{C}$  temperaturada erip atır. Bunda energiya jutıla ma yaki ajıralıp shıǵa ma?

- A) jutıladı;                      B) ajıraladı;  
C) jutılmaydı da, ajıralmaydı da;                      D) muzdıń massasına baylanıslı.

13. Suw turaqlı  $0^\circ \text{C}$  temperaturada muzǵa aylanadı. Bunda energiya jutıla ma yaki ajıratıla ma?

- A) jutıladı;                      B) ajıraladı;  
C) jutılmaydı da, ajıralmaydı da;                      D) muzdıń 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 jıllılıǵınıń birligi qaysı juwapta 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 jıllılıq beriw kerek boladı (kJ)? Shoyınnıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı 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. Ídısqa quyılǵan suyıqlıq usı ıdıstıń formasın aladı. Suyıqlıq aǵıwshılıq qásiyetine iye.                                                                                                                                                                      |
| Betkerimligi                                             | Betkerimligi suyıqlıqtıń bet qatlamındaǵı molekulardıń suyıqlıq ishine baǵdarlangan kúshlerdiń bar bolǵanı sebebinen payda boladı.                                                                                                                                                                                            |
| Betkerim kúshi                                           | Bet qatlamın shegaralawshı sıızıqqa tásir etiwshi betkerim kúshi usı sıızıqtıń uzınlıǵına proporcional hám suyıqlıqtıń túrine baylanıslı boladı, yaǵnıy: $F = \sigma l$ . Bunda $\sigma$ — suyıqlıqtıń tábiyatqa baylanıslı bolǵan suyıqlıq betiniń qásiyetlerin bildiriwshi muǵdar bolıp, betkerim koefficienti dep ataladı. |
| Bettiń energiyası                                        | Suyıqlıq betindegi barlıq molekulardıń artıqsha potencial energiyası bet energiyası dep ataladı. Bet energiyası tómendegi formula menen anıqlanadı:<br>$W = \sigma \cdot S$ .                                                                                                                                                 |
| Qattı dene betiniń ıǵallanıwı                            | Suyıqlıq hám qattı dene molekularınıń arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekularınıń óz ara tartısıw kúshlerinen úlken bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallaydı.                                                                                                                                                       |
| Qattı dene betiniń ıǵallanbawı                           | Suyıqlıq hám qattı dene molekuları arasındaǵı tartısıw kúshleri suyıqlıq molekularınıń óz ara tartısıw kúshlerinen kishi bolsa, suyıqlıq qattı dene betin ıǵallamaydı.                                                                                                                                                        |
| Kapillyar qubılıs                                        | Suyıqlıqtıń jıńışke nayshalarında — kapillyarda keń ıdıstaǵı suyıqlıq betine qaraǵanda kóteriliwi yaki túsiwi kapillyar qubılıs dep ataladı.                                                                                                                                                                                  |
| Kapillyarda kóterilgen (yaki túsken) suyıqlıq bálentligi | Tolıq ıǵallawshı suyıqlıqtıń kapillyarda kóteriliw bálentligi yaki tolıq ıǵallamawshı suyıqlıqtıń páseyiw tereńligi tómendegi formula menen anıqlanadı:<br>$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g}$ .                                                                                                                                 |
| Kristall deneler                                         | Atom yaki molekuları keńislikte anıq tártipli jaǵdaylardı iyelegen qattı denegе kristall deneler delinedi.                                                                                                                                                                                                                    |
| Anizotropiya                                             | Deneniń fizikalıq qásiyetleri onıń baǵdarlarına baylanıslıǵı anizotropiya dep ataladı. Kristall deneler anizotrop qásiyetke iye.                                                                                                                                                                                              |

|                           |                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Polikristall              | Bir-birine qarağanda tártipsiz jaylasqan kóp kristallardan dúzilgen dene polikristall dep ataladı.                                                                                                            |
| Monokristall              | Eger dene pütün kristalldan ibarat bolsa, bunday dene monokristall dep ataladı.                                                                                                                               |
| Izotropiya                | Amorf denelerdiń fizikalıq qásiyetleri barlıq baǵdarlarda 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 ózgeritiwi deformaciya dep ataladı.                                                                                                                           |
| Elastikalıq derofmaciya   | Sırtqı kúshlerdiń tásiiri toqtaǵannan keyin dene forması óziniń dáslepki halatına qaytsa, bunday deformaciyaǵa elastikalıq derofmaciya dep ataladı.                                                           |
| Plastik deformatsiya      | Sırtqı kúsh alıńǵannan soń dene forması óziniń aldınǵı halına qaytpasa, bunday deformaciya plastik deformaciya dep ataladı.                                                                                   |
| Mexanikalıq kernew        | Deformacijalangan deneniń kese kesiminiń betine tásir etip atırǵan deformacijalawshı kúshke san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama menen <i>mexanikalıq kernew</i> dep ataladı.                               |
| Kristall denenin' eriw    | Zattıń qattı halattan suyıq halatqa ótiw procesi eriw dep ataladı. Kristall deneniń erip atırǵandaǵı temperaturası usı kristalldıń eriw temperaturası dep ataladı.                                            |
| Puwlanıw                  | Zattıń suyıq yamasa qattı agregat halattan gaz tárizli halatına ótiwi puwlanıw dep ataladı.                                                                                                                   |
| Kondensaciya              | Puwdıń suyıqlıq yamasa qattı halǵa ótiw procesi kondensaciya dep ataladı.                                                                                                                                     |
| Qaynaw                    | Suyıqlıqtıń pütün kólemi boylap puw payda bolıw procesi qaynaw dep ataladı.                                                                                                                                   |
| Toyıńǵan puw              | Óziniń suyıqlıǵı menen dinamikalıq teń salmaqlıqta bolǵan puw toyıńǵan puw dep ataladı.                                                                                                                       |
| Hawanıń absolyut ıǵallıǵı | 1 m <sup>3</sup> hawadaǵı suw puwınıń massası hawanıń absolyut ıǵallıǵı dep ataladı. Berilgen kólemdegi hawada suw puwınıń massası arqalı absolyut ıǵallıq tómendegishe esaplanadı: $\rho = \frac{m}{V}.$     |

## OPTIKA

Fizikanın «**Optika**» bóliminde jaqtılıqtın tábiyatı, jaqtılıq qubılıslarının nızamlıqları, jaqtılıq penen zatlardıń óz ara tásiiri úyreniledi. Grekshe optika sózi kóriw haqqındağı pán degen mánisti bildiredi. Jaqtılıqtın *tuwrı sızıq boylap tarqalıwı* áyyemde Mesopotamiya hám áyyemgi Mısırda belgili bolğan hám de onnan qurılıs jumıslarında paydalanılğan. Súwrettiń aynada payda bolıwın b.e.sh. III ásirde grek alımları *Aristotel, Platon, Evklid* úyrenen.

Orta ásirlerde elimizdiń alımları — *Beruniy, Ibn Sina, Ulugbek, Áliy Qusshı* hám basqalar jaqtılıqtın tuwrı sızıq boylap tarqalıwı, Quyash hám Aydıń tutılıwı, ayqulaqtın payda bolıw sebebin úyrenen.

1620–1630-jılları gollandiyalı alım *Villebrod Snellius* hám francuz alımı *Rene Dekart* *jaqtılıqtın sınıw nızamın* kórsetip berdi. Robert Guk 1672-jılı Angliya korolligi jámiyetiniń jıynalıısında oqıǵan lekciyasında jaqtılıq kesesine tolqın sıyaqlı tarqaladı degen pikir (gipoteza)di ayttı. 1690-jılı gollandiyalı fizik Xristian Gyugens jaqtılıqtın boylama tolqın teoriyasın islep shıqtı. Ol usı teoriya boyınsha, akustikalıq hám optikalıq qubılıslardıń bir-birine uqsaslıǵın dálliledi hám jaqtılıqtın tolqın teoriyasın ortalıq shegarasınan qaytıwı hám eki ortalıq shegarasında sınıwı misalında túsindirip berdi.

Dúnya alımları tárepinen optikanıń túrli baǵdarlarında keń kólemde izertlew jumısları dawam ettirilip, joqarı nátiyjelerge erisildi. *Proekcion apparatlar, mikroskop, fotoapparat, teleskop, binokl* sıyaqlı optikalıq ásbaplardıń jaratılıwı, *fotografiya, televidenie, rentgenografiya, lazerler fizikası, talshıqlı optika, geliotexnika* sıyaqlı tarawlardıń payda bolıwı hám rawajlanıwı optika tarawındağı izertlew jumıslarınıń nátiyjesi bolıp esaplanadı.

Ózbekstanda da optikanıń zamanagóy baǵdarları boyınsha ámeliy áhmiyetke iye bolğan izertlew jumısları alıp barılıp, ilim hám texnikanıń rawajlanıwına say úles qosıp kelinbekte. Solardan, «Fizika-Quyash» ilimiy islep shıǵarıw birlespesinde Quyash energiyasınan paydalanıw boyınsha keń kólemli izertlew jumısları alıp barılmaqta hám ámeliyatqa usınılmaqta.



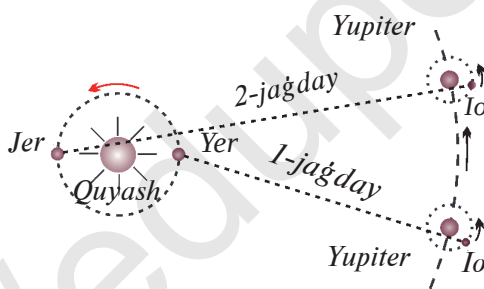
## V BAP JAQTÍLIQTÍN TARQALÍW NÍZAMLARÍ, OPTIKALÍQ ÁSBAPLAR

### 44-§. JAQTÍLIQ TEZLIGIN ANÍQLAW

Eger túnde elektr shıraǵın 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 ólsheı. Ol jaqtılıq tezligin Yupiterdiń «Io» joldası onıń sayasına kiriwi hám onnan shıǵıwı, yaǵnıy tutılıwı tiykarında anıqladı. Astronomiyalıq baqlawlar Jer Yupiterge eń jaqın bolǵanda (61-súwret, 1-jaqday) Io joldasınıń ortasha tákirarlanıw dáwirinen shama menen 11 minut aldın, Yupiterden Jer eń uzaqlasqanda bolsa 11 minut keyin baslanǵanın kórsetken.



61-súwret.

Bunnan  $t = (11 + 11) \text{ minut} = 22 \text{ minut}$ . Ryomer bul waqıttı jaqtılıqtıń Jer orbitasını kesip ótiwi ushın ketken waqıt dep túsindirdi. Ol Jerdiń Quayash átirapında aylanıw orbitası diametrin  $D = 284\,000\,000 \text{ km}$  dep alıp,  $c = D/t$  dan jaqtılıq tezligin anıqladı.

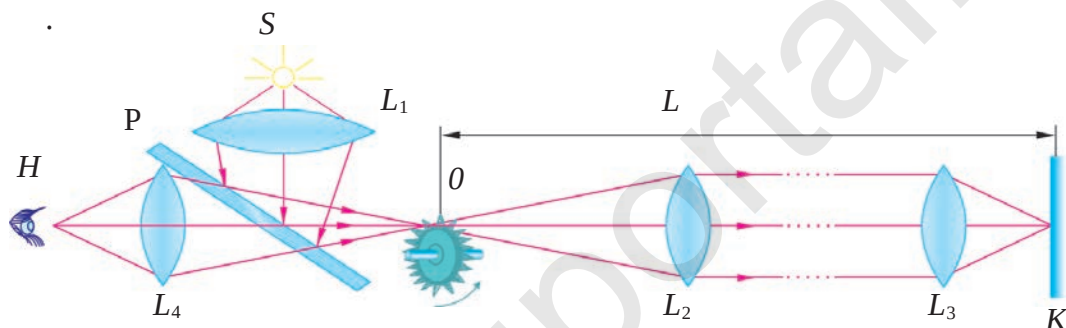


**O. Ryomer 1676-jılı birinshi bolıp jaqtılıq tezligin anıqlaǵan. Onıń mánisi shama menen  $215\,000\,000 \text{ m/s}$  qa teń bolıp shıqqan.**

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 anıǵıraq ólshew boyınsha jetiskenlikke eristi. Fizo tájiriybesiniń qurılısı 62-súwrette súwretlengen. Jaqtılıq deregi  $S$  jolına qoyılǵan linza  $L_1$  den ótken nurlar jalpaq shiyshe plastına  $P$  den shaǵılısıp,  $O$  tochkada jıynaladı. Nur jıynalǵan 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 qoyılǵan linza  $L_3$  nurlardı jalpaq ayna  $K$  ǵa jıynap beredi. Aynadan shaǵılısqan nurlar kelgen jolı boyınsha dóńgelek tisleri arasınan ótip, shiyshe plastına  $P$  hám linza  $L_4$  arqalı baqlawshı kózine túsedi.



62-súwret.

Dóńgelek ástenirek aylandırılǵanda 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 múyeshke burılıp, nurdıń jolın tosıp qoyadı.

Dóńgelektiń aylanıwı belgili  $\omega$  múyesh tezlikke eriskende baqlawshıǵa nur kórine baslaǵan. Dóńgelek sol tezlik penen aylandırıp turılǵanda, 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  $v$  ( $v=12,67 \text{ s}^{-1}$ ), dóńgelekтегі tisler sanı  $N$  ( $N=720$ ), dóńgelekten aynaǵa shekem aralıqtı  $l$  ( $l=8,6 \text{ km}$ ) bilgen halda jaqtılıq tezligin  $c = 4 N l v$  ańlatpa boyınsha anıqladı.



**Fizo tájiriybesinde jaqtılıq tezligi 313 300 000 m/s qa teń bolıp 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 aylanıwshı 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 vakuumdáǵı tezligi 299 792 458 m/s qa teń.**

1983-jılı Xalıqaralıq ólshew hám táreziler Bas assambleyası jaqtılıqtıń vakuumdáǵı tezligi  $c = 299\,792\,458$  m/s qa teń ekenligin esapqa alıp, metrdiń jańa táriypin qabıl etken. «**Metr** — jaqtılıqtıń vakuumda  $1/299\,792\,458$  s waqıt intervalında ótken jol uzınlıǵına teń».

Jaqtılıq tezliginiń anıqlanıwı jaqtılıqtıń tábiyatın biliwge járdem beredi. Dúnyada heshbir dene jaqtılıqtıń vakuumdáǵı tezliginen úlken tezlik penen qozǵala almaydı.

Jaqtılıqtıń vakuumdáǵı tarqalıw tezligin latin háribi *c* menen belgilew qabıl etilgen (latinsha *celeritas* — tezlik). Jaqtılıq tezligin pütünlep,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s dep alamız.



1. Jaqtılıq tezliginiń astronomiyalıq usılda qalay anıqlanǵanın tú-sindirip berin.
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, Yupiter-den Quyashqa shekem ortasha aralıq 778,3 mln km ge teń. Jer Quyash penen Yupiter aralıǵındaǵı halatta deyik. Yupiterden shaǵı-lısqan nur qansha waqıtta Jerge jetip keledi?
2. Quyash nurı Jerge qansha waqıtta jetip keledi? Jerden Quyashqa ortasha aralıq 384 mıń km bolsa, Aydan jaqtılıq nurı qansha waqıtta jetip keledi? Jerden Quyashqa shekemgi aralıq 149,6 mln. km.
3. Fizo usılı menen jaqtılıq tezligin anıqlawda tisli dóńgelek ayna-sınan 8633 m aralıqta jaylastırılǵan. Dóńgelektiń 720 tisi bar. Táji-riybede jaqtılıq tezligi 313000 km/s bolıp shıqtı. Dóńgelek aylanıw jiyiligi qanday bolǵan?



## 45-§. JAQTILIQTIN SHAGILISIW HAM SINIW NIZAMLARI

### Jaqtılıq nurı

Jaqtılıq shıǵıp atırǵan nurlardıń jolına jıńışke kishkene tosıq qoyılsa jıńışke jaqtılıq nur dástesi payda boladı. Jaqtılıq nur dástesin baqlaǵanıımızda, onıń tuwrı sıızıq boylap tarqalıp atırǵanın kóremiz. Jaqtılıqtıń tarqalıw baǵdarında jaqtılıq energiyası da kóshedi.



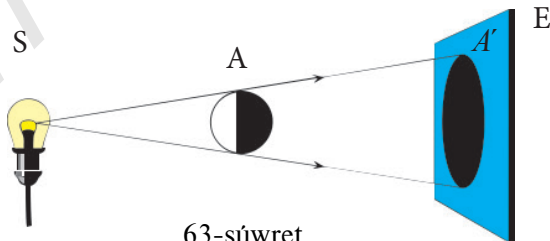
**Baǵdarları keńisliktiń qálegen noqatında jaqtılıq energiyasınıń kóshiw baǵdarı menen ústi-ústine túsken geometriyalıq sıızıq jaqtılıq nurı dep ataladı.**

Demek, jaqtılıq nurı geometriyalıq túsiniq. Jaqtılıqtıń tarqalıw nızamların úyrenetuǵın bólim geometriyalıq optika dep ataladı. Tájiriybe ótkiziw jolı menen geometriyalıq optikanıń tómendegi tórt nızamlarına tiykarlanǵan:

- jaqtılıqtıń tuwrı sıızıq boylap tarqalıw nızamı;
- jaqtılıqtıń biyǵárez nızamı;
- jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamı;
- jaqtılıqtıń sınıw nızamı.

### Jaqtılıqtıń tuwrı sıızıq boylap tarqalıwı

S noqattaǵı jaqtılıq deregi menen ekran arasına A deneni qoyayıq (63-súwret). Jaqtılıq tuwrı sıızıq boylap tarqalıp atırǵanı ushın A dene jaqtılıq nurın tosıp qaladı, nátiyjede bul deneniń arasında kesik konus formasındaǵı saya payda boladı. Bul kesik konus ishindegi heshbir noqatqa S derekten kelip atırǵan jaqtılıq túspeydi. Sonıń ushın bunday konus kósherine tik etip qoyılǵan ekranda A deneniń A' sayası payda boladı. Bunnan jaqtılıqtıń tuwrı sıızıq boylap tarqalıwı baqlanadı. Quyashlı künde terek, imaratlardıń sayası jaqtılıqtıń tuwrı sıızıq boylap tarqalıwı nátiyjesinde payda boladı.



63-súwret.

### Jaqtılıqtıń biyǵárezligi

Klass bólmesine yaki úlken binanı jaqsılap jaqtılandırıw maqsetinde birneshe jaqtılıq shıǵaratuǵın derekler ornatıladı. Olar islep turǵanda hárbirinen jaqtılıq nurı shıǵadı hám átirapqa tarqaladı. Jaqtılıq nurları óz ara kesiskende bir-birine heshqanday tásir kórsetpeydi. Bul jaqtılıq nurınıń biyǵárezlikke iye ekenin bildiredi.

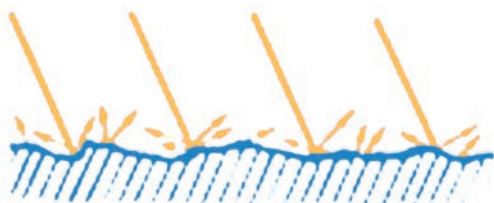
## Jaqtılıqtıń shaǵılısıwı

Quyashtan, lampadan hám basqa dereklerden kelip atırǵan jaqtılıq diywal, jer hám buyımlarǵa túskende olardan shaǵılısadı. Shaǵılısqan nur kózimizge túskenen keyin, biz onıń forması hám rehin sezemiz.

Eger beti tegis emes bolsa, nur bettiń sırtına shashıraydı. Betten qaytqan jaqtılıq nurları túrli baǵdarlarda tarqala baslaydı. Jaqtılıqtıń bunday shaǵılısıwı tarqalıp shaǵılısıw yaqı diffuziyalıq shaǵılısıw dep ataladı (64-súwret).



**Jaqtılıq tegis bolmaǵan gedir-budır betten diffuziyalıq shaǵılısadı.**



64-súwret.



65-súwret.

Jaqtılıq jaqsı shaǵılısatuǵın tegis betke **ayna** delinedi. Eger, ayna jalpaq bolsa, onı **jalpaq ayna** dep ataydı. Jalpaq aynaǵa túsken parallel nurlar dástesi shaǵılısqannan keyin de parallel nurlar dástesi kórinisinde qaladı (65-súwret). Jaqtılıqtıń bunday shaǵılısıwı **tegis shaǵılısıw** yaqı **ayna tarızlı shaǵılısıw** dep ataw qabıl etilgen.



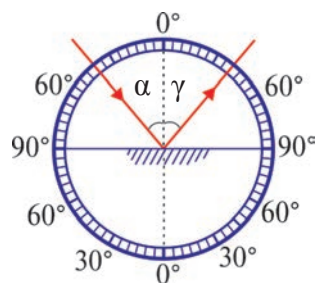
**Eger bet jeterli dárejede tegis bolsa, bunday betten jaqtılıq ayna sıyaqlı shaǵılısadı.**

Betten nurlardıń ayna sıyaqlı shaǵılısıwı tómendegi shaǵılısıw nızamına baǵınadı (66-súwret):

1. Túsiwshi nur, shaǵılısqan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdıń túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı.

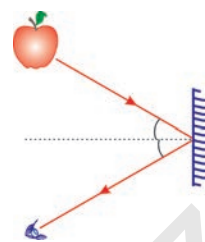
2. Shaǵılısıw múyeshi  $\gamma$  túsiw múyeshi  $\alpha$  ǵa teń. Yáǵnıy:

$$\alpha = \gamma. \quad (1)$$



66-súwret.

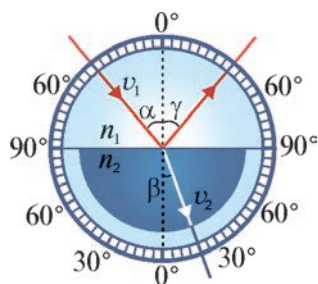
Jalpaq ayna arqalı bir nárseniń aynadaǵı súwretin kóriw jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamına tiykarlangan (67-súwret).



67-súwret.

### Jaqtılıqtıń sınıw nızamı

Jaqtılıq nurınıń dástesi shiyshe, suw hám basqa móldir zatlardıń betinen de shaǵılısadı hám sınıp ekinshi ortalıqqa ótedi. Eki ortalıq shegarasında nurdın sınıwı tómendegi sınıw nızamına boysınadı (68-súwret):



68-súwret.

1. Túsiwshi nur, sınǵan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdın túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı.

2. Túsiw múyeshi sinusınıń sınıw múyeshi sinusına qatnası berilgen eki ortalıq ushın ózgermeytuǵın shama bolıp esaplanadı.

Bul ózgermeytuǵın shama  $n_{21}$  ekinshi ortalıqtıń birinshi ortalıqqa salıstırǵanda **salıstırmalı nur sındırıw kórsetkishi** dep ataladı hám tómendegishe ańlatıladı:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (2)$$

Bunda  $n_{21}$ – ekinshi ortalıqtıń birinshi ortalıqqa salıstırǵanda salıstırmalı nur sındırıw kórsetkishi,  $\alpha$  – nurdın túsiw múyeshi,  $\beta$  — nurdın sınıw múyeshi.

Kóp jaǵdaylarda salıstırmalı nur sındırıw kórsetkishi ornına **absolyut nur sındırıw** kórsetkishi qollanıladı. Zattıń absolyut nur sındırıw kórsetkishi  $n$  tómendegishe kórsetiledi:

$$n = \frac{c}{v}. \quad (3)$$

bunda  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s – jaqtılıqtıń vakuumdáǵı tezligi,  $v$  – jaqtılıqtıń berilgen zattáǵı tezligi. Jaqtılıqtıń ayırım zatlardaǵı tezligi ( $v$ ) hám sol zatlardıń absolyut nur sındırıw kórsetkishi ( $n$ ) kestede keltirilgen.

| № | Zat        | $v, 10^8$ m/s | n    | № | Zat   | $v, 10^8$ m/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 vakuumdáǵı tezligine teń dep alıw múmkin. Sonıń ushın ámelde zatlardıń nur sındırıw kórsetkishi vakuumǵa salıstırǵanda emes, bálkim hawaǵa salıstırǵanda alınadı.

Eger, nur túsip atırǵan ortalıqta jaqtılıq tezligi  $v_1$ , sındırıw kórsetkishi  $n_1$  nur sıǵan ortalıqta jaqtılıq tezligi  $v_2$ , sındırıw kórsetkishi  $n_2$  bolsa, tómendegi qatnastı jazıw múmkin:

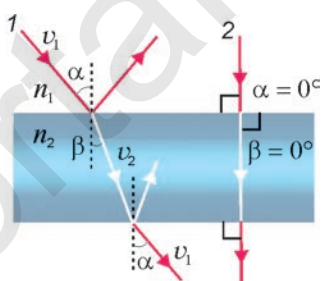
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (4)$$

Nur túsip atırǵan ortalıqtıń nur sındırıw kórsetkishi  $n_1$ , sıǵan ortalıqqa tiyisli  $n_2$  ekenligi esapqa alınsa,  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$  boladı. Ondaı jaǵdayda (2) formulanı tómendegishe ańlatıw múmkin:  $n_1$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (5)$$

Jaqtılıq nur sındırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqtan sındırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqqa ótkeninde, sııw múyeshi túsıw múyeshinen kishi boladı. Keri jaǵdayda, sııw múyeshi túsıw múyeshinen úlken boladı. Bul shártti tómendegishe ańlatıw múmkin:  $n_2 > n_1$  da  $\beta < \alpha$  de  $n_2 < n_1$  de  $\beta > \alpha$ .

Jaqtılıq nurı hawadan ( $n_1 = 1$ ) shiyshege ( $n_2 = 1,5$ )  $\alpha$  múyesh astında túsip, onnan jáne hawaǵa ótsin (69-súwret, 1-nur). Bul halatta nur shiysheден hawaǵa ótiwdegi sııw múyeshi de  $\alpha$  ǵa teń boladı.



69-súwret.

Eki ortalıq shegarasına perpendikulyar túsken-de nur sınbaydı, sebebi túsıw múyeshi  $\alpha = 0$  hám sııw múyeshi  $\beta = 0$  (69-súwret, 2-nur).



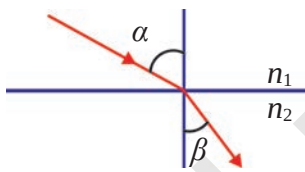
1. Jaqtılıq nurı degenimiz ne?
2. Jaqtılıqtıń shashırıp shaǵılısıwınıń sebebi nede?
3. Bir deneli móldir ortalıqta jaqtılıqtıń tarqalıwı qanday nızamǵa tiykarlangan?
4. Jaqtılıqtıń shaǵılısıw nızamı neden ibarat?
5. Jaqtılıq nurınıń ortalıq shegarasında sııwınıń sebebi ne?
6. Jaqtılıqtıń sııw nızamın táriyiplep berin.
7. Absolyut nur sındırıw kórsetkishiniń fizikalıq mánisin túsindirip berin.
8. Nege kúndizi juldızlardı kórmeymiz?
9. Biz jaqtılıqtı shiyshe arqalı baqlasaq, nur biziń kózimizge kelgenge shekem neshe ret sınadı?
10. Nur sındırıw kórsetkishi nurdın ortalıqta tarqalıw tezligine baylanıslıǵı qalay ańlatıladı?



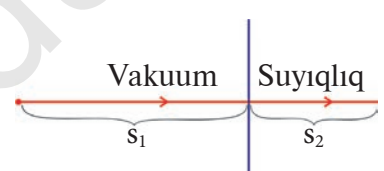
1. Stakanınıń ishine teńgeni salıp, onıń ústinen suw quyıń. Stakandaǵı suwdıń qáddi kóterilip barıwı menen teńge tap kóterilip baratırǵanday boladı. Bunıń sebebin túsindirin.

## 46-§ MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Jaqtılıq nurınıń birinshi ortalıqtan ekinshi ortalıqqa ótkende túsiw múyeshi  $60^\circ$ , sınıw múyeshi bolsa  $30^\circ$  qa teń. Ekinshi ortalıqtıń birinshi ortalıqqa salıstırǵanda sındırıw kórsetkishi qanshaǵa teń?

|                                                                |                                                                                                         |                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>$\alpha = 60^\circ$<br>$\beta = 30^\circ$ | <b>Sızılması:</b><br> |                                                                                                                                                               |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = ?$          | <b>Formulası:</b><br>$n_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$                          | <b>Esaplaw:</b><br>$n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}.$<br><b>Juwabı:</b> $n_{21} = \sqrt{3}.$ |

**2-másele.** Eger, jaqtılıq tolqını qanday da bir waqıt dawamında vakuumda 45 cm aralıq ótse, bir suıqlıqta bolsa sonsha waqıtta 30 cm aralıqtı ótedi. Bul suıqlıqtıń nur sındırıw kórsetkishi nege teń?

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>$n_1 = 1$<br>$s_1 = 45 \text{ cm}$<br>$s_2 = 30 \text{ cm}$ | <b>Sızılması:</b><br>                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>$n_2 = ?$                                                 | <b>Formulası:</b><br>$v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{hám} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$ $v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}$ $\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}.$ | <b>Esaplaw:</b><br>$n_2 = \frac{45 \text{ cm} \cdot 1}{30 \text{ cm}} = 1,5.$<br><b>Juwabı:</b> $n_2 = 1,5.$ |

**3-másele.** Jaqtılıq nurı birinshi ortalıqtan ekinshi ortalıqqa  $45^\circ$  múyesh penen túsip, ekinshi ortalıqqa  $30^\circ$  múyesh penen sınıp ótedi. Birinshi ortalıqtıń absolyut nur sındırıw kórsetkishi  $\sqrt{2}$  ge teń bolsa, jaqtılıqtıń ekinshi ortalıqtaǵı tezligi nege teń?

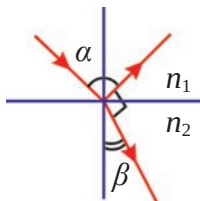
**Berilgeni:**

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$n_1 = \sqrt{2}$$

**Sızılması:**



**Tabıw kerek:**

$$v_2 = ?$$

**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:**

$$n_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} \cdot \sqrt{2} = 2.$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

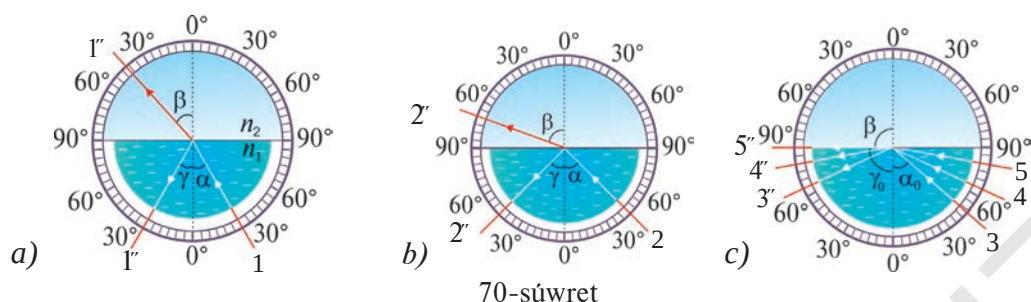
**Juwapı:**  $v_2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$



1. Túsken hám shaǵılısqan nurlar arasındaǵı múyesh  $70^\circ$  bolıwı ushın jalpaq aynaǵa nur qanday múyesh astında túsıwi kerek?
2. Jalpaq aynada buyım súwreti aynadan 60 cm aralıqta payda bolsa, buyım menen onıń súwreti arasındaǵı aralıq qanday boladı?
3. Absolyut sınıp kórsetkishi 2 ge teń bolǵan ortalıqta jaqtılıq qanday tezlik penen tarqaladı?
4. Hawadan shiyshege túsken hám shaǵılısqan nurlar arasındaǵı múyesh  $60^\circ$  qa teń. Eger shiysheńiń sındırıw kórsetkishi 1,5 ge teń bolsa, sınıp múyeshi qanday boladı?
5. Nur suwdan shiyshege ótip atır. Suwdıń sındırıw kórsetkishi 1,33 ge, shiysheńiki 1,5 ge teń. Birdey waqıt ishinde usı zatlardan jaqtılıq nurı ótken aralıqlar qatnası qanday boladı?

## 47-§. TOLÍQ ISHKI SHAǴÍLÍŚÍW

Jaqtılıq nurı sındırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan sındırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa túskeninde qızıq qubılıstı baqlaw múmkin. Mısalı, jaqtılıq nurları dástesin shiyshe arqalı hawaǵa ótetuǵın etip  $a$  múyeshi astında baǵdarlayıq. Nurdıń bir bólegi ortalıqlardıń shegarasınan shaǵılısadı, qalǵan bólegi  $\beta$  múyeshi astında ekinshi ortalıqqa — hawaǵa ótedi ( $70-a$ , súwret).



70-сүрет

Shiysheniń nur sındırıw kórsetkishi ( $n_1 = 1,5$ ) hawanikinen ( $n_2 = 1$ ) úlken bolǵanı ushın nurdın sınw múyeshi  $\beta$  túsıw múyeshi  $\alpha$  dan úlken boladı.

Nurdın túsıw múyeshi úlkeyttirilip barılsa, sınw múyeshi  $90^\circ$  qa jaqınlasıp baradı. Sınw múyeshin tómendegi ańlatpa arqalı anıqlaw múmkin:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

Mısalı,  $\alpha = 30^\circ$  ta  $\beta \approx 42^\circ$  (70-a súwret),  $\alpha = 40^\circ$  ta bolsa  $\beta = 75^\circ$  (70-b, súwret) boladı. Nurdın túsıw múyeshin joqarıyata barıp, belgili  $\alpha = \alpha_0$  shegaralıq mániske jetkende sınw múyeshi  $\beta = 90^\circ$  bolıp qaladı (70-c, súwret).

Túsıw múyeshiniń shegaralıq mánisi  $\alpha_0$  tómendegishe ańlatıladı:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}. \quad (2)$$

Nurdın shiysheden hawaǵa túsıwdegi  $\alpha_0$  shegaralıq múyeshin anıqlayıq:

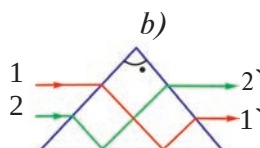
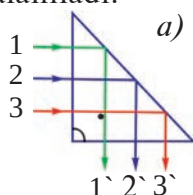
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667 \text{ bunnan } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

Túsıw múyeshi  $\alpha_0$  den hárqanday úlken birliklerge teń bolǵan halatlarda sınǵan nur eki ortalıq shegarasınan sol ortalıqtıń ishine tolıq shaǵılısadı yaǵnıy **tolıq ishki shaǵılısıw** qubılısı júz beredi.



**Nur sındırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan nur sındırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa jaqtılıq baǵdarlanganda túsıw múyeshi belgili múyeshten úlken bolǵanda nur eki ortalıq shegarasınan tolıq shaǵılısadı.**

Tolıq ishki shaǵılısıw qubılısınan jaqtılıq nurların beligili bir baǵdargá burıw (71-a, súwret) yaqi nurlar dástesiniń ornın almasıw (71-b, súwret) ushın paydalanıladı.

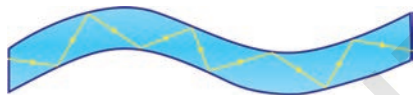


71-сүрет.



Toliq ishki shağılısıw qubılısı axborot texnologiya tarawında keń qollanıladı. Bul qubılıs «Nur talshıqlar optikası» dep atalıwshı optikanıń óz aldına taraw qánigeleri tárepinen keń úyreniledi. Bunda optikalıq súwretleniw belgilengen tártip penen jaylastırılğan nur talshıqlar kabelleri arqalı jetkerilip beriledi.

Hárbir talshıqtan nurdıń ótiwin 72-súwrette súwretlengendey kóz aldımızǵa keltiriw múmkin. Toliq sınıw kórsetkishleri bir-birinen parıqlı cilindr formasındaǵı shiyshe yamasa plastikalıq ózek jáne orap turıwshı qabıqtan dúzilgen. Ózektiń sınıw kórsetkishi qabıqtıkinen úlken boladı. Sol sebepli ózek hám qabıq shegarasında jaqtılıqtıń toliq ishki shağılısıw qubılısı júz beredi. Ózek ishine baǵdarlangan nur sırtqa shıǵıp ketpesten talshıqtıń ekinshi ushınan shıǵadı.



72-súwret.

Toliq ózeginiń diametri birneshe mikronnan júzlep mikronga shekem, qabıqtıń qalınlıǵı onlaǵan mikronnan júzlegen mikronga shekem boladı. Sonday kabeldiń bir ushınan signal (kórinis) jiberilse, onıń ekinshi ushınan usı signaldıń ózin qabıl etip alıw múmkin. Nur talshıqlı kabeller arqalı jiberilgen signal oǵada az joǵaltıw hám joqarı sıpat penen uzaq aralıqlarǵa jiberiledi. Nur talshıqlı baylanıs kabelleri Tınısh hám Atlantika okeanlarınıń suw astınan ótkizilgen. Házirgi waqıtta bul kabeller Aziya hám Evropanı Amerika materigi menen, Evropanı Ózbekstan arqalı Qıtay menen baylanıstırıp turadı.

Nur talshıqlar optikası medicinada da keń qollanıladı. Nur talshıqlı kabel járdeminde adamnıń ishki aǵzaların koriw, súwretke alıw múmkin.

Bunda nur talshıqlı kabel qızılónesh arqalı asqazanǵa túsiriledi. Kabel-degi bir talshıqtan jaqtılıq beriledi. Ekinshisinen asqazan diwallarınan shağılısqan jaqtılıq qabıl etiledi.



1. Toliq ishki shağılısıw qubılısı qalay júz beredi?
2. Nur talshıqlı kabellerde kórinisler qalay jetkeriledi?
3. Toliq ishki shağılısıwdıń qollanıluwı haqqında nelerdi bilesiz?
4. Temperatura artıwı menen suwdıń sınıw kórsetkishi biraz kemeyedi. Bunda suw ushın toliq shağılısıwdıń shegaralıq múyeshi qalay ózgeredi?
5. Hawaǵa salıstırǵanda taza suw, shiyshege hám almazdıń sınıw kórsetkishleri 1,33; 1,5 hám 2,42 ge teń. Usı zatlardıń qaysı birinde toliq ishki shağılısıwdıń shegaralıq múyeshi eń kishkene boladı?
6. Nur hawadan suwǵa túsip atır. Bunda toliq ishki shağılısıw qubılısın baqlawǵa bola ma?

## 48-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Jaqtılıq nurınıń eki ortalıq shegarasına túsiw múyeshi  $30^\circ$  bolǵanda, sınıw múyeshi  $45^\circ$  ekenligin bilgen halda, tolıq ishki shaǵılısıwdıń shegaralıq múyeshi qanshaǵa teń bolıwın anıqlań.

**Berilgeni:**

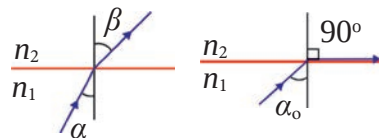
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

*Tabıw kerek:*

$$\alpha_0 = ?$$

**Sızılması:**



**Formulası:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

**Esaplaw:**

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{2}/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

**Juwapı:**  $\alpha_0 = 45^\circ$ .

**2-másele.** Shiyshe-hawa shegarasındaǵı jaqtılıqtıń tolıq ishki shaǵılısıw shegaralıq múyeshi  $37^\circ$  ekenligin bilgen halda, jaqtılıqtıń shiysheдеgi tezligin anıqlań.

**Berilgeni:**

$$\alpha = 37^\circ$$

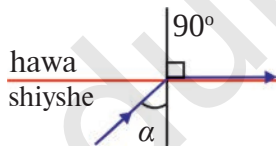
$$n_2 = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$

*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  $37^\circ$  múyesh-tegi mánisin kesteden alamız, yaǵnıy  $\sin 37^\circ = 0,6$

$$v_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1} \cdot \sin 37^\circ = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,6 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

**Juwapı:**  $v_1 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$



1. Nur dástesi suwdan ( $n = 1,33$ ) hawaǵa ótpekte. Tolıq ishki shaǵılısıwdıń jüz beriwı ushın suw ishinen túsip turǵan nur qanday múyesh astında túsiwı kerek?

2. Sapfir ushın tolıq shaǵılısıwdıń múyeshi  $34^\circ$  ge teń. Sapfirdiń sındırıw kórsetkishin anıqlań.

3. Eger almaz ushın sındırıw kórsetkishi 2 bolsa, jaqtılıq nurınıń almazdaǵı tolıq ishki shaǵılısıwınıń shegaralıq múyeshi qanday?

4. Nur dástesi nur sındırıw kórsetkishi 1,5 bolğan bir ortalıqtan ekinshi ortalıqqa  $53^\circ$  múyesh astında túskende, tolıq ishki shağılısıw baqlanadı. Ekinshi ortalıqtıń nur sındırıw kórsetkishin tabıń.
5. Nur dástesi bir ortalıqtan nur sındırıw kórsetkishi 1,2 bolğan ekinshi ortalıqqa  $47^\circ$  múyesh astında túskende tolıq ishki shağılısıw baqlanadı. Birinshi ortalıqtıń nur sındırıw kórsetkishin tabıń.

#### 49-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS. SHIYSHENÍŇ NUR SÍNDÍRÍW KÓRSETKISHIN ANÍQLAW

**Maqseti:** shiysheniń nur sındırıw kórsetkishin anıqlawdı úyreniw.

**Kerekli ásbaplar:** elektr lampa, sańlaqlı tosq, úshmúyeshli shiyshe prizma, iyneler, transportir.

##### Jumıstı orınlaw tártibi

1. Nur dástesiniń jolına úshmúyeshli shiyshe prizmanı 73-súwrette kórsetilgenindey jaylastırıń. Prizmanıń joqarısındaǵı  $a$  múyeshti jazıp alıń (bul múyesh prizmaǵa jazılǵan boladı).

2. Prizma qoyılǵanda nur dástesi  $O$  tochkada sınadı hám óziniń jolın ózgerttirip,  $\gamma$  múyeshke burıladı. Nurdıń sınan jolın iyneler menen belgileń hám  $\gamma$  múyeshti transportir menen ólsheń.

3. Nur sındırıw kórsetkishi  $n$  bolğan shiyshe prizmadan hawaǵa ótiw halı ushın jaqtılıqtıń sınaw nızamın tómendegishe kórsetiw múmkin:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \gamma)} \quad (1) \quad \text{yaki} \quad n = \frac{\sin (\alpha + \gamma)}{\sin \alpha} \quad (2)$$

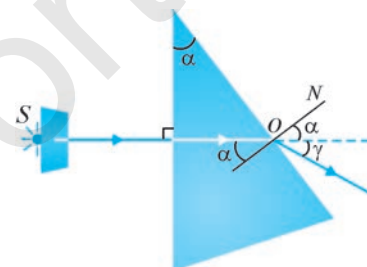
bunda  $\alpha$  — shiyshe hám hawa shegarasına nurdıń túsiw múyeshi bolıp, onıń shaması prizmanıń joqarıdaǵı múyeshine teń.  $\alpha$  hám  $\gamma$  niń ólshengen mánisin (2) formulaǵa qoyıp, berilgen shiysheniń nur sındırıw kórsetkishin anıqlań.

4. Tájiriybe procesindegi ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestege jazıń.

| Nö | $\alpha$ | $\sin \alpha$ | $\gamma$ | $\sin (\alpha + \gamma)$ | $n$ | $n_{\text{ort}}$ |
|----|----------|---------------|----------|--------------------------|-----|------------------|
| 1  |          |               |          |                          |     |                  |
| 2  |          |               |          |                          |     |                  |

1. Tájiriybedegi jaqtılıq nurınıń jolın analizleń, túsiw hám sınaw múyeshlerin kórsetiń.

Tájiriybe procesin hám nátiyjelerin analizleń.



73-súwret.

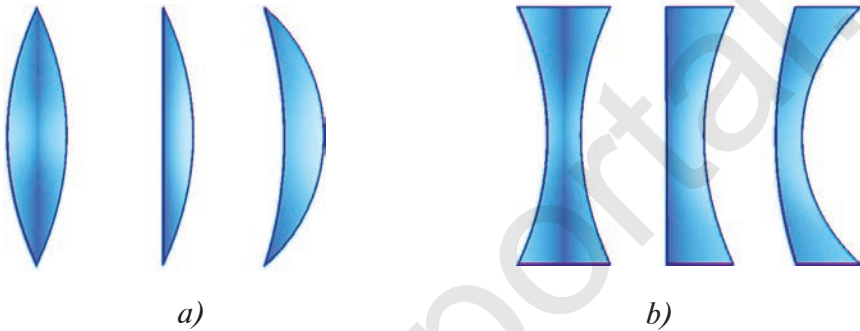
## 50-§. LINZALAR

### Dónes hám oyıs lınzalar



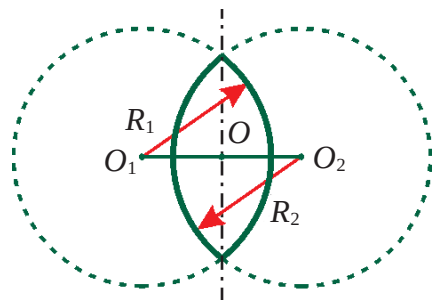
**Bir yamasa eki tárepi sferalıq bet penen shegaralanǵan móldir dene linza dep ataladı.**

Linzalar dónes hám oyıs boladı. Orta bólimi shetki bólimlerine qarǵanda qalıń bolsa — **dónes linza**, juqa bolsa — **oyıs linza** dep ataladı. Hár eki linza 3 túrden ibarat (74-súwret).



74-súwret.

Dónes lınzanıń betin  $R_1$  hám  $R_2$  radiuslı sferalardıń óz ara kesilisiwinen payda bolǵan bet dep qaraw múmkin (75-súwret). Bunda  $R_1$  hám  $R_2$  lınzanıń iyreklik radiusları. Sferalardıń  $O_1$  hám  $O_2$  oraylarınan ótkizilgen  $O_1O_2$  tuwrı sıziq **linzanıń bas optikalıq kósheri** dep ataladı. Lınzanıń ortasındaǵı  $O$  noqatı **linzanıń orayı** dep ataladı.

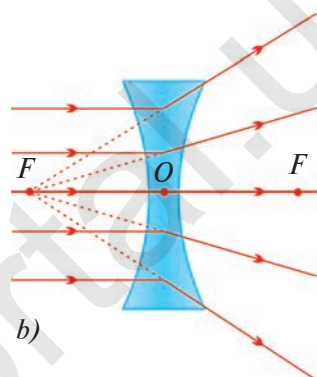
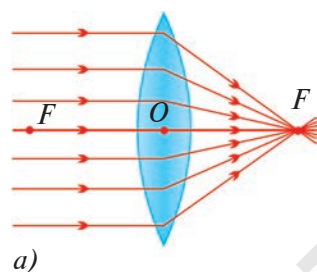


75-súwret.

Eger dónes lınzaǵa onıń bas optikalıq kósherine parallel baǵdarlangan nurlardı baǵdarlasaǵ, lınzadan ótken nurlar bas optikalıq kósheri ústindegi bir tochkada jıynaladı (76-a, súwret). Usı jıynawshı  $F$  noqat lınzanıń **bas fokusu** dep ataladı. Dónes linza nurlardı bir noqatqa jıynaw qásiyetine iye bolǵanı ushın onı **jıynawshı linza** dep te ataladı.

Eger dónes linza ornına oyıs lınzaǵa nurlar tap sonday baǵdarlansa, lınzadan ótken nur bir tegis shashıraydı (76-b, súwret). Sonıń ushın oyıs linza **shashıratıwshı linza** dep te ataladı. Shashıratıwshı lınzadan ótken nurlar keri tárepke dawam ettirilse, olar bas optikalıq kósherdiń bir noqatında kesilisedi. Sol  $F$  noqat oyıs lınzanıń **jormal fokusu** dep ataladı.

Linzalar eki fokusqa iye bolıp, olar linzanıń eki tárepinde orayınan birdey aralıqta jatadı. Linza orayınan fokusına shekem bolğan aralıq linzanıń **fokus aralıǵı** dep ataladı hám  $F$  haribi menen belgilenedi.



76-súwret.

**Fokus aralıǵına keri shama linzanıń optikalıq kúshi delinedi hám  $D$  háribi menen belgilenedi.**

$$\text{Linzanıń optikalıq kúshi: } D = \frac{1}{F}, \quad (1)$$

formula boyınsha anıqlanadı. Optikalıq kúshtiń tiykarǵı birligi etip *dioptriya* (1 dptr) qabıl etilgen. Fokus aralıǵı 1 m bolğan linzanıń optikalıq kúshi 1 dptr ǵa teń boladı: 1 dptr = 1/m.

Jıynawshı linzada optikalıq kúshi hám fokus aralıq oń, shashıratıwshı linzada bolsa ekewi de teris boladı. Iyreklik radiusı  $R_1$  hám  $R_2$  hám de sıdırıw kórsetkishi  $n$  bolğan linzanıń fokus aralıǵın tómendegi formula arqalı tabıw múmkin:

$$F = \frac{1}{(n-1) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}. \quad (2)$$

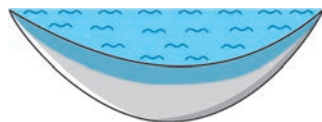
Bunda nur hawadan linzaǵa túsedi hám hawanıń nur sıdırıw kórsetkishi 1 ge teń dep alınadı.



1. Linza dep qanday denegе aytıladı?
2. Dóñes hám oyıs linzalardıń bir-birinen parqı neden ibarat?
3. Dóñes hám oyıs linzalardıń qanday tiykarǵı túrleri bar?
4. Linzanın bas optikalıq kosheri, bas fokusu, jorımal fokusu, fokus aralıǵı dep nege aytıladı? Olardı 76-súwretten korsetiń.
5. Linzanıń optikalıq kúshi dep qanday shamaǵa aytıladı? Ol qanday birlikte anlatıladı?



1. Dóñes-oyıs linzanı súwrettegidey etip gorizontaı qoyıń. Oǵan su-yıqlıq quyılса, linzanıń optikalıq kúshi qalay ózgeredi. Tájiriybede tekserip kóriń. Juwmaq jazıń.

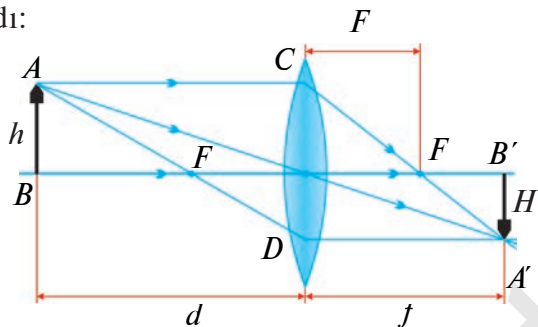


2. Hár túrli optikalıq kúshke iye bolğan shashıratıwshı hám jıynawshı linzalardıń qaysı biriniń optikalıq kúshi shamasın qalay anıqlaysız?

## 51-§. JUQA LINZA JÁRDEMINDE KÓRINIS JASAW

### Linzada kórinis jasaw

Belgili bir  $AB$  buyım jıynawshı 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 muwapıq boladı:



77-súwret.

1. Linzanıń bas optikalıq kósherine parallel bolǵan ( $AC$ ) nurdı alamız. Bul nur linzadan sıńıp ótkennen soń ( $CA'$ ) onıń fokusınan ótedi (77-súwret).

Linzaga túsemen degenshe onıń fokusınan ótken ( $AD$ ) nur alınadı. Bul nur linzadan ótkennen keyin bas optikalıq kósherge (yaǵnıy  $DA'$ ) baǵdarǵa ketedi.

Linza optikalıq orayınan ótiwshi ( $AO$ ) nur alınadı. Bul nur linzadan ótkennen keyin dáslepki baǵdarın ózgertpeydi (yaǵnıy  $OA'$ ).

Linzadan ótken nurlardıń kesilisiwinen payda bolǵan kórinis, haqıyqıy kórinis bolıp esaplanadı. 77-súwrettegi linza járdeminde alınǵan ( $A'B'$ ) kórinis tónkerilgen haqıyqıy kórinis bolıp tabıladı.

### Linza formulası

**Linza formulası** buyımnan linzaga shekemgi bolǵan  $d$  aralıq, linzadan kóriniske shekemgi bolǵan  $f$  aralıq hám linzanıń  $F$  fokus aralıǵı arasındagı baylanıstı bildiredi, yaǵnıy:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{yaki} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

Jıynawshı linzalar ushın  $F$ ,  $d$ ,  $f$  oń shamalar. Buyım linzadan  $d < f$  aralıqta bolǵanda  $f$  teris bolıp, kórinis jormal boladı.

### Linzanıń sıızıqlı úlkeyttiriliwi



Buyım kórinis ólsheminiń óz ólshemine qatnası linzanıń sıızıqlı úlkeyttiriliwi delinedi.

Анықлама бойынша:  $K = \frac{H}{h} = \frac{A'B'}{AB}$ . Сондай-ақ, линзаның сızықлы ұлкейттірілігі линзадан көрінске шекем болған аралық ( $f$ ) һәм buyımnan линзаға шекем болған аралық ( $d$ ) арқалы да анықланады, яғни:  $K = \frac{f}{d}$ .

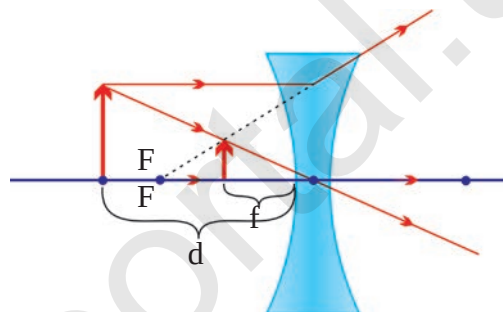
Егер  $K > 1$  болса, buyımnıń линзадағы көрінисі ұлкейген болады.  $K < 1$  болғанда болса көрінис кishireyген болады.

### Shashıwshı linzada kórinis jasaw

Shashıwshı linzada buyım kórinisın alıw sızılması 78-сúwrette kórsetilgen. Сúwretten kórinip turғanıday, сúwret shashıratıwshı linzadan ótken nurlardıń dawamı kesilisiwinen payda болған. Sonıń ushın kórinis jormal һәм tuwrı kórinis bolıp tur.

Shashıratıwshı linzalarda bolsa,  $f$  һәм  $F$  bárhámá kerı һәм kórinis jormal болады. Shashıratıwshı linza formulası:

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \quad (2)$$



78-сúwret.



1. Linzada kórinis jasaw ushın qanday nurlar saylanadı?
2. Linza formulası qanday shamalardı bir-birine baylanıstıradı?
3. Linzаның сızықлы ұлкейттірілігі qanday formulalar арқалы анықланады?
4. Jıynawshı linzada qanday kórinislerdi alıwға болады?
5. Jıynawshı linza qanday halda jormal kórinisti payda etedi?
6. Shashıratıwshı linzada qanday kórinislerdi alıwға болады?



Кестени toltırıń.

| Jıynawshı linza |              |                       |                                                                        |
|-----------------|--------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $d$             | $f$          | $K$                   | Kórinis forması                                                        |
| $d = \infty$    | $f = F$      | $K < 1$ (kishireygen) | kórinis haqıyqıy, biraq noqat tárizli һәм linzаның fokusında jaylasadı |
| $d > 2F$        | $F < f < 2F$ | $K < 1$ (kishireygen) | kórinis haqıyqıy, biraq kerisinshe                                     |
| $d = 2F$        |              |                       |                                                                        |
| $F < d < 2F$    |              |                       |                                                                        |
| $d < F$         |              |                       |                                                                        |



## 52-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Buyım fokus aralığı 7,5 cm bolğan jıynawshı linzadan 10 cm aralıqta jaylasqan. Onıń kórinisi linzadan qanday aralıqta payda boladı? Linzanıń úlkeytiliwi qanday?

**Berilgeni:**

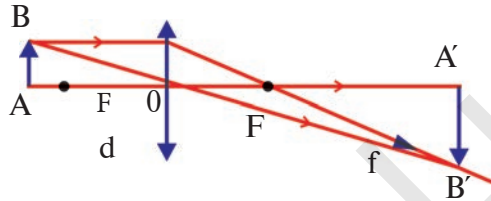
$$F = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm.}$$

*Tabıw 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:**

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{10 \cdot 7,5}{10 - 7,5} = 30 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3.$$

**Juwabı:**  $f = 30 \text{ cm}, K = 3.$

**2-másele.** Buyım jıynawshı linzadan úsh fokus aralıq uzaqta tur. Onıń sızıqlı ólshemi ózinen neshe ese kishi boladı?

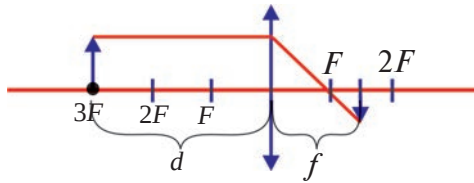
**Berilgeni:**

$$d = 3 \cdot F$$

*Tabıw kerek:*

$$K = ?$$

**Sızılması:**



**Formulası:**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

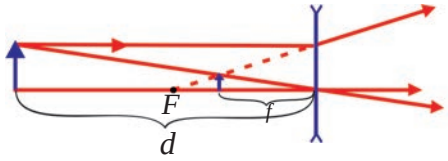
$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}$$

**Esaplaw:**

$$K = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{3F - F} = \frac{1}{2}.$$

**Juwabı:**  $K = \frac{1}{2}.$

**3-másele.** Linzadan 50 cm uzaqlıqtaǵı deneniń jormal kórinisi 2 ese kishireygen túrde payda boladı. Linzaniń optikalıq kúshin anıqlań.

|                                                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Berilgeni:</b><br>$d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$<br>$K = 1/2$ | <b>Sızılması:</b><br>                                                 |                                                                                                                            |
| <b>Tabıw kerek:</b><br>$D = ?$                                        | <b>Formulası:</b><br>$K = \frac{f}{d} \quad f = d \cdot K$ $D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d \cdot K} = \frac{K-1}{d \cdot K}$ | <b>Esaplaw:</b><br>$D = \frac{0,5-1}{0,5 \cdot 0,5} \text{ dptr} = -2 \text{ dptr.}$ <b>Juwabi:</b> $D = -2 \text{ dptr.}$ |

**M**  
**27**

1. Fokus aralıǵı 40 cm, 25 cm, 10 cm, -10 cm, -25 cm, -40 cm bolǵan linzaniń optikalıq kúshin anıqlań.
2. Hawaǵa salıstırǵanda nur sındırıw kórsetkishi 1,5 ǵa teń shiyshe-den islengen bettiń iyreklik radiusları 20 cm hám 25 cm bolǵan eki tárepleme dóńes linzaniń optikalıq kúshin tabıń.
3. Fokus aralıǵı 10 cm bolǵan linzadan 15 cm aldınraq qoyılǵan buyımniń súwreti linzadan qansha aralıqtaǵı uzaqlıqta payda boladı? Linzaniń úlkeytiliwi neshege teń?
4. Oqıwshı laboratoriya jumısın orınlap atırıp, ekranda janıp turǵan shamniń súwretin payda etti. Eger, buyımnın linzaǵa shekem bolǵan aralıq 15 cm, linzadan ekranǵa shekem bolǵan aralıq 60 cm bolsa, linzaniń fokus aralıǵı hám optikalıq kúshi qansha?
5. Fokus aralıǵı 50 cm bolǵan jıynawshı linzadan buyımdı qanday aralıqqa jaylastırılǵanda, 4 ese úlkeygen kórinis payda boladı?
6. Buyımniń jormal kórinisi linzadan 50 cm aralıqta payda boldı. Eger buyımnın linzaǵa shekemgi aralıq 20 cm bolsa, linzaniń optikalıq kúshi qanday bolǵan?
7. Shashıratıwshı linzadan 1 m uzaqlıqta turǵan buyımniń jormal kórinisi linzadan 25 cm aralıqta payda boldı. Linzaniń optikalıq kúshi qanday bolǵan?
8. Ekrannan 1 m uzaqta turǵan jıynawshı linza, buyımniń ekranda 2 ese úlkeygen kórinisin payda etedi. Linzaniń optikalıq kúshi qanday bolǵan?

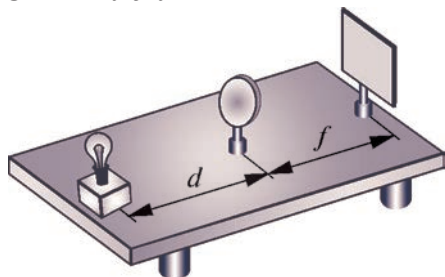
## 53-§. LABORATORIYALÍQ JUMÍS LINZA JÁRDEMINDE KÓRINIS PAYDA ETIW

**Maqseti:** Linzanıń fokus aralıǵın hám optikalıq kúshin anıqlawdı úyreniw.

**Kerekli ásbaplar:** dónes linza, elektr lampa, ekran, masshtablı sıızǵış.

### Jumıstı orınlaw tártibi

1. Elektr lampa, linza hám ekrandı stoldıń ústine 79-súwrettegidey kórsetilgenindey jaylastırın.



79-súwret.

2. Lampanı jaǵın. Ekrandı aldığa-artqa iyterip, lampa talshıǵınıń eń anıǵıraq kórinisi payda bolatuǵın aralıqtı tabıń. Lampadan linzaǵa shekem bolǵan  $d_1$  aralıqtı hám lınzadan kóriniske shekem (ek-ranǵa shekem) bolǵan  $f_1$  aralıqtı ólsheń.

3. Lampa menen linza arasındadı aralıqtı  $d_2$  hám  $d_3$  ke ózǵertip, tájiriypeni tá-kirarlań. Ekranda lampa talshıǵınıń eń anıǵıraq kórinisi payda bolǵan aralıqta  $f_2$  hám  $f_3$  lerdi ólsheń.

4. Linza formulasınan paydalanıp, hárbir tájiriypeden alınǵan  $d_1$  hám  $f_1$ ,  $d_2$  hám  $f_2$ ,  $d_3$  hám  $f_3$  ushın fokus aralıǵı  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ti esaplań.

5.  $F_{\text{ort}} = (F_1 + F_2 + F_3)/3$  formulaǵa qoyıp, fokus aralıǵınıń ortasha má-nisin esaplań.

6.  $D = 1/F$  formuladan lınzanıń optikalıq kúshin esaplań.

7. Ólshew hám esaplaw nátiyjelerin kestege jazıń.

| № | $d$ , m | $f$ , m | $F$ , m | $F_{\text{ort}}$ , m | $D$ , dptr |
|---|---------|---------|---------|----------------------|------------|
| 1 |         |         |         |                      |            |
| 2 |         |         |         |                      |            |
| 3 |         |         |         |                      |            |

8. Lınzanı lampadan  $d = 2F$  aralıqqa qoyıń. Ekrandı aldına-artına iyterip, onda lampa talshıǵınıń kórinisin payda etiń.

9. Lınzanı lampadan sonday aralıqqa qoyıń, bunda  $F < d < 2F$  shárt orınlansın. Ekrandı iyterip, onda lampa talshıǵınıń kórinisin payda etiń.

10. Lınzanı lampadan  $d < F$  aralıqqa qoyıń. Ekrannan lampa talshı-ǵınıń kórinisin izleń. Lınzanıń arqasında kórinis payda bolmawı kerek.



1. 8 — 9-tapsırmalar boyınsha ótkerilgen tájiriypelerde ekranda payda etilgen kórinisler bir-birinen qalayınsha parıqlanadı?

2. 10-boyınsha ótkerilgen tájiriypede ne sebepten ekranda kórinis payda bolmaǵanın túsindirip beriń.

3. Tájiriypede nátiyjelerin analizleń hám pikir júrgiziń.

## 54-§. OPTIKALÍQ ÁSBAPLAR

### Lupa

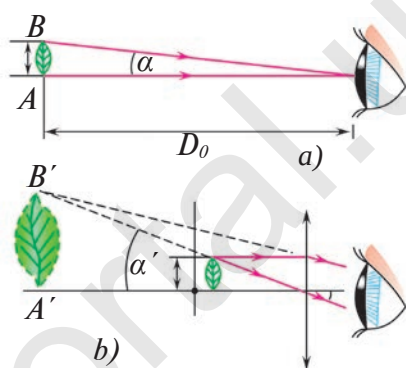


**Lupa — buyımlardıń kóriw múyeshin úlkeytip beretuǵın eki tárepleme dóńes linza.**

Kóзимizdiń eń jaqsı kóriw aralıǵı  $D_0 = 25$  cm átirapında boladı. Mısalı,  $AB$  buyım betindegi mayda narselerdi kózden keshireміз. Aralıq  $D_0$  den azayǵanda kóзимiz buyımdaǵı mayda narselerdi kóre almaydı.

$D_0$  aralıqta kóзимizdiń  $AB$  buyımdı kóriw múyeshi  $\alpha$  ǵa teń bolsın (80-a, súwret). Buyım menen kóзимiz arasına lupa qoysaq,  $D_0$  aralıqta  $AB$  buyımınń úlkeygen  $A'B'$  kórinisi kórinedi (80-b, súwret). Bunda buyımınń betindegi mayda narseler de úlkeygen halatta kórinedi. Bunday halat ushın lupanıń úlkeytiwi  $K = A'B'/AB = \alpha'/\alpha$  boladı.

Lupanıń úlkeytiwi  $K = D_0 / F$  formula menen anıqlanadı. Lupalardıń fokus aralıǵı, ádette, 1 — 10 sm boladı.  $D_0 = 25$  cm átirapında ekenligin esapqa alsaq, lupa buyımlardı 2,5 — 25 ese úlkeytip kórsetedi.



80-súwret.

### Fotoapparat

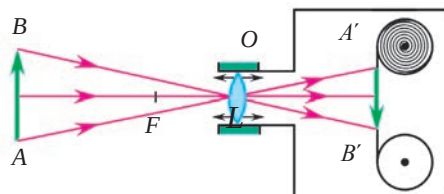


**Fotoapparat — obyektinń súwretin fotoplyonka, fotoplastına yamasa fotoqaǵazǵa túsirip, saqlaytuǵın etip beretuǵın apparat.**

Fotoapparatnıń tiykarǵı bólimi kamera  $K$  hám obyektiv  $O$  dan ibarat (81-súwret). Obyektivtegi linza  $L$  kamera ekranında  $AB$  buyımınń keri, haqıyqıy 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 jaylastırıladı.

Pán hám texnikanıń rawajlanıwı nátiyjesinde plyonkalı fotoapparatar ornın zamanagóy elektron (nomerli) fotokameralar iyeledi (82-súwret). Elektron fotokameralarda fotoplyonka ornına arnawlı sezgir element ornatıladı. Elementte alınǵan súwrettiń noqatları qalıplesedi. Súwrettiń bul noqatları — piksel dep ataladı. *Pixel* — inglizshe (*picture element*) sózlerinen alınǵan bolıp, element degen mánini bildiredi. Piksel fotoapparat

ushın áhmiyetli sıpat xarakteristikası bolıp esaplanadı. Eger fotoapparattıń pikseli qansha úlken bolsa, bul fotoapparatlarda alıńǵan súwret sıpatlı boladı. Eń jaqsı fotoapparatlardıń súwretin belgilewshi elementi birneshe on mega pikseli quraydı.



81-súwret.



82-súwret.

## Mikroskop

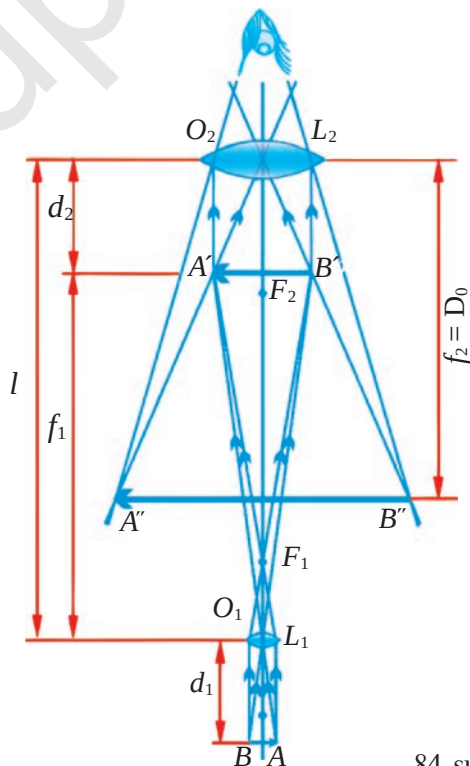


**Mikroskop — jaqın aralıқтаǵı kózge anıq kórinbeytuǵın júdá mayda obyektlerdi úlkeytip kórsetetuǵın optikalıq ásbap bolıp esaplanadı.**

Mikroskoptan bakteriyalar, kletkalar sıyaqlı mayda obyektlerdi kóriw ushın paydalanıladı (83-súwret).



83-súwret.



84-súwret.

$O_1$  okulyardagi  $L_1$  járdeminde  $AB$  buyımınıń keri, haqıyqıy hám úlkeygen kórinisi  $A'B'$  payda etiledi (84-súwret). Mikroskoptıń  $O_2$  obyektivindegi  $L_2$  linza lupa sıyaqlı kóriniw múyeshin 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 kórinedi.

Mikroskoptıń úlkeyttiriwi

$$K = \frac{l \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2}$$

formula menen anıqlanadı. Bunda  $l$  — linzalar arasındagı aralıq,  $F_1$  hám  $F_2$  — linzaların fokus aralıǵı.

Jetilistirilgen bunday mikroskoplar járdeminde kózdiń ilmeytuǵın mayda obyektlerin 3 mın esege shekem úlkeytip kóriw múmkin. Keyingi jılları jaratılǵan arnawlı mikroskoplarınń úlkeytiw koefficienti 100 mınǵa shekem boladı.



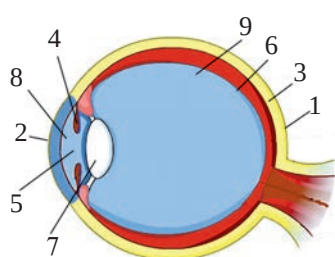
1. Lupa kórinis qalay payda boladı? Onıń úlkeytiwi qalay anıqlanadı?
2. Fotoapparatıń dúzilisi hám islewin túsindirip beriń.
3. Mikroskopta kórinis qalay payda boladı? Onıń úlkeytiwi qalay anıqlanadı?
4. Optikalıq teleskoplar haqqında nelerdi bilesiz?



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 túrde 1,5 cm hám 2,5 cm, linzalar aralıǵı 30 cm. Bunday mikroskop obyektte neshe ese úlkeytip kórsetedi?
4. Fokus aralıǵı 30 cm bolǵan linza, buyımınıń 3 ese kishireytirilgen haqıyqıy kórinisin payda etti. Buyım linzadan qanday aralıqqa qoyılǵan?
5. Birinshi fotoapparat obyektiviniń fokus aralıǵı 5 cm, ekinshisini 4 cm. Birdey aralıqtan turıp bir obyekttiń fotosúwreti alınǵanda obyektteń qaysı fotoapparatta alınǵan súwreti úlkenirek shıǵadı?
6. Fokus aralıǵı 40 cm bolǵan dónes linzadan buyım 50 cm aralıqta tur. Linzanıń sızıqlı úlkeytiliwi neshege teń?
7. Fokus aralıǵı 20 cm bolǵan dónes linza ekrannan 60 cm aralıqta turǵanda, ekranda buyımınıń úlkeygen haqıyqıy kórinisi payda boldı. Buyım hám ekran arasındagı aralıq qanday bolǵan?

## 55-§. KÓZ HÁM KÓRIW

### Kózdin dúzilisi



85-súwret.

85-súwrette adamnıń kóz dúzilisi súwretlengen. Kóz almasınıń sırtqı qabıǵı *sklera* (1), onıń móldir aldınǵı bólimi *múyizli perde* (2) dep ataladı. Sklera ishki tárepten *tamır qabat* (3) penen qaplangan. Tamır qabat qan tamırlardan ibarat.

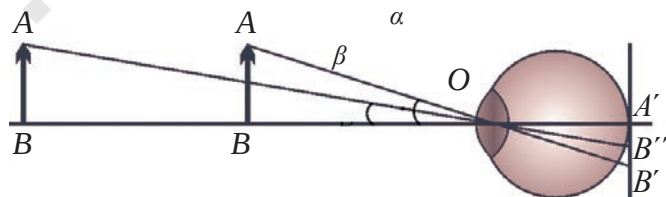
Tamırqı qabattıń aldınǵı bólimi kózdin *reñli qabatqa* (4) tutasqan. Onıń ortasında domalaq tesik — *qarashıq* (5) bar. Tamır qabattıń astında *tor perde* (6) bolıp, ol tıǵız jaylasqan nerv talshıqlarınıń ushlarınan ibarat. Kózdin reñli

qabatı artında — *gáwhar* (7) jaylasqan bolıp, oǵan tutasqan arnawlı bulshıq etler gáwhardıń iymeklik radiusın ózǵertip turadı. Gáwhardıń qarama-qarsı tárepindegi tor perdeniń beti jaqtılıqqa sezgir sarı zat penen qaplangan. Múyizli perde menen gáwhar aralıǵı reńsiz *suw tárizli suyıqlıq* (8) penen tolǵan. Gáwhar menen tor perde arasında jumsaq *shiyshe tárizli zat* (9) bar. Suw tárizli suyıqlıq hám shiyshe tárizli zattıń nur sındırıw kórsetkishi 1,5 ke teń. Gáwhar eki tárepleme dóńes linza wazıypasın atqaradı.

### Kóriw

Buyımǵa qaraǵanıımızda onnan kelip turǵan nur kózge túsedı hám tor perdede buyımnıń haqıyqıy, kishireygen hám tónkerilgen kórinisi payda boladı. Tor perdedegi nerv talshıqları buyımnıń forması hám reñi haqqında informaciyanı miyge jetkeredi. Solay etip, adam sol buyımnıń forması hám reñin sezedi.

Átiraptaǵı buyımlar adamnıń kózinen túrli aralıqta jaylasqan bolsa da, torlı perdede anıq kórinis payda bola beredi. Buǵan sebep, kóz gáwharınıń iymeklik radiusı, fokus aralıǵınıń ózgeriwshenligi bolıp esaplanadı.



86-súwret.

Júdá uzaqtaǵı buyımlardı seze almaymız. Aytayıq, kóz gáwharınıń optikalıq orayı O noqatta bolsın. Jaqın jerde turǵan AB shamadaǵı buyımǵa  $a$  múyeshi astında qaraǵanıımızda onıń kórinisi torlı perdede  $A'B''$  shamada payda boladı (86-súwret). Eger, usı AB buyımdı uzaǵıraq



aralıqqa qoyıp oğan qarasaq, payda bolğan  $A'B''$  kórinis hám  $\beta$  kóriw múyeshi kishirek boladı. Bul halatta kórinis astına azıraq sandağı nerv ushları tuwra keledi. Sonıń ushın buyımınń sırtqı kórinisi boyınsha informaciya alamız.

$AB$  buyım qansha uzaq aralıqta bolsa, kórinis hám kóriw múyeshi 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 túsedi. Bir nerv talshıǵı tek bir noqat haqqında informaciya beredi. Eki kóz benen kóriwde buyımınń kórinisi eki kózde birdey payda boladı. Eger barmaǵımızdı tik halatta murnımızdıń aldında tutıp tursaq, ol ekew bolıp kórinedi. 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-jaqınlıǵın, joldıń oyılı-bálentligin seziw qıyın. Bunda eki kóz benen kóriw járdem beredi.

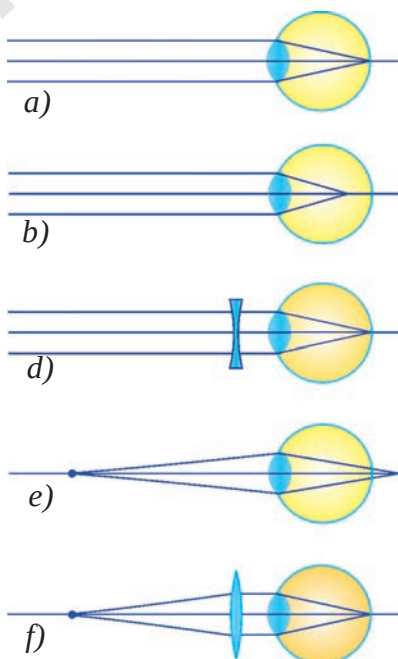
### Kóriwdegi defektler. Kózáynek

Normada kóriwshi adamnıń kózinde buyım kórinisi torlı perdede payda boladı (87-a, súwret). Ayırım adamlar uzaqtan kórmeydi. Bunday adamlar kózinde uzaqtaǵı buyım kórinisi tor perdeden berjaqta payda boladı hám buyımlar buldırap kórinedi (87-b, súwret). Bunday kóz **jaqınnan kóriwshi** delinedi.

Jaqınnan kóriwshi kózlerde gáwhardıń fokus aralıǵı normadan az, optikalıq kúshi úlkenirek boladı. Kóriwdi jaqsılaw ushın oyıs linzalı kózáynekten paydalanıladı. Kózáynektegi optikalıq kúsh teris bolğan bunday linza kórinisti tor perde tárepke iýterip beredi (87-d, súwret). Bunday kózáynek járdeminde buyımdı jaqsı kóriw múmkin.

Bazı birewler, ásirese, úlken jasaǵı adamlar oqıw hám jazıwda qıynaladı. Bunday adamnıń kózinde buyımınń kórinisi tor perdeden arjaqta payda boladı hám buldırap kórinedi (87-e, súwret). Bunday kóz **uzaqtan kóriwshi** dep ataladı.

Uzaqtan kóriwshi kózlerde fokus aralıǵı normadan úlken, yaǵnıy optikalıq kúshi kishirek boladı. Kórinisti jaqsılaw ushın dónes linzalı kózáynek paydalanıladı. Kózáynektegi optikalıq kúsh oń bolğan linza kórinisti tor perde tárepke iýterip beredi (87-f, súwret). Nátiyjede, bunday kózáynek járdeminde adam buyımdı normadaǵı kóz sıyaqlı 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 paydalanıw múmkin?

## 56-§. MÁSELELER SHESHIW

**1-másele.** Adam 4,5 m uzaqlıqtan súwretke alıńanda, onıń kórinisiniń bálentligi 40 mm ge teń boladı. Fotoapparat obyektiniń fokus aralıǵı 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:**

$$H = \frac{4,5 \text{ m} - 0,1 \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \cdot$$

$$0,04 \text{ m} = 1,76 \text{ m}$$

**Juwabı:**  $H = 176 \text{ cm.}$

**2-másele.** Mikroskop linzalarınıń fokus aralıqları sáykes túrde 0,5 cm hám 2,5 cm, linzalar arasındaqı aralıq 40 cm. Bunday mikroskop obyektin 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:**

$$K = \frac{0,4 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m}}{0,005 \text{ m} \cdot 0,025 \text{ m}} = 800$$

**Juwabı:**  $K = 800.$

**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:**

$$a = 0,125 \text{ m}$$

$$d_0 = 0,25 \text{ m}$$

Tabıw kerek

$$D_{\text{kózáynek}} = ?$$

**Sheshiliwi:**

$$D_n = \frac{1}{d_0} = \frac{1}{0,25 \text{ m}} = 4 \text{ dptr.}$$

$$D_n - \frac{1}{a} + D_{\text{kózáynek}}$$

$$D_{\text{kózáynek}} = D_n - \frac{1}{a} = 4 \text{ dptr} - \frac{1}{0,125 \text{ m}} = 4 \text{ dptr} - 8 \text{ dptr} = -4 \text{ dptr.}$$

**Juwabı:** kishi linzanıń optikalıq kúshi  $-4 \text{ dptr}$  bolǵan kózáynek taǵıwı kerek.



1. Biyikligi 3 m bolǵan terek súwretke alıńanda onıń kórinisiniń biyikligi 12 mm boldı. Eger fotoapparat obyektiviniń fokus aralıǵı 20 cm bolsa, súwret qanday aralıqtan alıńǵan?

2. Mikroskop obyektiniń fokus aralıǵı 2 mm, okulyardıń fokus aralıǵı 30 mm. Obyektiv penen okulyar arasındaqı aralıq 20 cm bolsa, mikroskoptıń úlkeytiliwin tabıń.

3. Fokus aralıǵı 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 oqıydı. Ol taqqan kózáynektiń optikalıq kúshi qanday bolǵan?

6. Oqıwshı optikalıq kúshi  $-2 \text{ dptr}$  bolǵan kózáynekte oqıp atır. Onıń kózáyneksiz eń jaqsı kóriw aralıǵı qanday boladı?

## 57-§. GELIOTEXNIKA. ÓZBEKSTANDA QUYASH ENERGIYASINAN PAYDALANÍW

Quyashdan kiyatırǵan jaqtılıq energiyasın jıllılıq yamasa elektr energiyasına aylandırıp, onnan túrli maqsetlerde paydalanıw múmkin.



**Quyash energiyasın basqa túrdegi energiyalarga aylandırıp beriwshi qurılmalar geliotexnikalıq *qurılmalar* dep, Quyash energiyasınan keleshekte paydalanıw menen shuǵıllanatuǵın taraw *geliotexnika* dep ataladı.**

Grek tilinde «*Gelios*» — «*Quyash*» degendi ańlatadı.

Jer betine jetip keletuǵın Quyash nurları júdá úlken jıllılıq deregi esaplanadı. Áne usı derekten únemli paydalanıw usılların tabıw, túrli qurılmalar, energiya dereklerin jaratıw *geliotexnikanın tiykarǵı wazıypası* bolıp esaplanadı.

Sizge belgili, Quyash Jer júzin geografiyalıq keńlikler boyınsha hár túrli ashıp beredi. Jıl dawamında Jerdiń  $1 \text{ m}^2$  betine tuwra keletuǵın Quyash energiyası  $300 \text{ W/m}^2$  tan  $1340 \text{ W/m}^2$  qa shekem ózgerip turadı. Oraylıq Aziya mámleketlerinde Quyash energiyasınan paydalanıw ushın geografiyalıq, optikalıq hám energetikalıq tárepten tabıyǵıy imkaniyatlar bar. Sonday-aq, iyun ayında jaqtı kún uzınlıǵı 16 saat, dekabrde bolsa 8 — 10 saattı quraydı. Jazda ayına 320 — 400 saat ashıq quyash nırı tuwra keledi. Bul jerlerde geliotexnikalıq qurılmalardan paydalanıw nátiyjesinde kóp muǵdardaǵı janarmay hám basqa dereklerden alınıp atırǵan energiya únemleniwi múmkin. Quyashlı Ózbekstanda geliotexnikadan únemli paydalanıw imkaniyatı júdá úlken bolıp esaplanadı.

Ózbekstanda Quyash energiyasınan aldınnan paydalanıp 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.

Ullı ulamalarımız Quyash jıllılıǵınıń Jer júzinde bolatuǵın qubılıslarǵa baylanıslılıǵı haqqında pikir júrgizgen. Mısalı, *Ábu Áli ibn Sina* óziniń «Danışnama» kitabında «Linzanıń ot aldırıwınıń sebebi, onıń bir tárepten kiyatırǵan nurlardı bir noqatqa jıynawında bolıp esaplanadı. Bul noqat kúshli jaqtılandırıladı hám kúshli ısıydı» 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 barıwǵa itibar berile baslandı. 1934-jılı Tashkentte *Geliotexnika laboratoriyası* xızmet kórsete basladı.

1943-jılı Ózbekstan İlimler Akademiyasınıń Fizika-texnika institutında *Geliotexnika laboratoriyası* dúzildi. Bul laboratoriyda alıp barılǵan izertlewler tiykarında Quyash energiyasınan paydalanıp suw ısıtıw

qurilmaları, miywe keptirgishler, pille jibitiwshi hám keptirgishler, kúkirt suyılttırıwshı qurilmaları islep shıǵıldı.

1946-jılı Fizika-texnika institutında diametri 10 m li ayna sıyaqlı *paraboloid qurılma* qurıldı. Quyash energiyasın jıynap beretuǵın bul qurılmadan puw hám muz alıw jumıslarında paydalanıldı.

1963-jılı Ózbekstan Ilimler akademiyasınıń Geofizika bólimi dúzildi. Alıp barılǵan ilimiy izertlewler tiykarında Quyash nurın jıynaw hám onnan paydalanıwǵa qaratılǵan hár qıylı qurılmalar islep shıǵıldı. Mısalı, jıynalǵan Quyash nurı tásirinde awırıwları emleytuǵın medicinalıq qurılmalar, awıl xojalıǵı eginleri tuqımlarına Quyash nurı menen islew beriwshi qurılmalar islep shıǵıldı.

Respublikamızda Quyash energiyasınan paydalanıw barısında úlken jetiskenliklerge erisildi. 1960-1970-jıllardan-aq bul tarawda alımlarımız *U. O. Oripov, S. A. Azimov* hám basqalar tiykar salǵan geliotexnika mektebi qalıplesken edi.

1976-jılı *S. A. Azimov* baslaması menen húkimetimiz qararına muwapıq Ózbekstan Ilimler akademiyasınıń «*Fizika-Quyash*» ilimiy islep shıǵarıw birlespesi dúzildi. Bul birlespe tárepinen ámeliy áhmiyetke iye bolǵan izertlewler alıp barılıp, nátiyjeleri ámeliyatqa usınıldı. Joqarı paydalı jumıs koefficientine iye bolǵan Quyash qurilmaları tiykarında islewshi suw nasoslardı, medicinada qollanılátuǵın ásbaplar, suwdı duzsızlandırıwshı qurılmalar, teplicalar, keptirgishler hám suwıtqıshlar islep shıǵıldı hám xalıq xojalıǵınıń hár qıylı tarawlarında, ásirese, imaratlardı ıssı suw menen tamiyinlewde qollanıwǵa usınıldı.

Quyash energiyasınan jáne de únemli paydalanıw maqsetinde 1987-jılı Tashkent oblastınıń Parkent rayonında «Fizika-Quyash» IISHB na qarashlı jıllılıq quwatı 1 MW bolǵan *Quyash peshi* qurıldı. Bunday qurılma sol waqıtqa shekem tek Odeo (Franciya) qalasında bar edi. Qurılmanıń konsentratorı fokus aralıǵı 18 m bolǵan paraboloid aynalar sistemasınan ibarat bolıp, onıń ólshemi  $54 \times 42$  m di quraydı. Quyash pechinde jıynalǵan energiya ıssıǵa shıdamlı materiallardı alıw, ıssıǵa hám súykeliwge shıdamlı elektr izolaciya qásiyetlerine iye bolǵan materiallar islep shıǵarıwǵa paydalanılmaqta. Sonday-aq, jergilikli shiyki zat hám sanaat shıǵındıları negizinde keramikalıq ıssıǵa shıdamlı materiallar alıw hám olar tiykarında medicina, energetika, neft hám gaz, jeńil sanaat ushın kerekli buyımlar islep shıǵarıw texnologiyaların jaratıw sıyaqlı ilimiy-texnikalıq zatlar qurılmaqta. Quyash peshi járdeminde aralas bolmaǵan taza metallardı eritip alıwǵa erisilmekte. Kosmoslıq stanciyalardaǵı joqarı quwatlı qurılmalarda Quyash energiyasınan paydalanılmaqta. Kishi quwatlı elektron qurılmalarda (mikrokalkulyatorlar, saatlar, mobil telefon apparatlar) hám fotoelementlerden paydalanıladı.

Quyash energiyasınan paydalanıwdıń keleshegi bar. Quyash energetikası ekologiyalıq taza bolıp, kóp imkaniyatlarga iye.



1. Qanday qurilmalar geliotexnikaliq qurilmalar dep ataladı? Gelio-  
texnika tarawı nelerdi úyrenedi?
2. Ne sebepten Ózbekstan aymağı Quyash energiyasınan paydalanıw  
ushın qolaylı bolıp esaplanadı?
3. Úlkemizde áyyemnen Quyash energiyasınan qalay paydalanıp ke-  
lingen?
4. Ózbekstanda geliotexnika tarawın rawajlandırıw hám onnan áme-  
liyatta paydalanıw boyınsha qanday jumıslar ámelge asırılğan?

## V BAPTÍ TÁKIRARLAW USHÍN TEST TAPSÍRMALARI

1. Jaqtılıq nurı hawadan suwğa túsip tur. Túsiw múyeshi  $\alpha$  bolsa, sı-  
nıw múyeshi  $\beta$  in tómendegi shártlerden qaysı biri durıs juwap bola aladı?

- A)  $\beta > \alpha$  ;                      B)  $\beta < \alpha$  ;                      C)  $\beta = \alpha$  ;                      D)  $\beta < \alpha$ .

2. Jaqtılıq nurı shiysheden hawağa ótip atır. Túsiw múyeshi  $30^\circ$ . Nur  
ótkende, óz baǵdarın  $30^\circ$  qa ózgerirken bolsa, shiysheniń sındırıw kórset-  
kishi nege teń boladı?

- A) 1,5;                      B) 2;                      C)  $\sqrt{2}$ ;                      D)  $\sqrt{3}$ .

3. Jaqtılıq nurınıń 1-haldan 2-halğa ótiwinde túsiw múyeshi  $60^\circ$  qa,  
sınıw múyeshi bolsa  $30^\circ$  qa teń. 2-halattıń 1-halatqa qaraǵanda sındırıw  
kórsetkishi qanshaǵa teń?

- A) 0,5;                      B) 2;                      C)  $\sqrt{3}/3$ ;                      D)  $\sqrt{3}$ .

4. Linzadan 50 cm uzaqlıqta buyımınıń 5,5 ese kishireygen jormal  
kórinisi payda boldı. Linzaniń optikalıq kúshin tabıń (dptr).

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

5. Bir buyımınıń fokus aralıǵı 12 cm li linzadan 16 cm uzaqlıqqa qoyıl-  
ǵan. Linzaniń úlkeyttiriliwi qanshaǵa teń boladı?

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

6. Dene optikalıq kúshi 10 dioptriya bolǵan dónes linzadan 20 cm ara-  
lıqta tur. Linzaniń úlkeyttiriliwin tabıń.

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

7. Fokus aralıǵı 36 cm bolǵan linzada 18 cm uzaqlıqta jaylasqan buyım-  
nıń úlkeygen jormal kórinisi linzadan qanday aralıqta payda boladı (cm)?

- A) 9;                      B) 18;                      C) 36;                      D) 12.

8. Linzadan 10 cm aralıqta jaylasqan buyımınıń 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 imarattın alıńǵan súwreti 4 cm bolsa, imarat qanday uzaqlıqtan ( $m$ ) súwretke alıńǵan?

- A) 4;                      B) 10;                      C) 41;                      D) 13;

10. Fokus aralığı 2 cm bolǵan lupanın úlkeytiliwin anıqlań.

- A) 9;                      B) 9,5;                      C) 10;                      D) 12,5.

11. Bes ese úlkeytilgen lupanın optikalıq kúshin (dptr) tabıń.

- A) 150;                      B) 15;                      C) 25;                      D) 20.

12. Lupada qanday kórinis payda boladı?

- A) haqıyqıy, teris, úlkeygen;                      B) jorımal, teris, úlkeygen;  
C) haqıyqıy, tuwrı, úlkeygen;                      D) jorımal, tuwrı, úlkeygen.

13. Adamnıń eń jaqsı kóriw aralığı 60 cm bolsa, óziniń aynadaǵı kórinisin jaqsılaw kóriw ushın ol aynadan qanday aralıqta turıwı kerek (cm)?

- A) 25;                      B) 15;                      C) 30;                      D) 60.

14. Oqıwshı bala optikalıq kúshi -2,25 dioptriya bolǵan kózáynekte oqıp atır. Onıń kózáyneksiz eń jaqsı kóriw aralığın tabıń (cm).

- A) 10;                      B) 16;                      C) 15;                      D) 12,5.

15. Kózáynekli bala kózáynegin alıp, kitaptı 20 cm aralıqtan oqıydı. Bala kózáyneginiń optikalıq kúshin anıqlań (dptr).

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

16. Buyım fokus aralığı 12 cm bolǵan 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-tájiriybesi                                  | O. Ryomer jaqtılıqtıń tezligin birinshi bolıp astronomiyalıq usılda ólshegen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Arman Fizo tájiriybesi                                   | A. Fizo laboratoriya jolı menen jaqtılıq tezligin ólsheuge erisken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Jaqtılıq tezligi hám «metr» uzınlıq ólshewine jańa qádem | 1983-jılı Xalıqaralıq ólshew hám birlikler Bas assambleyası jaqtılıqtıń vakuumdagı tezligi $c = 299\,792\,458$ m/s qa teń ekenligin esapqa alıp, metrdiń jańa táriypin qabıl etken. « <b>Metr</b> — jaqtılıqtıń vakuumda $1/299792458$ s waqıt intervalında ótken jol uzınlığına teń».                                                                                                                                                                    |
| Jaqtılıqtıń shashırıp shağılısıwı                        | Jaqtılıq gedir-budır betten shashırıp shağılısadı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Jaqtılıqtıń tegis shağılısıwı                            | Eger bet jeterli dárejede tegis (sıypaq) bolsa, bunday betten jaqtılıq nurı tegis (yaki ayna sıyaqlı) shağılısadı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Jaqtılıqtıń shağılısıw nızamı                            | 1. Túsiwshi nur, shağılısqan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdın túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı.<br>2. Shağılısıw múyeshi $\alpha$ , túsiw múyeshi $\beta$ ğa teń.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Jaqtılıqtıń sınıw nızamı                                 | 1. Túsiwshi nur, sınan nur hám eki ortalıq shegarasına nurdın túsiw noqatınan ótkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadı.<br>2. Túsiw múyeshi sinusınıń sınıw múyeshi sinusına qatnası berilgen eki ortalıq ushın ózgermeytuğın shama bolıp esaplanadı, yaǵnıy:<br>$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$                                                                                                                               |
| Jaqtılıqtıń tolıq ishki shağılısıwı                      | Nur sındırıw kórsetkishi úlken bolǵan ortalıqtan nur sındırıw kórsetkishi kishi bolǵan ortalıqqa jaqtılıq baǵdarlanganda ( $n_1 > n_2$ ) túsiw múyeshi belgili múyeshten úlken bolǵanda nur eki ortalıq shegarasınan tolıq shağılısadı. Tolıq ishki shağılısıwda túsiw múyeshiniń shegaralıq mánisi $\alpha_0$ tómendegishe ańlatıladı: $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$<br>bunda $n_1$ hám $n_2$ birinshi hám ekinshi halınıń nur sındırıw kórsetkishi. |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Linza                         | Bir yamasa eki tárepi sferalıq bet penen shegaralangán móldir dene linza dep ataladı. Olar túrleri boyınsha eki túrge bólinedi, yaǵnıy jıynawshı hám shashıwshı linzalarǵa.                                                                                                                                                                |
| Linzanıń optikalıq kúshi      | Fokus aralıǵına kerı 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 sıızıqlı úlkeytiliwi | Buyım kórinis ólsheminiń óz ólshemine qatnası linzanıń sıızıqlı úlkeytiriliwi delinedi. Anıqlama boyınsha $K = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$ Sonday-aq, linzanıń sıızıqlı úlkeytiliwi linzadan kóriniske shekem bolǵan aralıq ( $f$ ) hám buyımnan linzaǵa shekem bolǵan aralıq ( $d$ ) arqalı da anıqlanadı, yaǵnıy: $K = \frac{f}{d}$ . |
| Lupa                          | Lupa — buyımlardıń kóriw múyeshin úlkeytip beretuǵın eki tárepleme dónes linza. Lupanıń úlkeytiwi $K = \frac{D_0}{F}$ formula menen anıqlanadı. Bunda $D_0$ — eń jaqsı kóriw aralıǵı. $D_0 = 25$ cm.                                                                                                                                       |
| Fotoapparat                   | Fotoapparat — obyektin kórinisin fotoplyonka, fotoplastina yamasa fotoqaǵazǵa túsirip, saqlaytuǵın etip beretuǵın ásbap.                                                                                                                                                                                                                   |
| Mikroskop                     | Mikroskop — jaqın aralıqtaǵı kózge tuwrıdan-tuwrı kórinbeytuǵın júdá mayda obyektlerdi úlkeytip kórsetetuǵın optikalıq ásbap bolıp esaplanadı. Mikroskoptıń úlkeytiwi $K = lD_0 / F_1 F_2$ formula menen anıqlanadı. Bunda $l$ — linzalar arasındǵı aralıq, $F_1$ hám $F_2$ — obyektiv hám okulyardıń fokus aralıǵı.                       |
| Jaqınnan kóriw                | Jaqındı kóriwshı kózlerde kóriwdi jaqsılaw ushın optikalıq kúshi teris bolǵan linzalı kózáynekten paydalanıladı.                                                                                                                                                                                                                           |
| Uzaqtan kóriw                 | Uzaqtı kóriwshı kózlerde kóriwdi jaqsılaw ushın optikalıq kúshi oń bolǵan linzalı kózáynekten paydalanıladı.                                                                                                                                                                                                                               |

## VI BAP.

### DÚNYANÍN FIZIKALÍQ KÓRINISI. FIZIKA-TEXNIKANÍN RAWAJLANÍWÍ

#### 58-§. DÚNYANÍN BIRDEN-BIR FIZIKALÍQ KÓRINISI

##### Dúnyanın mexanikalıq kórinisi

Dúnyanın kórinisi haqqında áyyemnen baslap alımlar pikir júrgizgen.

Biraq olar tek pikir júrgiziwge ǵana súyenip, tájiriye hám baqlawdan kelip shıǵatúǵın ulıwmalastırıwdı kózden qashırǵan. Tábiyat qubılısların úyreniwde tájiriye nátiyjelerine tiykarlanıwdı birinshi bolıp G. Galiley baslap berdi. Sonıń ushın fizikanıń pán sıpatında qalıplesiwi Galileyden baslanǵan dep qaraladı. Bunda ol inerciya, salıstırmalı princip haqqındaǵı pikirlerdi ayıp, olardıń tastıyqlanıwın tájiriybede baqladı. Bul barıstaǵı jumıslar I. Nyuton tárepinen dawam ettirildi. Solay etip, XVII ásirde tábiyattanıwdan mexanika ajıralıp shıqtı hám dúnyanın mexanikalıq kórinisi jaratıldı.



*Dúnyanın mexanikalıq kórinisi materiya, qozǵalıw, keńislik, waqıt, óz ara tásir, sebep hám aqıbet nızamlılıǵı sıyaqlı elementlerden dúzilgen bolıp, onda tábiyattaǵı túrli proceslerdi mexanika nızamları tiykarında túsindiriw múmkin dep qaraladı.*

Dúnyanın mexanikalıq kórinisine baylanıslı, **materiya** bólekshelerden dúzilgen zat dep túsiniłgen; dúnya qozǵalıwshı materiyadan quralǵan hám barlıq kóriniste qozǵalıslar mexanikalıq **qozǵalısq**a keledi; **keńislik** hám **waqıt** absolyut mánis bolıp, materiya hám qozǵalısq baylanıslı emes dep qaraladı (Nyuton). XX ásirde bunday túsiniq biykar etildi (Eynshteyn); óz ara tásir 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 múmkin); Nyuton tárepinen islep shıǵılǵan klassik mexanika kózqarasına baylanıslı, aldın bólek-bólek bolǵan qubılıslar, procesler, dáliller bir sistemaǵa keltiriledi, olar bir-biri menen **mexanikalıq nızamlıqlar** tiykarında baylanısıwda ulıwma bir kórinisti dúzedi.

##### Dúnyanın elektromagnitlik kórinisi

XIX ásirde elektromagnit qubılıslardı úyreniw, olardıń nızamlılıqların oylap tabıw baslandı. Biraq olardı mexanikalıq kozqarastan qanday da bir flyuid (kóz aldınıızǵa keltirip arnawlı suyıqlıq, ortalıq) tiykarında tú-

sindiriwge urınıwlar boldı. Bunday kózqaraslar sına ushırap, biykarlana basladı. Sonda M. Faradey elektromagnitlik maydan túsiniğın kirgizdi. Bul pände ayırıqsha alğa jılıw boldı. Soñınan bul ideyanı rawajlandırıp, J. Maksvell *elektromagnitlik maydan teoriyasın* jarattı. Bólek-bólek dep qaralğan elektr hám magnit qubılıslar belgili bir tártipke keltirildi. Bunda elektromagnitlik maydan keńislikte úzliksiz ózgeredi dep qaraldı.

Dúnyanın mexanikalıq kórinisi boyınsha materiya *zattan* ibarat dep qaralğan bolsa, dúnyanın elektromagnitlik kóriniste materiya *maydan* formasında bolıw múmkinligi kórsetildi. Qozğalıstı tek zat hám onıń bóleksheleri qozğalıstınan ǵana ibarat bolmastan, bálkim maydan hám onıń elektromagnitlik tolqınlarınan qozğalıstı sıpatında qaralıwın kórsetedi. Óz ara tásir tek gravitacion maydan arqalı birden emes, bálkim *shekli* tezlik penen tarqalıwshı elektromagnit maydan arqalı da bolıwı ayılğan. Solay etip, dúnyanın elektromagnitlik kórinisi qalıplesti.



**Sonın menen, birge tábiyatta eki fundamental óz ara tásir — gravitacion hám elektromagnitlik óz ara tásiрі bar ekenligi aytıp ótildi.**

### Dúnyanın házirgi zaman fizikalıq kórinisi

XIX ásirde aqırları hám XX ásirde baslarına kelip, atom fizikası tarawındağı izertlewler, elektromagnit maydan porciyalar — kvantlardan ibarat ekenligi haqqındağı teoriya, bólekshelerde tolqın tábiyatı haqqındağı tálimatlar klassik fizikanıń nızamları barlıq fizikalıq qubılıslar ushın orınlı bolmawın kórsetti. Materiyanıń úzlikli dúziliske iye bolğan zatqa hám úzliksiz maydanǵa bóliniwi óziniń absolyut mánisin joq etti.

Korpuskulyar-tolqın dualizmi («dualizm» — «eki táreplemeli» degendi bildiredi) materiyanıń barlıq formalarına — zatqa hám maydanǵa tiyisliligi anıqlandı. Bulardıń nátiyjesinde materiyanıń kvant qásiyetleri ashıldı.

Mikrobólekshelerde qozğalıstın sıpatlawshı kvant fizikası payda bolǵannan soń dúnyanın birden-bir fizikalıq kórinisinde jańa elementler kózge taslana basladı. Kvant teoriyasınıń principiі ulıwmalıq bolıp, barlıq bólekshelerde, olardıń arasındağı óz ara tásirlerdi hám olardıń óz ara aylanısların xarakterlew ushın qollanıladı.



1. Dúnyanın mexanikalıq kórinisi qanday elementlerden dúzilgen?
2. Dúnyanın mexanikalıq ham elektromagnitlik kórinisleri arasındagı parqı neden ibarat?
3. Dúnyanın birden-bir fizikalıq kórinisi haqqında nelerdi bilesiz?

## **59-§. FIZIKA HÁM TEXNIKANÍŇ RAWAJLANÍWÍ. ÓZBEKSTANDA FIZIKA TARAWÍNDAGÍ IZERTLEWLER**

### **Fizika hám texnikanıń rawajlanıwı**

Algashqı jámiyette tas qurallar, keyinirek oq jay, ılaydan islengen ıdıslar, tas balta hám mıs qurallar payda boldı. B.e.sh. 4 — 3-mıń jıllıqta jezden (latun) islengen miynet quralları payda boldı. Keyin ala temirden paydalanıwǵa ótildi. Diyqansılıq rawajlana baslaǵannan keyin, suw shıǵarıwshı qurılımları 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. Toqımashılıq úskeneleri oylap tabıldı. Ónermentshilik rawajlana basladı.

XV — XVI ásirlerge kelip domna pechleri qurıldı. Áskeriy texnikada ot atıw quralları, mashina hám mexanizmler payda boldı. XVIII ásirde aqırında puw mashinası hám toqımashılıq 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 paydalanıw keń kólemde ámelge astı, elektr energiyası barlıq tarawlarǵa kirip bardı. Mashinasazlıq, aviaciya, atom texnikası, kibernetika hám esaplaw texnikası, elektronika, televidenie, raketasazlıq, avtomatika, kosmonavtika, axborot texnologiyası hám basqa tarawlar joqarı dárejede rawajlandı. Sanaat, awıl xojalıǵı, xızmet kórsetiw, ilim, aǵartıwshılıq, mádeniyat, sport, qurılıs, transport, baylanıs, energetika hám basqa tarawlar texnikanıń jetiskenlikleri menen qurallandırıldı.

XXI ásirde axborot texnologiyası, biofizika hám nanotexnologiya tarawlarında ullı ashılıwlarınń bolıwı boljanbaqta.

### **Ózbekstanda fizika tarawındaǵı izlenisler**

Farabiy, Beruniy, Ibn Sina, Ulugbek sıyaqlı ullı ulamalar jetisip shıqqan elimizdegi universitet, institutlarda hám Ilimler Akademiyasınıń ilimiy bólimlerinde fizika pániniń derlik barlıq baǵdarlarında keń kólemde izertlew jumısları alıp barılmaqta.

Ózbekstanda 1920 — 30-jılları fizika tarawında ilimiy izertlew jumısları joqarı oqıw orınlarındaǵı laboratoriyalarda alıp barıldı. 1932-jılı Ózbekstan Ilimler Komiteti dúzildi. 1943-jılı Ózbekstan Ilimler Akademiyası dúzildi. Sol jılı ÓzR IA nıń Fizika-texnika institutı, 1956-jılı Yadro fizikası institutı, 1966-jılı Astronomiya institutı, 1967-jılı Elektronika institutı, 1976-jılı «Fizika-Quyash» ilimiy islep shıǵarıw birlespesi dúzildi. Fizika boyınsha ilimiy izertlew shólkemleriniń qatarına 1977-jılı ÓzR IA nıń Jıllıq fizikası bólimi, 1992-jılı «Kosmos» ilimiy islep

shıǵarıw birlespesi, 1993-jılı Materialtanıwshılıq instituti qosıldı. Usı ilimiy izertlew shólkemlerinde, sonday-aq, Tashkent Mámleketlik universiteti (Házirgi Ózbekstan Milliy universiteti), Samarqand 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 qosılmaqta.

Ózbekstanda Quyash energiyasınan paydalanıw hám yadro fizikası tarawında alıp barılǵan izertlew jumısları menen tanıssız (32-hám 37-ş larǵa qarań). Fizikanıń basqa baǵdarlarında da mámleketimiz alımları erisken 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 ótetuǵın elektron proceslerdi úyreniw ushın mólsherlengen ásbaplar, kórinisti jetkerip beriwshi fotodiod matricalar, kremniy-litiyli detektor hám basqa ásbaplar islep shıǵıldı.

Mámleketimiz ilimiy izertlew shólkemlerinde hám joqarı oqıw orınları laboratoriyalarında 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 nurı menen basqarıwdıń jańa usılları islep shıǵıldı. 5 — 1000 °C hám 80 — 2000 °C temperatura intervalında isleytuǵın pirometr, infraqızıl nur shıǵaratuǵın deneniń nurlanıwın kórsete alatıuǵın jańa túr qabıl etkish islep shıǵıldı.

Kondencaciyalanǵan ortalıqlar optikası bólimindegi taza, tınıq ortalıqlarda lazer nurınıń tarqalıwı menen baylanıslı optikalıq qubılıslar úyrenilip, onda jańa qubılıs — tez keń polosalı luminissenciya tabıldı. Lazer spektroskopiyası bóliminde sızıqlı emes ortalıqlarda lazer nurınıń anomal awısıwı hám óz-ózinen fokuslanıw qubılısları ashıldı. Sızıqlı emes modulyacion nur talshıqlar 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 turmıs tárziniń jaqsılanıwına xızmet etedi.



1. Texnikanıń rawajlanıwında fizika pániniń tayanış ekenligin dálillep beriń.
2. Áyyemnen házirgi dáwirge shekem fizika hám texnikanıń rawajlanıwı haqqında aytıp beriń.
3. Ózbekstanda fizika tarawında alıp barılıp atırǵan izertlewler haqqında nelerdi bilesiz?



## MÁSELELERDİN JUWAPLARÍ

**1-másele.** 1.  $N = 1,2 \cdot 10^{26}$ . 2.  $d = 2,5 \cdot 10^{-10}$  m. 3.  $N = 1,67 \cdot 10^{23}$ . 4.  $V = 27$  cm<sup>3</sup>.  
5.  $N = 2 \cdot 10^{24}$ .

**2-másele.** 1.  $v = 15$  mol. 2.  $m = 352$  g. 3.  $N = 1,5 \cdot 10^{23}$ . 4.  $m_0 = 6 \cdot 10^{-26}$  kg.  
6.  $M = 44$  g/mol (karbonat angirid).

**3-másele.** 1.  $N = 1,8 \cdot 10^{24}$ . 2.  $m = 373$  g. 3. CO<sub>2</sub>. 4.  $n = 3,33 \cdot 10^{22}$  cm<sup>-3</sup>.  
5.  $N = 1,05 \cdot 10^{24}$ . 6.  $S = 0,72$  m<sup>2</sup>. 7.  $m = 40$  g. 8.  $V = 0,5$  l. 9.  $n = 3 \cdot 10^{27}$  m<sup>-3</sup>.  
10\*.  $l = 3 \cdot 10^{13}$  m. Suw molekulları bir qatar etip jaylastırılğandağı uzınlıq  
Jerden Ayğa shekem bolğan aralıqtan  $\sim 78125$  ese úlken. 11\*.  $V = 81$  cm<sup>3</sup>.  
12\*.  $N \sim 3 \cdot 10^{24}$ . 13\*.  $d = 2,5 \cdot 10^{-9}$  m.

**4-másele.** 1.  $p = 800$  Pa. 2.  $p = 108$  k Pa. 3.  $\bar{v} = 120$  m/s. 4.  $\bar{E}_k = 4 \cdot 10^{-21}$  J.  
5.  $\rho = 0,75$  kg/m<sup>3</sup>. 6.  $\bar{v} = 2000$  m/s. 7.  $\bar{E}_k = 1,125 \cdot 10^{-21}$  J

**5-másele.** 3. 3 márte artadı. 4.  $p = 13,8$  MPa. 5.  $n = 5 \cdot 10^{25}$  m<sup>-3</sup>. 6.  $N \sim 2,7 \cdot 10^{25}$ . 7.  $N \sim 240$ .

**6-másele.** 1.  $\bar{v} = 1765$  m/s. 2.  $T = 320$  K. 3.  $T = 460$  K. 4.  $\bar{E}_k = 6 \cdot 10^{-22}$  J.  
5.  $n = 3 \cdot 10^{26}$  m<sup>-3</sup>. 6.  $V = 0,5$  m<sup>3</sup>. 7.  $T = 700$  K. 8.  $T_1 = 50$  K.

**7-másele.** 1.  $V = 3$  m<sup>3</sup>. 2.  $v = 3$  mol. 3.  $M = 32$  g/mol Kislorod gazi (O<sub>2</sub>).  
4.  $\rho = 2,5$  kg/m<sup>3</sup>. 5.  $T = 317$  K. 6.  $v = 2,4$  mol. 7.  $v = 2500$  mol. 8.  $T = 700$  K.

**8-másele.** 1.  $V = 0,5$  l. 2.  $p = 1,2 \cdot 10^6$  Pa. 3.  $V = 12,5$  l. 4.  $p = 80$  kPa.

**9-másele.** 1.  $V_2 = 20$  l. 2.  $\Delta T = 216$  K. 3.  $V = 4$  l. 4.  $\Delta T = 128$  K.

**10-másele.** 1.  $T = 400$  K. 2. Basım 2,2 ese artadı. 3.  $p_1 = 125$  kPa.

**11-másele.** 1.  $p_2 = 1,5 \cdot 10^6$  Pa. 2. Basım 1,7 ese kemeygen. 3.  $t_2 = 99$  °C.  
4. Gaz kólemi 30 % ke artqan. 5.  $h = 25$  m. 6.  $T_1 = 120$  K. 7.  $T_0 = 200$  K  
8.  $T_2 = 240$  K

**12-másele.** 1.  $m = 0,8$  kg. 2.  $p = 75$  kPa. 3.  $\Delta U = 4487$  J ge kemeygen.  
4.  $\Delta U = 12465$  J ge artqan. 5.  $\Delta U = 59,6$  kJ ge artqan. 6.  $\Delta U = 30$  J ge artqan.  
7. 2 márte artqan.

**13-másele.** 1.  $V = 0,3$  m<sup>3</sup>. 2.  $\Delta t = 70$  °C. 3.  $A = 20$  J. 4.  $A = 0,25$  J.

**14-másele.** 1.  $Q = 67,5$  kJ. 2.  $c = 880$  J/(kg·K) alyuminiy. 3.  $Q = 504$  kJ.  
4.  $Q_1 = 7,6$  kJ;  $Q_2 = 1,95$  kJ.

**15-másele.** 1.  $m = 53$  g. 2. 4,2 márte artqan. 3.  $\Delta U = 900$  J ge artqan.  
4.  $t_2 = 113$  °C. 5.  $A = 200$  J. 6.  $T_0 = 100$  K;  $A = 4155$  J. 7.  $m_2 = 48$  kg.  
8. Vodorod 2 márte kóbirek. 9.  $t = 20$  °C. 10.  $V_1 = 40$  l;  $V_2 = 40$  l  
11.  $\Delta t = 320$  °C.

**16-másele.** 1.  $m = 200$  g. 2.  $m = 72,5$  kg. 3.  $Q = 322$  MJ. 4.  $Q = 3 \cdot 10^7$  J.

**17-másele.** 1.  $A = 5$  kJ. 2.  $\Delta U = 2,8$  kJ. 3.  $A = 1,4$  kJ. 4.  $\Delta U = 7,5$  kJ.  
5.  $Q = 6232$  J. 6.  $Q = 500$  J. 7.  $v = 1$  mol

**18-másele.** 1.  $A = 252$  J. 2.  $\eta = 60$  %. 3.  $T_1 = 800$  K. 4.  $A = 390$  J. 5.  $A = 42$  kJ.  
6.  $\Delta T = 335$  K. 7.  $Q_1 = 900$  kJ. 8.  $\Delta T = 600$  K.

**19-másele.** 1.  $\eta = 28$  %. 2.  $t = 12$  minut. 3.  $m = 0,2$  kg. 4.  $m = 37,8$  kg.  
5.  $T_2 = 300$  K. 6.  $A = 20$  kJ. 7.  $s = 138$  km. 8.  $N = 36$  kW.



**20-másele.** 1.  $d=2,1$  mm. 2.  $r=0,25$  mm. 3.  $h=10,2$  mm. 4.  $m=46,7$  mg.  
 5.  $\alpha=24$  mN/m. 6.  $\alpha=33$  mN/m. 7.  $N=285$ . 8.  $h=90$  mm. 9.  $\Delta W=96$   $\mu$ J.  
 10.  $\Delta W=0,5$  mJ.

**21-másele.** 1.  $\sigma=95,5$  MPa. 2.  $S=3$  cm<sup>2</sup>. 3.  $h=12,7$  m. 4.  $E=200$  GPa. 5.  $d=7,7$  cm. 6.  $l=2548$  m.

**22-másele.** 1.  $Q=10^6$  J. 2.  $m=0,17$  kg. 3.  $Q=167$  kJ. 4. Polattan.  
 5.  $m=1,3$  kg 6.  $Q=75$  MJ.

**23-másele.** 1.  $Q=11,5$  MJ. 2.  $Q=115$  kJ. 3.  $\varphi=58\%$ . 4.  $\varphi=63\%$ .  
 5.  $\varphi=65\%$ . 6.  $\rho=10,9$  g/m<sup>3</sup> 7.  $\varphi=62\%$ .

**24-másele.** 1.  $t=2095$ s. 2.  $t_1=498$ s,  $t_2=1,3$ s. 3.  $v=12,6$  s<sup>-1</sup> m.

**25-másele.** 1.  $\alpha=35^\circ$ , 2.  $s=1,2$  m. 2.  $v=1,5 \cdot 10^8$  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.  $D_1=2,5$  dptr,  $D_2=4$  dptr,  $D_3=10$  dptr,  $D_4=-10$  dptr,  $D_5=-4$  dptr,  $D_6=-2,5$  dptr. 2.  $D=4,5$  dptr, 3.  $f=30$  cm,  $K=2$ .  
 4.  $F=12$  cm,  $D=8,3$  dptr. 5.  $d=62,5$  cm. 6.  $D=3$  dptr. 7.  $D=-3$  dptr.  
 8.  $D=3$  dptr.

**28-másele.** 1.  $K=10$ . 2.  $F=1,25$  cm. 3.  $K=200$ . 4.  $D=1,2$  m.  
 5. Birinshisinde 6.  $K=4$  7.  $l=90$  cm.

**29-másele.** 1. 2. 3.  $D=+2$  dptr. Uzaqtı kóretuğın adamda.  
 4.  $a=12,5$  cm. 5.  $D=-2,25$  dptr. 6.  $a=17$  cm.

### I bap test tapsırmalarının juwapları

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 tapsırmalarının juwapları

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 tapsırmalarının juwapları

|      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 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 tapsirmalarini juwaplari

|      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |
|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| 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 tapsirmalarini juwaplari

|      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |
|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| 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 |     |     |     |      |

#### PAYDALANILGAN ADEBIYATLAR

1. P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M. Yuldasheva. FIZIKA 9-sinf darsligi. Toshkent . «Gʻ.Gʻulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2014-y.
2. N.Sh.Turdiyev. FIZIKA 9-sinf darsligi. Toshkent . «Gʻ.Gʻulom 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. «Адукаця і выхаванне» – 2013 г.
5. K. Suyarov, A. Husanov, L. Xudoyberdiyev. FIZIKA. Mexanika va molekulyar fizika. Akademik licey oʻquvchilari uchun oʻquv qoʻllanma. Toshkent. «Oʻqituvchi» – 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 toʻplami. «Gʻ.Gʻulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» Tashkent — 2016-y.
8. Oliy oʻquv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi «Axborotnoma» Toshkent . 1996 – 2003-yillar.

## MAZMUNÍ

### MOLEKULAR FIZIKA HÁM TERMODINAMIKA TIYKARLARÍ

#### I BAP. ZAT DÚZILISINIŇ MOLEKULAR-KINETIKALÍQ TEORIYASÍ TIYKARLARÍ

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1-§. Zat dúzilisiniŇ molekular-kinetikalıq teoriyası..... | 4  |
| 2-§. Molekulanıń massası hám ólshemi.....                 | 7  |
| 3-§. Zat muǵdarı.....                                     | 12 |
| 4-§. Máseleler sheshiw.....                               | 16 |
| 5-§. Ideal gaz.....                                       | 18 |
| 6-§. Temperatura.....                                     | 21 |
| 7-§. Gaz molekulalarınıń qozǵalıǵ tezligi.....            | 25 |
| 8-§. Máseleler sheshiw.....                               | 28 |
| 9-§. Ideal gaz halınıń teńlemeleri.....                   | 30 |
| 10-§. Izotermikalıq process.....                          | 33 |
| 11-§. Izobaralıq process.....                             | 35 |
| 12-§. Izoxoralıq process.....                             | 37 |
| 13-§. Ámeliy jumıs. Molekulalardıń ólshemin bahalaw.....  | 38 |
| 14-§. Máseleler sheshiw.....                              | 40 |
| I bapı tákirarlaw ushın test sorawları.....               | 44 |
| I bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....                   | 47 |

#### II BAP. ISHKI ENERGIYA HÁM TERMODINAMIKA ELEMENTLERI

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 15-§. Ishki energiya.....                                                                   | 50 |
| 16-§. Termodinamikalıq jumıs.....                                                           | 53 |
| 17-§. Jıllılıq muǵdarı.....                                                                 | 55 |
| 18-§. Máseleler sheshiw.....                                                                | 60 |
| 19-§. Ámeliy jumıs. Denelerde jıllılıq teń salmaqlıǵın saqlaw.....                          | 63 |
| 20-§. Laboratoriyalıq jumıs: Qattı denelerdiń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵın anıqlaw..... | 64 |
| 21-§. Janarmaydıń salıstırmalı janıw jıllılıǵı.....                                         | 65 |

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 22-§. Termodinamikanıń birinshi nızamı.....                                                                    | 67 |
| 23-§. Máseleler sheshiw.....                                                                                   | 70 |
| 24-§. Jıllılıq muǵdarınıń qaytımsızlıǵı. Termodinamikanıń ekinshi nızamı.....                                  | 72 |
| 25-§. Laboratoriyalıq jumıs. Hár qıylı temperaturalı suw aralastırılǵanda jıllılıq muǵdarların salıstırıw..... | 73 |
| II baptı tákirarlaw ushın test sorawları.....                                                                  | 74 |
| II bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....                                                                       | 78 |

### **III BAP. JÍLLÍLÍQ DVIGATELLERI**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 26-§. Ishki janıw dvigatelleri.....                  | 81 |
| 27-§. Jıllılıq dvigatelleriniń islew principi.....   | 83 |
| 28-§. Máseleler sheshiw.....                         | 86 |
| 29-§. Jıllılıq mashinaları hám tábiyattı asıraw..... | 87 |
| 30-§. Máseleler sheshiw.....                         | 89 |
| III baptı tákirarlaw ushın test sorawları.....       | 91 |
| III bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....            | 93 |

### **IV BAP SUYÍQLÍQ HÁM QATTÍ DENELERDÍŇ QÁSIYETLERI**

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 31-§. Suyıqlıqtıń qásiyetleri.....                                              | 94  |
| 32-§. Íǵallanıw. Kapılyar qubılıslar.....                                       | 97  |
| 33-§. Máselelerdi sheshiw.....                                                  | 100 |
| 34-§. Laboratoriyalıq jumıs. Suyıqlıqtıń betkerimlik koefficientin anıqlaw..... | 103 |
| 35-§. Kristall hám amorf deneler.....                                           | 104 |
| 36-§. Qattı denelerdiń mexanikalıq qásiyetleri.....                             | 106 |
| 37-§. Máseleler sheshiw.....                                                    | 109 |
| 38-§. Qattı denelerdiń eriw hám qatıwı.....                                     | 111 |
| 39-§. Zattıń salıstırmalı eriw jıllılıǵı. Amorf denelerdiń eriw hám qatıwı..... | 113 |
| 40-§. Puwlanıw hám kondensaciya.....                                            | 116 |
| 41-§. Atmosferadaǵı qubılıslar.....                                             | 119 |
| 42-§. Laboratoriyalıq jumıs. Hawanıń salıstırmalı ıǵallıǵın anıqlaw.....        | 124 |
| 43-§. Máseleler sheshiw.....                                                    | 125 |
| IV baptı tákirarlaw ushın test sorawları.....                                   | 126 |
| IV bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....                                        | 128 |

## V BAP OPTIKA

### JAQTILIQTIN TARQALIW NIZAMLARI, OPTIKALIQ ASBAPLAR

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 44-§. Jaqtılıq tezligin anıqlaw.....                                          | 131 |
| 45-§. Jaqtılıqtın shağılısıw hám sınw nızamları.....                          | 134 |
| 46-§. Máseleler sheshiw.....                                                  | 138 |
| 47-§. Toliq ishki shağılısıw.....                                             | 139 |
| 48-§. Máseleler sheshiw.....                                                  | 142 |
| 49-§. Laboratoriyalıq jumıs. Shiyshenın nur sıdırıw kórsetkishin anıqlaw..... | 143 |
| 50-§. Linzalar.....                                                           | 144 |
| 51-§. Juqa linza járdeminde kórinis jasaw.....                                | 146 |
| 52-§. Máseleler sheshiw.....                                                  | 148 |
| 53-§. Laboratoriyalıq jumıs. Linza járdeminde kórinis payda etiw.....         | 150 |
| 54-§. Optikalıq asbaplar.....                                                 | 151 |
| 55-§. Kóz hám kóriw.....                                                      | 154 |
| 56-§. Máseleler sheshiw.....                                                  | 156 |
| 57-§. Geliotexnika. Ózbekstanda quyash energiyasınan paydalanıw.....          | 158 |
| V bapı tákirarlaw ushın test sorawları.....                                   | 160 |
| V bap boyınsha áhmiyetli juwmaqlar.....                                       | 162 |

### VI BAP. DÚNYANIN FIZIKALIQ KÓRINISI. FIZIKA-TEXNIKANIN RAWAJLANIWI

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 58-§. Dúnyanın birden-bir fizikalıq kórinisi.....                                        | 164 |
| 59-§. Fizika hám texnikanın rawajlanıwı. Ózbekstanda fizika tarawındaǵı izertlewler..... | 166 |

# FIZIKA

*Umumiy oʻrta taʼlim 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 basiwga ruqsat etildi. Formatı 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times KRKP»  
garnitura. Ofset baspa. shártli b. t. 11,25 esap b.t. Nusqası 13156 dana.  
Buyurtpa № .

Ózbekstan Respublikası Prezidenti Administraciyası janındağı  
Málimleme hám galaba kommunikaciya agentliginiń  
Gafur Gulom atındağı baspa-poligrafiyalıq dóretiwshilik úyinde  
basıp shıǵarıldı. Tashkent, 100129. Labzak kóshesi, 86.

**www. gglit.uz.**

**E-mail:info@gglit.uz**



### Ijarağa berilgen sabaqlıqtıñ jaǵdayın kórsetiwshi keste

| № | Oqıwshınıń<br>atı,<br>familiyası | Oqıw<br>jılı | Sabaqlıq-<br>tıń alın-<br>ǵandaǵı<br>jaǵdayı | Klass<br>basshı-<br>sınıń<br>qol<br>tańbası | Sabaqlıqtıñ<br>qaytıp<br>tapsırıl-<br>ǵandaǵı<br>jaǵdayı | Klass<br>basshı-<br>sınıń<br>qol<br>tańbası |
|---|----------------------------------|--------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 |                                  |              |                                              |                                             |                                                          |                                             |
| 2 |                                  |              |                                              |                                             |                                                          |                                             |
| 3 |                                  |              |                                              |                                             |                                                          |                                             |
| 4 |                                  |              |                                              |                                             |                                                          |                                             |

**Sabaqlıq ijararaǵa berilgende hám oqıw jılınıń juwmaǵında  
qaytarıp alınıǵanda joqarıdaǵı keste klass basshısı tárepinen  
tómendegishe bahalawǵa muwapıq toltırıladı**

|                   |                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jańa              | Sabaqlıqtıñ paydalanıwǵa birinshi berilgendegi jaǵdayı                                                                                                                                                                 |
| Jaqsı             | Muqabası pütün, sabaqlıqtıñ tiykarǵı bóliminen ajıralmaǵan. Barlıq betleri bar, jırtılmaǵan, kóshpegen, betlerinde jazıw hám sızıwlar joq.                                                                             |
| Qanaatlanarlıq    | Muqaba jazılǵan, bir qansha sızılıp, shetleri jelingен, sabaqlıqtıñ tiykarǵı bóliminen ajıralıw jaǵdayı bar, paydalanıwshı tárepinen qanaatlanarlıq ońlangan. Kóshken betleri qayta ońlangan, ayırım betleri sızılǵan. |
| Qanaatlandırmaydı | Muqaba sızılǵan, ol jırtılǵan, tiykarǵı bólimnen ajıralǵan yamasa pútkilley joq, qanaatlandırarsızlıq ońlangan. Betleri jırtılǵan, betleri jetispeydi, sızıp, boyap taslangan, sabaqlıqtı tiklewge bolmaydı.           |