

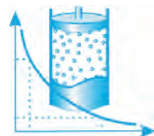
FIZIKA

**Uluwma worta bilim beriwshi mekteplerinin'
9-klasi' ushi'n sabaqli'q**

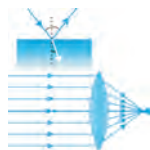
Yekinshi baspasi'

*O'zbekistan Respublikasi' Xali'q bilimlendiriw
ministrligi ta'repinen tasti'yi'qlang'an*

**MOLEKULAR FIZIKA HA'M
TERMODINAMIKA TIYKARLARI'**



OPTIKA



**ATOM FIZIKASI'NI'N'
TIYKARLARI'**



**KOSMOS HAQQI'NDA
KO'ZQARASLAR**



G'afur G'ulam ati'ndag'i' baspa-poligrafiyali'q do'retiwshilik u'yi
Tashkent – 2014

UO'K 372.853(075)

KBK 22.3ya72

F 50

Avtorlar: P. HABIBULLAYEV, A. BAYDEDAYEV,
A. BAHRAMOV, M. YULDASHEVA

Arnawli' redaktor:

K. TURSUNMETOV – O'zR FA akademigi, Mi'rza Ulug'bek ati'ndag'i' O'zbekistan Milliy universiteti professori, fizika-matematika ilimlari doktori'.

Pikir bildirivshiler:

A.T. MAMADALIMOV – Mi'rza Ulug'bek ati'ndag'i' O'zbekistan Milliy universiteti professori, fizika-matematika ilimlari doktori', O'zR IA akademigi;

N.SH. SAIDXANOV – O'zR IA «Fizika-Quyash» IISHB «Fizika-texnika instituti» ilimiy xi'zmetkeri, fizika-matematika ilimlari doktori';

X. MAHMUDOVA – Tashkent Ma'mleketlik pedagogika universiteti "Fizika ha'm woni'woqi'ti'w metodikasi" kafedrasii' basli'g'i' pedagogika iliminin' kandidati', docent.

U. RIXSIYEV – Tashkent qalali'q Chilanzar rayoni'ndag'i' 200-sanli' mekteptin' joqari' kategoriyali' mug'allimi, O'zbekistan Respublikasi'nda xi'zmet ko'rsetken xali'q bilimlendiriv xi'zmetkeri

Sha'rtli belgiler



— itibar berin' ha'm yeste saqlan';



— sorawlarg'a juwap berin';



— ma'selelerdi sheshin';



— a'meliy tapsi'rmalardi' wori'nlan' ha'm da'pterin' izge jazi'n;

1* — sheshiliwi sali'sti'rmali' tu'rde quramali' bolg'an ma'sele.

Respublika maqsetli kitap qori' qarji'lari' yesabi'nan ijara ushi'n
basi'p shi'g'ari'ldi'.

Habibullayev P.

Fizika. Uluwma worta bilim beriwshi mekteplerinin' 9-klasi' ushi'n sabaqli'q/
P.Habibullayev/[h.t.b.] –T.: G'afur G'ulam ati'ndag'i' baspa-poligrafiyali'q
do'retiwshilik u'yi, 2014. – 160 b.

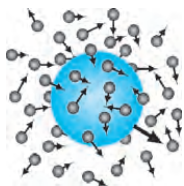
UO'K 372.853(075)

KBK 22.3ya72

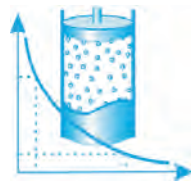
ISBN 978-9943-03-302-3

© P.Habibullayev, A.Baydedayev,
A. Bahramov, M. Yuldasheva, 2010, 2014.

© G'afur G'ulam ati'ndag'i' baspa-poligrafiyali'q
do'retiwshilik u'yi, 2010, 2014.



MOLEKULYAR FIZIKA HA'M TERMODINAMIKA TIYKARLARI



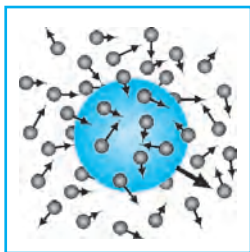
Molekulyar fizika ha'm termodinamika zatti'n' ha'r tu'rli agregat hallari'ndag'i fizikali'q qa'siyetlerin, diffuziya, ji'lli'li'q wo'tkizgishlik si'yaqli' qubi'li'slardi', ji'lli'li'q ta'sirinde zat hali'ni'n' wo'zgeriwin, zatlardi'n' puwlani'wi', kondensaciyasi', yeriwi, qati'wi', bekkemligi, serippeliligi si'yaqli' qa'siyetlerin u'yrenedi.

Fizikani'n' «Mexanika» bo'limin u'yrengende deneler bo'lekshelerden du'zilgenligi itibarg'a ali'nbag'an yedi. «Molekulyar fizika ha'm termodinamika» bo'limin u'yreniw bari'si'nda denelerdi qurawshi' zatlar atom ha'm molekulalardan du'zilgenligi yesapqa ali'nadi'. Zatti'n' u'lken sandag'i ha'r bir atom ha'm molekulasi'ni'n' mexanikali'q qozg'ali'si'n u'yreniw din' imkaniyati' joq. Sol sebepli bul mashqalani' sheshiw ushi'n statistikalikali'q ha'm termodinamikali'q metodlardan paydalani'ladi'.

1. Statistikalikali'q metod. «Statistika» so'zi «yesaplaw», «uluwmalas-ti'ri'w» degen ma'nislerdi an'latadi'. Statistikalikali'q metodta zattag'i' ha'rbir bo'lekshenin' qozg'ali'si' yemes, wolardi'n' na'tiyjeli wortasha qozg'ali'si' u'yreniledi. Mi'sali', molekulalardi'n' wortasha tezligi, wortasha kinetikali'q energiyasi' h.t.b. Bo'lekshelerdin' na'tiyjeli wortasha qozg'ali'si' wo'z aldi'na bo'lekshelerdin' qozg'ali's ni'zamli'qlari' tiykari'nda ani'qlanadi'. Statistikalikali'q metod zatti'n' du'zili'si'ni'n' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'nda tiykar yetip ali'ng'an.

2. Termodinamikali'q metod. «Termodinamika» so'zi «termo» – «ji'lli'li'q» ha'm «dinamika» – «ku'sh», «qozg'ali's» so'zlerinen ali'ng'an. Termodinamikali'q metodta u'yrenilip atirg'an zatti'n' hali temperatura, basi'm ha'm ko'lem si'yaqli' termodinamikali'q parametrlar menen ani'qlanadi'.

Molekulyar fizikani' u'yreniwde statistikalikali'q ha'm termodinamikali'q metodlar bir-birin tolti'radi'. Bul metodlar gaz, suyi'q ha'm qatti' hali'ndag'i' zatlardi'n du'zili'si ha'm wolarda bolatug'i'n processlerdi u'yreniwde paydalani'ladi'. Fizikani'n usi' bo'liminde aldi'n ala statistikalikali'q metodqa tiykarlang'an «Zatti'n' du'zilisi'ni'n' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' tiykarlari'» (I bap) ha'm termodinamikali'q metodqa tiykarlang'an «Termodinamika elementleri»n (II bap) u'yrenesiz. Son'i'nan ha'r yeki metod qollang'an «Suyi'qli'qlardag'i' bet qubi'li'slari'» (III bap), «Qatti' denelerdin' qa'siyetleri» (IV bap) ha'm «Zatti'n' agregat hali'ni'n' wo'zgeriwi»n (V bap) u'yrenesiz.



I bap

ZATTI'N' DU'ZILISININ' MOLEKULYAR-KINETIKALI'Q TEORIYASI' TIYKARLARI'

1-§ MOLEKULYAR-KINETIKALI'Q TEORIYA HAQQI'NDA TU'SINIK

Molekulyar-kinetikali'q teoriyani'n' tiykarg'i faktorlari'



Zatlarda bolatug'i'n ji'lli'li'q qubi'li'slari'n ha'm bul zatlardi'n' ishki qa'siyetlerin, barli'q zatlari' ta'rtipsiz qozg'ali'wshi' bo'lekshelerden ibarat dep aytatug'i'n ko'zqaras tiykari'nda ko'rsetetug'i'n teoriya molekulyar-kinetikali'q teoriya dep ataladi'.

Zatti'n' du'zilisinin' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' to'mendegi faktorlarga tiykarlanadi':



1. Zatlari bo'lekshelerden – atom ha'm molekulalardan du'zilgen.
2. Atom ha'm molekula toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'aladi'.
3. Atom ha'm molekula wo'z ara ta'sir yetisedi.

Bul faktorlar gaz, suyi'q ha'm qatti' hali'ndag'i' zatlarda ju'z beretug'i'n diffuziya qubi'li'si'nda ani'q ko'rinedi.

1. Wo'jirenin' bir mushi'na a'tir suwi' sebilsa, wo'jirenin' basqa mushi'na jetip keledi. Bul iyis, yag'ni'y a'tir *molekulalardan quralg'an*. A'tir molekulalari' wo'jire boylap *toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz ha'rekette boli'p tarqaladi'*.

A'tir iyisi bizge jetip kelgenga shekem belgili bir waqi't wo'tedi. Bul na'rsege sebep – a'tir molekulalari' wo'zinin' joli'nda hawadag'i' sansi'z molekulalar menen soqli'g'i'sadi', yag'ni'y *wo'z ara ta'sir yetisedi*.

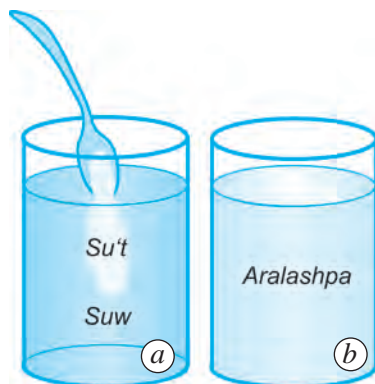
2. Stakandag'i' suwdi'n' u'stine bir shay qasi'q su't quysaq, suw menen su't tez aralasi'p ketpeydi (1-a, su'wret). Wolardi'n' aralasi'wi' ushi'n belgili bir waqi't ketedi (1-b, su'wret).

Suw ha'm suyi'qli'qti'n' wo'z ara aralasi'wi' wolardi'n' *bo'lekshelerden quralg'anli'g'i'n* ha'm bul bo'lekshelerdin' *toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'ali'sta* yekenligin ko'rsetedi. Toli'q aralasi'wi'na bir qansha waqi'tti'n'

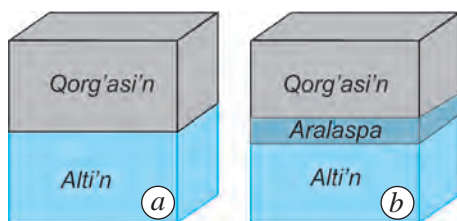
ketiwi bo'lekshelerdin' wo'z ara ta'sir yetisiwin ko'rsetedi.

3. Alti'n ha'm qorg'asi'n metallari'ni'n betleri si'ypaq qi'li'ni'p, u'sti-u'stine jaylasti'ri'lg'an (2-a, su'wret). Metallar arnawli' qi'sqi'sh ja'rdeminde qi'si'p qoyi'lg'an. Bir ji'ldan keyin metallar qi'sqi'shtan ali'ng'an. Bunda metallardi'n bir-birine bekkem jabi'si'p qalg'anlig'i, alti'n atomlari' qorg'asi'nni'n ishine, qorg'asi'n atomlari' bolsa alti'nni'n ishine kirip barg'anli'g'i' belgili bolg'an (2-b, su'wret).

Alti'n ha'm qorg'asi'nni'n' aralasi'wi' wolardi'n bo'lekshelerden quralg'anli'g'i'n, bul bo'lekshelerdin' ta'rtipsiz qozg'ali'wi'n, a'ste aralasi'w bolsa metallardag'i' bo'lekshelerdin' wo'z ara ku'shli'rek ta'sir yetisiwin ko'rsetedi.



1-su'wret



2-su'wret

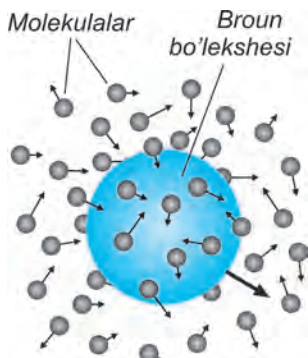
Broun qozg'ali'si'

Inglis ta'biyat izertlewshisi **R.Broun** 1827-ji'li' na'wbettegi baqlawlardan son' mikroskopti' u'yinin' da'lizinde qaldi'rg'an. Jawi'nni'n' asti'nda qalg'an mikroskopti'n' islewin tekserip ati'ri'p, okulyar arqali' bir na'rsenin' qozg'ali'p ati'rg'ani'n ko'rgen. Bul na'rseni mayda jani' bar zat dep woylag'an.

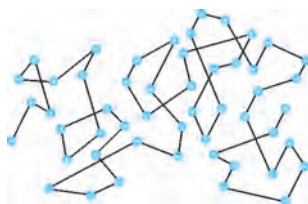
Qozg'ali'p ati'rg'an zatti'n' ne yekenligin ha'm bunday qozg'ali's sebeplerin ani'qlaw ushi'n Broun bir qatar ta'jiriybe wo'tkergen. Belgili boli'wi'nsha, mikroskopti'n' aynasi'nda aldi'nnan shan' bo'leksheleri bolg'an. Okulyar arqali' ko'ringen qozg'ali'stag'i' na'rse jawi'nni'n' tamshi'si'na qosi'li'p ketken sol shan' bo'lekshesi yeken degen juwmaqqa kelgen. Jawi'n tamshi'si'ndag'i' suw molekullari' shan' bo'lekshesine ha'r ta'repleme uri'li'p, woni' toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'ali'wg'a ma'jbu'r yetken. Mikroskopta tek shan' bo'lekshesi ko'rinip, wog'an uri'li'p ati'rg'an molekullari' ko'rinbegen.



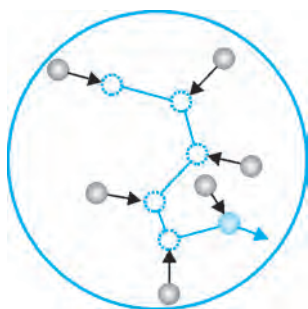
Suyiqli'q yamasa gazlarda bo'lekshenin' toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'ali'si' xotikali'q qozg'ali's dep ataladi.



3-su'wret



4-su'wret



5-su'wret

«Xaotik» so'zi lati'n tilinde «*chaos*» so'zinen ali'ng'an boli'p, «*ta'rtipsiz*» degen ma'nisti bildiredi. Bo'lekshelehdin' xaotikali'q qozg'ali'si' **R. Broun tarepinen** woylap tabi'lg'anli'g'i' ushi'n woni' Broun qozg'ali'si' dep te ataydi'.

Shan' bo'lekshesi – Broun bo'lekshesi'ni'n' toq tawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'ali'wi'ni'n' sebebin u'yreneyik (3-su'wret).

Broun bo'lekshesine bir ta'repten uri'li'p ati'rg'an molekullardi'n sani' basqa tarepten uri'li'p ati'rg'an molekullar sani'nan parq qi'ladi'. Soni'n' menen birge, molekullardi'n' uri'li'wshi' ku'shleri de birdey yemes. Broun bo'lekshesine ta'sir yetiwshi na'tiyjeli ku'sh bo'lekshe qozg'aydi' (3-su'wret).

Molekullar qozg'ali'si' ta'rtipsiz bolg'ani' ushi'n bo'lekshe qozg'ali'si'n uzaq dawam yetire almaydi'. Birazdan keyin bo'lekshege ta'sir yetip ati'rg'an na'tiyjeli ku'sh ha'm woni'n' bag'dari'ni'n' wozgeriwi na'tiyjesinde Broun bo'lekshesi wo'zinin' bag'dari'n wo'zgerledi. Bul process toqtawsi'z dawam yetedi.

Broun qozg'ali'si'n **J. Perren** jaqsi' u'yrenip, 1908- 1913-ji'llari' xaotikali'q qozg'ali'p ati'rg'an bo'lekshe'nin' birdey waqi'tlar arali'g'i'ndag'i' hallari'n su'wretke alg'an. Wonda Broun bo'lekshesi'ni'n' traektoriyasi' 4-su'wrette su'wretlengenindey ha'r tu'rli uzi'nli'qlardag'i' si'ni'q si'zi'qlardan ibarat bolg'an.

Broun qozg'ali'si'n qorshag'an a'tirapi'mi'zda da baqlaw mu'mkin. Mi'sali', Quyash nuri'nda hawadag'i' shan' bo'lekshelehdin' ti'ni'msi'z, ta'rtipsiz qozg'ali'p ati'rg'ani' ko'rinedi. Gaz yamasa suyi'qli'qlardag'i' molekullar a' basqa molekullar ha'r ta'repten ta'rtipsiz tu'rde uri'li'p turadi'. Na'tiyjede wol ga' bir ta'repke, ga' basqa ta'repke ti'ni'msi'z, ta'rtipsiz qozg'ali'wg'a ma'jbu'r boladi' (5- su'wret).

Broun qozg'ali'si' molekullardi'n' ta'rtipsiz qozg'ali'si'nan ti'sqari' molekullardi'n' bar yekenligin de da'lillep beredi.

Xaotikali'q qozg'ali'p ati'rg'an ha'r bir molekula traektoriyasi'ni'n' tuwri' si'zi'qli' bo'leginde tezligi ju'da' ul'lken boladi'. Biraq basqa bir bag'dardag'i' ko'shiwi kishi boladi'.

Normal jag'dayda, yag'ni'y 1 atmosfera basi'm ha'm 0°C temperaturadag'i' gaz molekulari' 1 sekundta wortasha 10¹⁰ ma'rte soqli'g'i'sadi'. Ha'r bir soqli'g'i'si'w arasi'ndag'i' arali'q 10⁻⁸-10⁻⁷ m di quraydi'.

- ?
1. Zatti'n' du'zilisinin' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' qanday faktorlarga tiykarlanadi'?
 2. A'tir iyisinin' tarqali'wi' mi'sali'nda molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'na tiyisli faktorlardi' qanday tiykarlaw mu'mkin?
 3. Su'ttin' suwg'a aralasi'wi'na tiyisli ta'jiriybeden qanday juwmaqqa keliw mu'mkin?
 4. Altin' ha'm qorg'asi'n menen wo'tkerilgen ta'jiriybede metallardi'n' atomlari' ne sebepten bir-birine wo'tken?
 5. Xaotikali'q qozg'ali's dep qanday qozg'ali'sqa ayti'ladi'?
 6. Broun bo'lekshesi ne sebepten toqtawsiz ha'm ta'rtipsiz qozg'aladi'? 3-su'wretten Broun bo'lekshesi'ni'n' qozg'ali'si'n tu'sindirip berin'.
 7. 4-ha'm 5-su'wretlerde su'wretlengen bo'lekshenin' qozg'ali'si'n ta'riyiplep berin'.

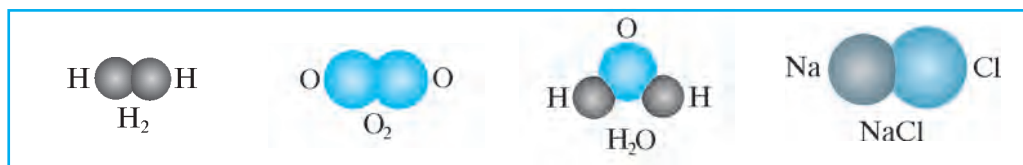
2-§. MOLEKULALARDI'N' WO'LSHEMI HA'M MASSASI'

Molekular

Zatlar mayda bo'lekshelerden – molekula ha'm atomlardan ibarat yekenligin bildin'iz. Vodorod gazi' vodorod (H₂) molekulari'nan, ha'r bir vodorod molekulasini' bolsa 2 vodorod (H) atomi'nan ibarat (6-su'wret). Hawadag'i' kislorod (O₂) molekulari'nan, ha'r bir kislorod molekulasini' 2 kislorod (O) atomi'nan du'zilgen. Suw bolsa suw (H₂O) molekulari'nan quralg'an. Ha'r bir suw molekulasini' 2 vodorod (H) ha'm 1 kislorod (O) atomi'nan ibarat. As duzi' bolsa as duzi' (NaCl) molekulari'nan, wolardi'n ha'r biri 1 natriy (Na) ha'm 1 xlor (Cl) atomi'nan du'zilgen.

Inert gazlar ha'm metallar molekulalardan yemes, wolar atomlardan du'zilgen. Mi'sali', argon zati' argon (Ar) atomlari'nan, mi's bolsa mi's (Cu) atomlari'nan quralg'an.

Yendigiden bi'lay zatti'n' molekulasini' haqqi'nda so'z bolg'anda, atomlardan du'zilgen zatlardi'n' atomlari' da na'zerde tuti'ladi'.



6-su'wret

Ximiya kursi'nda molekulanı' bilay ta'riyipleydi:



Molekula – zatti'n' ximiyali'q qa'siyetlerin wo'zinde saqlap qali'wshi' usi' zatti'n' yen' kishi bo'legi.

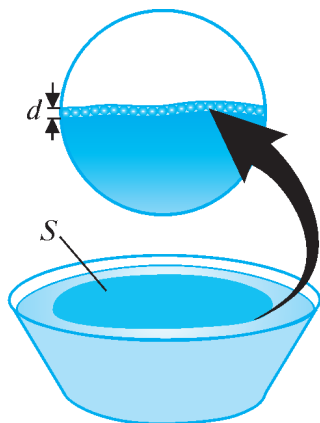
Molekulalardi'n' wo'lishemi

Molekulalardi'n' wo'lishemin ha'r tu'rlı usi'llar menen ani'qlaw mu'mkin. Bul usi'llardan yen' a'piwayi'si'n ko'rip shi'g'ayi'q. (7-su'wret).

I'di'stag'i' suwg'a may tamshi'si'n tami'zsaq, wol suwdi'n' sha'ma menen $S = 0,5 \text{ m}^2$ betin iyelep, juqa perde payda yetedi. Bunda may molekulari' suw betinde bir qabat boli'p tegis jayi'lg'an dep yesaplaw mu'mkin.

May tamshi'si'ni'n' ko'lemın $V = 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$ dep ali'p, may molekulası'ni'n' wo'lishemin shamalap yesaplaw mu'mkin:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}. \quad (1)$$



7-su'wret



Ani'q wo'lishewlerge qarag'anda, molekularardi'n' wo'lishemi $10^{-10} \text{ m} - 10^{-8} \text{ m}$ ta'rtipte boladi'.

Mi'sali', suw molekulası' wo'lishemi: $d \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Molekulalar son-day da'rejede kishi boli'p, wolardi' yen' ku'shli optikalı'q mikroskopta da ko'rip bolmaydi'. Yeger suw molekulası' million yese u'lkeytip ko'rsetilse, woni'n' u'lkenligi qumsheker da'neshesine ten'lesedi.

Molekular koncentraciyasi

Suw molekulası'ni'n' diametri $d \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ bolg'anli'g'i'nan, suwdi'n' bir molekulası'ni'n' ko'lemın tabi'w mu'mkin:

$$V_m \approx d^3 \approx (3 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 = 27 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3 = 2,7 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3.$$

Bul jag'dayda $V = 1 \text{ m}^3$ ko'lemdegi suw molekulari'ni'n' sani'n yesaplaw mu'mkin:

$$N \approx \frac{V}{V_m} \approx \frac{1 \text{ m}^3}{2,7 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28}. \quad (2)$$



Ko'lem birligindegi molekular sani'na molekular koncentraciyasi' dep ayti'ladi' ha'm n ha'ribi menen belgilenedi.

Yag'ni'y:

$$n = \frac{N}{V}, \quad (3)$$

bunda V – i'di'sti'n' ko'lemi, N – usi' i'di'stag'i' molekular sani'.

Wonday halatta (2) an'latpadan suwdag'i' molekular koncentraciyasi' $n \approx 3,7 \cdot 10^{-28} \text{ m}^{-3}$ g'a ten'. Koncentraciya 1 sm^{-3} , 1 dm^{-3} , 1 m^{-3} si'yaqli' birliklerde wo'lshenedi. Yeger $V=25 \text{ sm}^3$ si'yi'mli'qtag'i' i'di'sqa tolti'ri'lg'an gaz molekulari'ni'n' sani' $N=5 \cdot 10^{21}$ de bolsa, 1 m^3 tag'i' molekular sani', yag'ni'y molekular koncentraciyasi' $n = 2 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ boladi'.



Suyi'q ha'm qatti' haldag'i' zatlardi'n' molekulari' koncentraciyasi' 10^{27} – 10^{30} m^{-3} , gazlar, mi'sali', normal jag'daydag'i' hawa molekulari'ni'n' koncentraciyasi' (0°C temperatura ha'm $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ basi'mda) $2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ke ten'.

Molekulardi'n' massasi'

Suw molekulari'ni'n' massasi'n yesaplayi'q. Suwdi'n' ti'g'i'zli'g'i' 1000 kg/me, yag'ni'y 1 m^3 suwdi'n' massasi' 1000 kg g'a ten'. 1 me suwda $3,7 \cdot 10^{28}$ de molekula barli'g'i' belgili. Wonday jag'dayda suwdag'i' 1 molekulari'n' massasi'n to'mendegishe yesaplaw mu'mkin:

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

Ani'q yesaplawlarg'a qarag'anda, suw molekulari' (H_2O)ni'n' massasi' $2,988 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ g'a ten' yekenligi ani'qlang'an. Sog'an uqsas basqa zatlardi'n' molekulari' da yesaplang'an. Mi'sali', vodorod molekulari' (H_2)ni'n' massasi' $3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, kislorod molekulari' (O_2)ni'n' massasi' $5,312 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$, si'nap atomi' (Hg)ni'n' massasi' $3,337 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.



Bir molekulari'n' massasi' 10^{-27} kg – 10^{-25} kg a'tirapi'nda boladi'.

Sali'sti'rmali' molekulari'q massa

Molekulardi'n' massasi' ju'da' kishi yekenligin ko'rdik. Ha'r tu'rli zatlardi'n' molekular ha'm atomlari'ni'n' massalari' massa atom birliginde (m.a.b.) wo'lshenedi.



Xali'q arali'q kelisimde, massasi'ni'n' atom birligi yetip uglerod atomi' $^{12}_6\text{C}$ massasi'ni'n' $1/12$ bo'legi qabi'l yetilgen.

Uglerod atomi' $^{12}_6\text{C}$ nin' massasi' $m_0\text{C} = 1,992 \cdot 10^{-26}$ kg yekenligi belgili. Wonday jag'dayda massani'n' atom birligi: $m_0\text{C}/12 = (1,992 \cdot 10^{-26}/12)$ kg = $= 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. Demek:

$$1 \text{ m.a.b.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$



Zatti'n' molekula massasi'ni'n' m.a.b. de ko'rsetilgen ma'nisi sali'sti'rmali' molekulali'q massa dep ataladi' ha'm M_r menen belgilenedi.

Demek, *sali'sti'rmali' molekulali'q massa* – bul molekula massasi'ni'n' m.a.b. de ani'qlang'andag'i' sani'. Sog'an uqsas, atom massasi'ni'n' m.a.b. de ani'qlang'an ma'nisi *sali'sti'rmali' atom massasi'* dep ataladi' ha'm A_r menen belgilenedi.

Zatlardi'n sali'sti'rmali' atom massasi A_r Mendeleevtin' ximiyali'q da'wirlik sistemasi'nda ko'rsetilgen elementlerdin' massa sani' A g'a derlik ten', yag'ni'y $A_r = A$. Soni'n' ushi'n zatti'n' sali'sti'rmali' molekulali'q massasi'n usi' molekulani' qurawshi' elementlerdin' atom massasi'ni'n' sani' (A) arqali' da ani'qlaw mu'mkin. Mi'sali', vodorodti'n' sali'sti'rmali' atom massasi' sani' $A(\text{H}) = 1$ yekenliginen sali'sti'rmali' molekulali'q massasi' $M_r(\text{H}_2) = 1 \cdot 2 = 2$ m.a.b. Kislod molekulasi' (O_2) ushi'n $A(\text{O}) = 16$ m.a.b. yekenliginen $M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32$ m.a.b. Suw molekulasi' (H_2O) ushi'n $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$ m.a.b. Karbonat angidridi (CO_2) ushi'n $M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ m.a.b.



1. Molekulag'a si'patlama berin' ha'm mi'sallar arqali' tu'sindirin'.
2. Yen' a'piwayi' usi'l menen molekulalar wo'lshegin qalay bahalaw mu'mkin? Molekulalar wo'lshegi qanshag'a ten'?
3. Molekulalar koncentraciyasi' dep qanday sha'mag'a ayti'ladi'?
4. Gaz, suyi'q ha'm qatti' zatlardi'n' molekulalari'ni'n' koncentraciyalari' qanday ta'rtipte boladi'?
5. Zat molekulalari'ni'n' massasi' qanshag'a ten'?
6. Massani'n' atom birligi yetip qanday sha'ma ali'ng'an?
7. Sali'sti'rmali' molekulali'q massa dep qanday sha'mag'a ayti'ladi'? Zatlardi'n' sali'sti'rmali' molekulali'q massasi'n qalay ani'qlaw mu'mkin?



1. 8 litr i'di'sta $2,4 \cdot 10^{24}$ gaz molekulasi' bar. Gaz molekulalari' koncentraciyasi'n yesaplan'.
2. Mineral suwdi'n' koncentraciyasi' $3,7 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ bolsa, 1 litr i'di'stag'i' mineral suwda neshe molekula bar?
3. Suw molekulasi'ni'n' 1 massasi' $3 \cdot 10^{-26}$ kg. 1 sm^3 suwda neshe molekula bar?

4. Uglerod atomi'ni'n' massasi'n $2 \cdot 10^{-26}$ kg g'a ten' dep ali'p, 1 kg ko'mir (uglerod)de neshe atom bar yekenligin yesaplan'.

3-§. ZATTI'N' MUG'DARI'. MOLYARLI'Q MASSA

Zatti'n' mug'dari'. Avogadro turaqli'si'

Ali'ng'an zatti'n' mug'dari' 12 g uglerod ($^{12}_6\text{C}$) mug'dari' menen sali'sti'ri'ladi'. Sol maqsette *zatti'n' mug'dari'* (ν) dep atalatu'g'i'n arnawli' fizikali'q sha'ma kirgizilgen. Zatti'n' mug'dari'ni'n' birligi yetip *mol* qabi'l yetilgen.



1 mol – zatti'n' wondag'i' molekulalar sani' 12 g uglerodtag'i' atomlar sani'na ten'.

Mol menen bir qatarda *kmol* de qollani'ladi': 1 kmol=10 mol.

Zatti'n' 1 mol mug'dari'ndag'i' gramlarda ali'ng'an massasi'ni'n' san mug'dari' usi' zatti'n' molekulyarli'q massasi'na ten' boladi'. Mi'sali':

1 mol uglerod (C) ti'n' massasi': $m = 12$ g, sebebi $M_r(\text{C}) = 12$ m.a.b.

1 mol vodorod (H_2) ti'n' massasi': $m = 2$ g, sebebi $M_r(\text{H}_2) = 2$ m.a.b.

1 mol kislorod (O_2) ti'n' massasi': $m = 32$ g, sebebi $M_r(\text{O}_2) = 32$ m.a.b.

1 mol suw (H_2O) di'n' massasi': $m = 18$ g, sebebi $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ m.a.b.

Ali'ng'an zatti'n' 1 mol mug'dari'ndag'i' molekulalar sani' birdey boladi'. Mi'sali', 2 g (1 mol) H_2 tag'i da, 32 g (1 mol) O_2 tag'i' da molekulalar sani' $6,02 \cdot 10^{23}$ ti quraydi'. Bul san italiyali' ilimpaz **A.Avogadro** (1776–1856) hu'rmetine *Avogadro turaqli'si'* dep ataladi' ha'm N_A menen belgilenedi:



Avogadro turaqli'si' – 1 mol zattag'i' molekulalar sani'.

Avogadro turaqli'si'ni'n' mug'dari':

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

Ma'selelerdi sheshiwde ha'm basqa ayi'ri'm halatlarda Avogadro turaqli'si'n shama menen $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ dep ali'w mu'mkin.

I'qti'yarli' zat ushi'n zatti'n' mug'dari' n sol zattag'i' molekulalardi'n' sani' N nin' Avogadro turaqli'si' N_A g'a qatnasi'na ten':

$$\nu = \frac{N}{N_A}.$$

Mi'sali', ballonda 100 mol (200 g) vodorod gazi' qamalg'an bolsa, ballondag'i' molekular sani' $N = \nu N_A = 100 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 6 \cdot 10^{25}$ boladi'.

Molyarli'q massa

I'qti'yali' zatti'n' 1 mol massasi'n biliw de u'lken ihmiyetke iye.



1 mol zatti'n' massasi' molyarli'q massa dep ataladi' ha'm M ha'ribi menen belgilenedi.

Molyarli'q massasi'ni'n' tiykarg'i' wo'lshew birligi – kg/mol.

Zatti'n' molyarli'q massasi' woni'n' sali'sti'rmali' molekulari'q massasi' arqali' ani'qlanadi'. Mi'sali', uglerod ushi'n $M_r(\text{C}) = 12 \text{ m.a.b.}$, $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol} = 0,012 \text{ kg/mol}$, vodorod ushi'n $M_r(\text{H}_2) = 2 \text{ m.a.b.}$, $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol} = 0,002 \text{ kg/mol}$, suw ushi'n $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ m.a.b.}$, $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol} = 0,018 \text{ kg/mol}$.

Molyarli'q massa menen Avogadro turaqli'si arasi'nda to'mendegidey baylani'sqan:

$$M = m_0 N_A,$$

bunda m_0 – berilgen zatti'n' 1 molekulari'ni'n' massasi'.

Ali'ng'an ν mug'dardag'i' zatti'n' m massasi'n tabi'w mu'mkin:

$$m = m_0 N = m_0 \nu N_A \quad \text{yamasa} \quad m = \nu M.$$

Mi'sali', 8 mol karbonat angidridi (CO_2) gazi'ni'n' massasi'n to'mendegishe yesaplaw mu'mkin: $m = \nu M = (8 \cdot 0,044) \text{ kg} = 0,352 \text{ kg}$.

Birdey temperatura ha'm basi'mda ha'r qanday gazdi'n' 1 mol mug'dari' birdey ko'lemdi iyeleydi. Bul **Avogadro ni'zami'** dep ataladi' ha'm to'mendegishe ta'riyiplenedi:



Normal jag'dayda ha'r qanday gazdin' 1 mol mug'dari' 0,0224 m³ ko'lemdi iyeleydi.

1 m³ ko'lemdegi molekular sani' da birdey boladi'.

Ma'seleni sheshiw u'lgisi.

1 g azot (N_2) qurami'ndag'i' molekular sani'n ani'qlan'.

Berilgeni:
 $m = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg};$
 $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1};$
 $M = 0,028 \text{ kg/mol}.$

Formulasi':
 $M = m_0 N_A; \quad m_0 = \frac{M}{N_A},$

Yesaplaw:

$$N = \frac{10^{-3} \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{0,028 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx$$

$$\approx 2,15 \cdot 10^{22}.$$

Tabi'w kerek:
 $N = ?$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{m N_A}{M}.$$

Juwabi': $N = 2,15 \cdot 10^{22}.$



1. Zatti'n' mug'dari' dep nege ayti'ladi'?
2. Bir mol nege ten'?
3. Avogadro turaqli'si dep qanday sang'a ayti'ladi'? Woni'n' ma'nisi nege ten'?
4. Molyarli'q massa dep qanday sha'mag'a ayti'ladi'?
5. Avogadro ni'zami' qanday ta'riyiplenedi?



1. 1 kislorod molekulasi' (O_2)ni'n' massasi'n tabi'n'.
2. 1 azot molekulasi' (N_2)ni'n' massasi' neshege ten'?
3. 1 g vodorod qurami'ndag'i' molekular sani'n tabi'n'.
4. 9 l suwdi'n' zat mug'dari'n ani'qlan'.
5. 5 mol kislorod gazi'ni'n' massasi'n ani'qlan'.

4-§. IDEAL GAZ MOLEKULYAR-KINETIKALI'Q TEORIYASI'NI'N' TIYKARG'I' TEN'LEMESI

Ideal gaz

Gaz hali'ndag'i' zatlarda molekular arasi'ndag'i' wortasha arali'q molekular wo'lisheminen ju'da' u'lken boladi'. Molekular arasi'ndag'i' wo'z ara ta'sir ku'shleri wolar bir-birine ju'da' jaqi'n kelgende g'ana payda boli'p, basqa waqi'tlarda ju'da' kishi boladi'. Soni'n' ushi'n gaz molekulasi' bir soqli'g'i'si'wdan keyingi soqli'g'i'si'wg'a shekem yerkin ha'm tegis qozg'aladi' dep ali'w mu'mkin.



Molekulalari' bir-biri menen wo'z ara ta'sirlespeytug'i'n ha'mde molekulalari' materiyalli'q noqatlar gaz ideal gaz dep ataladi'.

Tabiyatta hesh qashan ideal gaz ushi'ramaydi'.



Qa'siyetleri molekulalari'ni'n' wo'z ara ta'sirine baylani'sli' bolg'an gaz real gaz dep ataladi'.

Real gaz molekulalari' wo'z ara ta'sirlesedi. Biraq a'piwayi' jag'dayda molekulalardi'n' wo'z ara ta'siri na'tiyjesinde payda bolg'an potencial energiyani'n' wortashasi' kinetikali'q energiyasi'ni'n' wortashasi'nan biraz kishi bolg'anda bunday gazdi' da ideal gaz dep yesaplaw mu'mkin.

Ideal gazdi'n' basi'mi'

I'di'sta belgili temperaturada ideal gaz bar dep ko'z aldi'mi'zg'a keltireyik. I'di'sti'n' ishindeg'i' molekula xaotikali'q qozg'ali'p, i'di'sti'n'

diywallari'na uri'ladi'. Ha'r bir uri'lg'ani'nda i'di'sti'n' diywallari'na ku'sh penen ta'sir yetedi. Bir molekulanin' ta'sir yetetug'i'n ku'shi ju'da' kishi. Biraq i'di'sta ju'da' ko'p molekular bar. Wolardi'n diywalg'a u'ziliksiz ta'sirinen diywal betinde basi'm payda boladi'. I'di'stag'i' gaz molekulari'ni'n' diywalg'a beretug'i'n usi' basi'mi'n' ani'qlayiq.

Bizge belgili bolg'ani'nday, molekulanin' tezligi qansha u'lken bolsa, sonsha qatti' ku'sh penen uri'ladi' ha'm gazdin' i'di's diywali'na bolg'an basi'mi' sonsha u'lken boladi'. Yag'ni'y basi'm molekularidin' tezliklerine baylani'sli'.

Gaz molekulari'ni'n' basi'mi' ushi'n to'mendegi ten'leme keltirilib shi'g'ari'lg'an:

$$p = \frac{1}{3} nm_0\bar{v}^2, \quad (1)$$

bunda n – gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi', m_0 – bir molekulanin' massasi', \bar{v}^2 — molekular tezlikleri kvadratlari'ni'n' wortasha ma'nisi. Bul ten'lemenin' won' ta'repin 2 ge kobeytip ha'm boli'p, to'mendegi formada ko'rsetemiz:

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

bunda $\bar{E}_k = \frac{m_0\bar{v}^2}{2}$ – bir molekulanin' wortasha kinetikali'q energiyasi'.



Gazdin' basi'mi' ko'lem birligindegi molekularidin' kinetikali'q energiyasi'ni'n' wortasha ma'nisine ten'.

(2) formula *ideal gaz molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykar'i' ten'lemesi* dep ataladi'.



1. Qanday sha'rtler qanaatlandi'rg'an gazge ideal gaz dep ataladi'?
2. Real gazdin' ideal gazdan parqi' neden ibarat?
3. (1) formulani' analiz yetip berin'.
4. Ideal gaz molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykar'i' ten'lemesin ko'rsetin'.



1. U'sti ashi'q turg'an 1 l ko'lemli i'di'sta neshe molekula bar? Hawa molekulari'ni'n' koncentraciyasi' $2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ne ten'.
2. Molekulari'ni'n' koncentraciyasi' $6 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$ ne ten' bolg'an i'di'stag'i' gazdin' basi'mi' $5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ qa ten'. Bir molekulanin' wortasha kinetikali'q energiyasi'n tabi'n'.
3. 10 l si'yi'mli'qtag'i' i'di'sqa gaz molekulari'ni'n' kinetikali'q energiyalari' ji'yi'ndi'si' 3 kDj g'a ten' bolsa, gazdin' sol i'di'sti'n' diywallari'na beretug'i'n basi'mi'n' ani'qlan'.

5-§. TEMPERATURA

Ji'lli'li'q ten' salmaqli'li'g'i'

Ha'r tu'rli i'di'stag'i' suwlarg'a barmag'i'mi'zdi' ti'g'i'p, wolardan qaysi' biri ji'lli'law, qaysi'si' suwi'qlaw yekenin seze alami'z. Ji'lli'law suwdi'n' temperaturasi'n joqari'law, suwi'qlaw suwdi'n' temperaturasi'n to'menlew deymiz.



Temperatura zatti'n' ji'lli'li'q hali'n mug'dar ta'repinen ani'qlaytug'i'n fizikali'q shama.

«*Temperatura*» latin tilinde «*hal*» degen ma'nisti bildiredi.

Adam denesi'ni'n' temperaturasi'n wo'lshegende dene menen termometr ishindegi si'napti'n' temperaturasi' ten'leskenge shekem, yag'ni'y wolar arasi'nda ji'lli'li'q ten' salmaqli'li'g'i' saqlang'ang'a shekem belgili bir waqi't wo'tedi. Ji'lli'li'q ten' salmaqli'g'i' payda bolg'annan keyin temperatura wo'zgermeydi.



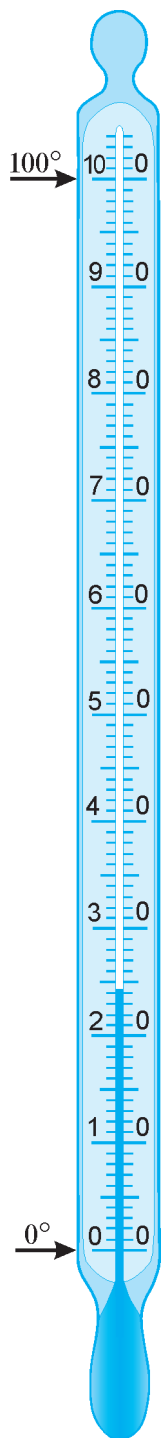
Zatti'n' ji'lli'li'q almasi'ni'wi' na'tiyjesinde wolardi'n' temperaturalari'ni'n' ten'lesiwine ji'lli'li'q ten' salmaqli'li'g'i' dep ataladi'.

Ha'r tu'rli temperaturadag'i' zatlar si'rtqi' ta'sir bolmasa, waqi'tti'n' wo'tiwi menen ji'lli'li'q ten' salmaqli'li'g'i'na keledi. Mi'sali', muzlatqi'shtan suwi'q suwdi' ali'p, stol u'stine qoyi'n'. Belgili waqi't wo'tkennen keyin woni'n' temperaturasi' wo'jirenin' temperaturasi' menen ten'lesedi, yag'ni'y ten salmaqli' hali'na keledi.

Temperaturani'n' Celsiy shkalasi'

Zatlardi'n' temperaturasi' termometr ja'rdeminde wo'lsenedi. A'dette ko'p paydalani'latug'i'n termometr – si'napti' termometr(8-su'wret). Woni' ko'rip shi'g'ayi'q. Bunday termometr rezervuari'nda si'nap boladi'. Temperatura ko'terilgende rezervuardag'i' si'nap ko'lemi ken'eyedi ha'm wol naysha arqali' joqari'g'a ko'teriledi.

Termometr shkalasi'na da'rejeler qoyi'lgan boli'p, si'napti'n' qansha koterilgenligine qarap temperaturani' bilip ali'w mu'mkin. Temperaturani'n' wo'lsheiw birligi yetip gradus ali'ng'an. Normal atmosfera basi'mi'nda muzdi'n' yeriw temperaturasi' 0 gradus dep, suwdi'n' qaynaw temperaturasi' 100 gradus dep ali'ng'an. Bul arqali' 100 ten'dey boleklerge bo'lingen ha'm ha'r bir bo'lek **1 gradus** dep qabi'l yetilgen. «*Gradus*» lati'nshadan «*qa'dem*» degen ma'nisti bildiredi.



8-su'wrette

Bunday shkala 1742-ji'li' shved ali'mi' A. Celsiy ta'repinen usi'ni'lg'an ha'm wol temperaturani'n' **Celsiy shkalasi'** dep ataladi'.

Celsiy shkalasi'nda wo'lshengen temperatura $^{\circ}\text{C}$ formasi'nda belgilenedi ha'm «gradus celsiy» dep woqi'ladi'.

Termometr ha'r tu'rli da'rejelengen boladi'. Mi'sali', suwdi'n' temperaturasi'n wo'lsheytag'i'n termometrler 0°C dan 100°C g'a shekem, adam temperaturasi'n wolsheytag'i'n medicinali'q termometr 35°C dan 42°C g'a shekem, hawa temperaturasi'n wo'lsheytag'i'n termometr bolsa, a'dette, -20°C dan 50°C g'a shekem da'rejelengen boladi'.

Absolyut temperatura

Turmi'sta tiykari'nan Celsiy shkalasi'nda ko'rsetiletug'i'n t temperatura qollani'ladi'. Biraq zatlardag'i' ji'lli'li'q qubi'li'slari'n u'yrengende **absolyut temperatura** dep atalaturg'i'n T ha'ribi menen belgilenetug'i'n temperaturadan paydalani'ladi'.



Absolyut nol temperatura mu'mkin bolg'an yen' to'men temperatura boli'p, bunday temperatura-da zat molekullari'ni'n' qozg'ali'si' toqtaydi'.

Kelvin ta'repinen 1848-ji'li' usi'ni'lg'an absolyut temperatura shkalasi' **Kelvin shkalasi'** dep ataladi'. Wonda T temperatura kelvin (1 K) yesabi'nda wo'lshenedi. Kelvin shkalasi'nda ali'ng'an temperatura birliginin' ma'nisi Celsiy shkalasi'ndag'i' ma'niske ten' yetip ali'ng'an. Celsiy shkalasi'nda wo'lshengende absolyut nol temperatura $-273,15^{\circ}\text{C}$ g'a ten' yekenligi ani'qlandi'. Bul demek, $t = 0^{\circ}\text{C}$ da $T = 273,15\text{ K}$ boladi'. Yeger $273,15\text{ K}$ ni' pu'tinlep 273 K dep alsaq, Celsiy shkalasi'nan Kelvin shkalasi'na wo'tiw formulasi'n to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

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

Temperaturani'n' Celsiy ha'm Kelvin shkalalari' arasi'ndag'i' baylani's diagrammasi' 9-su'wrette ko'rsetilgen.

Temperaturani'n' molekulyar-kinetikali'q mag'anasi'

Bir stakang'a ji'lli', yekinshi stakang'a suwi'q suw alayi'q. Ji'lli' suw molekullari'ni'n' wortasha tezligi suwi'q

suw molekulari'ni'n' wortasha tezliginen u'lken boladi'. Stakanlardag'i' ji'lli' ha'm suwi'q suwdi' aralasti'rsa, soqli'gi'si'wlar waqti'nda tez qozg'ali'p ati'rg'an molekulari'di'n' tezlikleri azayadi', a'ste qozg'ali'p ati'rg'an molekulari'di'n' tezlikleri bolsa ko'beyedi. Waqi'tti'n' wo'tiwi menen suwi'q ha'm ji'lli' suw molekulari'ni'n' wortasha tezlikleri ten'lesip baradi'.

Molekulari'di'n' kinetikali'q energiyasi' wolardi'n' tezliklerinin' kvadrati'na proporcional. Sol sebepli ha'r tu'rli tezliktegi molekular soqli'g'i'sqanda wo'z ara energiya almasadi'. Ji'lli'li'q ten' salmaqli'g'i' payda bolg'anda molekulari'di'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' belgili bir sha'mag'a iye boladi'.

Makroskopiyali'q ko'z qarastan *temperatura* zatti'n' ji'lli'li'q hali'ni'n' mug'darli'q wo'lshevi yekenligin ko'rdik. Tap sonday, molekulyar-kinetikali'q ko'z-qarastan zatti'n' ji'lli'li'q hali'ni'n' mug'darli'q wo'lshevi *molekulari'di'n' wortasha kinetikali'q energiyasi'* boli'p yesaplanadi'.



Temperatura ha'm molekulari'di'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' bir ma'nis – zatti'n' ji'lli'li'q hali'ni'n' yeki tu'rli ko'rinisi boli'p yesaplanadi. Wolar masshtablari' ha'm wo'lshevi birlikleri menen g'ana pari'qlani'wshi' fizikali'q sha'malar boli'p yesaplanadi'.

Temperatura ha'm molekulari'di'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' arasi'ndag'i' baylani's to'mendegishe ko'rsetiledi:

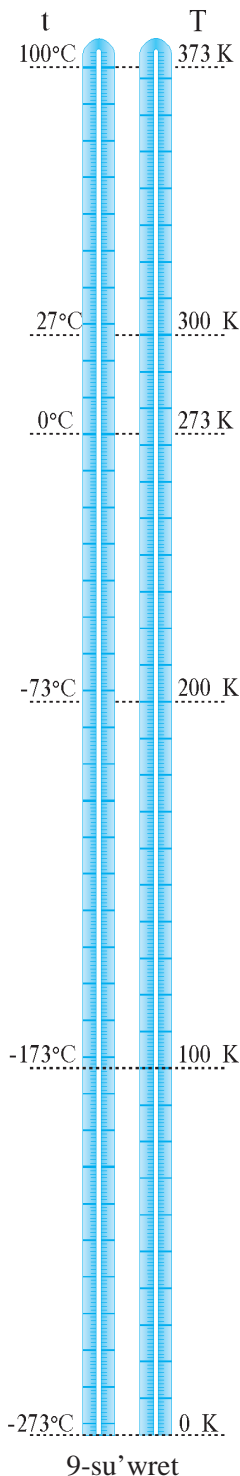
$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT, \quad (2)$$

bunda $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Dj/K – Bolcman turaqli'si'.



Bolcman turaqli'si' gaz molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' ha'm gaz temperaturasi' arasi'nda wo'tiw koefficientin ko'rsetedi.

Ideal gaz molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykar'gi' ten'lemesin $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ \bar{E}_k worni'na (2) ko'rsetpe qoyi'lsa, ideal gaz basi'mi'ni'n' temperatura arqali'



ko'rsetpesi kelip shi'g'adi':

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} kT \text{ yamasa } \boxed{p = nkT.} \quad (3)$$



Ideal gazdi'n' basi'mi' gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi' ha'm temperaturag'a tuwra proporcional.



1. Temperatura degen ne? Temperatura so'zi qanday ma'nisti bildiredi?
2. Ji'lli'li'q ten' salmaqli'li'g'i dep qanday qubi'li'sqa ayti'ladi'?
3. Si'napli termometrдин islew printsipin tu'sindirin.
4. Absolut nol temperaturani'n' fizikali'q ma'nisi neden ibarat?
5. Celsiy ha'm Kelvin shkalalari'ni'n' birewinen yekinshisine wo'tiw formulasi' qalay ko'rsetiledi'?
6. 9-su'wrettegi Celsiy ha'm Kelvin shkalalari' arasi'ndag'i' qatnasti' analiz yetip berin'.
7. Temperatura ha'm molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi'ni'n' bir yekenligin tiykarlap berin'.
8. Bolcman turaqli'si'ni'n' fizikali'q ma'nisi neden ibarat?
9. Molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykarli' ten' lemesinin' temperaturag'a baylani'sli' formulasi' qalay ko'rsetiledi'?



1. To'mendegi Celsiy shkalalari'nda ko'rsetilgen temperaturalardi' Kelvin shkalalari'nda ko'rsetin': 0°C , 27°C , 100°C , 127°C , 300°C , 727°C , 1000°C , -73°C , -173°C , -200°C , -273°C .
2. To'mendegi Kelvin shkalalari'nda ko'rsetilgen temperaturalardi' Celsiy shkalalari'nda ko'rsetin': 0 K , 73 K , 273 K , 300 K , 773 K , 1000 K , 2000 K .
3. I'di'stag'i' 27°C temperaturadag'i' gaz qi'zdi'ri'li'p, temperaturasi' 327°C g'a jetkerildi. Bunda gaz molekulari'ni'n' i'di'sti'n' diywali'na ta'sir yetetug'i'n basi'mi' qalay wo'zgeredi'?
4. I'di'stag'i' gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi' $3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ ne ten'. 0°C da gaz molekulari'nin' i'di's diywali'na beretug'i'n basi'mi'n ani'qlan'.
5. Normal jag'dayda atmosfera basi'mi' 10^5 Pa , temperaturasi' 0°C dep ali'nadi'. Bunday normal jag'dayda hawadag'i' molekulari'ni'n' koncentraciyasi' qansha boladi'?



Azanda, tu'ski waqi'tta ha'm keshquri'n hawa temperaturasi'n wo'lshen'. Wo'lshew na'tiyjelerin Celsiy ha'm Kelvin shkalalari'nda ko'rsetin'.

6-§. GAZ MOLEKULARI'NI'N' TEZLIGI

I'di'stag'i' ' massali' gaz molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' to'mendegishe yekenligin bilemiz:

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}. \quad (1)$$

I'di'stag'i' gazdi'n' temperaturasi' T 2a ten' bolsa, wortasha kinetikali'q

energiya to'mendegishe ko'riniste boli'wi'n ko'rdik:

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

Bul yeki ko'rsetpeni wo'z ara ten'lestirip, molekular tezlikleri kvadratlari'ni'n' wortasha ma'nisin tabi'w mu'mkin:

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}.$$

\bar{v}^2 ma'nisin ali'ng'an kvadratli'q korendi \bar{v}_{kv} tezlik penen belgileyik ha'm woni' wortasha kvadratli'q tezlik dep atayi'q. Bul jag'dayda \bar{v}_{kv} tezlikti joqari'dag'i' ko'rsetpeden to'mendegishe ani'qlaydi':

$$\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{\frac{M}{N_A}}} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}} \text{ yamasa } \boxed{\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}}; \quad (3)$$

bunda R – wo'zgermeytug'i'n shama boli'p, gazlardi'n' universal turaqli'si' dep ataladi'. Woni'n' ma'nisin to'mendegishe yesaplaw mu'mkin:

$$R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Dj/K} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 8,31 \text{ Dj/K} \cdot \text{mol}.$$

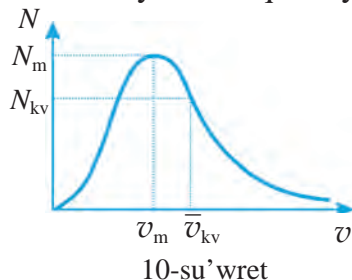
Demek, gazlardi'n' universal turaqli'si'ni'n' ma'nisi to'mendegige ten':

$$\boxed{R = 8,31 \text{ Dj/K} \cdot \text{mol}.$$

(3) formula ja'rdeminde ha'r tu'rli gaz molekulari'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligin tabi'w mu'mkin. Mi'sali', 0°C da azot molekulari' (N_2) ushi'n $\bar{v}_{kv} \approx 493 \text{ m/s}$, vodorod molekulari' (H_2) ushi'n $\bar{v}_{kv} \approx 1838 \text{ m/s}$, kislorod molekulari' (O_2) ushi'n $\bar{v}_{kv} \approx 641 \text{ m/s}$ yekenligin yesaplap tabi'w mu'mkin.

Gazdag'i ayi'ri'm molekulari'n' qanday qozg'ali'wi'n u'yreniw qi'yi'n. Molekula bir-birine uri'li'wi' sebepli tezligin tez wo'zgartip turadi'. Bunda wortasha kvadratli'q tezligi \bar{v}_{kv} g'a ten' boli'wi' kerek. Bunda sonday soraw qoyi'li'w mu'mkin: sol waqi'tta \bar{v}_{kv} tezlikke iye bolg'an molekular u'lesi qanday?

Anglichan fizigi **J. Maksvell** 1859-ji'li' teoriyali'q jol menen gaz molekulari'ni'n' bir temperaturada tu'rli tezlikler boyi'nsha qanday qozg'ali'wi'n, yag'ni'y molekulari'n' tezlikler boyi'nsha bo'listiriliwin ani'qladi'. Bunday bo'listiriliw 10-su'wrette grafik tu'rinde ko'rsetilgen. Grafikte yen' ko'p molekulari'n' yerisken tezligi v_m dep belgilengen. Molekulari'n' wortasha kvadratli'q tezligi bul tezlikten biraz u'lken boladi'.



Gaz molekullarini'n' qozg'ali's tezligin ta'jiriybede birinshi boli'p, 1920-ji'lda nemis fizigi **O. Shtern** (1888–1969) ani'qlag'an. Ta'jiriybede gu'mis atomlari'ni'n' vakuumdag'i tezligi $v_m = 440$ m/s yekenligi tabi'l-g'an.

Yendi (3) formula ja'rdeminde gu'mis atomlari'ni'n' v_m tezligin ani'qlayi'q. Puwg'a aylang'an gu'mis atomlari'ni'n' temperaturasi' $T = 1233$ K (gu'mistin' yeriw temperaturasi'), molyar massasi' $M = 0,108$ kg/mol yekenliginen gu'mis atomi'nin' massasi'n ham wortasha kvadratli'q tezligin teoriyali'q jol menen yesaplaw mu'mkin:

$$\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1233}{0,108}} \text{ m/s} \approx 533 \text{ m/s.}$$

Tezliktin' bul ma'nisi ta'jiriybede tabi'lg'an v_m tezlik ma'nisinen bir qansha u'lken. Maksvell bo'listiriliwi boyi'nsha da \bar{v}_{kv} tezlik v_m tezlikten bir qansha u'lken boli'p yesaplanadi'.

Sonday yetip:



Shtern ta'jiriybesi ideal gaz molekulyar kinetikali'q teoriyasi'ni'n' ha'mde Maksvell molekullardi'n' tezlikleri boyi'nsha bo'listiriliwi haqqi'ndag'i' ta'liyati'ni'n' tuwri' yekenligin tasti'yi'qlaydi'.



1. Molekullardi'n' ji'lli'li'q qozg'ali'si'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi formulasi'n keltirip shi'g'ari'n'.
2. Gazlardi'n' universal turaqli'si' qalay ani'qlanadi'? Wol qanday ma'niske iye?
3. Maksvelldin' molekullar tezligi boyi'nsha bo'listiriliwin analiz yetin', woni'n' ma'nisin tu'sindirip berin'.
4. (3) formula ja'rdeminde gu'mis atomlari'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi qalay yesaplang'anli'g'i'n' ko'rip shi'g'i'n' ha'm woni' ta'jiriybedegi tezliktin' ma'nisi menen sali'sti'ri'n'.
5. Shtern ta'jiriybesi'ni'n' a'hmiyeti neden ibarat?



1. Vodorod ham karbonat angidridi molekullari'ni'n' 0°C dag'i' wortasha kvadratli'q tezliklerin ani'qlan'.
2. Vodorod ham karbonat angidridi molekullari'ni'n' 0°C dag'i' wortasha kinetikali'q energiyasi'n tabi'n'.
3. I'di'stag'i' gazdi'n' absolyut temperaturasi' to'rt yese ko'beygende wondag'i' molekullardi'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' ha'm wortasha kvadratli'q tezligi qanday wo'zgeredi?
4. Yeger kislorod ha'm vodorod gazlari'ni'n' temperaturalari' birdey bolsa, kislorod molekulasi'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi vodorod molekulasi'ni'n' wortasha kvadratli'q tezliginen neshe yese kishi?

I BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

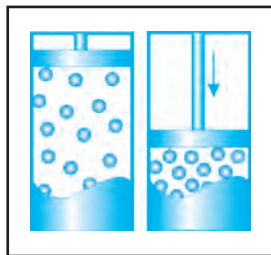
- Zatti'n' du'zilisi'ni'n' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' tayanatug'i'n faktorlari':
 1. Zatlar bo'lekhelerden – atom ha'm molekulalardan du'zilgen.
 2. Atom ham molekular toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'aladi'.
 3. Atom ham molekular wo'z ara ta'sirlesedi.
- Suyi'qli'q yamasa gazlarda bo'lekshenin' toqtawsi'z ha'm ta'rtipsiz qozg'ali'si' xoatikali'q qozg'ali's dep ataladi'
- Molekulalardi'n' wo'lishemi $10^{-10} - 10^{-8}$ m ta'rtipte boladi'.
- Molekulalardi'n' koncentraciyasi': suyi'q ha'm qatti' hali'ndag'i' zatlar ushi'n $10^{27}-10^{30}$ m⁻³, gazlar ushi'n 10^{27} m⁻³ ke shekem (normal jag'daydag'i' hawa ushi'n $2,7 \cdot 10^{25}$ m⁻³)di quraydi'.
- Molekulani'n' massasi' $10^{-27}-10^{-25}$ kg a'tirapi'nda boladi'.
- Massani'n' atom birligi (m.a.b.) yetip uglerod atomi' $^{12}_6\text{C}$ massasi'ni'n' 1/12 bo'legi qabi'l yetilgen. Bunda: 1 m.a.b. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.
- Zatti'n' molekulari' massasi'ni'n' m.a.b. de ko'rsetilgen ma'nisi sali'sti'rmali' molekulyar massa dep ataladi' ha'm M_r menen belgilenedi.
- 1 mol – zatti'n' sonday mug'dari', wondag'i' molekular sani' 12 g uglerodtag'i' atomlardi'n' sani'na ten'.
- 1 mol zattag'i' molekular sani' Avogadro turaqli'si' dep ataladi' ha'm N_A menen belgilenedi. Bunda: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹.
- 1 mol zatti'n' massasi'na molyar massa dep ataladi' ha'm M ha'ribi menen belgilenedi.
- Molekulalari' bir-biri menen wo'z ara ta'sirlespeytug'i'n ha'mde materiyalli'q noqatlar dep qaralatug'i'n gaz ideal gaz dep ataladi'.
- Ideal gazdi'n' basi'mi' ko'lem birligindegi molekularardi'n' wortasha kinetikali'q energiyasi'ni'n' u'shten yeki bo'legine ten', yag'ni'y: $p = \frac{2}{3}n\bar{E}_k$.
Bul ideal gaz molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykarg'i' ten'lemesi boli'p yesaplanadi'.
- Temperatura – zatti'n' ji'lli'li'q hali'n mug'dar ta'repinen ani'qlaytugi'n fizikali'q shama.
- Bolcman turaqli'si' molekularardi'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' ha'm temperaturasi' arasi'nda wo'tiw koefficientin ko'rsetedi. Woni'n' ma'nisi: $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Dj/K.
- Ideal gazdi'n' basi'mi' gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi'na ha'm temperaturag'a tuwri' proporcional boladi', yag'ni'y: $p = nkT$.
- Absolyut nol temperatura mu'mkin bolg'an yen' to'men temperatura boli'p, bunday temperaturada zatti'n' molekulari'ni'n' qozg'ali'si' toqtaydi'.
- Temperaturani'n' Celsiy shkalasi'nan Kelvin shkalasi'na wo'tiw formulasi' to'mendegishe boladi': $T = t + 273$.
- Molekulalardin ji'lli'li'q qozgali'si'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi:

$$\bar{v}_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

I BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Awzi' ti'gi'n menen bekitilgen bos shiyshe i'di's qi's ku'nleri ko'sheden ji'lli' u'yg'e ali'p kirildi. Birazdan keyin ti'gi'n shiyshe'nin' awzi'nan shi'g'i'p ketedi. Ne ushi'n sonday?
2. Rezina top belgili biyiklikten tu'sip ketti. Jerge uri'lg'annan keyin wol ja'ne sekirip ketti. Ne ushi'n top tu'sken biyikligine ko'terile almaydi'?
3. Yegewlegende metall menen yegew ne ushi'n qi'zi'p ketedi?
4. Ne ushi'n metallarg'a tezlik penen islew berilgende keskish a'dettegishe islew berilgendege qarag'anda ko'birek qi'zi'p ketedi?
5. Alyuminiy ha'm farforli' i'di'slarg'a qaynag'an suw quyi'ldi'. Bul i'di'slardin' uslag'i'shi' ne ushi'n ha'r qi'yli' qi'zadi'? Ne ushi'n alyuminiy i'di'stin' sheti yernimizdi ku'ydiredi, farforli' i'di's bolsa ku'ydirmeydi?
6. Ishindegi' su'tti suwi'ti'w ushi'n i'di's muzdin' u'stine qoyi'ldi'. Su'tti tezirek suwi'ti'w ushi'n ne ushi'n woni' aralasti'ri'p turi'w lazi'm?
7. Quyashqa qoyi'lg'an qaysi' shelektegi suw tezirek i'si'ydi': u'sti ashi'g'i'ndag'i'si' ma yamasa u'sti ayna menen jawi'p qoyi'lg'andag'i'si' ma?
8. Bir tamshi' su'tke mikroskoptan qarag'anda ren'siz suyi'qli'qti'n' fonin'nda turg'an mayda may tamshi'lari'n ko'riw mu'mkin. Wolardin' ta'rtipsiz qozg'ali'wi'n qalay tu'sindirise boladi'?
9. Ne ushi'n temperaturani'n ko'teriliwi menen Broun qozg'ali'si'ni'n jedelligi artadi'?
10. Ne ushi'n ju'da' mayda bo'lekshelerde Broun qozg'ali'si' ju'da' tez, iri bo'lekshelerde bolsa zorg'a seziledi?
11. 5 litrli i'di'sta $2,4 \cdot 10^{24}$ ta gaz molekulasi' bar. Gaz molekulari' koncentraciyasi'n yesaplan'.
12. 5 litrli i'di'stag'i' suwda neshe molekula bar?
13. 1 suw molekulasi'ni'n massasi' $3 \cdot 10^{-26}$ kg. 1 l suwda neshe molekula bar?
14. Uglerod atomi'ni'n massasi'n $2 \cdot 10^{-26}$ kg g'a ten' dep ali'p, 1 g ko'mir (uglerod) de neshe atom bar yekenligin yesaplan'.
15. Vodorod molekulasi'ni'n massasi'n tabi'n'.
16. Karbonat anhidrid molekulasi'ni'n massasi' qanshag'a ten'?
17. 1 g kislorod quramin'dag'i' molekularidin' sani'n tabi'n'.
18. 1 l suwdin' zat mug'darin' ani'qlan'.
19. 8 mol azot gazi'ni'n massasi'n ani'qlan'.
20. Massasi' 5,4 kg bolg'an alyuminiy quymada qansha mug'dar zat bar?
21. 500 mol karbonat anhidridtin' massasi' qansha?
22. 100 mol si'nap qansha ko'lemdi iyeleydi?
- 23*. Vodorod molekulasi'ni'n diametri $2,3 \cdot 10^{-10}$ m dep, 1 mg sol gazdag'i' barli'q molekularlar bir-birine ti'g'i'z yetip bir qatarg'a jaylasti'ri'lsa, qansha uzi'nli'qtag'i' jiptin' payda boli'wi'n yesaplan'. Bul jiptin' uzi'nli'g'i' Jerden Ayg'a shekem bolg'an wortasha arali'q ($3,8 \cdot 10^5$ km) penen sali'sti'ri'n'.
24. Molekulari'ni'n koncentraciyasi' ha'm wolardin' wortasha kvadratli'q tezlikleri ten' bolg'an kislorod ha'm vodorodtin' basi'mlari'n sali'sti'ri'n'.

25. Molekulalar koncentraciyasi' $2 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$ ne ge ten' bolg'an i'di'stag'i' gazdi'n' basi'mi' $2 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ g'a ten'. Bir molekulani'n' wortasha kinetikali'q energiyasi'n' tabi'n'.
26. I l si'yi'mli'li'qta i'di'stag'i' gaz molekulari'ni'n' kinetikali'q energiyalari'ni'n' ji'yi'ndi'si' 1 kDj g'a ten' bolsa, gazdi'n' i'di's diywallari'na beretugi'n' basi'mi'n' ani'qlan'.
27. To'mendegi Celsiy shkalasi'nda ko'rsetilgen temperaturalardi' Kelvin shkalasi'nda ko'rsetin': 25°C , 200°C , 227°C , 400°C , 727°C , -25°C , -100°C , -150°C , -273°C .
28. To'mendegi Kelvin shkalalari'nda ko'rsetilgen temperaturalardi' Celsiy shkalalari'nda ko'rsetin': 10 K , 100 K , 173 K , 200 K , 473 K , 500 K , 1273 K .
29. I'di'stag'i' 20°C temperaturadag'i' gaz qi'zdi'ri'li'p, temperaturasi' 200°C g'a jetkerildi. Bunda gaz molekulari'ni'n' i'di'sti'n' diywali'na ta'sir yetetugi'n' basi'mi' qalay wo'zgeredi?
30. I'di'stag'i' gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi' $8 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ne ten'. 27°C da gaz molekulari'ni'n' i'di'sti'n' diywali'na beretugi'n' basi'mi'n' ani'qlan'.
31. Azot ham kislorod molekulari'ni'n' 27°C dag'i' v_{kv} tezliklerin ani'qlan'.
32. Azot ham kislorod molekulari'ni'n' 27°C dag'i' wortasha kinetikali'q energiyasi'n' tabi'n'.
33. I'di'stag'i' gazdi'n' temperaturasi' 3 yese artqanda wondag'i' molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' E_k ha'm vk_v wortasha kvadratli'q tezligi qalay wo'zgeredi?
34. Gazdi'n' ko'lemi 3 yese azayg'anda woni'n' basi'mi' neshe ma'rte wo'zgeredi? Bunda molekulari'ni'n' wortasha qozg'ali'w tezligi wo'zgerissiz qaldi'.
35. Yeger azot molekulari'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi 500 m/s , woni'n' ti'g'izli'g'i' bolsa $1,35 \text{ kg/m}^3$ bolsa, azotti'n' basi'mi' qanday boladi'?
36. Gaz 6 kg massag'a iye. Wo'l 200 kPa basi'mda 5 m^3 ko'lemli iyelese, sol gaz molekulari' qozg'ali'si'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi qanday boladi'?
37. Yeger kislorodti'n' basi'mi' $0,2 \text{ MPa}$, molekulari'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligi 700 m/s qa ten' bolsa, woni'n' molekulari'ni'n' koncentraciyasi'n' tabi'n'.
- 38*. 20 kPa basi'mda bir atomli' gaz molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi'n' tabi'n'. Ko'rsetilgen basi'mda bul gaz molekulari'ni'n' koncentraciyasi' $3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$.
- 39*. Bir atomli' gazdi'n' ko'lemi 3 yese azayti'ri'lg'anda ha'm molekulari'ni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' 2 yese ko'beytirilgende sol gazdi'n' basi'mi' neshe ma'rte wo'zgeredi?
40. Basi'm 100 kPa , molekulari'ni'n' koncentraciyasi' 10^{25} m^{-3} bolg'anda gazdi'n' temperaturasi'n' tabi'n'.
- 41*. Ha'zirgi zaman texnikasi' ja'rdeminde 1 pPa vakuum payda yetiw mu'mkin. A'ne sonday 1 sm^3 vakuumda 300 K temperaturada neshe gaz molekulari'ni'n' qaladi'?
42. 27°C temperaturada vodorod molekulari'ni'n' wortasha kvadratli'q tezligin tabi'n'.



II bap TERMODINAMIKA ELEMENTLARI

Makroskopiya'li'q («*makro*» so'zi yunan tilinde «*u'lken*» degendi an'latadi') sistema (dene)nin' hali' termodinamikali'q parametrlar, tiykari'nan temperatura, basi'm ha'm ko'lem menen ani'qlanadi. Yeger bul termodinamikali'q parametrlar wozgermese, sistema termodinamikali'q ten' salmaqli' hali'nda boladi'.

Termodinamika ten' salmaqli' hali'ndag'i' makroskopiya'li'q sistemalardi'n' uluwmalig' qas'iyetlerin, ten' salmaqli' hallardi'n' wo'zgeriwindagi processlerdi u'yrenedi.

7-§. ISHKI ENERGIYA HA'M JUMI'S

Ishki energiya

Molekulyar-kinetikali'q teoriyadan belgili bolg'ani'nday, molekularlar barqulla qozg'ali'sta bolg'anlig'i' ushi'n wolar kinetikali'q energiyag'a iye. Soni'n' menen birge, zatti'n' molekularlari' arasi'nda wo'z ara ta'sir ku'shi bolg'anlig'i' sebepli molekularlar wo'z ara ta'sir potentsial energiyag'a iye boladi'.



Molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' ko'zqarasi'nan zatti'n' ishki energiyasi' molekularlar qozg'ali'si'ni'n' kinetikali'q energiyasi' ha'm molekularlardi'n' wo'z ara ta'siri potentsial energiyasi'ni'n' ji'yi'ndi'si'nan ibarat.

Ideal gazda molekularlardi'n' wo'z ara ta'siri potentsial energiyasi' no'lge ten' bolg'ani' ushi'n woni'n' ishki energiyasi' molekularlar qozg'ali'si'ni'n' kinetikali'q energiyalari' ji'yi'ndi'si'na ten' boladi'. Gazdag'i' molekularlar sani' N di, bir molekularni'n' wortasha kinetikali'q energiyasi' E_k g'a ko'-beytib, ideal gazdi'n' ishki energiyasi'n tabi'w mu'mkin:

$$U = NE_k \text{ yamasa } U = \frac{3}{2} NkT.$$

Real gazlar, suyiqli'q ha'm qatti' denelerdeg'i' molekularlardi'n' wo'z ara ta'sirinde wortasha potentsial energiyasi' no'lge ten' yemes. Potentsial

energiya zatti'n' ko'lemine baylani'sli'. Sebebi ko'lem wo'zgergende molekular arasi'ndag'i' wortasha arali'q wo'zgeredi. Demek, uluwma jag'dayda ishki energiya U temperatura T dan ti'sqari' ko'lem V g'a da baylani'sli' boladi'.



Termodinamikali'q ko'zqarastan ishki energiya zatti'n' ishki hali'na baylani'sli' boli'p, temperatura ha'm ko'lem arqali' ani'qlanadi'.

Temperatura T ha'm ko'lem V termodinamikali'q parametrlar.

Zatti'n' ishki energiyasi'n si'patlawshi' termodinamikali'q parametrlar din' wo'zgeriwine ali'p keletug'i'n yeki tu'rli ta'sir bar. Wolardan birewi – jumi's wori'nlaw, yekinshisi – ji'lli'li'q jetkerip beriw. Wolardi' wo'z aldi'na ko'rip shi'g'ami'z.

Termodinamikali'q jumi's

Porshenli cilindr ishine gaz tolti'ri'lg'an bolsi'n (11-suwret). Porshendi joqari'g'a yamasa to'menge qozg'alti'w menen cilindr ishindegi gazdi'n' ko'lemin, basi'mi'n ha'm temperaturasi'n wo'zgeritiw mu'mkin.

Gaz cilindrge $F = pS$ basi'm menen ta'sir yetedi. Cilindr porsheni joqari'g'a ji'lji'sa, bul ku'sh jumi's wori'nlaydi' (12-suwret):

$$A = F\Delta h = pS\Delta h \text{ yamasa } \boxed{A = P\Delta V.} \quad (1)$$

Jumi's gazdi'n' ishki energiyasi' yesabi'na wori'nlanadi':

$$U_1 = U_2 + p\Delta V, \quad (2)$$

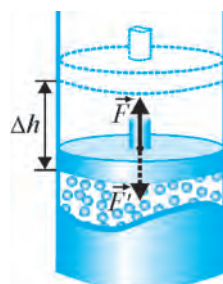
bunda U_1, U_2 – gazdi'n' baslang'ish ha'm aqi'rg'i' ishki energiyalari'.

Bul jag'dayda gaz won' jumi's wori'nlap, woni'n' ishki energiyasi' azayadi' ($U_2 < U_1$).

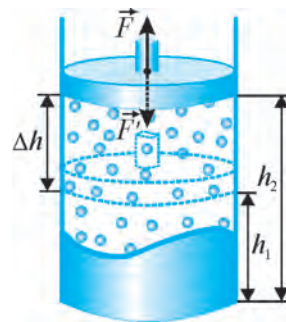


Gaz ken'eygende won' jumi's wori'nlaydi' ha'm gazdi'n' ishki energiyasi' azayadi'.

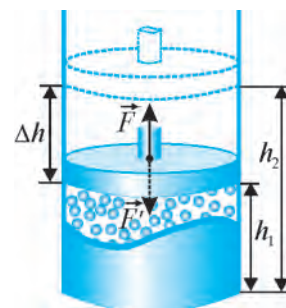
Cilindr porsheni si'rtqi' ku'shtin' ta'sirinde to'menge ji'lji'wi' da mu'mkin (13-suwret). Bunda gaz qi'si'ladi', ΔV teris ma'niske iye boladi'. Bunda $U_2 > U_1$ boladi', yag'ni'y gazdi'n' ishki energiyasi' artadi'.



11-suwret



12-suwret



13-suwret



Gaz qi'silg'anda teris jumi's wori'nlaydi' ha'm gazdi'n' ishki energiyasi' ko'beyip baradi.

Ma'seleni sheshiw u'lgisi

Ishki diametri 5 sm bolg'an cilindrge gaz tolti'ri'lg'an. Cilindr porshenine 50 N si'rtqi' ku'shi ta'sir yetip, gaz ko'lemi 10 sm³ qa azayadi'. Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan keyin gaz ken'eyip, woni'n' ko'lemi da'slepki hali'na qaytti. Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan keyin qi'si'lg'an gaz qansha jumi's wori'nlag'an?

Ten' salmaqli' processte gazdi'n' cilindrge basi'm ku'shi si'rtqi' ku'shke ten' boladi', dep yesaplan'.

Berilgeni:

$$d = 5 \text{ sm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m};$$

$$F = 50 \text{ N};$$

$$\Delta V = 10 \text{ sm}^3 = 10^{-5} \text{ m}^3.$$

Tabi'w gerek:

$$A - ?$$

Formulasi':

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; \quad A = p\Delta V;$$

$$p = \frac{F}{S}; \quad A = F \frac{\Delta V}{S}.$$

Yesaplaw:

$$S = \frac{3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{4} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2;$$

$$A = 50 \text{ N} \cdot \frac{10^{-5} \text{ m}^3}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \approx 0,25 \text{ Dj}.$$

Juwabi': $A \approx 0,25 \text{ Dj}.$



1. Molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' ko'zqarasi'nan denenin' ishki energiyasi' dep qanday energiyag'a ayti'ladi'?
2. Termodinamikali'q ko'zqarastan makroskopiyali'q denelerdin' ishki energiyasi' qanday parametrlerge baylani'sli'?
3. Cilindr ishindegi qi'si'lg'an gazdi'n' ken'eyiwindagi wori'nlang'an jumi'si' qalay tu'sindiriledi'?
4. Gaz ken'eygende ha'm qi'si'lg'anda ishki energiyasi' qalay wo'zgeredi'?



1. Porsheninin' beti 10 sm² bolg'an cilindrge gaz tolti'ri'lg'an. Cilindr porshenine 100 N si'rtqi' ku'sh ta'sir yetip, gaz ko'lemin 25 sm³ qa azaytti'. Ku'sh ali'ng'anda gaz ken'eyip, woni'n' ko'lemi da'slepki hali'na qaytadi'. Ku'sh ali'ng'annan son' qi'si'lg'an gaz qansha jumi's wori'nlag'an?
2. Ishki diametri 4 sm bolgan cilindrge gaz tolti'ri'lg'an. Cilindr porshenine 40 N si'rtqi' ku'sh ta'sir yetip, gaz ko'lemin 8 sm³ qa azaytti'. Gazdi'n' u'stinde qansha jumi's wori'nlang'an?
3. Ku'sh ta'sirinde cilindr porsheni 2 sm ge ji'lji'p, gaz u'stinde 1 Dj jumi's wori'nlandi'. Porshenge qanday shamada si'rtqi' ku'sh qoyi'lg'an?

8-§. JI'LLI'LI'Q MUG'DARI'. SALI'STI'RMALI' JI'LLI'LI'Q SI'YI'MLI'LI'G'I'

Ji'lli'li'q mug'dari'



Dene bo'lekshelerinin' ta'rtipsiz (xoatikali'q) qozg'ali'si' – ji'lli'li'q boli'p yesaplanadi'.

Cilindrdegi gazdi'n' ishki energiyasi'n jumi's atqari'w joli' menen g'ana yemes, gazdi' qi'zdi'ri'w yamasa suwi'ti'wi' arqali' da wo'zgeritiriw mu'mkin.



14-su'wret



Zatti'n' ishki energiyasi'n ji'lli'li'q beriw yamasa ali'w arqali' wo'zgeritiriw procesi ji'lli'li'q jetkerip beriw dep ataladi'.

Gazi' bar cilindr porshenin qozg'almaytug'i'n yetip bek-kemlep, jali'nni'n' ja'rdeminde cilindrdegi gazdi' qi'zdi'ra baslayi'q (14-suwret). Temperaturani'n' joqari'lawi' menen gaz molekulari'ni'n' qozgali's tezlighi ha'm kinetikali'q energiyasi' artadi. Gaz molekulari qozg'ali'si'nin' kinetikali'q energiyasi' ha'mde wo'z ara ta'sirinin' potencial energiyasi' ji'yi'ndi'si' *ishki energiyani'* du'ziwin bilesiz.

Ji'lli'li'qti' jetkerip beriw procesinde zatti'n' ishki energiyasi' wo'zgeredi. Zatqa ji'lli'li'q berilgende (ji'li'ti'lg'anda) woni'n' ishki energiyasi' arti'p baradi', ji'lli'li'q ali'ng'anda (suwi'ti'lg'anda) bolsa ishki energiyasi' azayadi'.



Ji'lli'li'qti' jetkerip beriw procesinde denege berilgen yamasa wonnan ali'ng'an energiya ji'lli'li'q mug'dari' dep ataladi' ha'm Q ha'ribi menen belgilenedi.

Ji'lli'li'q mug'dari'ni'n' tiykargi' wo'lshew birlighi jumi'sti'n' tiykarg'i' birlighi menen bir qi'yli', yag'ni'y *djoule* (**1 Dj**). Bunnan basqa, ji'lli'li'q mug'dari'n wo'lshew ushi'n arnawli' birlik – *kaloriya* (**1 kal**) dep atalatugi'n birlikte kirgizilgen.



1 gramm tazalang'an suwdi' 19,5°C dan 20,5°C g'e shekem qi'zdi'ri'w ushi'n kerek bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' 1 kaloriya dep qabi'l yetilgen.

Bunda kilokaloriya (1 kkal) birlighi de qollani'ladi' (1 kkal = 1000 kal). Ji'lli'li'q mug'dari'ni'n' djoule menen kaloriya birlikleri arasi'ndag'i' qatnashi' to'mendegishe ko'rsetiledi: 1 Dj \approx 0,24 kal yamasa 1 kal \approx 4,2 Dj.

Zatti'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'

Ha'r tu'rli denelerdin' temperaturasi'n birdey temperaturag'a ko'beytiw ushi'n ha'r tu'rli ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'.



Zatti'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'teriw ushi'n wog'an beriliwi za'ru'r bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' usi' denenin' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' dep ataladi' ha'm C ha'ribi menen belgilenedi.

Ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i to'mendegishe boladi':

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

bunda Q – zatqa berilgen ji'lli'li'q mug'dari', T_1 ha'm T_2 – zatqa Q ji'lli'li'q mug'dari' berilmesten aldi'ng'i' ha'm berilgennen keyingi temperaturalarlari'.

Ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'ni'n' tiykar'g'i' wo'lshe'w birligi: 1 Dj/K.

(1) formuladan zatqa berilgen ji'lli'li'q mug'dari'n to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

$$Q = C(T_2 - T_1). \quad (2)$$

Massalari' bir qi'yli' bolg'an ha'r tu'rli zatlardi'n' temperaturasi'n birdey ma'niske ko'teriw ushi'n wolarg'a ha'r tu'rli mug'darda ji'lli'li'q beriw kerek. Mi'sali', 1 kg suwdi'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'teriw ushi'n 4190 Dj, 1 kg wo'simlik mayi'ni'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'teriw ushi'n 2000 Dj, 1 kg qorg'asi'nni'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'teriw ushi'n bolsa 130 Dj ji'lli'li'q mug'dari' kerek boladi'.



1 kilogramm zatti'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'beytiw ushi'n wog'an beriliw kerek bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' usi' zatti'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' dep ataladi' ha'm c ha'ribi menen belgilenedi.

Ta'riyiplewge qarag'anda, sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' c to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$c = \frac{C}{m} \text{ yamasa } c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}, \quad (3)$$

bunda Q – zatqa berilgen ji'lli'li'q mug'dari', m – zatti'n' massasi', T_1 ha'm T_2 – zatti'n' aldi'ng'i' ha'm keyingi temperaturalarlari'.

Sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'ni'n' tiykar'g'i' wo'lshe'w birligi: 1 Dj/kg·K.

(3) formuladan m massali' zatqa berilgen ji'lli'li'q mug'dari'n to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

$$Q = cm(T_2 - T_1). \quad (4)$$

Zat qi'zg'anda $T_2 > T_1$ ha'm $Q > 0$ boladi'. Bunda dene si'rtqi' zatlardan ji'lli'li'q aladi'. Suwi'g'anda bolsa, $T_2 < T_1$ ha'm $Q < 0$ boladi'. Bul jag'dayda zat si'rtqi' zatlarg'a ji'lli'li'q beredi.

$T_2 - T_1 = t_2 - t_1$ bolg'ani' ushi'n ma'selelerdi sheshiwde (1)–(4)

formulalardag'i temperaturani'n Kelvin shkalasi' worni'na Celsiy shkalasi'n qollani'w mu'mkin.

Ayi'ri'm zatlardi'n 25°C ha'm normal basi'm (1 atm.)dag'i' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i 1-kestede keltirilgen.

1-keste

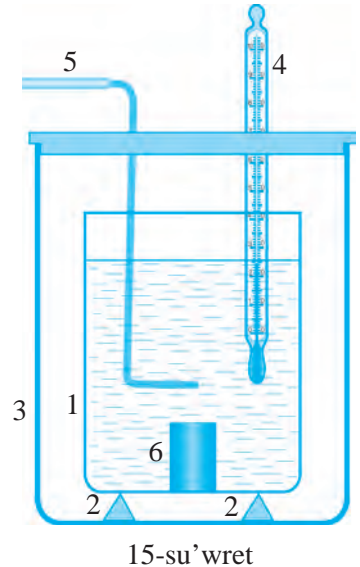
№	Zat	$c, \frac{Dj}{kg \cdot K}$	$c, \frac{kal}{kg \cdot K}$	№	Zat	$c, \frac{Dj}{kg \cdot K}$	$c, \frac{kal}{kg \cdot K}$
1	Alti'n	120	28,8	10	Polat	460	110
2	Oorg'asi'n	130	31,2	11	Shovr'n	540	130
3	Si'nap	140	33,6	12	Shiyshe	840	202
4	Oalayi'	230	55,2	13	Gerbish	880	211
5	Gumis	230	55,2	14	Alyuminiy	890	214
6	Mi's	380	91,2	15	Ag'ash	1300	312
7	Cink	400	96	16	Muz (0°C)	2100	504
8	Latun (jez)	400	96	17	Spirt	2400	576
9	Temir	450	108	18	Suw	4200	1000

Ji'lli'li'q balansi' ten'lemesi

Dene (zat)nin' bergen yamasa alg'an ji'lli'li'q mug'dari'n kalorimetr ja'rdeminde ani'qlaw mu'mkin (15-su'wret). *Kalorimetr* so'zi *ji'lli'li'qti' wo'lshew* degen ma'nisti bildiredi (lati'nsha *calor* – *ji'lli'li'q*, grekshe *metreo* – *wo'lshew*).

Kalorimetrdin' ishki i'di'si' juqa diywalli' 1 metall i'di'stan ibarat boli'p, ji'lli'li'q az wo'tkiziwshi 2 asti'na qoyatug'i'n wornati'lg'an 3 metall i'di'sqa sali'ng'an. Kalorimetrge 4 termometr ha'm 5 aralasti'rg'i'sh tu'sirilgen boladi'.

Kalorimetr i'di'sti'n' aralasti'rg'i'sh penen birgelikte massasi' m_1 ha'm sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' c_1 bolsi'n. Kalorimetr m_2 massali' suw salayi'q. Suwdi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' c_2 , ji'lli'li'q ten'salmaqli'qqa kelgennen keyin kalorimetr ha'm suwdi'n' temperaturasi' T_1 massasi' m , sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' c bolg'an qi'zdi'ri'lg'an 6 temirdi tu'sireyik. Ji'lli'li'q ten'salmaqli'g'i' aqi'ri'na jetkende suwli' kalorimetr ha'm temirdin' temperaturasi' T bolsi'n.



Bunda qi'zdi'ri'lg'an temir T_2 den T g'a shekem suwi'p, kalorimetr menen suwg'a $Q = cm(T_2 - T)$ mug'dari'n beredi. Na'tiyjede kalorimetr menen suwg'a temperaturasi' T_1 den T g'a shekem ko'teriledi. Bunda kalorimetr $Q_1 = c_1m_1(T - T_1)$, suw $Q_2 = c_2m_2(T - T_1)$ ji'lli'li'q mug'dari'n aladi'.

Energiyani'n' saqlani'w ni'zami'na denenin' bergen ji'lli'li'q mug'dari' kalorimetr ha'm suw alg'an ji'lli'li'q mug'darlari' ji'yi'ndi'si'na ten':

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (5)$$

Kalorimetr, suw ha'm temirdin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' ha'm massalari'n bilgen halda T_1, T_2 ha'm T temperaturalari'n wo'lshep temirdin' bergen Q ji'lli'li'q mug'dari'n, kalorimetr ha'm suwdi'n' alg'an Q_1 ham Q_2 ji'lli'li'q mug'dari'n yesaplaw mu'mkin. Yesaplawlar (5) formulani'n' wori'nli' yekenligin tasti'yi'qlyadi'.

Ji'lli'li'q balansi' ten'lemesine Q, Q_1 ham Q_2 ni'n ten'lemelerin qoyi'p, ji'lli'li'q balansi' ten'lemesinin' to'mendegi an'latpasi' payda yetemiz:

$$cm(T_2 - T) = c_1m_1(T - T_1) + c_2m_2(T - T_1) \quad (6)$$

Yeger kalorimetrge sali'ng'an denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' c belgisiz bolsa, woni' (6) an'latpadan keltirip shi'g'ari'w mu'mkin:

$$c = \frac{(c_1m_1 + c_2m_2)(T - T_1)}{m(T_2 - T)}. \quad (7)$$

Bul kalorimetrge sali'ng'an i'qti'yarli' denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n tabi'w formulasi'n an'latadi'.

Demek, kalorimetr ja'rdeminde i'qti'yarli' denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n da ani'qlaw mu'mkin yeken.

Ma'seleni sheshiw u'lgisi.

30°C temperaturadag'i' 300 g massali' latundi' 150°C g'a shekem qi'zdi'ri'w ushi'n wog'an qansha ji'lli'li'q mug'dari' beriliw kerek?

Berilgeni:

Formulasi':

Yesaplaw:

$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg};$
 $c = 400 \text{ Dj/kg}\cdot\text{K};$
 $t_1 = 30^\circ\text{C}; T_1=303 \text{ K};$
 $t_2=150^\circ\text{C}; T_1=423 \text{ K}.$

$$Q = cm(T_2 - T_1).$$

$$Q = 400 \frac{\text{Dj}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,3 \text{ kg} \cdot (423 - 303)\text{K} = 14400 \text{ Dj} = 14,4 \text{ kDj}.$$

Tabi'w kerek:

$Q - ?$

Juwabi': $Q = 14,4 \text{ kDj}.$

1. Ji'lli'li'qti jetkerip beriw dep qanday proceske ayti'ladi'?
2. Ji'lli'li'q mug'dari' dep qanday energiyag'a ayti'ladi' ha'm qanday birliklerde wo'lshenedi?
3. Denenin' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' dep nege ayti'ladi' ha'm qalay ko'rsetiledi?
4. Denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' dep nege ayti'ladi' ha'm qalay ko'rsetiledi?



5. Kalorimetr ja'rdeminde ji'lli'li'q mug'dari' qalay ani'qlanadi'?
6. Ji'lli'li'q balansi' ten'lemesinin' fizikali'q a'hmiyeti neden ibarat?
1. 25°C li' 1 l suwdi' qaynati'w (100°C ga shekem i'si'ti'w) ushi'n qansha kilodjoull yamasa neshe kilokaloriya ji'lli'li'q mug'dari' kerek boladi'? Sonsha massali' suwdi'n' ji'lli'li'q si'yi'mli'gi' qansha boladi'? (Sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' ushi'n mag'li'wmatlardi' 1-kesteden ali'n').
2. 2 kg massali' deneni 25°C dan 500°C ga shekem qi'zdi'ri'w ushi'n 427,5 kDj ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'. Bul dene qanday zattan tayarlang'an?
3. 2,5 kg massali' gerbishti 625°C ga shekem qi'zdi'ri'p, 20°C temperaturali' wo'jirege ali'p kirildi. Belgili waqi'ttan keyin wo'jirenin' temperaturasi' 5°C g'a ko'terilgende gerbishtin' temperaturasi' wo'jire temperaturasi'na ten'lesedi. Gerbishtin' temperaturasi' wo'jire temperaturasi' menen ten'leskenge shekem wonnan qansha kilokaloriya ji'lli'li'q mug'dari' aji'rali'p shi'qqan?
4. 27°C temperaturadag'i' 10 kg qorg'asi'nmi'n' yeriw temperaturasi'na shekem (327°C ga shekem) qi'zdi'ri'w ushi'n Q ji'lli'li'q jumsaladi'. Sonsha ji'lli'li'q jumsap 0°C temperaturadag'i' neshe litr suwdi' qaynati'w mu'mkin?
5. Juwi'ni'w ushi'n vannada 20°C li' suwi'q suw ha'm 70°C li' i'ssi' suw quyi'p, 50°C li' ji'lli' suw tayarlanadi'. Yeger vannada ji'lli' suw 100 l bolsa, vannag'a suwi'q ha'm i'ssi' suwdi'n' ha'r birinen neshe litr quyi'lg'an? Vanna i'di'sti'n' alg'an ji'lli'li'q mug'dari'n' yesapqa alman'.

9-§. QATTI' DENELERDIN' SALI'STI'RMALI' JI'LLI'LI'Q SI'YI'MLI'LI'G'I'N ANI'QLAW

(Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: kalorimetr, ta'rezi, ta'rezi taslari', termometr, sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' ani'qlan'atug'i'n 3 dene, qaynag'an suw.

Jumi'sti' wori'nlaw ta'rtibi

1. Kalorimetr pasporti'nan woni'n' aralasti'rg'i'sh penen birgeliktegi ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' C_k ni' jazi'p ali'n'.
2. Menzurka ja'rdeminde suwdi'n ko'lemi V ni' wo'lshep, woni' kalorimetrdin' ishki i'di'sina quyin ha'm ji'lli'li'q ten salmaqli'g'i' qarar tapqannan keyin onin temperaturasi' t_s ti termometr ja'rdeminde wo'lshen'.
3. Kalorimetrge quyi'lg'an suwdi'n massasi'n $m_s = \rho_s V$ formuladan paydalani'p yesaplan'. Bunda ρ_s – suwdi'n ti'g'i'zli'g'i'.
4. Sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' ani'qlani'p ati'rg'an denenin' massasi' m_d di ta'rezinin' ja'rdeminde wo'lshen'.
5. Deneni jipke baylap, qaynap turg'an suwg'a sali'p qoyi'n'. Dene ha'm suwdi'n' wortasi'nda ji'lli'li'q ten' salmaqli'g'i' qarar tapqandag'i' denenin' temperaturasi' t_d ni' jazi'p ali'n'. Bunda $t_d = 100^{\circ}\text{C}$ dep ali'w mu'mkin.

6. Qaynap turg'an suwdan deneni tezlik penen suwi'q suw sali'ng'an kalorimetrge bati'ri'n'. Aralasti'rg'i'sh penen kalorimetrdegi suwdi' aralasti'ri'n' ha'm termometr ko'rsetken aralaspani'n' t_a temperaturasi'n jazi'p ali'n'.

7. To'mendegi formulani'n' ja'rdeminde denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n ani'qlan':

$$c_d = \frac{(c_s m_s + C_k)(t_a - t_s)}{m_d(t_d - t_a)}.$$

8. Massalari' tu'rlishe, biraq tap sonday zattan islengen ja'ne yeki denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n joqari'dag'i' keltirilgen ta'rtipte ani'qlan'.

9. Birinshi, yekinshi ha'm u'shinshi deneler ushi'n ani'qlang'an sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'qlari' ushi'n wortasha C_d ni' yesaplan'.

10. Ali'ng'an na'tiyjelerdi 2-kestege jazi'n'.

1-keste

No	$c, \frac{Dj}{K}$	V, l	$t, ^\circ C$	m_d, kg	m_s, kg	$t_d, ^\circ C$	$t, ^\circ C$	$c_d, \frac{Dj}{kg \cdot K}$	$c_{d \text{ wort}}, \frac{Dj}{kg \cdot K}$
1									
2									
3									

1. Sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' dep nege ayti'ladi' ha'm qanday ko'rsetiledi?



2. Ji'lli'li'q balansi' ten'lemesinen paydalani'p, 7-ta'rtipte keltirilgen denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' formulani' keltirip shi'g'ari'n' ha'm tu'sindirip berin'.

3. 2-kestedegi na'tiyjelerdi analiz yetin' ha'm juwmaq shi'g'ari'n'.

10-§. JANARMAYDIN' SALI'STI'RMALI' JANI'W JI'LLI'LI'G'I'

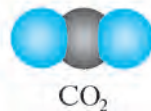
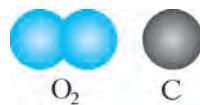
Woti'n, tasko'mir, ta'biygi'y gaz, benzin si'yaqli' janarmaylar jang'anda ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'. Bul qanday ji'lli'li'q? Bunday zatlardan ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'i'wi'na sebep ne?

Belgili bolg'ani'nday, molekularlar atomlardan quralg'an. Mi'sali', vodorod molekulasi' (H_2) yeki vodorod atomi'nan, suw molekulasi' (H_2O) bolsa yeki vodorod ha'm bir kislorod atomi'nan ibarat. Molekulani' atomlarga aji'rati'w mu'mkin.



Molekulalardi'n' atomlarga aji'rali'wi' ximiyali'q bo'liniw reakciyasi' dep ataladi'.

Ximiyali'q bo'liniw reaksiyasi'nda molekuladag'i' atomlardi' bir-birinen aji'ratiw, yag'ni'y wolardi'n' arasi'nda tarti'li'si'w ku'shin jen'iw ush'in jumi's wori'nlaw ha'm, energiya sari'plaw kerek boladi'. Kerisinshe, atomlar birigip molekula payda boli'wi'nda energiya aji'rali'p shi'g'adi'. Janarmaylardi'n' jani'wi' tap sonday processte, yag'ni'y atomlardi'n' birigip molekulalar payda boli'wi'nda aji'rali'p shi'g'atug'i'n energiyag'a tiykarlang'an.



16-su'wret

A'dette janarmaylarda (ko'mir, ta'biyg'i'y gaz, benzin h.t.b.) uglerod bar. Jani'w waqti'nda uglerod atomlari' hawadag'i' kislorod atomlari' menen birigedi. Uglerodti'n' ha'r bir atomi' (C) hawadag'i' kislorod molekulasi' (O₂) penen birigedi ha'm karbonat angidridi molekula (CO₂)si'n payda yetedi (16-su'wret). Bunda karbonat angidrid molekulasi'ni'n' payda boli'wi'nda energiya aji'rali'p shi'g'adi'.

Janarmay jang'anda aji'rali'p shi'g'atug'i'n ji'lli'li'q tu'rli janarmaylar ushi'n ha'r tu'rli boladi'. Mi'sali', 1 kg qurg'aq alti'n birotala jang'anda 10⁷ Dj, tap sonday massali' benzin jang'anda bolsa 4,6·10⁷ Dj ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'.



1 kg janarmay toli'q jang'anda qanday mug'darda ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'i'wi'n ko'rsetiwshi fizikali'q shama janarmaydi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i' dep ataladi'.

Janarmaydi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i' q ha'ribi menen belgilenedi, woni'n' tiykarig'i' wo'lshew birligi 1 Dj/kg. Ha'r tu'rli janarmaylardi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i' ha'r tu'rli boladi' (3-keste).

3-keste

Ayi'ri'm janarmay tu'rlerinin' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i'

№	Janarmay	q, 10 ⁷ $\frac{Dj}{kg}$	№	Janarmay	q, 10 ⁷ $\frac{Dj}{kg}$
1	Ourg'aq woti'n	1,0	5	Ta'biyg'i'y gaz	4,4
2	Torf	1,4	6	Neft	4,4
3	Tasko'mir	2,9	7	Benzin	4,6
4	Spirt	2,9	8	Kerosin	4,6


Janarmay jang'anda aji'rali'p shi'g'aratug'i'n ji'lli'li'q mug'dari' Q di tabi'w ushi'n woni'n' sali'sti'rma jani'w ji'lli'li'g'i' q di birotala jang'an janarmaydi'n' massasi' m g'a ko'beytiw kerek:


$$Q = qm.$$

Ma'seleni sheshiw u'lgisi.

Massasi' 20 kg bolg'an janarmay jang'anda 920 000 kDj ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'. Bul janarmaydi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n tabi'n'.

<i>Berilgeni:</i>	<i>Formulasi':</i>	<i>Yesaplaw:</i>
$m = 20 \text{ kg};$	$Q = qm;$ $q = \frac{Q}{m}.$	$q = \frac{9,2 \cdot 10^8 \text{ Dj}}{20 \text{ kg}} = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Dj}}{\text{kg}}.$
$Q = 920 \text{ 000 kDj} = 9,2 \cdot 10^8 \text{ Dj}.$		<i>Juwabi':</i> $q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Dj}}{\text{kg}}.$
<i>Tabi'w kerek:</i>		
$q - ?$		

-  1. Ximiyali'q bo'liniw reakciyasi' dep qanday reakciyag'a ayti'ladi'? Bunday reakciya waqti'nda energiyani'n' aji'rali'p shi'g'awi'n mi'sallar menen tu'sindirip beri'n'.
2. Janarmaydi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i' dep nege ayti'ladi'?
3. Janarmaydi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i'ni'n' tiykarg'i' wo'lshew birligin ayti'n'.
4. m massali' janarmay jang'anda aji'rali'p shi'g'atug'i'n ji'lli'li'q mug'dari' qanday ani'qlanadi'?

-  1. «Janarmaydi'n' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'gi' $4,4 \cdot 10^7 \text{ Dj/kg}$ ga ten» degen ibara neni bildiredi?
2. 25 kg tasko'mir birotala jang'anda qansha ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'? Sonsha massali' qurg'aq woti'n jang'anda ne?
3. Massasi' 10 kg bolg'an janarmay toli'q jang'anda 440 000 kDj ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'? Bul janarmaydi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'gi'n tabi'n'.
4. Neshe kilogramm ta'biygi'y gaz jang'anda 220 000 kDj ji'lli'li'qti'n' aji'rali'p shi'g'awi'n ani'qlan'.
5. «Nekciya» avtomashinasi'na 40 l benzin quyi'lg'anda qansha energiya aji'rali'p shi'g'adi'? Ha'r ju'z kilometrge wortasha 7 l benzin jumsalsa, ha'r bir kilometrge qanshadan energiya aji'rali'p shi'g'adi'? Benzinni'n' ti'g'i'zli'g'i' 710 kg/m^3 .
6. Woshaqta awqat pisiriw ushi'n 10 kg qurg'aq woti'n jag'i'ldi'. Woti'n jag'i'lg'anda aji'rali'p shi'qqan ji'lli'li'qti'n to'rtten bir bo'limi awqatqa, qalg'an bo'limi woshaqti', qazandi' ha'm hawani' ji'li'ti'wg'a jumsalg'an. Awqat piskenge shekem wo'zine qansha ji'lli'li'q alg'an?

11-§. IDEAL GAZ HALI'NI'N' TEN'LEMELERI. IZOPROCESSLER

Ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesi

I'di'stag'i' gaz xoatikali'q qozg'ali'stag'i' molekulalar toplami'nan ibarat. Ha'r bir molekula i'di'sti'n' diywali'na uri'lg'anda diywalg'a azg'ana ku'sh penen ta'sir yetedi. Bul molekulalar toplami'ni'n' ta'sir ku'shleri u'lken boladi' ha'm diywali'na basi'm wo'tkeredi. Koncentraciyasi' n ge,

temperaturasi' T g'a ten' bolg'an molekullardi'n' basi'mi' to'mendegi formula menen ani'qlani'wi'n bilesiz:

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

Bul formulada $k = \frac{R}{N_A}$ dep ali'nsa ha'm $n = \frac{N}{V}$ ha'mde $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \nu$

yekenliginen to'mendegi ten'lemeler kelip shi'g'adi':

$$pV = \frac{N}{N_A} RT, \quad (2)$$

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

$$pV = \nu RT. \quad (4)$$

(2) , (3) ha'm (4) ten'lemeler ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesi dep ataladi'.
(3) ten'leme Mendeleev-Klapeyron ten'lemesi dep ataladi'.



Ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesi gazdi'n' massasi', basi'mi', ko'lemi ha'm temperaturasi' arasi'ndag'i' baylani'sti' ko'rsetedi.

$\nu = 1$ mol gaz ushi'n (4) ten'leme to'mendegi ko'rinishke keledi:

$$pV = RT. \quad (5)$$

Bul formula 1 mol ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesini ko'rsetedi. (5) ten'lemeden:

$$\frac{pV}{T} = R. \quad (6)$$

Izoprocessler

Gazlardi'n' universal turaqli'si' R , berilgen gazdi'n' massasi' m ha'm molyar massasi' M wo'zgermeytug'i'n bolg'ani' ushi'n ideal gaz hali'ni'n' ten'leme (3) sin to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

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

Bul formula **Klapeyron ten'lemesi** dep ataladi'.

To'mendegi bul parametrlardan birewin turaqli' dep yesaplap, qalg'an yekewi arasi'ndag'i' baylani'sti' birme-bir ko'rip shi'g'ami'z.



Berilgen gazdi'n' makroskopiyali'q parametrlari turaqli' bolg'anda qalg'anlari' arasi'ndag'i' baylani'sti' ko'rsetetug'i'n process izoprocess dep ataladi'.

1. Izotermiyali'q process ($T = \text{const}$).

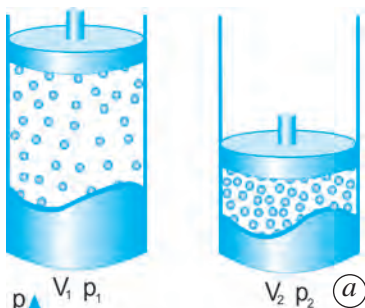


Temperatura turaqli' bolg'anda boli'p wo'tetug'i'n fizikali'q processler izotermiyali'q process dep ataladi'.

Grekshe «*termos*» – «*ji'lli*» degen ma'nisti bildiredi.

Izotermiyali'q process ushi'n (7) baylani'sti' to'mendegishe tu'sindiriv mu'mkin:

$$pV = \text{const}.$$



Cilindr ishine tolti'ri'lg'an gazdi'n' da'slepki kolemi V_1 , basi'mi' p_1 turaqli' temperaturada qi'si'lg'annan keyingisi V_2 , p_2 bolsi'n. Wo1 jag'dayda to'mendegi qatnas wori'nli' boli'p yesaplanadi' (17-a, suwret):

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (8)$$



Turaqli' temperaturada berilgen gazdi'n' basi'mi' ko'lemine keriproportional ra'wishte wo'zgeredi.

Izotermiyali'q processtegi ni'zamlit'qi' pV diagrammada izoterma menen ko'rsetiledi (17-b, suwret).

Izotermiyali'q processti 1662-ji'li' inglis alimi R.Boyl ha'm 1776-ji'li' francuz fizigi E.Mariott ta'jiriybeler tiykari'nda bir-birinen xabarsi'z halda ashqan. Soni'n' ushi'n gazlarda baqlanatug'i'n bul ni'zamlit'q Boyl-Mariott ni'zami' dep ataladi'.

Izotermiyali'q processler suyi'qli'qlardi'n' qaynawi'nda ha'm qatti' denelerdin' yeriwinde ushi'raydi'.

2. Izobarali'q protess ($p = \text{const}$).

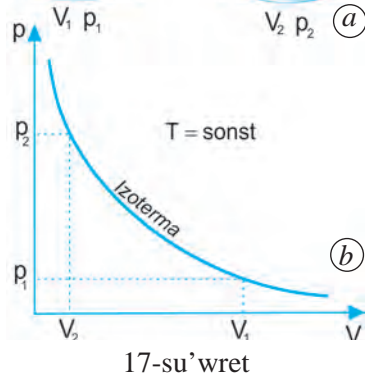


Basi'm turaqli' bolg'anda ju'z beretug'i'n fizikali'q processler izobarali'q process dep ataladi'.

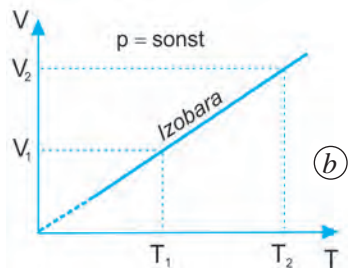
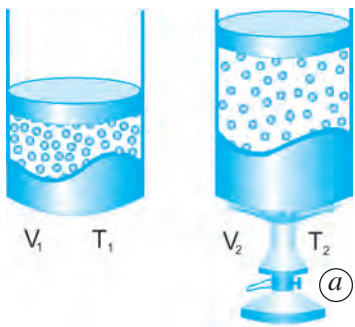
Grekshe «baros» – «basi'm» degen ma'nisti bildiredi. Izobarali'q protsess ushin (7) ten'lemeni to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

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

Cilindr ishine gaz tolti'ri'li'p, porshen tek awi'rli'q ku'shi menen turg'an bolsi'n. Bunday halda gazdi'n' da'slepki temperaturasi' T_1 , ko'lemi V_1 ge ten'. Cilindrdeg'i gaz temperaturasi' T_2 ge wo'zgergende ko'lemi V_2 ge jetedi (18-a, suwret). Bunday jag'day



17-su'wret



18-su'wret

ushin to'mendegi qatnas wori'ni' boladi'.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (9)$$



Turaqli' basi'mda berilgen m massali' gazdi'n' ko'lemi temperaturag'a proporcional ra'wishte wo'zgeredi.

Izobarali'q process $T-V$ diagrammada izobara menen ko'rsetiledi (18-b, su'wret). Bul ni'zamdi' 1802-ji'li' francuz ali'mi' Gey-Lyussak ashqani' ushin woni' **Gey-Lyussak ni'zami'** dep ataydi'.

3. Ixororali'q process ($V = \text{const}$).



Ko'lem turaqli' bolg'anda wo'tetug'i'n fizikali'q processler izoxorali'q process dep ataladi'.

Yunan tilinde «*xoros*» – «*ko'lem*» degendi an'latadi'.

Izoxorali'q process ushin (7) ten'leme to'mendegishe ko'rsetiledi:

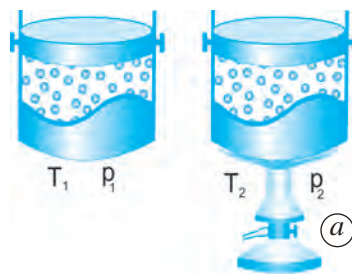
$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$

Ishine gaz tolti'ri'lg'an cilindr porshendi qozg'almaytugi'n yetip bek-kemleyik. Bunday jag'dayda gazdi'n' da'slepki temperaturasi'n T_1 , basi'mi' pq ge ten' dep alami'z. Cilindr qi'zdi'ri'li'p, gaz temperaturasi' T_2 ge wo'zgergende basi'mi' p_2 ge wo'zgeredi (19-a, su'wret). Bul jag'day ushin to'mendegi qatnas wori'ni' boladi':

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (10)$$



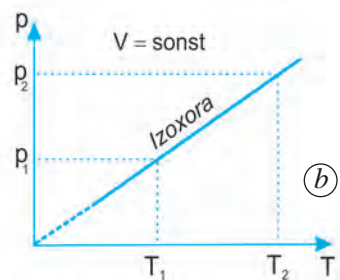
Turaqli' ko'lemde berilgen massali' gazdi'n' basi'mi' temperaturag'a proporcional ra'wishte wo'zgeredi.



Izoxorali'q process $T-p$ diagrammada izoxora menen ko'rsetiledi (19-b, su'wret).

Bul ni'zamdi' 1787-ji'lda francuz fizigi **J.Sharl** ta'jiriybeler tiykari'nda ashqani' ushin woni' **Sharl ni'zami'** dep ataydi'.

Qatti' denelerdegiz izotermiyali'q processte ko'lem derlik wo'zgermegeni ushin wondag'i' processti izoxorali'q process dep ataw mu'mkin.



19-su'wret



1. Ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesi qalay ko'rsetiledi?
2. Universal gaz turaqli'si'ni'n' ma'nisi nege ten'?
3. Izoprocess dep qanday processke ayti'ladi'?
4. 17-su'wretten izotermiyali'q procesti tu'sindirip berin'.
5. 18-su'wretten izobarali'q procesti tu'sindirip berin'.
6. 19-su'wretten izoxorali'q procesti tu'sindirip berin'.



1. Porshenli cilindr ishine tolti'ri'lg'an gazdi'n' da'slepki ko'lemi 24 sm , basi'mi' 2 MPa. Gaz izotermiyali'q qi'si'li'p, gazdi'n' ko'lemi 16 sm³ qa keltirilgنده woni'n' basi'mi' qanday ma'niske iye boladi'?
2. Gazdi'n' da'slepki ko'lemi 0,2 l, basi'mi' bolsa 1 MPa. Gaz izotermiyali'q ken'eyip, basi'mi' 200 kPa g'a iye boldi'. Gazdi'n' keyingi ko'lemin tabin'.
3. Yeger gaz 27°C da 3 l ko'lemge iye bolsa, 127°C da qanday ko'lemdi iyeleydi? Bunda basi'm turaqli' bolg'an.
4. 27°C temperaturada jabi'q i'di'stag'i' gazdi'n' basi'mi' 900kPa yedi. Gaz qi'zdi'ri'li'p, temperaturasi' 227°C g'a jetkerilgنده woni'n' basi'mi' qanday shamag'a iye boladi'?

12-§. TERMODINAMIKANI'N' BIRINSHI NI'ZAMI'

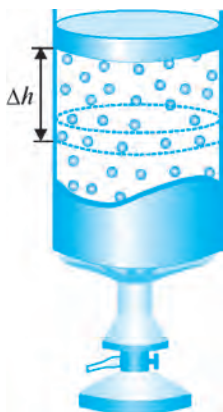
Termodinamikani'n' birinshi ni'zami' haqqi'nda tu'sinik

Ji'lli'li'q qubi'li'slari'n u'yreniw boyi'nsha baqlaw ha'm ta'jiriybelerden a'sirler dawami'nda ali'ng'an mag'lummatlar uluwmalasti'ri'li'p, *energiyani'n' saqlani'w ni'zami'na* to'mendegishe si'patlama berilgen:



Ta'biyatta energiya joqtan bar bolmaydi' ha'm bardan joq bolmaydi', energiya mug'dari' wo'zgermeydi, energiya tek bir tu'rden basqa tu'rge aylanadi'.

Energiyani'n' saqlani'w ni'zami' ta'biyatta ju'z beretug'i'n barli'q qubi'li'slarda wori'nlanadi'. *Termodinamikani'n' birinshi ni'zami'* energiya saqlani'w ni'zami'nin' ji'lli'li'q qubi'li'slari'na usi'ni'wi'n ko'rsetedi'.



20-su'wret

Aytqani'mi'zday, ishine gaz tolti'ri'lg'an cilindr porsheni awi'rli'q ku'shi ta'sirinde turg'an bolsi'n. Wo1 cilindr diywallari'na su'ykelmesten yerkin qozg'alsi'n. Cilindr ishindegi gazg'a Q ji'lli'li'q mug'dari' berilsin. Berilgen bul ji'lli'li'q gazi'ni'n' ishki energiyasi'n ΔU g'a ko'beytiwge ha'm porshendi Δh biyiklikke ko'teriw ushi'n jumsaladi' (20-su'wret). Gazdi'n' porshendi Δh biyiklikke ko'teriw ushi'n si'rtqi' ku'shlerge qarsi', solardan porshennin' awi'rli'q ku'shine qarsi' A jumi's wori'nlaydi'.



Sistemag'a berilgen ji'lli'li'q mug'dari' sistemani'n' ishki energiyasi'n wo'zgeriwiqe ha'm sistemani'n' si'rtqi' ku'shlerine qarsi' jumi's wori'nlawg'a jumsaladi'.

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

Bul si'patlama ha'm formula *termodinamikani'n' birinshi ni'zami'n'* ko'rsetedi. Bul ni'zamdi' XXI a'sirdin wortalari'nda nemis ali'mlari' *R. Mayer, G. Gelmgols* ha'm inglisis ali'mi' *J. Djoul* ta'riyiple bergen.

Termodinamikani'n' birinshi ni'zami'ni'n' izoprocesslerge qollani'li'wi'

1. Izotermiyali'q process ($T = \text{const}$). Ideal gazdi'n' temperaturasi' wo'zgermese, ishki energiyasi' da wo'zgermeydi ha'm (1) formuladag'i' $\Delta U = 0$ boladi'. Bunday halda termodinamikani'n' birinshi ni'zami' to'mendegishe korsetiledi:

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



Izotermiyali'q processte ideal gazg'a berilgen ji'lli'li'q jumi'sti' wori'nlawg'a jumsaladi'.

Izotermiyali'q processte gaz ji'lli'li'q ali'p ati'rg'an ($Q > 0$) bolsa, gaz ΔV ko'lemge keneyedi ha'm unamli' (won') jumi's ($A > 0$) wori'nlaydi'. 21-a, su'wrettegi diagrammada wori'nlang'an jumi's hawa ren'ine boyalg'an betine ten' boladi'.

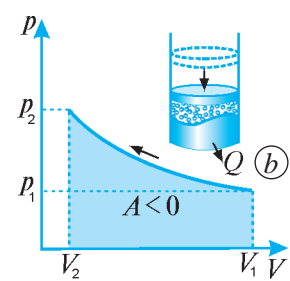
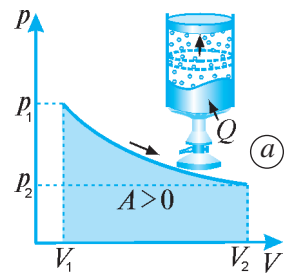
Yeger gaz si'rtqi' wortali'qqa ji'lli'li'q berip ati'rg'an ($Q < 0$) bolsa, gaz unamsi'z (teris) jumi's ($A < 0$) wori'nlap ati'rg'an boladi' Bunda si'rtqi' sistema gaz u'stinde jumi's wori'nlap ati'rg'an boladi'. Wori'nlang'an jumi'sti'n shamasii' diagrammada ko'rsetilgen betke ten' (21-b, su'wret).

2. Izobarali'q process ($p = \text{const}$). Turaqli' basi'm jag'dayi'nda gazg'a ji'lli'li'q berilip ati'rg'an bolsa, wori'nlang'an jumi's $A = p\Delta V$ boladi'. Wunday jag'dayda termodinamikani'n' birinshi ni'zami' to'mendegishe ko'rsetiledi:

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

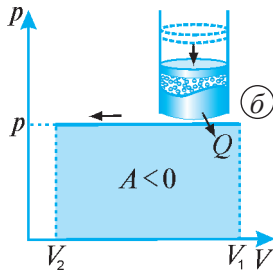
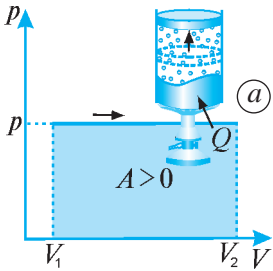


Izobarali'q processte sistemag'a berilgen ji'lli'li'q sistemani'n' ishki energiyasi'n ko'teriwiqe ha'm turaqli' basi'mda jumi's wori'nlawg'a jumsaladi'.



21-su'wret

Yeger gaz turaqli' basi'mda qi'zdi'ri'li'p ati'rg'an ($Q > 0$) bolsa, gazdi'n' ishki energiyasi' ko'beyedi ($\Delta U > 0$) ha'm soni'n' menen bir waqi'tta gaz ken'eyip, unamli' jumi's ($A > 0$) wori'nlaydi'. Wori'ngan' jumi'sti'n' mug'dari' diagrammadag'i' betke ten' boladi' (22- a, su'wret).



22-su'wret

Gaz turaqli' basi'mda suwi'ti'li'p ati'rg'anda ($Q < 0$) gazdi'n' ishki energiyasi' azayadi' ($\Delta U < 0$), soni'n' menen bir waqi'tta unamsi'z jumi's wori'nlanadi' ($A < 0$). Wori'ngan' jumi'sti'n' shamasi' diagrammada ko'rsetilgen betke ten' boladi' (22-b, su'wret).

3. Izoxorali'q process ($V = \text{const}$). Izoxorali'q ($\Delta V = 0$) processte $A = p\Delta V = 0$ boladi', yag'ni'y jumi's wori'nlanbaydi'. Bunday jag'day ushi'n termodinamikani'n' birinshi ni'zami' to'mendegishe ko'rsetiledi:

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



Izoxorali'q proceste sistemag'a berilgen ji'lli'li'qti'n' ha'mmesi sistemani'n' ishki energiyasi'n ko'beytiwge jumsaladi'.

Yeger ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' C bolsa, berilip ati'rg'an ji'lli'li'q mug'dari' $Q = C(T_2 - T_1) = C\Delta T$ boladi'. Wonday halatta (4) formuladan ishki energiyani'n' wo'zgeriwi to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$\Delta U = C\Delta T. \quad (5)$$

Gaz qi'zdi'ri'lg'anda ($Q > 0$) ishki energiyasi' artadi' ($\Delta U > 0$), suwi'q hali'nda bolsa ($Q < 0$) ishki energiyasi' azayadi' ($\Delta U < 0$).

Adiabatali'q process

Joqari'dag'i' ko'rilgen processlerdin' barli'g'i'nda sistema a'tiraptag'i' wortali'q penen ji'lli'li'q almasi'latug'i'n' yedi ($Q \neq 0$). Yendi a'tiraptag'i' wortali'q penen ji'lli'li'q almaspaytug'in ($Q = 0$) sistemadag'i' processti ko'remiz.



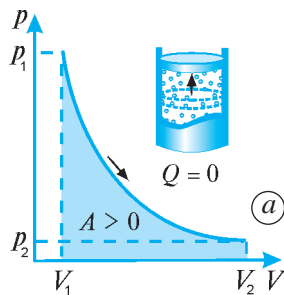
Ji'lli'li'q almaspaytug'i'n yetip izolaciyalang'an sistemadag'i' processke adiabatali'q process dep ataladi'.

Adiabatali'q proceste $Q = 0$ bolg'ani' ushi'n (1) ten'lemeden to'mendegi qatnasti' ali'w mu'mkin:

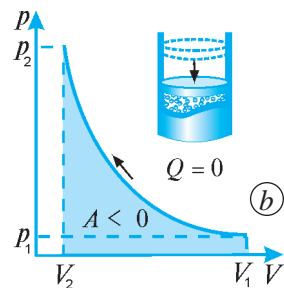
$$\Delta U + A = 0 \text{ yamasa } U_1 = U_2 + A, \quad (6)$$

bunda U_1, U_2 – baslangi'sh ha'm aqi'rg'i' ishki energiya.

Gaz adiabatali'q ken'eygende ishki energiyasi' azaydi' ($\Delta U < 0$) ha'm jumi'sti' wori'nlaydi' ($A > 0$). Bunda jumi's gazdi'n' ishki energiyasi' yesabi'na wori'nlanadi'. Gaz wori'nlag'an jumi'sti'n' mug'dari' diagrammadag'i' betke ten' boladi' (23-a su'wret).



Gaz adiabatali'q qi'si'lg'anda ishki energiyasi' artadi' ($\Delta U > 0$) ha'm gazdi'n' u'stinde jumi's wori'nlanadi' ($A < 0$). Bunda si'rtqi' ku'shler gazdi' qi'si'wi' sebebina wori'nlang'an jumi's yesabi'na gazdi'n' ishki energiyasi' artadi'. Wori'nlang'an jumi'sti'n' shamasi' diagrammada ko'rsetilgen betke ten' boli'p yesaplanadi' (23-b su'wret).



23-su'wret

Gazdi'n' adiabatali'q ken'eyiwden suwi'wi' yamasa adiabatali'q qi'si'li'wda qi'zi'wi' a'tirapta ko'p baqlanadi'. Mi'sali', atmosferadag'i' hawa joqari'g'a ko'terilip, to'men basi'mda ken'eyedi ha'm suwi'ydi'. Hawani'n' suwi'q boli'wi' na'tiyjesinde wondag'i' suw puwlari' kondensaciyalani'p, bult payda yetedi.

Nasosta qi'si'li'p ati'rg'an hawa qi'zadi'. Joqari' basi'mli' ballonnan shi'g'i'p ati'rg'an gaz keskin suwi'ydi'. Kondencioner ha'm suwi'tqi'shlarda bul qubi'li'slardan paydalani'ladi'.

Tez qi'si'lg'anda hawani'n' qi'zi'wi'nan mashinalardi'n' ishki jani'wshi' dvigatellerin iske qosi'wda paydalani'ladi'. Hawani' qi'satug'i'n ku'shli kompressorlar islep turg'anda hawani'n' temperaturasi' joqari'lap, a'sbap qi'zi'p ketedi. Soni'n' ushi'n kompressor arnawli' suwi'ti'li'p turi'ladi'.

Process ju'da' tez ju'z bergende ji'lli'li'q almasi'ni'wi' u'lgere almasa, bunday processti de adiabatali'q dep ataw mu'mkin. Mi'sali', dawisti'n' tarqali'wi'nda hawani'n' qi'si'li'wi ha'm ken'eyiwi sonday tez ju'z beredi. Soni'n' ushi'n dawisti'n tarqali'w procesinde adiabatali'q dep qaraladi'.



1. Energiyani'n' saqlani'w ni'zami' qalay tu'sindiriledi?
2. Termodinamikani'n' birinshi ni'zami' qalay tu'sindiriledi ha'm ko'rsetiledi?
3. Izotermiyali'q proceste sistemag'a berilgen energiya nege jumsaladi'?
4. Izobarali'q proceste sistemag'a berilgen energiya nege jumsaladi'?
5. Izoxorali'q proceste sistemag'a berilgen energiya nege jumsaladi'?
6. Adiabatali'q process dep nege ayti'ladi'?
7. Gaz adiabatali'q ken'eygende ishki energiyasi' qalay wo'zgeredi?

SH
10

1. Gazg'a 3,4 kDj ji'lli'li'q mug'dari' berilgende woni'n' ishki energiyasi' 1,8 kDj g'a ko'beyedi. Gazdi'n' u'stinde qansha jumi's wori'nlang'an?
2. Gaz 700 Dj jumi's wori'nlag'anda woni'n' ishki energiyasi' 1,2 kDj g'a azayg'an. Gaz si'rtqa qansha ji'lli'li'q mug'dari'n bergen?
3. Izotermiyali'q processte gazg'a 1 kDj ji'lli'li'q mug'dari' berilgen bolsa, gazdi'n' u'stinde qansha jumi's wori'nlang'an boladi'?
4. Izoxorali'q processte gazg'a 2,8 kDj ji'lli'li'q mug'dari' berilse, gazdi'n' ishki energiyasi' qanshag'a wozgeredi'?
5. 290 g hawani' 10°C g'a qi'zdi'rg'anda qansha jumi's wori'nlanadi'? Hawani'n' molyar massasi'n 0,029 kg/mol ge ten'.

13-§. HA'R QI'YLI' TEMPERATURALI' SUW ARALASTI'RI'LG'ANDA JI'LLI'LI'Q MUG'DARLARI'N SALI'STI'RI'W

(Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: 1 l si'yi'mli'li'qtqag'i' yeki i'di's, termometr, menzurka, ji'lli' ha'm suwi'q suw.

Jumi'sti' wori'nlaw ta'rtibi

1. Menzurka ja'rdeminde m_1 massali' ji'lli' suwdi' wo'lshep birinshi i'di'sqa quyi'n' ha'm woni'n' temperaturasi' t_1 di wo'lshen'.

2. Menzurka ja'rdeminde m_2 massali' suwi'q suwdi' wo'lshep yekinshi i'di'sqa quyi'n' ha'm woni'n' temperaturasi' t_2 ni wo'lshen'.

3. Yekinshi i'di'stag'i' suwi'q suwdi' birinshi i'di'stag'i' ji'lli' suwdi'n' u'stine quyi'n' ha'm aralaspanti'n' temperaturasi' t ni o'lshen'.

4. Aralaspada i'ssi' suwdi' bergen ji'lli'li'q mug'dari'n $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ formula ja'rdeminde yesaplan', bunda c suwdi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'.


5. Aralaspada suwi'q suwdi' alg'an ji'lli'li'q mug'dari'n $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ formula ja'rdeminde yesaplan'.

6. Aralasti'ri'lg'an ji'lli' ha'm suwi'q suwdi'n' massalari'n wo'zgartirip, 1-5-lerge muwapi'q jumi'sti' u'sh ma'rte ta'kirarlan'.

7. Wo'lshep ha'm yesaplaw na'tiyjelerin 4-kestege jazi'n'.

4-keste

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

-  1. Wo'lishew ha'm yesaplaw na'tiyjeleri tiykari'nda ali'ng'an Q_1 ha'm Q_2 ji'lli'li'q mug'dari'ni'n' ma'nislerin sali'sti'ri'n'. Ne ushi'n $Q_1 = Q_2$ sha'rti wori'nlani'w kerek?
2. Ji'lli'li'q mug'dari' formulasi'nda ne sebepten absolyut temperaturalar ayi'rmasi'ni'n' worni'na Celsiy shkalasi' boyi'nsha wo'lishengen temperaturalar ayi'rmasi'n qollani'w mu'mkin?

14-§. SUYI'QLI'QTP'N' SALI'STI'RMALI' JP'LLI'LI'Q SI'YI'MLI'G'I'N ANI'QLAW' (Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: Kalorimetr, ta'rezi taslari, termometr, suwi'q suw sali'ng'an i'di's, qaynag'an suw ha'm woni' sali'w ushi'n i'di's.

Jumi'sti' wori'nlaw ta'rtibi

1. Kalorimetrdin' ishki i'di'sti' ali'p, ta'rezinin' ja'rdeminde woni'n' massasi' m_k ni' wo'lshen'.

2. Kalorimetr i'di'sti'n' yari'mi'na shekem suwi'q suw quyi'n'. Ta'rezinin' ja'rdeminde i'di'sti'n' suwi'q suw menen birgeliktegi massasi' m di' wo'lshen'. Suwi'q suwdi'n' massasi'n $m_1 = m - m_k$ formulasi'nan yesaplan'.

3. Termometrдин' ja'rdeminde kalorimetr i'di'si'ndag'i' suwi'q suwdi'n' temperaturasi' t_1 di' wo'lshen'.

4. I'di'sta qaynag'an suw ali'p, woni'n' temperaturasi' t_2 ni' wo'lshen'.

5. Qaynag'an suwdi' kalorimetrdegi suwi'q suwdi'n' u'stine quyi'n' ha'm termometrдин' ja'rdeminde aralasti'ri'n'. Sol termometrдин' ja'rdeminde aralasqan suwdi'n' temperaturasi' t ni' wo'lshen'.

6. Kalorimetr i'di'sti' ali'p, ta'rezinin' ja'rdeminde woni'n' massasi' m' di' wo'lshen'. I'ssi' suwdi'n' massasi'n $m_2 = m' - m$ formuladan yesaplan'.

7. To'mendegi ta'riyipten suwdi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i'n yesaplan':

$$c = \frac{c_k m_k (T - T_1)}{m_2 (t_2 - t) - m_1 (t - t_1)};$$

bunda c_k kalometrдин' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' boli'p, woni'n' shamasin' kalometrдин' pasporti'nan jazi'p ali'n'.

8. Ta'jiriybeni joqari'dag'i' keltirilgen ta'rtipte ja'ne yeki ma'rte wo'tkizin'. U'sh na'tiyjeden paydalani'p, suwdi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' ushi'n wortasha shamasin' c_{wort} ni' ani'qlan'.

9. Wo'lsheva ha'm yesaplaw na'tiyjelerin 5-kestege jazi'n'.

5-keste

№	m_k, g	m_1, g	$t_1, ^\circ C$	m_2, g	$t_2, ^\circ C$	$t, ^\circ C$	$c, \frac{Dj}{kg \cdot ^\circ C}$	$c_{wort}, \frac{Dj}{kg \cdot ^\circ C}$
1								
2								
3								

1. Ji'lli'li'q balansi' ten'lemesinen paydalani'p, 8-ta'rtipte keltirilgen suwdi'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' formulani' keltirip shi'g'ari'n ha'm tu'sindirip berin'.
2. 5-kestede na'tiyjelerdi analiz yetin' ha'm juwmaq shi'g'ari'n'.

II BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Termodinamikali'q ko'zqarastan ishki energiya *makroskopiya*li'q zatti'n' ishki hali'na baylani'sli' boli'p, temperatura ha'm ko'lem arqali' ani'qlanadi'.
- Gaz ken'eygende won' jumi's wori'nlaydi' ha'm gazdi'n' ishki energiyasi' azayadi'.
- Gaz qi'si'lg'anda unamsi'z (teris) jumi's wori'nlaydi' ha'm gazdi'n' ishki energiyasi' artadi'.
- Denenin' u'stinde yamasa dene ta'repinen jumi's wori'nlanbastan woni'n' ishki energiyasi'n wo'zgartiw procesi ji'lli'li'q jetkerip beriw dep ataladi'.
- Ji'lli'li'q jetkerip beriw waqti'nda denege berilgen yamasa wonnan ali'ng'an ishki energiya mug'dari' ji'lli'li'q mug'dari' dep ataladi'.
- 1 gramm tazalang'an suwdi' 19,5°C dan 20,5°C g'a shekem ji'li'ti'w ushi'n kerek bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' 1 kalloriya dep qabi'l yetilgen.
- Zatti'n' temperaturasi'n 1 K ga ko'teriw ushi'n ogan beriliwi za'ru'r bolatug'i'n ji'lli'li'q mug'dari'na sol denenin ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' dep ataladi'.
- 1 kilogramm zatti'n' temperaturasi'n 1 K g'a ko'beytiw ushi'n wog'an beriliwi za'ru'r bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' sol zatti'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' dep ataladi'.
- Ji'lli'li'q mug'dari' kalorimetr ja'rdeminde wo'lsheveden. Kalorimetr so'zi ji'lli'li'qti' wo'lsheva degen ma'nisti bildiredi (lati'nsha *calor* – ji'lli'li'q, grekshe *metreo* – wo'lsheva).
- Energiyani'n saqlani'w ni'zami'na ko're kalorimetrge sali'ng'an denenin' bergin ji'lli'li'q mug'dari' ji'yi'ndi'si'na ten'. Bul ni'zam ji'lli'li'q balansi' ten'lemesi arqali' an'lati'ladi'.

$$A = p\Delta V > 0$$

$$A = p\Delta V < 0$$

$$Q$$

$$1 \text{ kal}$$

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

- Ideal gaz hali'ni'n' ten'lemesi gazdi'n' massasi', basi'mi', ko'lemi ha'm temperaturasi' arasi'ndag'i' baylani'sti' ko'rsetedi'.
- Izotermiyali'q processte berilgen gazdi'n' basi'mi' ko'lemine keru proporcional ra'wishte wo'zgeredi.
- Izobarali'q processte berilgen massali' gazdi'n' ko'lemi temperaturag'a proporcional ra'wishte wo'zgeredi.
- Izoxorali'q processte berilgen massali' gazdi'n' basi'mi' temperaturag'a proporcional ra'wishte wo'zgeredi.
- Termodinamikani'n' birinshi ni'zami': Sistemag'a berilgen ji'lli'li'q mug'dari' sistemani'n' ishki energiyasi'n wo'zgartirivge ha'm sistemani'n' si'rtqi' ku'shlerge qarsi' jumi's wori'nlawi'na jumsaladi'.
- Izotermiyali'q processte ideal gazg'a berilgen ji'lli'li'q jumi's wori'nlawg'a jumsaladi'.
- Izobarali'q processte sistemag'a berilgen ji'lli'li'q sistemani'n' ishki energiyasi'n ko'beytiwge ha'm turaqli' basi'mda jumi's wori'nlawg'a jumsaladi'.
- Izoxorali'q processte sistemag'a berilgen ji'lli'li'qti'n' ha'mmesi sistemani'n' ishki energiyasi'n ko'beytiwge jumsaladi'.
- Ji'lli'li'q almaspaytug'i'n ($Q = 0$) yetip izolaciyalang'an sistemadag'i' process adiabatikali'q process dep ataladi'.

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

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = A$$

$$Q = \Delta U + p\Delta V$$

$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U + A = 0$$

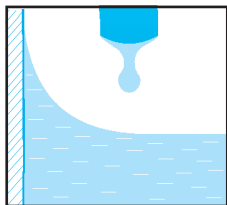
$$U_1 = U_2 + A$$

II BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Yerip ati'rg'an muzdi' temperaturasi' 0°C bolg'an u'yg'e ali'p kirildi. Muz bul u'yde yeriwin dawam yete-me?
2. Shelektegi suwda muzdi'n' bo'lekleri juzi'p ju'ripti. Suw menen muzdi'n' ulu'wma temperaturasi' 0°C . Muz yeriy me yamasa suw muzlayma? Bul nege baylani'sli'?
- 3*. Yeger 200 kPa basi'mda ha'm 240 K temperaturada gazdi'n' ko'lemi 40 l ge ten' bolsa, sol gazda qansha mug'dar zat bar?
4. Si'yi'mli'li'g'i' 20 l bolg'an ballondag'i' qi'si'lg'an hawani'n' basi'mi' 12°C temperaturada qanday boladi'? Ballondag'i' sol hawani'n' massasi' 2 kg .
5. Temperaturasi' 20°C ha'm basi'm 100 kPa bolg'an $1,45\text{ m}^3$ hawa suyi'q halg'a keltirildi. Yeger suyi'q hawani'n' ti'g'i'zli'g'i' 861 kg/m^3 bolsa, wol qansha ko'lemdi iyeleydi?
6. 360 K maksimal temperaturada basi'm 6 MPa dan aspawi' ushi'n 50 mol gaz saqlanatugi'n ballonni'n' si'yi'mli'li'g'i' qansha boli'wi' kerek?
7. Yeki birdey ballonda birdey temperaturada massalari' ten' bolg'an vodorod (H_2) ha'm karbonat angidridi (CO_2) bar. Gazlardi'n' qaysi' biri ballonni'n' diywali'na neshe yese ko'birek basi'm beredi?

8. Venerani'n' betinde temperatura ha'm atmosfera basi'mi' sa'ykes tu'rde 750 K ha'm 9120 kPa. Planetani'n' betindegi atmosfera ti'g'i'zli'g'i'n' tabi'n'. Bunda woni' karbonat angidrid gazi'nan ibarat dep yesaplan'.
9. Birdey jag'dayda metanni'n' (CH_4) ti'g'i'zli'g'i' kislorodti'n' (O_2) ti'g'i'zli'g'i'nan neshe yese parqi' bar?
10. Gaz 0,2 MPa basi'mda ha'm 15°C temperaturada 5 l ko'lemge iye. Normal jag'dayda sonday massali' gazdi'n' ko'lemi qansha boladi'?
11. Ideal gazdi'n' absolyut temperaturasi' 2 yese artqanda woni'n' basi'mi' 25% artti'. Bunda ko'lemi neshe yese wo'zgergen?
12. 0°C li 1 l suwdi' qaynati'w (100°C g'a shekem ji'lli'ti'w) ushi'n qansha ji'lli'li'q mug'dari' kerek boladi'? Sonsha massali' suwdi'n' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i' qansha boladi'?
13. 1 kg massali' deneni 0°C dan 300°C g'a shekem qi'zdi'ri'w ushi'n 200 kDj ji'lli'li'q sari'planadi'. Bul denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' qansha?
14. 20°C temperaturadag'i' 5 kg qorg'asi'ndi yeriw temperaturasi'na shekem (327°C g'a shekem) qi'zdi'ri'w ushi'n Q ji'lli'li'q sari'plandi'. Sonsha ji'lli'li'q sari'plap 0°C temperaturadag'i' neshe litr suwdi' qaynati'w mu'mkin?
15. Massasi' 1,5 kg bolg'an temir qazanshada 2 l suw si'yadi'. Suwg'a tolg'an qazanshani' 80°C qi'zdi'ri'w ushi'n qansha mug'darda ji'lli'li'q kerek?
16. 640 kkal ji'lli'li'q jumsap, qansha suwdi' 20°C dan qaynag'ang'a shekem qi'zdi'ri'w mu'mkin.
17. Ko'lemi 60 m^3 bolg'an wo'jiredegi hawani' 10°C dan 20°C g'a shekem qi'zdi'ri'w ushi'n qansha ji'lli'li'q mug'dari' jumsalg'an (ji'lli'li'q biykarg'a zaya bolmag'an halda)? Hawani'n' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i' $0,24\text{ kkal/kg}\cdot^\circ\text{C}$.
18. Shelekke temperaturasi' 9°C bolg'an 5 l suwi'q suw quyi'ldi'. 30°C ji'lli' suw ali'w ushi'n shelekke qansha qaynag'an (100°C li) suw quyi'w kerek?
19. Porshenli cilindrdin' ishine qamalg'an gazdi'n' da'slepki ko'lemi 36 m^3 , basi'mi' 5 MPa. Gaz izotermiyali'q qi'si'li'p, gazdi'n' ko'lemi 24 m^3 qa keltirilgende woni'n' basi'mi' qanday ma'niske yerisedi?
20. Gazdi'n' da'slepki ko'lemi 1 l, basi'mi' 1 MPa. Gaz izotermiyali'q ken'eyip, basi'mi' 200 kPa g'a yeristi. Gazdi'n' keyingi ko'lemin tabi'n'.
21. Yeger gaz 20°C da 2 l ko'lemge iye bolsa, 100°C da qanday ko'lemdi iyeleydi? Bunda basi'm turaqli' bolg'an.
22. 20°C temperaturada jabi'q i'di'stag'i' gazdi'n' basi'mi' 1000 kPa yedi. Gaz qi'zdi'ri'li'p, temperaturasi' 200°C g'a jetkerilgende woni'n' basi'mi' qanday ma'niske yerisedi?
23. Suyi'qli'q sali'ng'an bak germetikali'q (ti'g'i'z) bekitilgen. Suyi'qli'qti'n' u'stinde hawa bar. Yeger baktin' to'mengi bo'limindegi awzi' ashi'lsa, belgili mug'dardag'i' suyi'qli'q ag'i'p tu'skennen keyin woni'n' bunnan keyingi ag'i'wi' toqtaydi'. Ne ushi'n sonday boladi'? Suyi'qli'qti'n' yerkin ag'i'p tu'siwin ta'miyinlew ushi'n ne qi'li'w kerek?
24. Yeger gaz 27°C da 6 l ko'lemge iye bolsa, 77°C da qanday ko'lemdi iyeleydi?

25. Gaz temperaturasi' 60 K g'a artqanda woni'n' ko'lemi 1 l g'a artadi'. Yeger temperatura ja'ne 30 K g'a artsa, ko'lemi da'slepki ko'lemge qarag'anda qanshag'a artadi'?
26. Yeger hawa 3 K g'a qi'zdi'ri'lg'anda woni'n' ko'lemi da'slepki kolemnin' 1% ine artsa, hawani'n' baslang'i'sh temperaturasi' qanday bolg'an?
27. Izobarali'q processte gazdi'n' ti'g'i'zli'g'i' ha'm absolyut temperaturasi' arasi'ndag'i' baylani's qanday boladi'?
28. Kislorodti'n' ti'g'i'zli'g'i' azotti'n' normal jag'daydag'i' ti'g'i'zli'g'i'na ten' boli'wi' ushi'n kislorodti' normal basi'mda qanday temperaturag'a shekem qi'zdi'ri'w kerek?
29. 27°C temperaturada jabi'q i'di'stagi gazdi'n' basi'mi' 75 kPa yedi. -13°C temperaturada basi'm qanday boladi'?
30. Bekitilgen i'di'stag'i' gazdi' 140 K g'a shekem qi'zdi'rg'anda basi'm 1,5 yese artsa, i'di'stag'i' gaz da'slep qanday temperaturada bolg'an?
31. Izoxorali'q processte birlik ko'lemdegi gazdi'n' molekulari'ni'n' sani' menen absolyut temperatura arasi'ndag'i' baylani's qanday boladi'? Izobarali'q processte ne?
32. Temperaturasi' 20 K g'a artqanda 200 g geliydin' ishki energiyasi' qanshag'a wo'zgeredi?
33. Temperaturalari birdey bolg'an birdey massali' argon ha'm geliydin ishki energiyasi'n sali'sti'ri'n'.
34. 100 kPa basi'mda ko'lemi 60 m³ bolg'an aerostatti' tolti'ri'p ati'rg'an geliydin' ishki energiyasi' qanday?
35. Gazg'a 2 kDj ji'lli'li'q berilgende woni'n' ishki energiyasi' 1,5 kDj g'a artti'. Gazdi'n' u'stinde qansha jumi's wori'nlang'an?
36. Gaz 1 kDj jumi's wori'nlag'anda woni'n' ishki energiyasi' 1,5 kDj g'a azayadi'. Gaz si'rtqa qansha ji'lli'li'q bergen?
37. Izotermiyali'q processte gazg'a 2 kDj ji'lli'li'q berilgen bolsa, gazdi'n' u'stinde qansha jumi's wori'nlang'an boladi'?
38. Izoxorali'q processte gazg'a 2 kDj ji'lli'li'q berilgen bolsa, gazdi'n' ishki energiyasi' qanshag'a wozgeredi?
39. 580 g hawani' 20 K ga izobarali'q qi'zdi'ri'lg'anda qansha jumi's wori'nlanadi'? Hawani'n' molyar massasi' 0,029 kg/mol g'a ten'.
40. 320 g kislorodti' 10 K g'a izobarali' qi'zdi'rg'anda wol qanday jumi's wori'nlaydi'?
41. Yeki cilindrde qozg'ali'wshi' porshenler asti'ndag'i' birdey massali' vodorod ha'm kislorodti'n' izobarali'q qi'zi'wda wori'nlag'an jumi'si'n sali'sti'ri'n'.
42. 800 mol gazdi' 500 K g'a izobarali'q qi'zdi'ri'wda wog'an 9,4 MDj ji'lli'li'q mug'dari' berildi. Bunda gaz wori'nlag'an jumi'sti'n' ha'm ishki energiyasi'ni'n' qanshag'a artqani'n ani'qlan'.



III bap

SUYI'QLI'QLARDAG'I BET QUBI'LI'SLARI'

15-§. SUYI'QLI'Q HA'M WONI'N' QA'SIYETLERI. BETKERIMLIK

Suyi'qli'qti'n' ag'i'wshan'li'g'i'

Gazlardan ayi'rmashi'li'g'i' suyi'qli'qlarda molekular bir-birine ju'da jaqi'n turadi' ha'm wo'zinin' ko'lemin saqlaydi'. Molekular arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shi' sebepli suyi'qli'q molekulari' yerkin ta'rripsiz ha'reket yete almaydi'. Ashi'q i'di'stag'i' suyi'qli'q betinen molekular ushi'p shi'g'i'p ketpeydi. Puwlani'w procesinde suyi'qli'q betinen kinetikali'q energiyasi' u'lken bolg'an molekular g'ana ushi'p shi'g'a aladi'. Sol ta'rizli gazlardan pari'qli' ra'wishte *suyi'qli'qlar wo'zinin' ko'lemin saqlaydi'*.

Suyi'qli'q molekulari' basqa molekulari'di'n qorshawi'nda bir qansha «woti'ri'qshi'» halatta boladi'. Suyi'qli'q molekulari'nin' arasi' birdey bolmaydi', ha'tte molekulari'di'n arasi'nda bos wori'nlar – «gewekler» payda boladi'. Molekular «woti'ri'qshi'» halattan qasi'ndag'i' «gewek» ke sekirip wo'tedi. Bul jerde qi'sqa waqi't turi'p, basqa «gewek» worni'n iyeleydi. Sol ta'rizde suyi'qli'q molekulari' bir jerdan basqa jerge ti'ni'msi'z sekirip ju'redi.

I'di'sta turg'an suyi'qli'qqa to'menge bag'darlang'an awi'rli'q ku'shi ta'sir yetedi. Biraq suyi'qli'q asti'nda ha'm a'tiraplari'nan diywallar menen woralg'ani' ushi'n wol ten' salmaq hali'nda boladi'. Yeger i'di's bir ta'repke awdi'ri'lsa, awi'rli'q ku'shi ta'sirinde molekulari'di'n bir jerdan basqa jerge sekirip wo'tiwi ko'birek bir bag'darda ju'z beredi. Na'tiyjede suyi'qli'q i'di's awdari'lg'an ta'repke ag'adi'. I'di'stag'i' suyi'qli'q basqa i'di'sqa quyi'li'p atqanda da, i'di'sti'n' asti' tesilgende de awi'rli'q ku'shi ta'sirinde suyi'qli'q ag'adi'. Demek, *suyi'qli'qlar wo'zinin' ko'lemine iye bolmaydi', ag'i'wshan' boladi'*. I'di'sqa quyi'lg'an suyi'qli'q sol i'di'sti'n' formasi'n aladi' ha'm gorizonta betke iye boladi'.

Betkerimlik qubi'li'si

Molekular arasi'nda ku'shli wo'z ara ta'sir bolg'ani' sebepli suyi'qli'q penen basqa wortali'q shegarasi'nda betkerimlik payda boladi'. Betkerimliktin' ta'siri sebepli suyi'qli'q penen qatti' dene shegarasi'nda kapillyar qubi'li'slar ju'z beredi.

Suyi'qli'qti'n' bet qatlami'n ju'qa perde dep ko'z aldi'mi'zg'a keltirivimiz mu'mkin. Bul qatlamdag'i' molekullarg'a suyi'qli'q ishine bag'darlang'an ku'sh ta'sir yetedi.

Suw ag'atug'i'n kranni'n' awi'zi'nda tamshi'ni'n' qalay payda boli'wi'n ko'reyik. Awi'zi'nda payda bolg'an tamshmi' serippeli qaltasha ishinde dep ko'z aldi'mi'zg'a keltireyik. Tamshi' u'lkeygende woni' ko'terip turi'w ushi'n qaltashani'n' bekkemligi jetispeydi ha'm tamshi' u'ziledi (24-su'wret).

Haqi'yqati'nda bolsa tamshi' qaltashag'a sali'nbag'an. Payda bolg'an tamshi'ni'n' bet qatlami'ndag'i' ha'r bir molekullag'a, tamshi' worayi'na bag'darlang'an ku'sh ta'sir yetedi. Bunday ku'shler na'tiyjesinde, tamshi'ni'n' bet qatlami'nda woni' uslap turi'wshi' betkerimlik payda boladi'.



24-su'wret



Betkerimlik suyi'qli'qti'n' bet qatlami'ndag'i' molekullardi'n' suyi'qli'q ishine bag'darlang'an ku'shlerdin' bar yekenligine baylani'sli' payda boladi'.

Betkerimlik na'tiyjesinde jawi'n tamshi'lari' payda boladi'. Sabi'n yeritpesinen ko'bik payda yetiw de betkerimlik sebebinen boladi' (25-su'wret).

Iyneni suwdi'n' betindegi qagazdi'n' u'stine qoyi'p, qag'azdi' suwdi'n' asti'na a'stete-aqi'ri'n bati'ri'lsa, iyne suwdi'n' betinde qaladi' (26-su'wret). Bug'an sebep, suwdi'n' bet kerimligi jin'ishke iyneni uslap turadi'.



25-su'wret

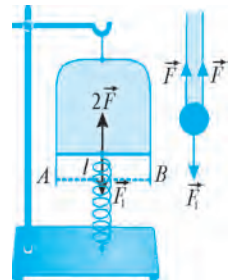


26-su'wret

Betkerimlik ku'shi

Suwdi'n bo'lekshelerin tamshi' formasi'nda uslap turatug'i'n yamasa iyneni suwdi'n si'rti'na tuti'p turatug'i'n bet qatlami' betkerimlik ku'shine iye. Kranni'n' awzi'ndag'i' tamshi' woni'n' betinde payda bolg'an betkerim ku'shi shi'dam bere alatug'i'n da'rejede u'lkeyedi. Betkerimlik ku'shinin' ta'sirinde hawadag'i' tamshi'lar beti sfera formasi'n aladi'.

Betkerimlik ku'shin ani'qlaw maqsetinde to'mendegi ta'jiriybeni wo'tkeremiz. 27-su'wrette su'wretlengenindey, si'm ramka alami'z. Bul ramkani'n' to'mengi ta'repi qozg'ali'wshi' $AB = l$ uzi'nli'qtag'i' si'mnan ibarat bolsi'n. Bul si'm ramkani'n' yeki shetki qaptali' boylap ji'lji'y aladi'.



27-su'wret

Ramkani' sabi'nni'n' yeritpesine bati'ri'p alsaq, wonda sabi'n perdesi tarti'li'p qaladi'. Soni'n' menen bir waqi'tta ramkani'n' qozg'ali'wshi si'mi' *AB* haldan joqari'g'a ji'lji'ydi'. Bul na'rsege sebep, si'mg'a perpendikulyar tu'rde joqari'g'a bag'darlang'an ku'sh ta'sir yetedi. Bul ku'sh **betkerimlik ku'shi** boli'p yesaplanadi'. Bul ku'shtin' ta'sirinde si'm joqari'g'a qozgaladi' ha'm sabi'n perdesi beti qi'sqaradi'.

Betkerimlik ku'shin wo'lshe'w ushi'n ramkani'n' to'mengi si'mi'na, woni' ten' salmaqqa keltiriwshi qandayda bir F_1 ku'shin qoyi'w kerek. Bul ku'shti payda yetiw ushi'n si'mdi' jumsaq prujinag'a ildirip, prujinani'n' yekinshi ushi'n shtativke bekkemlep qoyi'ladi'. Si'm ten' salmaqli'qta boli'wi' ushi'n $F_1 = 2F$ boli'wi' kerek. Bunda F – betkerimlik ku'shi. Si'mg'a perdenin' yeki beti ta'sir yetedi. Soni'n' ushi'n $2F$ ali'ng'an.

Ta'jiriybede ko'rsetiliwinshe, betkerimlik ku'shi F si'mni'n' uzi'nli'g'i' l ge, yag'ni'y bet qatlami'ni'n' uzi'nli'g'i'na proporcional boladi':

$$F = \sigma l,$$

bunda σ **betkerimlik koefficienti** dep ataladi'.


Bul formula gorizontali hali'ndag'i' suyi'qli'qti'n' beti ushi'n betkerimlik ku'shin ko'rsetedi.


Betkerimlik koefficientinin' tiykarg'i' birligi – N/m

Betkerimlik koefficienti tu'rli suyi'qli'qlar ushi'n ha'r tu'rli boladi' (6-keste).

6-keste

№	Zat	σ , N/m	№	Zat	σ , N/m
1	Spirt (20°C)	0,024	4	Suw (20°C)	0,073
2	Benzin (20°C)	0,021	5	Si'nap (20°C)	0,51
3	Sabi'n yeritpesi (20°C)	0,04	6	Alti'n (1130°C)	1,1

-  1. Suyi'qli'q molekullari ne sebepten gaz molekullari' si'yaqli' yerkin ta'rtipsiz qozg'ala almaydi'?
2. Betkerimlik qubi'li'si' qalay payda boladi'?
3. Betkerimlik ku'shi degenimiz ne? Woni'n' formulasi' qanday ko'rsetiledi'?
4. Suyi'qli'qlardi'n' betkerimlik koefficienti haqqi'nda nelerdi bilesiz?

-  1. Sabi'n yeritpesine bati'ri'p ali'ng'an 26-su' wrettegi ramkani'n' *AB* si'mi'ni'n' uzi'nli'g'i' 5 sm bolsa, sabi'n perdesi bul si'mg'a qanday sha'madag'i' ku'shte ta'sir yetedi? Si'mdi' 3 sm ge ko'shiriw ushi'n qansha jumi's wori'nlaw kerek? Usi' ha'm keyingi ma'selelerde 5-kestedegi magli'wmatlardan paydalani'n'.
2. Yeger 1-ma'selede keltirilgen si'mli' ramka sabi'n yeritpesini'n' worni'na benzinge bati'ri'p ali'ng'an bolsa, si'mg'a qanday sha'madag'i' ku'sh ta'sir

- yetedi? Si'mdi' 3 sm ge ko'shiriw ushi'n qansha jumi's wori'nlani'wi' kerek?
3. Suw betinde turg'an 4 sm li shi'rpi' sho'bin qozgalti'w ushi'n wog'an qanday ku'sh penen ta'sir yetiw talap yetiledi?

16-§. SUYI'QLI'QTI'N' BETKERIMLIK KOEFFICIENTIN ANI'QLAW

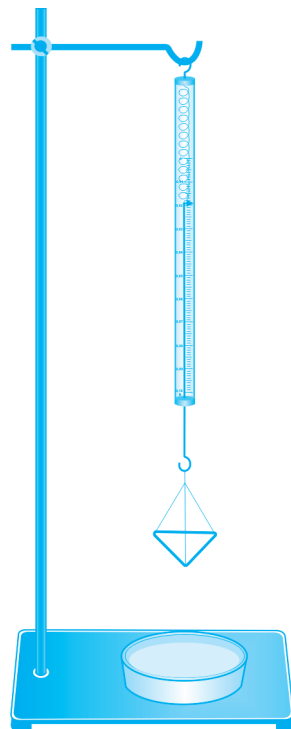
(Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: sezgir dinamometr, shtativ, u'shmu'yeshlik, kvadrat ha'm shen'ber formasindag'i' si'mlar, suw sali'ng'an i'di's, si'zg'i'sh, shtangencirkul.

Usi' laboratoriya jumi'si'nda wo'lshew ani'qli'g'i' joqari' bolg'an arnawli' dinamometrden paydalani'ladi'.

Jumi'sti' wori'nlaw ta'rtibi

1. Dinamometrni joqari' saqi'ynasi'nan shtativke wornati'n'.
2. Si'zg'i'shti'n' ja'rdeminde u'shmu'yeshlik formasi'ndag'i' si'mni'n' perimetri l di wo'lshen'.
3. Dinamometrni to'mengi saqi'ynasi'na u'shmu'yeshlik formasi'ndag'i' si'mdi' ilin' ha'm si'mni'n' awi'rli'q ku'shi F_1 di wo'lshen'.
4. I'di'stag'i' suwdi' ko'terip, dinomometrge asi'lg'an si'mg'a tiygizin'.
5. I'di'sti' a'stelik penen to'menge qarap jil'ji'ti'p, si'mni'n' yeritpeden u'ziliwi da'wirindegi dinamometrni ko'rsetiwi F_2 di jazi'p ali'n'.
6. $F = F_2 - F_1$ formuladan betkerimlik ku'shin tabi'n'.
7. $\sigma = F/l$ formulasi' ja'rdeminde suyi'qli'qti'n' betkerimlik koefficientin yesaplan'.
8. Ta'jiriybeni to'rtmu'yeshlik ha'm shen'ber formasindag'i' si'mlarda da wori'nlan', σ_2 ha'm σ_3 ti' yesaplan'. $\sigma_{\text{wort}} = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$ formulasi ja'rdeminde betkerimlik koefficientinin' wortasha ma'nisin yesaplan'.
9. Ta'jiriybe dawami'ndag'i' wo'lshew ha'm yesaplaw na'tiyjelerin 7-kestege jazi'n'.



28-su'wret

№	m , kg	l , m	F , N	σ , N/m	σ_{wort} , N/m
1					
2					
3					

1. Betkerimlik ku'shinin' ne yekenligin tu'sindirip berin'.
2. Ne sebepten ramkani' suwdan aji'rati'p ali'wg'a ku'sh kerek boladi'?
3. Ta'jiriybe na'tiyjelerin analiz yetip, juwmaqlaw jazi'p kelin'.

17-§. I'G'ALLANI'W. KAPILLIYARLI'Q QUBI'LI'SLAR

I'g'allani'w ha'm ig'allanbaw qubi'li'slari'

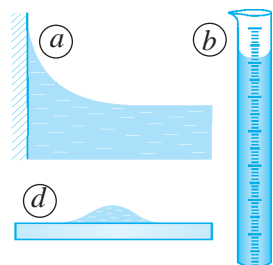
Suyiqli'q – qatti' dene shegarasi'nda i'g'allani'w yamasa i'g'allanbaw qubi'li'si' boladi'.

Qatti' dene betinde suyiqli'q betinin' iyrekleniwine sebep bolatug'i'n qubi'li's i'g'allani'w yamasa i'g'allanbaw qubi'li'si deb ataladi'.

I'g'allani'w yamasa i'g'allanbaw suyiqli'q ha'm qatti' dene molekulari'ni'n' wo'z ara ta'sirine baylani'sli' boli'p yesaplanadi'.

Suyiqli'q ha'm qatti' dene molekulari'ni'n' arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shleri suyiqli'q molekulari'ni'n' wo'z ara tarti'si'w ku'shlerinen u'lken bolsa, suyiqli'q qatti' dene betin i'g'allaydi'.

Bunda suyiqli'q betinin qatti' dene betine tiyip turg'an jeri 29-a, su'wrette su'wretlengen formada boladi'. Mi'sali', suw shiyshe betin i'g'allaydi'. Shiysheli menzurkag'a sali'ng'an suw i'di's diywallari'n i'g'allaydi' (29-b, su'wret). Yeger suw gorizental ayna betine tami'zi'lsa, wol jayi'li'p ketedi (29-d, su'wret).



29-su'wret

Suyiqli'q ha'm qatti' dene molekulari' arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shleri suyiqli'q molekulari'ni'n' wo'z ara tarti'si'w ku'shlerinen kishi bolsa, suyiqli'q qatti' dene betin i'g'allamaydi'.

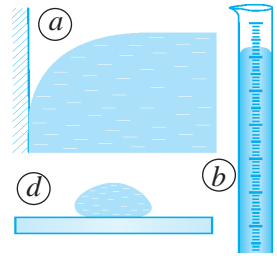
Bunday jag'dayda suyiqli'q betinin' qatti' dene betine tiyip turg'an jeri 30-a, su'wrette ko'rsetilgen

formani' aladi'. Mi'sali', si'nap shiyshe betin i'g'allamaydi'. Shiyshe menzurkag'a sali'n'g'an si'nap i'di's diywallari'n i'g'allamaydi' (30-b, su'wret). Si'nap ayna betine tami'zi'lsa, wol jayi'li'p ketpeydi (30-d, su'wret).

Bir suyi'qli'q bir dene betin i'g'allasa, basqasi'n i'g'allamawi' mu'mkin. Mi'sali', suw shiyshe betin i'g'allasa, parafin betin i'g'allamaydi'. Si'nap bolsa shiyshe betin i'g'allamasa, tegis metall betin i'g'allaydi'.

Sabi'n yeritpesi denemizdi i'g'allaydi'. Sol sebepli sabi'n menen juwi'nami'z. G'az ha'm u'yreklerdin' denesi ja'ne pa'rleri suwdan shi'qqani'nda qup-qurg'aq boli'wi'n bilesiz. Sebebi wolardi'n' denesin ha'm parlerin suw aytarli'qtay i'g'allamaydi'.

I'g'allani'w qubi'li'si u'lken a'meliy a'hmiyetke iye. Tiykari'nan i'g'allani'w qubi'li'si'nan jelimlew, kepserlew, qalayi'law, zatlar-di' boyaw, detallardi' maylawda paydalani'ladi'. Suwda ha'r tu'rli i'g'allani'wi'na tiykarlani'p, taw ji'ni'slari'nan metall rudasi'n aji'rati'p ali'wg'a qollani'ladi'. Bunda taw ji'ni'slari' maydalani'p 0,1-0,01 mm wo'lishemdegi untaq hali'na keltiriledi. Woni' may qosi'lg'an suwg'a sali'p shayqati'lg'anda kobik payda boladi'. Maydi'n' juqa perdesi menen woralg'an ko'biksheler may menen i'g'allang'an metall da'neshelerine an'sat g'ana jabi'si'p, wolardi' joqari'g'a koteredi. Kereksiz ji'ni'slar bolsa i'di'sti'n' tu'bine sho'gedi.

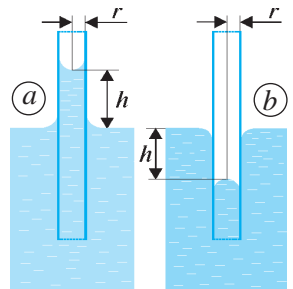


30-su'wret

Kapillaryli'q qubi'li'slar

Suyi'qli'q i'g'allawshi' yamasa i'g'allamawshi' boli'wi'na qaramastan, i'di'sti'n' diywallari' qasi'nda suyi'qli'qti'n' beti iyreklenedi. I'di'sti'n' ishi ju'da' tar bolg'anda suyi'qli'q beti shetlerinin' iyrekleniwi pu'tkil betin iyeleydi.

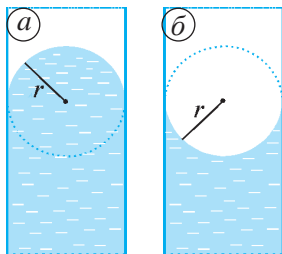
Jin'ishke shiyshe naydi' – kapillyardi' suyi'qli'qti'n' ishine tu'sireyik. Yeger suyi'qli'q i'g'allawshi' bolsa, kapillyar ishinde woni'n' beti ko'teriledi (31-a, su'wret). Suyi'qli'q i'g'allamawshi' bolg'anda bolsa kapillyardag'i' suyi'qli'qti'n' beti ken' i'di'stag'i' suyi'qli'q betinen to'mende boladi' (31-b, su'wret).



31-su'wret



Suyi'qli'qti'n' jin'ishke nayshalarda – kapillyarda ken' i'di'stag'i' qa'ddine sali'sti'rg'anda ko'teriliwi yamasa pa'seyiwi kapillyarli'q qubi'li's dep ataladi'.



32-suwret

Kapillyardi'n radiusi qansha kishi bolsa, suyi'qli'qti'n beti sonsha ko'teriledi yamasa pa'seyedi.

Toli'q i'g'allani'wda yamasa toli'q i'g'allanbawda kapillyardag'i suyi'qli'qti'n iyilgen betin yari'm sfera dep yesaplaw mu'mkin. Bul yari'm sferani'n radiusi r kapillyardi'n radiusi'na ten' boladi' (32-su'wret).

Belgili bolg'ani'nday, kapillyar arqali' h biyiklikke ko'terilgen suyi'qli'qti'n awi'rli'q ku'shi $P = mg$ betkerim ku'shi $F = \sigma l$ ge ten'leskende, yag'ni'y $P = F$ bolg'anda suyi'qli'qti'n ko'teriliwi toqtaydi'. Bunda $m = \rho V$ – kapillyar ishindeg'i suyi'qli'q massasi, ρ – suyi'qli'qti'n ti'g'i'zli'g'i', V – suyi'qli'qti'n ko'lemi, g – yerkin tu'siw tezleniwi, σ – betkerimlik ku'shi, $l = 2\pi r$ – kapillyar ishki diywali' aylanasi'ni'n uzi'nli'g'i', r – kapillyar radiusi'.


$P = mg = \rho Vg = \rho h\pi r^2 g$ ha'm $F = \sigma l = 2\sigma\pi r$ korsetpelerdi wo'z araten'leymiz:

$$\rho h\pi r^2 g = 2\sigma\pi r \text{ yamasa } h = \frac{2\sigma}{\rho g r}.$$

Bul formula i'g'allawshi' suyi'qli'qti'n kapillyarda *ko'teriliw ba'lentligin*, ig'allamawshi' suyi'qli'qti'n bolsa *to'menlew shuqi'rli'g'i'n* ko'rsetedi. Kapillyar radiusi' r qansha kishi bolsa, suyi'qli'qti'n ko'teriliw ba'lentligi h sonsha u'lken boladi'.

Jin'ishke kanallari' (kapillyarlari') bolg'an denelerde kapillyar qubi'li'slari' baqlanadi'. Mi'sali', kapillyarli'q qubi'li'si' sebepli qoldi' su'rtkende su'lgi suwdi' wo'zine ko'p tartadi'. Shayg'a sali'ng'an qant shaydi' wozine si'ndi'ri'p aladi'. Gerbish gewek bolg'ani' ushi'n wol suwdi' wo'zine tartadi'.

Topi'raq gewek bolg'ani' ushi'n shi'ldi'rlap ag'i'p ati'rg'an suw jaqsi' i'zg'arlaydi'. I'zg'ar topi'raqta woni'n qurami'ndag'i' azi'qli'q zatlar yeri'di. Payda bolg'an yeritpeden wo'simlik tami'ri' arqali' azi'qlanadi'. Bunda wo'simlik kletkalari' da gewek bolg'ani' ushi'n woni'n denesi arqali' yeritpe ko'teriledi. Wo'simlik kapillyar tami'rlarg'a iye. Kapillyarli'q qubi'li'slar sebepli jerdin' teren' qatlamlari'nan i'zgarli'q joqari' qatlamg'a ko'teriledi.

-  1. I'g'allani'w ha'm ig'allanbaw qubi'li'slari' dep qanday qubi'li'sqa ayti'ladi'?
 2. Suyi'qli'qti'n dene betin i'g'allawi' ha'm ig'allamawi' nege baylani'sli'?
 3. Ne sebepten gaz ha'm u'yrekler suwdan qurg'aq shi'g'adi'?
 4. Kapillyarli'q qubi'li's dep qanday qubi'li'sqa ayti'ladi'?

5. Toli'q ig'allani'wshi' suyi'qli'qti'n' kapillyarda ko'teriliw ba'lentligi ha'm toli'q i'g'allanbawshi' suyi'qli'qti'n' to'menlew shuqi'rli'g'I' formulasi' qalay ko'rsetiledi?
6. Ne sebepten imaratti'n' fundamenti betonnan sali'n'ip, gerbish bolsa woni'n' u'stine teriledi?

SH
12

1. 0,1 mm radiusli' kapillyarda suw qanday biyiklikke ko'teriledi? Usi' ha'm keyingi ma'seelerde 6-kesteden paydalani'n' ha'm $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep yesaplan'.
2. Kapillyarda spirt 22 mm biyiklikke ko'terildi. Kapillyardi'n' radiusi'n' tabi'n'. Spirtin' ti'g'i'zli'g'i' 800 kg/m^3 qa ten'.
3. Radiusi' 1 mm bolg'an kapillyar i'di'stag'i' si'napqa bati'ri'ldi'. Kapillyardag'i' si'nap qa'ddi i'di'stag'i' si'nap qa'ddinen qansha to'menleydi? Si'napti'n' ti'g'i'zli'g'i' 13600 kg/m^3 qa ten'.

III BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Suyi'qli'qti'n' molekulari' gazdi'n' molekulari' si'yaqli' yerkin ta'rtipsiz qozg'ala almaydi'. Tek puwlani'w procesinde suyi'qli'q betinen ayi'ri'm molekular g'ana ushi'p shi'g'adi'.
- Betkerim suyi'qli'qti'n' bet qatlamindag'i' molekulari'di'n' suyi'qli'q ishine bag'darlang'an ku'shlerdin' bar yekenligi sebepli payda boladi'.
- Betkerim ku'shi to'mendegi formula menen ani'qlanadi': $F = \sigma l$.
- Qatti' dene betinin' qasi'nda suyi'qli'q betinin' iyrekleniwine sebep bolatug'i'n qubi'li's i'g'allani'w yamasa i'g'allanbaw qubi'li'si dep ataladi'.
- Suyi'qli'q ha'm qatti' dene molekulari' arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shleri suyi'qli'q molekulari'ni'n' wo'z ara tarti'si'w ku'shlerinen u'lken bolsa, suyi'qli'q qatti' denenin' betin i'g'allaydi'.
- Suyi'qli'q ha'm qatti' dene molekulari' arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shleri suyi'qli'q molekulari'ni'n' wo'z ara tarti'si'w ku'shlerinen kishi bolsa, suyi'qli'q qatti' denenin' betin i'g'allamaydi'.
- Suyi'qli'qti'n' jin'ishke nayshalarda – kapillyarda ken' i'di'stag'i' qa'ddine sali'sti'rg'anda ko'teriliwi yamasa pa'seyiwi kapillyarli'q qubi'li's dep ataladi'.
- Toli'q ig'allani'wshi' suyi'qli'qti'n' kapillyarda ko'teriliw ba'lentligin yamasa toli'q i'g'allanbawshi' suyi'qli'qti'n' pa'seyiwshi shuqi'rli'g'i'n to'mendegi formula menen ani'qlaw mu'mkin:

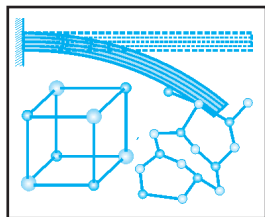
$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$

III BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Ne ushi'n i'ssi' sorpani'n' betinde ju'zip ju'rgen may tamshi'lari'nan yeki qon'si' tamshi'ni' qasi'qti'n' betine tiygizip bir-birine birllestirsek, wolar qosi'li'p bir u'lken tamshi' payda boladi'?

2. Ne ushi'n yerkin ushi'p ati'rg'an kosmosli'q kemedede shashi'rag'an suw shar si'yaqli' tamshi'lar formasi'nda toplanadi'?
3. Ne ushi'n shiyshenin' wo'tkir shetleri yerigenge shekem qi'zdi'ri'lsa, domalaqlani'p (wo'tpes boli'p) qaladi'?
4. Spirtin' suwdag'i' yeritpesine bir qasi'q paxta mayi' quyi'lg'an. Yeger maydi'n' ti'g'i'zli'g'i' yeritpenin' ti'g'i'zli'g'i'na ten' bolsa, may qanday formag'a kiredi'?
5. Suwda qant yamasa sabi'n yeritilgende suwdi'n' betkerimliginin' arti'wi' yamasa azayi'wi'n ta'jiriybede ani'qlan'.
6. Maydi'n' benzindagi yeritpesinin' betkerimlik koefficienti taza benzindikinen arti'q boladi'. Utyuktin' betindagi maydi'n' dag'i' tazalawda benzindi daqti'n' betine tiygiziw kerekpe yamasa worayi'nama?
7. Ne ushi'n qoldan i'zg'ar qolg'apti' shehiw qi'yi'n'?
8. 27-suwrettegi sabi'n yeritpesine bati'ri'p ali'ng'an ramkani'n' AB si'mi'ni'n' uzi'nli'g'i' 8 sm bolsa, sabi'nni'n' perdesi bul si'mg'a qanday sha'madag'i' ku'sh penen ta'sir yetedi? Si'mdi' 5 sm ge ko'sha'riw ushi'n qansha jumi's wori'nlaw kerek? Sabi'n yeritpesinin' betkerimlik koefficienti 0,04 N/m ge ten'.
9. Suwdi'n' betinde turg'an 10 sm uzi'nli'qtag'i' jin'ishke sho'pti qozg'alti'w ushi'n wog'an gorizontol bag'darda yen' keminde qanday ku'sh penen ta'sir yetiw kerek?
10. Tami'zg'i'sh tesiginin' diametri 1,2 mm. Tami'zg'i'shtan ag'i'p shi'g'i'p ati'rg'an suw tamshi'si'ni'n' u'ziliw momentindagi massasi' qansha? Tamshi'ni'n' u'ziletug'i'n jerindagi diametri tami'zg'i'sh tesiginin' diametrine ten' dep yesaplan'.
- 11*. Suwdi'n' betkerimlik koefficientin ani'qlaw ushi'n shi'g'i'w tesiginin' diametri 2 mm bolg'an tami'zg'i'shtan paydalani'ldi'. 40 tamshi'ni'n' massasi' 1,9 g g'a ten'. Bul mag'li'wmatlardan paydalani'p, suwdi'n' betkerimlik koefficienti qanday boli'wi'n yesaplan'.
12. Tami'zg'i'shtan da'slep suwi'q suw, son sonsha massali' ji'lli' suw tami'zi'ldi'. Yeger birinshi halatta 40 tamshi' tami'zi'lg'an bolsa, suwdi'n' betkerimlik koefficienti neshe ma'rte wo'zgergen? Suwdi'n' ti'g'i'zli'g'i'n yeki na'wbetinde birdey yesaplan'.
- 13*. Diametri 0,1 mm bolg'an si'm sezgir ta'rezinin' pallesine vertikal ra'wishte asi'p qoyi'lg'an boli'p, suwli' i'di'sqa derlik bati'ri'lg'an. Suw si'mdi' i'g'allawi' sebepli ta'rezige ta'sir yetiwshi qosi'msha ku'sh nege ten'. Suwdi'n' bet kerimlik koefficienti 0,073 N/m ge ten'.
14. Ne ushi'n bazi' bir wo'si'mlik japi'raqlari'ndag'i' mayda shi'q tamshi'lari' sharsha formasi'nda boladi', basqa bazi' wo'si'mliklerdin' japi'raqlari'n bolsa shi'q ju'qa' qatlam tarizinde qaplaydi'?
15. G 'az nege suwdan «qurg'aq» shi'g'adi'?
16. Ne ushi'n mayli' boyaw menen boyawdan aldi'n alif jag'i'ladi'?

17. Psixrometrdegi yeki termometrden birinin' rezervuan material menen woralg'an boli'p, ushi' suwg'a bati'ri'lg'an. Ne ushi'n suw u'zilissi'z puwlani'p turi'wi'na qaramay, material barqulla i'zg'ar boladi'?
18. Temperaturani'n' arti'wi' menen topi'raqtag'i' suwdi'n' kapillyar ko'teriliw biyikligi qalay wo'zgeredi?
19. Shu'digardag'i' topi'raqti' bosati'w wonda i'zg'ardi'n' saqlani'wi'na ja'rdem yetiwidin' sebebi nede?
20. Kapillyar nayda spirt 55 mm biyiklikke, suw 146 mm biyiklikke ko'terildi. Spirtin tig'izlig'i'n ani'qlan'.
21. 0,2 mm radiusli' kapillyarda suw qanday biyiklikke ko'teriledi? Suwdi'n' betkerimlik koefficienti 0,073 N/m g'a ten'. $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep yesaplan'.
22. Kapillyarda spirt 16 mm biyiklikke ko'terildi. Kapillyardi'n' radiusi'n tabi'n'. Spirtin' betkerim koefficienti 0,024 N/m g'a, ti'g'i'zli'g'i' 800 kg/m³ qa ten'. $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep yesaplan'.
23. Radiusi' 2 mm bolg'an kapillyar i'di'stag'i' si'napqa bati'ri'ldi'. Kapillyardag'i' si'napti'n' ko'lemi i'di'stag'i' si'napti'n' qa'ddinen qansha to'menleydi? Si'napti'n' betkerimlik koefficienti 0,47 N/m ge, ti'g'i'zli'g'i' 13600 kg/m³ qa ten'. $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep yesaplan'.
24. Radiusi' 0,5 mm bolg'an kapillyar nayshada suyi'qli'q 11 mm ko'terildi. Yeger bul suyi'qli'qti'n' betkerimlik koefficienti 22 mN/m bolsa, woni'n' ti'g'i'zli'g'i'ni'n' qanday boli'wi'n tabi'n'.
- 25*. Si'napli' barometr nayshasi'ni'n' diametri 3 mm. Yeger si'napti'n' kapillyar to'menlewin yesapqa alsaq, barometrдин' ko'rsetiwine qanday du'zetiw kiritiw lazi'm?
26. Tu'rli diametrli tutas kapillyar nayshalar suw menen tolti'ri'ldi'. Nayshalardag'i' suw i'si'ti'lg'anda suw qa'ddileri parqi' qalay wo'zgeredi?
27. Diametrleri tu'rlishе bolg'an suwg'a tu'sirilgen kapillyar nayshadag'i' qa'ddiler ayi'rmashi'li'g'i' 2,6 sm boldi'. Sol nayshalar spirtke tu'sirilgende qaddiler ayi'rmashi'li'g'i' 1 sm boldi'. Suwdi'n' betkerimlik koefficientin bilgen halatta spirtin' betkerimlik koefficientin tabi'n'.
28. Diametri 0,5 mm bolg'an kapillyar nayshada ko'terilgen suwdi'n' massasi'n tabi'n'.
29. Bir-birinen 0,2 mm arali'qta parallel turg'an plastinkalar arasi'nda suw qalay ko'teriledi?
- 30*. Radiusi' 0,8 mm bolg'an uzi'n kapillyar nay suwg'a tolti'ri'li'p, vertikal jag'dayg'a keltirildi. Suwdi'n' bir bo'legi to'gilip ketkennen keyin kapillyarda qalg'an suwdi'n' massasi'n ani'qlan'.



IV bap QATTI' DENELERDIN' QA'SIYETLARI

18-§. KRISTALL HA'M AMORF DENELER

Kristall deneler

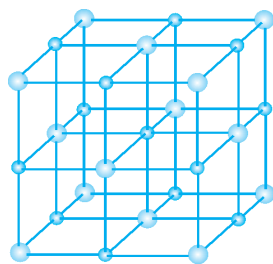
Suyi'qli'qtan pari'qli' tu'rde qatti' denenin' atom (molekula)lari' bir-biri menen ku'shli baylani'sqan boladi'. Wo'lar ten' salmaqli'q hali'nda turg'an jerinde ti'ni'msi'z terbelip turadi'. Awi'rli'q ku'shi atomlar arasi'ndag'i' tarti'si'w ku'shin jen'e almaydi'. *Qatti' deneler wo'z ko'lemin saqlaydi' ha'm wo'zinin' formasi'na iye boladi'.*

Qatti' deneler du'zilisine qaray *kristall* ha'm *amorf denelerge* bo'linedi.



Atom yamasa molekulari' hawada belgili ta'rtpi da'wirlik strukturani' payda yetken qatti' deneler *kristall deneler* dep ataladi'.

«*Kristall*» sozi yunanshadan ali'ng'an boli'p, «*muz*» degen ma'nisti bildiredi.



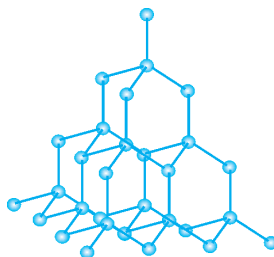
33-su'wret

Kristall denenin' atom (molekula)lari' turban jerleri tutasti'ri'lsa, *kristall reshetka* payda boladi'. Atom (molekula)lari' jaylasqan noqatlar kristall reshetkani'n' tu'yinleri dep ataladi'. 33- ha'm 34-su'wretlerde as duzi' ha'm almasti'n' kristall reshetkalari' su'wretlengen.

Kristall denelerde ha'r tu'rli bag'darlarda atom (molekula)lar arasi'ndag'i' arali'q birdey yemes. Ha'r tu'rli bag'dardag'i' kristallar ji'lli'li'q, elektr togin ha'm jaqti'li'qti' tu'rli'che wo'tkizedi.



**Denenin' fizikali'q qa'siyetleri woni'n' bag'darlari'na baylani'sli'g'i' *anizotropiya* dep ataladi'.
Kristall deneler anizotrop qa'siyetke iye.**



34-su'wret

Grek tilinde *anizos* – birdey yemes, *tropos* – bag'dar degen ma'nislerdi bildiredi.

Metall bo'lekshesi ju'da' kop mayda kristallshalardan ibarat. Metall quyi' wda bunday kristallshalar bir-birine sali'sti'rg'anda ta'rtipsiz jaylasi'p qaladi'. Soni'n' ushi'n bunday metallardi'n' fizikali'q qa'siyetleri barli'q bag'darlarda birdey boladi'.



Bir-birine sali'sti'rg'anda ta'rtipsiz halda ko'p kristallardan du'zilgen dene polikristall dep ataladi'.

Lati'n tilinde *poli* so'zi *ko'p* degen ma'nisti bildiredi. Mi'sali', qati'p qalg'an duz bo'lekshesi ha'm shaqmaq qant polikristallar boli'p yesaplanadi'. Wolar mayda kristallardan quralg'an. Sanaat, quri'li's, energetika, baylani's ha'm basqa tarawlarda tiykari'nan polikristall hali'ndag'i' wo'nimlar isletiledi.



Yeger dene taza kristalldan ibarat bolsa, bunday dene monokristall dep ataladi'.

Lati'n tilinde *mono* so'zi *bir* degen ma'nisti bildiredi.

Mi'sali', mayda as duzi', qumsheker bo'leksheleri monokristallar boli'p yesaplanadi'. Ayi'ri'm maqsetlerde, mi'sali', elektronika tarawlarida monokristallar ken' qollani'ladi'. Buni'n' ushi'n arnawli' usi'llar ja'rdemide monokristall wo'siriledi. Suyi'lti'ri'lg'an qumshekerdi wo'siriy arqali' tayarlang'an nabat monokristall boli'p yesaplanadi'.

Monokristall anizotrop qa'siyetine iye boladi'.

Amorf deneler

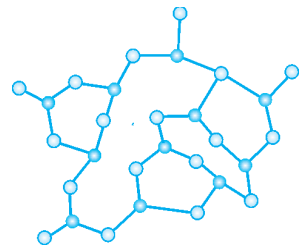
Kristallardan ayi'rmashi'li'g'i' amorf denelerde atom (molekula)lar belgili ta'rtipte jaylasqan yemes (35-su'wret). Shiyshe, smola, plastmasalardi' amorf denelerge mi'sal yetip keltiriy mu'mkin.



Amorf denelerdin' fizikali'q qa'siyetleri barli'q bag'darlarda birdey boladi'. Denenin' fizikali'q qa'siyetleri woni'n' ishki bag'darlari'na baylani'sli' bolmasli'g'i' izotropiya dep ataladi'. Amorf deneler izotrop qa'siyetke iye.

Yunan tilinde *izos* so'zi *birdey* degen ma'nisti bildiredi.

Si'rtqi' ta'sir asti'nda amorf deneler de qatti' denelerdey si'ni'wshi', ha'm suyi'qli'qlarday ag'i'wshi' boladi'. Amorf deneni ku'sh penen ursa, wol bo'leklenedi. Biraq ku'shler uzaq ta'sir yetse, amorf dene sezilerli da'rejede ag'adi'. Mi'sali', smola bo'lekshesi qatti' bet ju'zinde a'ste-aqi'ri'n



35-su'wret

ag'i'p jayi'li'p baradi'. Shiyshe de belgili da'rejede ag'adi'. Mi'sali', uzaq waqi't vertikal halda turg'an tereze aynasi'ni'n' qali'n'li'g'i' wo'lshengende, woni'n' to'mengi bo'limi qali'n'lasi'p qalg'anli'g'i' ani'qlang'an.

Kristall deneler ani'q yeriw temperaturasi'na iye boladi'. Biraq amorf deneler ani'q yeriw temperaturasi'na iye emes. Wolar qi'zdi'ri'lg'anda aldi'n jumsaq boli'p, keyin a'ste suyi'qli'qqa wo'tip baradi'.

Beruniy – mineral tani'wshi' ali'm

Qatti' denelerdin', a'sirese, qi'mbat bahali' taslardi'n', ha'r tu'rli metallardi'n' qa'siyetlerin biliw ayyemnen adamlardi' qi'zi'qti'ri'p kelgen. X–XI asirlerde jasag'an ulli' babami'z **A'biw Rayxan Beruniy** qi'mbat bahali' taslardi'n', ha'r tu'rli metallardi'n' qa'siyetlerin u'yreniwde de u'lken jumi'slar ali'p barg'an

Beruniy qi'mbat bahali' taslardi'n' ren'in, ji'lti'raqli'g'i'n su'wretlep berdi, qatti'li'g'i'n, magnit ha'm elektr qa'siyetlerin baqladi'. Minerallardi' ta'riyiplewde wo'zi jaratqan asbaplardan paydalani'p, 50 den arti'q zatti'n' sali'sti'rmali' awi'rli'g'i'n ani'qladi', qa'siyetlerin u'yrendi. Bul tarawdag'i' izertlew jumi'slari'n Beruniy wo'zinin' «Mineralogiya» shi'g'armasi'nda jazi'p qaldi'rди'. Beruniydin' mineralogiya tarawi'ndag'i' jumi'slari'n woni'n' sha'kirti **Abdurahman Hozin** dawam yettirdi.



1. Kristall deneler dep qanday denelerga ayti'ladi'? Wolarg'a mi'sallar keltirin'
2. Ne sebepten barli'q kristall deneler anizatropli'q boladi'?
3. Qanday kristallar monokristallar dep ataladi'? Polikristall ne?
4. Ne sebepten barli'q amorf deneler izatrop boladi'?
5. Amorf deneler qanday qa'siyetlerge iye?
6. Beruniy mineralogiya tarawi'nda qanday jumi'slardi' a'melge asi'rg'an?

19-§. QATTI' DENELERDIN' MEXANIKALI'Q QA'SIYETLERI

Deformaciya

Gaz ha'm suyi'qli'qlardan ayi'rmashi'li'g'i', ' deneler formag'a iye. Tek si'rtqi' ku'shler ta'sirinde g'ana wolar wo'z formasi'n wo'zgeritiwi mu'mkin.



Qatti' denenin' si'rtqi' ku'sh ta'sirinde wo'zinin' formasi'n wo'zgeritiwi deformaciya dep ataladi'.

Deformaciya *serippeli* yamasa *plastik* boli'wi' mu'mkin.



Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan son' denenin' formasi' aldi'ng'i' hali'na qaytsa, bunday deformaciya *serppeli deformaciya* dep ataladi'.

Rezina yamasa prujinani' sozg'anda yamasa qi'sqanda aldi'ng'i' hali'na qaytadi'. Wolar serppeli deformaciyalanadi'.



Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan son' dene formasi' wo'zinin' aldi'ng'i' hali'na qaytpasa, bunday deformaciya *plastik deformaciya* dep ataladi'.

Plastilin yezilse, wol aldi'ng'i' hali'na qaytpaydi'. Mum, saqqi'sh, gami'r, i'lay da sonday qa'siyetke iye. Bunday zatlar plastik deformaciyalanadi'.

Mexanikali'q kernew

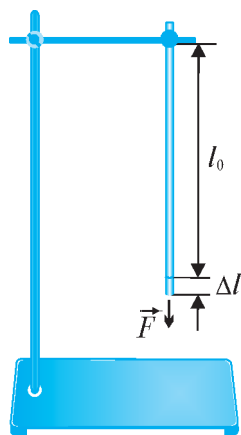
Qatti' denelerdi serppeli ha'm plastik materiallarg'a aji'rati'w qi'yi'n. Ko'plegen materiallarda si'rtqi' ku'shtin' shamasina qarap, serppeli deformaciya da, plastik deformaciya da baqlanadi'. Mi'sali', polat si'mni'n bir ushi'n bekkemlep, yekinshi ushi'n azg'ana iyip, son' jazdi'ri'p jiberilse, wol terbeledi ha'm biraz waqi'ttan keyin aldi'ng'i' wo'zinin' formasi'na qaytadi'. Bunda polatti'n serppeliligi ju'zege keledi. Yeger usi' si'mdi' iyilgen halda bir neshshe saat uslap turi'lsa, wol aldi'ng'I' formasi'na toli'q qaytpaydi'. Bul halattag'i' polatta plastiklik ju'zege keledi.

Uzi'nli'g'i' l_0 , kesesine kesi'minin' beti S bolg'an rezina materialdan tayarlang'an sterjendi alayi'q. Sterjennin' joqarg'i' ushi' shtativke bekkemlengen bolsi'n. Woni'n' to'mengi ushi'na pa'ske bag'darlang'an F ku'sh penen ta'sir yetilse, sterjen Δl ge uzayadi' (36-su'wret). Bunda F ku'shi deformaciyalawshi' ku'sh, Δl **absolyut uzayi'w** dep ataladi'. Yeger deformaciyalani'w na'tiyjesinde sterjennin' uzi'nli'g'i' l ge ten' bolsa, woni'n' absolyut uzayi'wi' to'mendegishe ani'qlanadi':

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$

Wo'zgermeytug'i'n ku'shtin' ta'sirindegi absolyut uzayi'w sterjennin' da'slepki uzi'nli'g'i' l_0 ge baylani'sli' boladi'. Soni'n' ushi'n **sali'sti'rmali' uzayi'w** degen tu'sinik te kirgizilgen. Sterjennin' sali'sti'rmali' uzayi'wi' to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{yamasa} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$



36-su'wret

Ta'jiriybede ko'rsetilgenindey, sterjennin' sali'sti'rmali' uzayi'wi' ε deformaciyalawshi' ku'sh F ke tuwri' proporcional, sterjennin' kese kesi'mi S keru proporcional boladi', yag'ni'y:

$$\varepsilon \sim \frac{F}{S}.$$



Deformaciyalawshi' ku'shtin' dene kese kesiminin' betine qatnasi' menen wo'lshenetug'i'n shama menen mexanikali'q kernew (σ) dep ataladi'.

Yagni'y:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \text{yamasa} \quad \sigma = E\varepsilon,$$

bunda E – *serppelilik moduli* yamasa *Yung moduli* dep ataladi'. σ ha'm E N/m² ta yamasa paskal (Pa) da wo'lshenedi.

(3) formula Guk ni'zami'n ko'rsetedi. Bul formuladag'i' sha'rt wori'nlansa, wonday deformaciya serppeli deformaciya boladi'.

Yung moduli E kishi deformaciyalar bolg'anda materialdi'n' serppelilik qa'siyetin ko'rsetedi. E qansha u'lken bolsa, material sonsha az deformaciyalanadi'. Mi'sali', xrom-nikelli polat ushi'n $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Pa, alyuminiy ushi'n bolsa $E = 7 \cdot 10^{10}$ Pa.

Ma'seleni sheshiw u'lgisi

Diametri 2 sm bolg'an polat sterjen $3,14 \cdot 10^5$ N ku'sh penen qi'si'lg'anda woni'n' sali'sti'rmali' qi'sqari'wi' nege ten' boladi'? Sterjen materialini'n' Yung moduli $2 \cdot 10^{11}$ Pa g'a ten'.

Berilgeni:

$$d = 2 \text{ sm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m};$$

$$F = 3,14 \cdot 10^5 \text{ N};$$

$$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}.$$

Tabi'w kerek:

$$\varepsilon - ?$$

Formulasi':

$$\sigma = \frac{F}{S}; \sigma = E\varepsilon;$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; \varepsilon = \frac{4F}{\pi d^2 E}.$$

Esaplaw:

$$\varepsilon = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^5}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 0,005$$

$$\text{yamasa } \varepsilon = 0,005 \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Juwabi': $\varepsilon = 0,5\%$.



1. Deformaciya dep nege ayti'ladi'?
2. Serppeli deformaciyani'n' plastik deformaciyadan ayi'rmashi'li'g'i' neden ibarat? Serppeli ha'm plastik denelerge mi'sallar keltirin'.
3. Sterjennin' absolyut uzayi'wi' ha'm sali'sti'rmali' uzayi'wi' qalay ko'rsetiledi?
4. Mexanikali'q kernew dep nege ayti'ladi' ha'm wol qalay ko'rsetiledi?
5. Mexanikali'q kernewdin' sali'sti'rmali' uzayi'wg'a baylani'sli'li'g'i' qalay ko'rsetiledi?



1. Diametri 0,4 sm sterjende $1,5 \cdot 10^8$ Pa mexanikali'q kernew payda boli'wi' ushi'n woni'n' ko'sheri boylap qoyi'latug'i'n ku'shi qansha boli'wi' kerek?

2. Diametri 0,8 mm bolg'an latun si'mi'ni'n' uzi'nli'g'i' 3,6 m ge ten'. 25 N ku'shi ta'siri asti'nda si'm 2 mm uzayg'an. Latunni'n' Yung modulin tabi'n'.
3. Uzi'nli'g'i' 5 m ha'm kese kesi'minin' beti 2,5 mm² bolg'an si'm 100 N kushi'nin' ta'sirinde 1 mm uzayadi'. Si'mda payda bolg'an kernewdi ha'm Yung modulin ani'qlan'.

IV BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Wo'zinin' formasi'n saqlaytugi'n deneler qatti' deneler dep ataladi'.
- Atom yamasa molekulari' hawada belgili ta'rtipli da'wirlik strukturani' du'zgen qatti' deneler kristall deneler dep ataladi'.
- Denenin' fizikali'q qa'siyetleri woni'n' bag'darlari'na baylani'sli'li'g'i' anizotropiya dep ataladi'. Kristall deneler anizotrop qa'siyetke iye.
- Bir-birine sali'sti'rg'anda ta'rtipsiz halda ko'p kristallshalardan du'zilgen dene polikristall dep ataladi'.
- Yeger dene sap kristalldan ibarat bolsa, bunday dene monokristall dep ataladi'.
- Amorf denelerdin' fizikali'q qa'siyetleri barli'q bag'darlarda birdey boladi'. Denenin' fizikali'q qa'siyetlerinin' woni'n' ishki bag'darlari'na baylani'sli' bolmasli'g'i' izotropiya dep ataladi'. Amorf deneler izotrop qa'siyetke iye.
- Anizotrop qa'siyetke iye bolg'an suyi'qli'qlar suyi'q kristallar dep ataladi'.
- Qatti' denenin' si'rtqi' ku'sh ta'sirinde wo'zinin' formasi'n wo'zgeritiwi deformaciya dep ataladi'.
- Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan son' denenin' formasi' aldi'ng'i' hali'na qaytsa, bunday deformaciya serppeli deformaciya dep ataladi'.
- Si'rtqi' ku'sh ali'ng'annan son' denenin' formasi' wo'zinin' aldi'ng'i' hali'na qaytpasa, bunday deformaciya plastik deformaciya dep ataladi'.
- Deformaciyalawshi' ku'shtin' denenin' kese kesi'mi betine qatnasi' menen wo'lshenetug'i'n sha'ma mexanikali'q kernew (σ) dep ataladi'.

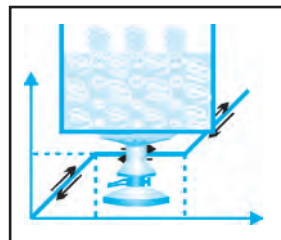
IV BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Yeger dene anizotropiya qa'siyetine iye bolsa, wol a'llette kristall dene boli'wi' sha'rtpе?
2. Yeger shiyshe amorf bolmay, kristall dene bolsa, shiyshe u'plewshiler ka'sibi payda bolarma yedi?
3. Ju'da' toyi'ng'an yeritpege yamasa aralaspag'a jaylasti'ri'lg'an kristalldi'n' wo'siw tezligi ha'r tu'rli bag'darlarda tu'rlishе boli'wi'n qalay dalillew mu'mkin?
4. Monokristalldan qi'rqi'lg'an kubti' qi'zdi'rg'anda, wol parallelepipedke aylani'wi' mu'mkin. Bu' qubi'li'sti'n' sebebin tu'sindirip berin'.

5. Kristalldi'n' wo'siwi procesinde woni'n' betinin' qasi'nda yeritpenin' joqari'g'a ko'terilip bari'wshi' koncentracion ag'i'mi' baqlanadi'. Bul qubi'li'sti' tu'sindirin'.
6. Yeger kristalldi' toyi'nbag'an yeritpege tu'sirsekk qanday qubi'li's ju'z beredi? Woni' ju'da' toyi'ng'an yeritpege tu'sirsekk ne?
7. Ne ushi'n velosiped ramasi' putin sterjenlerden sog'i'lmay, ishi bos trubalardan sog'i'ladi'?
8. Diametri 0,8 sm bolg'an sterjenlerden $2 \cdot 10^8$ Pa mexanikali'q kernew payda boli'wi' ushi'n woni'n' ko'sheri boylap qoyi'latugi'n ku'shi qansha boli'wi' kerek?
9. Diametri 0,5 mm bolg'an si'mni'n' uzi'nli'g'i' 2,4 m g'a ten'. 50 N ku'shtin' ta'siri asti'nda si'm 4 mm uzayg'an. Si'm materialari'ni'n' Yung modulin tabi'n'.
10. Uzi'nli'g'i' 8 m ha'm kese kesi'minin' beti $1,5 \text{ mm}^2$ bolg'an si'm 200 N ku'sh ta'sirinde 2 mm uzayadi'. Si'mda payda bolg'an kernewdi ha'm si'm materialari'ni'n' Yung modulin ani'qlan'.
11. Bir ushi' menen bekkemlep qoyi'lg'an diametri 2 mm bolg'an si'mg'a massasi' 10 kg ju'k asi'lg'an. Si'mdag'i' mexanikali'q ku'shleniwdi tabi'n'.
12. Diametrleri bir-birinen 3 yese parqi' bap yeki si'mg'a birdey sozi'wshi' ku'shler ta'sir yetpekte. Wolarda payda bolatug'i'n kernewlerdi sali'sti'ri'n'.
13. Uzi'nli'g'i' 5 m, kese kesi'mi beti 100 sm^2 bolg'an balka ushlari'na 10 kN nen ku'sh qoyi'lg'anda 1 sm ge qi'si'ldi'. Sali'sti'rmali' qi'si'li'wdi' ha'm mexanikali'q kernewdi tabi'n'.
14. Uzi'nli'g'i' 2 m bolg'an alyuminiy si'mdi' sozg'ani'mi'zda wonda 35 MPa mexanikali'q kernew payda boldi'. Sali'sti'rmali' ha'm absolyut uzayi'wdi' tabi'n'.
15. Polat tros 0,001 ge sali'sti'rmali' uzayg'anda wonda payda bolatug'i'n kernewdi tabi'n'.
16. Mi's ha'm polat si'mlarg'a birdey sozi'whi' ku'sh ta'sir yetkende mi's si'mi'ni'n' absolyut sozi'li'wi' polat si'mg'a qarag'anda qansha u'lken boladi'? Si'mlardin' uzi'nli'g'i' ha'm kese kesi'mi birdey.
17. Uzi'nli'g'i' 3 m, kesi'mi 1 mm^2 bolg'an polat si'mi'ni'n' ushlari'na ha'r biri 200 N bolg'an sozi'wshi' ku'shler qoyi'ldi'. Absolyut ha'm sali'sti'rmali' uzayi'wdi' tabi'n'.
18. Uzi'nli'g'i' 4 m ha'm kesi'mi $0,5 \text{ mm}^2$ bolg'an polat 0,2 mm ge sozi'w ushi'n qansha ku'sh qoyi'w lazi'm?
19. Yeger bali'q awlaytugi'n qarmaq jiplerinin' ushi'na birdey ku'shler qoyi'lg'an bolsa, diametri 0,2 mm bolg'an jiptin' sali'sti'rmali' uzayi'w diametri 0,4 mm bolg'an jiptin' sali'sti'rmali' uzayi'wi'nan neshe yese u'lken?
20. Si'mg'a ju'k asi'ldi'. Son' si'mdi' yeki bu'klep, usi' ju'ktin' wo'zi asi'ldi'. Si'mni'n' yeki haldag'i' absolyut ha'm sali'sti'rmali' uzayi'wi'n ko'rin'.
21. Yeger ju'kleniwdi wo'zgerttirmesten si'mdi' usi' materialdan jasalg'an, uzi'nli'g'i' da, diametri de yeki yese u'lken bolg'an si'm menen almasti'rsaqq, absolyut uzayi'wi' neshe yese wozgeredi?

V BAP

ZATTI'N' AGREGAT HALI'NI'N' WO'ZGERIWI



20-§. KRISTALL DENELELDIN' YERIWI HA'M QATI'WI'

Qatti' deneni qi'zdi'ri'w joli' menen woni' suyi'q hali'na wo'tkeriw mu'mkin.



Zatti'n' qatti' hali'nan suyi'q hali'na wo'tiw procesi yeriw dep ataladi'.

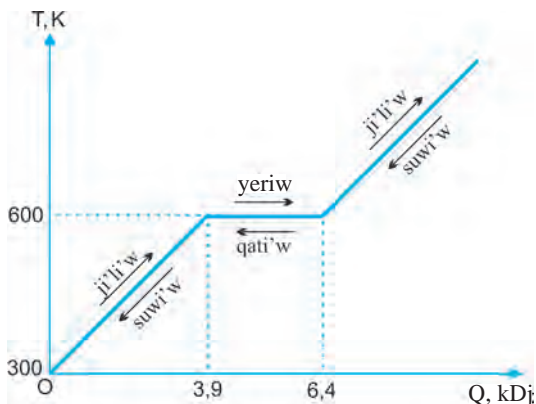
Kristall deneni yeritiw ushi'n wog'an ji'lli'li'q berip, woni'n' temperaturasi' ko'terip bari'ladi'. Dene temperaturasi' belgili temperaturag'a jetkende wol yeriw baslaydi'.



Kristall denenin' yerip ati'rg'andag'i' temperaturasi' usi' kristalldi'n' yeriw temperaturasi' dep ataladi'.

Kristall denenin' yeriw ha'm qati'w procesin qorg'asi'n mi'sali'nda ko'rip shi'g'ami'z. Woni'n' yeriw ha'm qati'w procesin grafik tu'rinde su'wretleyik. Buni'n' ushi'n koordinatani'n' abscissa ko'sherine qorg'asi'ng'a berilip ati'rg'an ji'lli'li'q mug'dari'n, kordinata ko'sherine bolsa kristall temperaturasi'ni'n' wo'zgeriwin ko'rseteyik (37-su'wret).

27°C (300 K) temperaturali' 0,1 kg massali' qorg'asi'ndi' alayi'q. Woni' wotqa qoyi'p, ji'lli'li'q berip barilsi'n. Bul ji'lli'li'q qatti' hali'ndag'i' qorg'asi'nni'n' temperaturasi'n ko'beytiwge sari'plani'p baradi'. Bunda qorg'asi'ng'a berilgen ji'lli'li'q woni'n' ishki energiyasi'n ko'beytip baradi'. Qorg'asi'nni'n' temperaturasi' 327°C (600 K) g'a jetkende wol yerip baslaydi' ha'm yerip bolg'ansha woni'n' temperaturasi' wo'zgermey qaladi'. Bul temperatura qorg'asi'nni'n' yeriw temperaturasi' boli'p yesaplanadi'.



37-su'wret



Yeriy temperaturasi'ndag'i' kristall qatti' denenin' pu'tkilley yeriwi ushi'n jumsalg'an ji'lli'li'q yeriy ji'lli'li'g'i' dep ataladi'.

Berilgen 0,1 kg massali' qatti' haldag'i' qorg'asi'nni'n' temperatura-si'n 27°C dan 327°C ga shekem ko'beytiw ushi'n $Q = cm(T_2 - T_1) = 130 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot\text{K}) \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (600 - 300) \text{ K} = 3900 \text{ J} = 3,9 \text{ kDj}$ ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi' (37-su' wrette ko'rsetilgen *grafiktin' O-A bo'limi*).

Qorg'asi'nnin temperaturasi' 327°C (600 K) g'a jetkennen keyingi berilgen ji'lli'li'q mug'dari' kristall reshetkasi'n jemirip baradi' ha'm kristall yeri baslaydi'. Qorg'asi'n putkilley erip bolg'anga shekem onin' temperaturasi' o'zgermeydi (*grafiktin' A-B bo'limi*). 0,1 kg massali' qorg'asmnin' yeriwi baslangannan putkilley yerip bolg'an sha (6,4–3,9) kDj = 2,5 kDj g'a ten' yeriy ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'. Berilgen bul energiya kristall reshetkasi'n jemiriwge, woni'n' atomlari' arasi'ndag'i' wo'z ara ta'sirin azayti'wg'a, yag'ni'y qorg'asi'nni'n' *suyi'q halg'a wo'tiwine* jumsaladi'.

Yeriy procesinde kristall suyi'qli'qqa toli'q aylani'p bolmag'ang'a shekem woni'n' temperaturasi' wo'zgermeydi. Qorg'asi'n suyi'qli'qqa toli'q aylani'p bolg'annan keyin woni'n' temperaturasi' jane joqari'lap baradi' (*grafiktin' B-C bo'limi*). Bunda berilgen ji'lli'li'q suyi'q haldag'i' qorg'asi'n atomlari'ni'n' qozg'ali's tezligin ko'beytiwge, yag'ni'y *kinetikali'q energiyasi'n ko'beytiwge* jumsaladi'.

Suyi'q haldag'i' qorg'asi'nni'n' asti'ndag'i' jani'p turg'an woti' wo'shi'rilse, yag'ni'y wog'an energiyani'n' beriliwi toqtati'lsa, wol suwi'p baslaydi' (*grafiktin' C-B bo'limi*). Bunda qorg'asi'n atomlari'ni'n' kinetikali'q energiyasi', yag'ni'y zatti'n' *ishki energiyasi' azayi'p baradi'*. Qorg'asi'nnan ji'lli'li'q mug'dari' aji'rali'p shi'g'adi'.

Suyi'q qorg'asi'n suwi'g'annan keyin, 327°C (600 K) g'a jetkende woni'n' temperaturasi' wo'zgermey qaladi' (*grafiktin' B-A bo'limi*). Bul temperatura *qorg'asi'nni'n' qati'w temperaturasi'* dep ataladi'. Biraq qorg'asi'nnan ji'lli'li'q mug'dari'ni'n' aji'rali'p shi'g'i'w'i dawam yetedi. Bunda qorg'asi'n atomlari'ni'n' kinetikali'q energiyasi' azayi'p baradi' ha'm atomlar ta'rtpi'li' jaylasa baslaydi'. Bur process zatti'n' qati'wi' yamasa *kristallasi'wi'* dep ataladi'.

Berilgen massali' qorg'asi'nni'n' suyi'q haldan birotala qatti' halg'a wo'tiw procesinde wonnan 2,5 kDj g'a ten' ji'lli'li'q mug'dari' aji'rali'p shi'g'adi'.

Qorg'asi'n qatti' halg'a wo'tip bolg'annan keyin woni'n' temperaturasi' ja'ne to'menleydi' (*grafiktin' A-O bo'limi*). Atomlardi'n' kinetikali'q energiyasi'ni'n' azayi'wi' yesabi'na woni'n' *ishki energiyasi' azayi'p*

baradi'. Bunda temperatura da'slepki 27°C g'a to'menlegenge shekem qorg'asi'n qorshag'an wortali'qqa ji'lli'li'q mug'dari'n beredi. Toli'q kristall halg'a qayti'p, 327°C dan 27°C g'a shekem suwi'g'ang'a shekem qorg'asi'nnan $3,9\text{ kDj}$ ji'lli'li'q mug'dari' aji'rali'p shi'g'adi'.

Basqa barli'q kristall denelerdin' yeriw ha'm qati'w procesi qorg'asi'n si'yaqli' boladi'. Baqlang'an yeriw ha'm qati'w procesinen to'mendegi juwmaqqa keliw mu'mkin:



1. Kristall denenin' yeriw ha'm qati'w temperaturalari' birdey boladi'.
2. Kristall dene yeriw procesinde si'rttan qansha ji'lli'li'q mug'dari'n alsa, qati'w procesinde si'rtqa sonsha ji'lli'li'q mug'dari'n beredi.
3. Kristall denenin' yeriw ha'm qati'w proceslerin ko'rsetiwshi ji'lli'li'q grafikleri u'sti-u'stine tu'sedi.

Qorg'asi'n si'yaqli' basqa kristall denelerde ani'q yeriw (qati'w) temperaturasi'na iye. 8-kestede ayi'ri'm zatlardi'n' yeriw temperaturasi' t_y keltirilgen.

8-keste

№	Zat	$t_y, ^{\circ}\text{C}$	№	Zat	$t_y, ^{\circ}\text{C}$	№	Zat	$t_y, ^{\circ}\text{C}$
1	Si'nap	-39	5	Rux	420	9	Shoyi'n	1200
2	Muz	0	6	Alyuminiy	660	10	Temir	1539
3	Qalayi'	232	7	Alti'n	1064	11	Platina	1769
4	Qorg'asi'n	327	8	Mi's	1083	12	Volfram	3410



1. Yeriw dep qanday proceske ayti'ladi'?
2. Yeriw temperaturasi' dep qanday temperaturag'a ayti'ladi'?
3. Yeriw ji'lli'lig'i dep qanday ji'lli'li'qqa ayti'ladi'?
4. 37-su'wrette ko'rsetilgen grafikti analiz yetip berin'.

21-§. ZATTI'N' SALI'STI'RMALI' YERIW JI'LLI'LI'G'I'. AMORF DENELERDIN' YERIWI HA'M QATI'WI'

Zatti'n' sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'lig'i'



Yeriw temperaturasi'nda 1 kg kristall zatti' sonday temperaturali' suyiqli'qqa aylandi'ri'w ushi'n kerek bolatug'i'n ji'lli'li'q mug'dari' zatti'n' sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'li'g'i dep ataladi' ha'm λ menen belgilenedi.

Ta'riypine qarag'anda, m massali' zatti'n' sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'li'g'i' to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$\lambda = \frac{Q_y}{m}, \quad (1)$$

bunda Q_y – yeriw temperaturasi'nda zatti' suyi'qli'qqa aylandi'ri'w ushi'n kerek bolatug'i'n ji'lli'li'q mug'dari'. λ tiykari'nan Dj/kg, kDj/kg, kal/g, kkal/kg birliklerde wo'lshenedi.

(1) formuladan sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'lig'i' λ bolg'an m massali' deneni yeriw temperaturasi'nda yeritiw ushi'n kerek bolatug'i'n ji'lli'li'q mug'dari'n to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

$$Q_y = \lambda m. \quad (2)$$

Massasi 0,1 kg bolg'an qorg'asi'ndi' yeriw temperaturasi'nda pu'tkilley suyi'qli'qqa aylandi'ri'w ushi'n $Q_y = \lambda m = 25 \text{ (kJ/kg)} \cdot 0,1 \text{ kg} = 2,5 \text{ kDj}$ ji'lli'li'q mug'dari' jumsalg'an yedi (37-su'wrettegi *grafiktin' A–B bo'limi*). Usi' temperaturada qorg'asi'nni'n' suyi'q haldan pu'tkilley qatti' halg'a wo'tiwi ushi'n zattan aji'rali'p shi'qqan ji'lli'li'q mug'dari'da 2,5 kDj g'a ten' yedi (*grafiktin' B–A bo'limi*).



Berilgen massali' kristall deneni yeriw temperaturasi'nda suyi'qli'qqa aylandi'ri'w ushi'n qansha ji'lli'li'q mug'dari' jumsalg'an bolsa, sol temperaturada suyi'q haldan qatti' halg'a aylani'wi'nda sonsha ji'lli'li'q mug'dari' aji'rali'p shi'g'adi'.

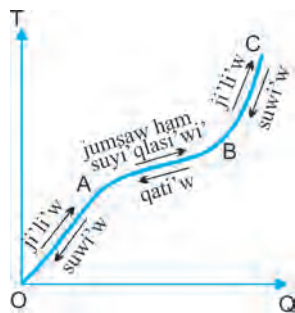
Ayi'ri'm kristallardi'n' sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'lig'i' 9-kestede berilgen.
9-keste

№	Zat	$\lambda, \text{kJ/kg}$	$\lambda, \text{kkal/kg}$	№	Zat	$\lambda, \text{kJ/kg}$	$\lambda, \text{kkal/kg}$
1	Si'nap	12	2,8	6	Gu'mi's	105	25
2	Qorg'asi'n	25	6	7	Mi's	205	49
3	Qalayi'	60	14	8	Temir	266	64
4	Alti'n	64	15	9	Muz	334	80
5	Polat	84	20	10	Alyuminiy	385	94

Amorf denelerdin' yeriwi ha'm qati'wi'

Amorf deneg'e ji'lli'li'q berilgende woni'n' temperaturasi' aldi'n bir tegis joqari'lap baradi' (38-suwrettegi *grafiktin' O–A bo'limi*). Bunda berilgen ji'lli'li'q denedegi molekullardi'n' wo'z worni'nda terbelis amplitudasi'n, yag'ni'y *kinetikali'q energiyasi'n ko'teriwge jumsaladi'*.

A noqati'nan baslap temperaturani'n' ko'teriliwi pa'seyedi (*grafiktin' A–B bo'limi*). Berilgen ji'lli'li'q *molekulalari'ni'n' kinetikali'q energiyasi'n ha'm molekulalardin wo'z ara ta'siri potentsial energiyasi'n ko'teriwge jumsaladi'*. Bunda molekulalar arali'q baylani'sti'n' bekkemliginin' azayi'p bari'wi' na'tiyjesinde dene jumsaq boli'p suyi'qlasi'p baradi'.



38-su'wret

Dene toli'q suyi'qli'qqa aylang'annan keyingi berilgen ji'lli'li'q mug'dan molekulalardi'n' qozg'ali's tezligin ko'beytiwge, yag'niy *kinetikali'q energiyani'n' ko'beyiwine jumsaladi'* (*grafiktin' B–C bo'limi*). Demek:



Amorf deneler ani'q yeriw temperaturasi'na iye yemes. Ji'lli'li'q berilgende amorf deneler aldi'n a'ste-aqi'ri'n jumsaydi', son' suyi'qlasi'p baslaydi'.

Suyi'q halg'a aylang'an amorf dene suwi'ti'lg'andag'i' qati'wi' yeriw procesine teris boladi'. Kristall denedegi si'yaqli' amorf denenin' yeriw procesindeki temperaturani'n' ji'lli'li'q mug'dari'na baylani'sli' grafigi qati'w procesindeki grafik penen u'sti-u'stine tu'sedi.

Yeriw procesin u'yreniw ta'biyatta (mi'sali', Jer betinde qar ha'm muzdi'n' yeriwi), ilim ha'm texnikada (mi'sali', taza metallar, h.t.b) belgili bir a'hmiyetke iye.



1. Zatti'n sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'lig'i' dep nege ayti'ladi'? Woni'n' wo'lshew birliklerin ayti'n'.
2. Zatti'n sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'li'g'i'ni'n' formulasi' qalay ko'rsetiledi? Woni'n' wo'lshew birliklerin ayti'n'.
3. Amorf denelerdin' yeriw ha'm qati'w procesin tu'sindirip berin'.
4. Amorf denelerdin' yeriw ha'm qati'w procesi kristall denelerdin' yeriw ha'm qati'wi'nan qanday ayi'rmashi'li'g'i' bar?



1. Yeriw temperaturasi'nda turg'an 1 kg muzdi' suwg'a aylandi'ri'w ushi'n wog'an qansha ji'lli'li'q mug'dari'n beriw kerek? (Usi' ha'm keyingi ma'selelerdi sheshiwde 9-kestedegi mag'li'wmatlardan paydalani'n'.)
2. Yeriw temperaturasi'nda turg'an m massali' qalayi'ni' toli'q yeritiwge 10 kDj ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'. Yeritilgen qalayi'ni'n' massasi'n tabi'n'.
3. Muzlatqi'shqa qoyi'lg'an 0°C dag'i' 0,5 l suw birotala muzlag'ang'a shekem wonnan qansha ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'?
4. Yeriw temperaturasi'nda turg'an 5 kg deneni birotala yeritkenge shekem 420 kDj ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'. Bul dene qaysi' zattan tayalang'an?

22-§. PUWLANI'W HA'M KONDENSACIYA. QAYNAW

Puwlani'w



Zatti'n' suyi'q yamasa qatti' agregat hali'nan gaz ta'rizli hali'na wo'tiwi puwlani'w dep ataladi'.

Zatti'n gaz hali'na wo'tiwi woni'n' yerkin betinde puw payda boli'wi' menen ju'z beredi. Biz aldi'n suyi'qli'qti'n' puw hali'na wo'tiwin ko'rip shi'g'ami'z.

Ha'r qanday temperaturada suyi'qli'q ishinde molekulalar arasi'nda kinetikali'q energiyasi' u'lken bolg'an molekulalar tabi'ladi'. Wolar basqa molekulalardi'n' tarti'si'w ku'shlerin jen'ip, suyi'qli'qti'n' si'rtqi' qatlami'n «jani'p wo'tip» ushi'p shi'g'i'w'i ha'm gaz hali'na wo'tiwi mu'mkin.

Temperatura ko'terilgende puwlani'w ku'sheyedi. Suyi'qli'qtin temperaturasi' ha'm yerkin beti qansha u'lken bolsa, puwlani'w sonsha tez boladi'.

Puwlani'w procesinde u'lkenirek energiyali' molekula basqa molekulalardi'n' tarti'si'w ku'shin jen'ip, kinetikali'q energiyasi' yesabi'nan si'rtqa shi'g'ip ketedi. Buni'n' menen molekula jumi's wori'nlaydi'. U'lkenirek energiyali' molekulani'n' si'rtqa shi'g'ip ketiwi na'tiyjesinde suyi'qli'qti'n' ishki energiyasi' azayadi'. Sol sebepli puwlang'anda suyi'qli'q suwi'ydi'.

Puwlani'wda suyi'qli'q temperaturasi'ni'n' wo'zgermeytug'i'nli'g'i' ushi'n wog'an si'rttan ji'lli'li'q berip turi'w kerek boladi'. Bul berilip turi'li'wi' kerek bolg'an ji'lli'li'q mug'dari'n *puwlani'w ji'lli'lig'i* dep ataladi'.



Wo'zgermeytug'i'n temperaturada 1 kg suyi'qli'qti' toli' puwg'a aylandi'ri'w ushi'n za'ru'r bolg'an ji'lli'li'q mug'dari' sali'sti'rmali' puwlani'w ji'lli'li'g'i' dep ataladi' ha'm r ha'ribi menen belgilenedi.

Ta'riyipke ko're, m massali' zatti'n' sali'sti'rmali' puwlani'w ji'lli'li'g'i' to'mendegishe ta'riyiplenedi:

$$r = \frac{Q_p}{m},$$

bunda Q_p – wo'zgermeytug'i'n temperatura suyi'qli'qti' puwg'a aylandi'ri'w ushi'n za'ru'r bolatug'i'n ji'lli'li'q mug'dari'. r tiykari'nan Dj/kg, kDj/kg, kal/g, kkal/kg birliklerinde wo'lshenedi.

Suyi'qli'q temperaturasi'ni'n' ko'beyiwi menen puwlani'w ji'lli'lig'i' azayi'p bari'p, belgili temperaturada no'lge ten' boladi'. Bul temperatura *kritikali'q temperatura* dep ataladi'.

Ishki jani'w dvgateli ha'm suwi'tqi'shlardi'n' islewinde, materiallari'n' quri'ti'wda ja'ne ta'biyatta suwdi'n' aylani'wi'nda puwlani'w procesi a'hmiyetli wori'n tutadi'.

Kondensaciya



Puwdi'n' suyi'qli'q yamasa qatti' halg'a wo'tiw procesi kondensaciya dep ataladi'.

«Kondensaciya» lati'n tilinen ali'ni'p «ti'g'i'zlani'w», «qoyi'wlasi'w» degen ma'nislerdi bildiredi.

Puwdi'n' xaotikali'q qozg'ali'p ati'rg'an ayi'ri'm molekulari' suyi'qli'qti'n' betine jaqi'n kelip qali'wi' ha'm suyi'qli'q molekulari'ni'n' tarti'si'w ku'shlerinini' ta'sirinde ja'ne suyi'qli'qqa qayti'wi' mu'mkin.

A'dette, suyi'qli'q bir waqi'tta puwlanadi' ha'm kondensaciyalanadi'. Puwlani'w procesi basi'mi'raq bolsa, suyi'qli'q *puwlanadi'* dep ataladi' (39-a, su'wret). Kondensaciya procesi basi'mi'raq bolg'anda bolsa, *kondensaciyalanadi'* dep ataladi' (39-b, su'wret).

Atmosferadag'i' suw puwlari'ni'n' kondensaciyasi' na'tiyjesinde *jawi'n, sel, qar, shi'q* ha'm *qi'raw* payda boladi'. Texnika tarawlari'nda, solardan, i'gallanatug'i'n betlerde (zat puwlari'nan) u'zli'siz (pu'tin) juqa qatlam payda yetiwde kondensaciyadan paydalani'ladi'.

Toyi'ng'an ha'm toyi'nbag'an puw

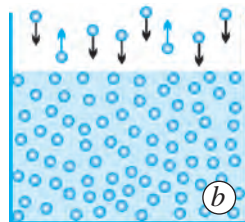
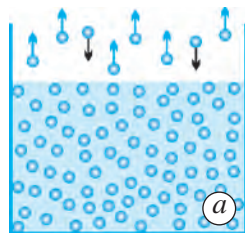
Puwlani'p ati'rg'an suyi'qli'qti'n' u'stin bekitse, suyi'qli'qti'n' u'stinde puw ji'ynali'p baradi'. Bunda puwlani'p ati'rg'an molekular kondensaciyalani'p ati'rg'an molekularlardan ko'p boladi'. Bunday halattag'i' suyi'qli'qti'n' u'stindeg'i' puw *toyi'nbag'an puw* dep ataladi'.

Jabi'q i'di'stag'i' suyi'qli'qti'n' u'stinde puw molekulari'ni'n' ko'beyiwi menen wolardi'n' kondensaciyalani'wi' da joqari'laydi'. Belgili waqi'tqa bari'p, puwlani'w ha'm kondensaciyalani'w tezligi ten' boli'p qaladi'. Bunday jag'day *dinamikali'q ten' salmaqli'q hal* dep ataladi'.



Wo'zinin' suyi'qli'g'i' menen dinamikali'q ten' salmaqli'qta bolg'an puw toyi'ng'an puw dep ataladi'. Bunday jag'daydag'i' suyi'qli'q u'stindeg'i' basi'm toyi'ng'an puwdi'n' basi'mi' deb ataladi'.

Berilgen temperaturada puwdi'n' basi'mi' (ha'm ti'g'i'zli'g'i') toyi'ni'w puwi' basi'mi'nan (ti'g'i'zli'g'i'nan) ko'beymeydi. Suyi'qli'q temperaturasi' joqari'lap barg'anda toyi'ng'an puw basi'mi' da joqari'laydi'.



39-su'wret

Qaynaw



40-suwret



41-su'wret

Har qanday jag'dayda suyi'qli'q ishindeg i ko'zge ko'rinbeytugi'n hawa ko'biksheleri payda boladi'. Suyi'qli'qti'n u'stindeg i si'yaqli' puw ko'biksheleri ishindeg i de suyi'qli'q puwlari' payda boladi'. Suyi'qli'q, mi'sali' suw temperaturasi' ko'terilip barg'anda ko'bikshelerdeg i puwdi'n' basi'mi' da joqari'lap baradi' ha'm ko'biksheler u'lkeyedi. U'lkeygen ko'biksheler Arximet kushinin' ta'sirinde joqari'g'a umti'ladi'.

Suwdi'n' joqarg'i' qatlamlari' i'di'sti'n' tu'bine qarag'anda jeterli da'rejede yele qi'zi'p u'lgermegeni ushi'n ko'bikshelerdeg i puwdi'n' belgili bir bo'leg i kondensaciyanadi' (40-su'wret). Bul qubi'li's suwdi'n' qaynawi' aldi'ndag'i' wo'zine ta'n dawi's shi'g'ari'wi'nda ko'rinedi.

Ji'lli'li'q berilip ati'rg'anda suwdi'n' tu'bindeg i suyi'qli'q temperaturasi' yen' joqari' boladi'. Suwdi'n' sol jerindeg i temperaturasi' qaynaw temperaturasi'na jetkende woni'n joqari'lawi' toqtaydi'. Bunnan keyingi berilip ati'rg'an ji'lli'li'q mug'dari' i'di'sti'n' tu'bindeg i suyi'qli'qta ko'bikshelerdi payda yetiwge ha'm suwdi'n' joqari' bo'limindeg i temperaturani' joqari'lati'wg'a jumsaladi'.

Belgili waqi'ttan keyin suyi'qli'qti'n' pu'tin koleminde temperature ten'lesedi. Ko'terilip ati'rg'an ko'biksheler yendi kishi'reymeydi. Wolar betine shi'g'ip jari'li'p, hawag'a puw tarqatadi' (41-su'wret).



Suyi'qli'qti'n' pu'tin ko'lemi boylap puw payda boli'w procesi qaynaw dep ataladi'.

Qaynaw waqti'nda suyi'qli'qti'n' pu'tkil ko'lemindeg i temperatura ten'lesedi ha'm wol intensiv tu'rde puwlanadi'. Suyi'qli'q qaynab baslag'anda wonin' temperaturasi'ni'n joqari'lawi' toqtaydi'. Woni'n' pu'tin ko'leminde ko'biksheler payda boladi'. Bul temperature *suyi'qli'qti'n' qaynaw temperaturasi'* deb ataladi'.

Qaynaw temperaturasi' ha'r tu'rli suyi'qli'qlar ushi'n tu'rlish e boladi'. Mi'sali', normal jag'dayda spirt 78°C da, suw 100°C da, si'nap 357°C da qaynaydi'.

Si'rtqi' basi'm qansha joqari' bolsa, qaynaw temperaturasi' sonsha joqari' boladi'. Mi'sali', ishindeg i basi'm 16 atmosferag'a ten' bolg'an puw qazani'nda suw 200°C da qaynamaydi'. Medecinada xirurgiyali'q a'sbaplari',

baylawshi' materiallar ha'm sog'an uqsaslardi' zi'yinsi'zlandi'ri'w ushi'n wolar joqari' basi'mda qaynati'ladi'.

Si'rtqi' basi'mni'n' to'menlewi menen bolsa suyi'qli'qti'n' qaynaw temperaturasi' to'menlep baradi'. Mi'sali', tawdi'n' 5 km biyikliginde atmosfera basi'mi' to'menirek bolg'ani' ushi'n suw 84°C da qaynaydi'. Bunday temperaturada suw ha'r qanday qaynati'lsada, wog'an sali'ng'an go'sh pispeydi. Woni' pisiriw ushi'n i'di's germetikali'q bekitilip qaynati'li'wi kerek.



1. Puwlani'w dep qanday proceske ayti'ladi'? Wol qalay a'melge asi'ri'ladi'?
2. Kondensaciya procesinin' qanday boli'wi'n tu'sindirip berin'.
3. Qanday puw toyi'nbag'an puw boladi'?
4. Toyi'ng'an puw dep qanday haldag'i' puwg'a ayti'ladi'?
5. Qanday halda puwdi'n' basi'mi' toyi'ng'an boladi'?
6. Suyi'qli'qti'n' qaynaw procesi qalay ju'z beriwin tu'sindirip berin'.
7. Suyi'qli'qti'n' qaynaw temperaturasi' si'rtqi' basi'mg'a qalay baylani'sli'?



Kolbadag'i' suwdi'n' isip baslawi'nan qaynag'ang'a shekemgi suwdi'n' ishinde bolatug'i'n procesin baqlan'. Bunda ko'bikshelerdin' payda boli'wi', u'lkeyiwi, ko'teriliwi, jari'li'wi' ha'm puwlani'wi'na itibar berin'.

23-§. ATMOSFERADAG'I' QUBI'LI'SLAR

Hawani'n' i'g'alli'g'i'

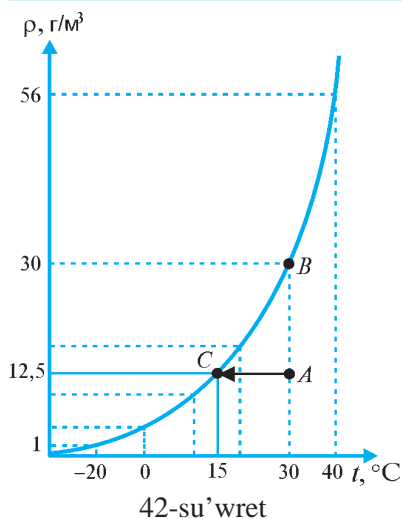
Hawada barqulla suw puwlari' boladi'. Hawada suw puwlari' qansha ko'p bolsa, woni'n' i'g'alli'g'i' sonsha joqari' boli'p yesaplanadi'.



1 m³ hawadag'i' suw puwi'ni'n' massasi' hawani'n' absolyut i'g'alli'g'i' dep ataladi' ha'm ρ ha'ribi menen belgilenedi.

Absolyut i'g'alli'q 1 m³ hawada neshe gramm suw puwi' bary ekenligin bildiredi. Hawada i'g'alli'q sheklengen boladi'. Absolyut i'g'alli'q belgili p₀ mug'darg'a jetkende hawa suw puwi'na toyi'nadi'. Hawa temperaturasi' t qansha joqari' bolsa, woni'n' toyi'ni'w shegarasi' ρ_0 sonsha u'lken boladi' (42-su'wret). Mi'sali':

$$\begin{aligned}
 t = -20^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 1 \text{ g/m}^3; \\
 t = 0^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 4,8 \text{ g/m}^3; \\
 t = 15^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 12,8 \text{ g/m}^3; \\
 t = 20^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 17,9 \text{ g/m}^3; \\
 t = 30^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 30,3 \text{ g/m}^3; \\
 t = 40^\circ\text{C} \text{ da } \rho_0 &= 51,2 \text{ g/m}^3.
 \end{aligned}$$



Hawani'n' toyi'ng'anli'q da'rejesin bahalaw ushi'n sali'sti'rmali' i'g'alli'q tu'sinigi kirgizilgen. Sali'sti'rmali' i'g'alli'q φ haribi menen belgilenedi ha'm to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Demek, hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' woni'n' absolyut i'g'alli'g'i'n toyi'ng'an puw (sol temperaturadag'i') ti'g'i'zli'g'i' qatnasi'na ten'.

Sali'sti'rmali' i'g'alli'qti to'mendegishe de ko'rsetiw mu'mkin:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% ; \quad (2)$$

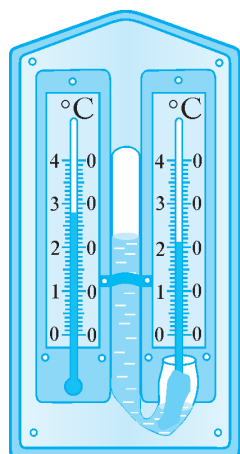
bunda p – hawadag'i' suw puwi'ni'n' basi'mi', p_0 – toyi'ng'an puwdi'n' basi'mi'.

Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i'n' wo'lshew

Turmi'sta hawa i'g'alli'g'i'n' wo'lshew ushi'n du'zilisi a'piwayi' bolg'an Avgust psixrometrinen paydalani'w mu'mkin (yunansha *psixros* – *suwi'q*). Wo1 tiykari'nan birewi qurg'aq, yekinshisi i'g'al termometrden ibarat (43-su'wret). Birinshi termometr hawa temperaturasi'n wo'lsheydi. Yekinishinin' ushi' material menen worali'p, to'mengi ushi' tazalang'an suwli' i'di'sqa tu'sirilgen boladi'.

Hawa qansha qurg'aq bolsa, suw materialdan sonshali'q tez puwlanadi' ha'm wonin' temperaturasi' sonshelli to'men boladi'. Qurg'aq ha'm i'g'al termometrlar ko'rsetken temperaturalar ayi'rmashi'li'g'i'n yesaplap, psixrometriyali'q kestden sali'sti'rmali' i'g'alli'q ani'qlanadi'. Psixrometriyali'q keste sol asbapti'n' wo'zi menen birge boladi'. Psixrometriyali'q kestenin' bir bo'limi (20–30°C ushi'n) 10-keste keltirilgen.

Mi'sali', 43-su'wrettegi psixrometdi'n' qurg'aq termometri 28°C ni', i'g'al termometri 21°C ni' ko'rsetpekte. Bunda termometrdegi parqi 7°C ni quraydi. Psixrometriyali'q kestden hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' 53% ekenligin ani'qlaw mu'mkin (10-keste).



43-su'wret

Psixrometriyali'q keste

Qurg'aq termometrдин' ko'rsetkishi °C	Qurg'aq ha'm i'g'al termometrler ko'rsetiwlerinin' ayi'rmashi'li'g'i, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39
Sali'sti'rmali' i'g'alli'q, %											

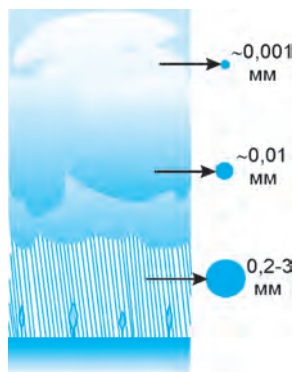
A'dette, hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i 50% ten kem bolg'anda hawa qurg'aq, 50-80% bolg'anda normada, 80% ten joqari' bolg'anda i'g'al yesaplanadi'. I'g'alli'qti'n' joqari' boli'wi' metall buyi'mlardi'n' tat basi'wi'na, ag'ash buyi'mlardi'n' isiniwine ali'p keledi. Qurg'aq hawada bolsa ag'ash buyi'mlar wo'zinin' i'g'alli'g'i'n joq yetip, qi'ysayi'wi' ha'm jari'li'wi' mu'mkin.

Nawqan qurti' bag'i'lg'anda, zamarri'q wo'stirilgende, miywelerdi saqlaytugi'n jerinde i'zg'arli'qti'n' jeterli joqari' boli'wi'n ta'miyinlew kerek boladi'.

Jawi'n-shashi'nlardi'n' payda boli'wi'

Jer ju'zi betinde hawani'n' i'g'alli'g'i joqari' bolg'anda suw puwlari'ni'n' bir bo'limi kondensaciyalani'p, mayda suw tamshi'lari'na aylanadi'. Wolardi'n' atmosferadag'i' aralaspasi' duman dep ataladi'. Duman ko'riw arali'g'i'n qi'sqarti'radi.

Toyi'nbag'an suw puwi' suwi'ti'lsa, belgili bir temperaturada toyi'ng'an puwg'a aylanadi'. Aytayi'q, ku'ndizi 30°C hawani'n' absolyut i'g'alli'g'i' $\rho = 12,5 \text{ g/m}^3$ bolsi'n (42-su'wretten A noqat). Bunday temperaturada hawadag'i' suw puwlari' toyi'nbag'an boladi', toyi'ni'wi' ushi'n $\rho = \rho_0 = 30 \text{ g/m}^3$ boli'wi' kerek (B noqat). Biraq tu'nde hawa pa'seyip, tan'g'a jaqi'n temperatura 15°C g'a tu'siwi mu'mkin. Bunday temperaturada hawadag'i' suw puwlari' ($12,5 \text{ g/m}^3$) toyi'ng'an halg'a wo'tedi (C tochka) ha'm wolar kondensaciyalani'p, jerge **shi'q** boli'p tu'sedi. Bul halatta C noqatqa tuwra kelgen t_0 temperatura shi'q tochkasi' boli'p yesaplanadi'.



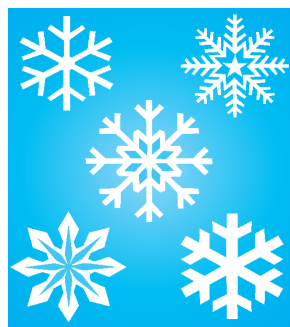
44-su'wret



Suw puwi' toyi'natug'i'n temperatura shi'q noqati' dep ataladi'.

Temperatura 0°C dan to'men bolg'an waqi'tlarda kondensaciyalang'an suw puwlari' muz bo'lekshelerin payda yetip, jerge qi'raw boli'p tu'sedi.

Okean ha'm qurg'aqli'qlardan ko'terilgen puwlardi'n' u'lken bo'legi jerden bir neshe kilometr biyiklikte ushi'p ju'redi. Bunday biyiklikte temperatura jer betine qarag'anda biraz to'menlew boladi'. Bunday jag'dayda suw puwlari'ni'n' toyi'ni'wi an'sat boladi'. I'g'alli'q joqari' bolg'anda ha'm temperatura ja'nede pa'seygende toyi'ng'an puwlar kondensaciyalani'p, mayda suw bo'lekshelerin payda yetedi. Wolar bizge **bult** boli'p ko'rinedi. Aq bulttag'i' suw bo'lekshelerini'n' diametri 001 mm a'tirapi'nda boladi'. Bulttag'i' suw bo'leksheleri irilew (~0,01 mm) bolsa, wolar bizge qaralaw boli'p ko'rinedi. Temperatura ja'nede to'menlegende suw bo'leksheleri birlesip, 0,2–3 mm dia-



45-su'wret

metrli suw tamshi'lari'na aylani'p baradi'. Wo'zinin' awi'rli'g'i'n tuta almag'an suw tamshi'lari' jerge **jawi'n** boli'p tu'se baslaydi' (44-su'wret).

Bulttag'i' temperatura suwi'p ketkende suw puwlari' muz bo'lekshelerin payda yetip kondensaciyalanadi'. Muz bo'leksheleri bir-biri menen birlesip, **qar** ushq'i'nlari'n payda yetedi ha'm solay yetip qar jawadi' (45-su'wret).

To'men temperaturali' bultta payda bolg'an muz bo'leksheleri hawa ag'imlari'ni'n' ta'sirinde bir neshshe ma'rte joqari'g'a' paske qozg'ali'w'i' mu'mkin. Bunda muz bo'lekshelerinin' ha'r ko'terilgeninde wolardi' muz perdesi qaplaydi'. Ha'r bir ko'terilip tu'skende muz bo'leksheleri iri boli'p baradi' ha'm **sel** payda boladi'.

Hawa-rayi'

Hawani'n' temperaturasi', i'g'alli'g'i', basi'mi', samal, bultli'g'i', jawi'n-shashi'nlr, duman, shi'q, qi'raw si'yaqli' atmosferadag'i' qubi'li'slar hawani'n' hali'n du'zedi.



Ani'q bir waqi'tta belgili bir jerdegi hawani'n' halati' hawarayi' dep ataladi'. Hawani'n' temperaturasi', i'g'alli'g'i ha'm basi'mi' hawa-rayi'ni'n' tiykarg'i elementleri dep ataladi'.

Hawa-rayi'ni'n' tiykarg'i' elementlerindeki hali'na baylani'sli' tu'rde samal, bultlar payda boladi', jawi'n-shashi'nlar jawadi'. Mi'sali', hawa temperaturasi'ni'n' pa'seyiwi atmosfera basi'mi'ni'n' azayi'wi'na, sali'sti'rmali' i'g'alli'qti'n' joqari'lawi'na ali'p keledi. Basi'mni'n' wo'zgeriwi samaldi' payda yetedi, i'g'alli'qti'n' joqari'lawi' bolsa jawi'ndi' payda yetedi. Samal jer ju'zindeki hawa ag'i'mi'n ha'm bultlardi' bir jerdan basqa jerge aydap ju'redi. Bul bolsa hawa temperaturasi'ni'n' wo'zgeriwine ha'm jawin-shashi'nni'n' jawi'wi'na ali'p keliwi mu'mkin.

Hawa-rayi'n aldi'nnan biliv u'lken a'hmiyetke iye. Hawa-rayi'n u'yreniw meteorologiya woraylari'nda a'melge asi'ri'ladi'. O'zbekistanda hawa-rayi'n u'yreniw boyi'nsha Tashkenttegi gidrometeorologiyali'q woray xi'zmet yetedi.



1. Absolyut i'g'alli'q dep qanday sha'mag'a aytami'z?
2. Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' dep nege ayti'ladi' ha'm qalay ko'rsetiledi?
3. Avgust psixrometri ja'rdeminde sali'sti'rmali' i'g'alli'q qalay wo'lshenedi?
4. Shi'q tochkasi' dep nege ayti'ladi'?
5. Duman, shi'q ha'm qi'rawdi'n' qalay payda boli'wi'n tu'sindirir'.
6. Bult, jawi'n, qar ha'm sel qalay payda boladi'?
7. Hawa-rayi' dep nege ayti'ladi'?
8. Hawa-rayi'n u'yreniw xizmeti haqqi'nda nelerdi bilesiz?



1. 20°C temperaturada hawani'n' toyi'ni'w shegarasi' 17 g/m³ ti quraydi'. Yeger hawani'n' absolyut i'g'alli'g'i' 11 g/m³ bolsa, sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' qansha?
2. 30°C temperaturada hawani'n' toyi'ni'w shegarasi' 30 g/m³ qa ten'. Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' 50% bolsa, absolyut i'g'alli'g'i' qanshasi'n quraydi'?
3. Psixrometdin' qurg'aq termometri 24°C ni', i'g'al termometri 19°C ni' ko'rsetpekte. Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' neshe procentti quraydi'?

V BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Zatti'n' qatti' haldan suyi'q halg'a wo'tiw procesi yeriw dep ataladi'.
- Kristall denenin' yerip ati'rg'andag'i' temperaturasi' sol kristalldi'n' yeriw temperaturasi' dep ataladi'.
- Kristall denenin' yeriw ha'm qati'w temperaturasi' birdey boladi'.

- Kristall dene yeriw procesinde si'rttan ji'lli'li'q mug'dari'n aladi', qati'w procesinde bolsa si'rtqa ji'lli'li'q beredi.
- Amorf deneler ani'q yeriw temperaturasi'na iye yemes. Ji'lli'li'q berilgende amorf deneler aldi'n a'ste-aqi'ri'n jumsaq boladi', son'i'nan suyi'qlasa baslaydi'.
- Zatti'n suyi'q yamasa qatti' agregat hali'nan gaz si'yaqli' halg'a wo'tiwi puwlani'w dep ataladi'.
- Puwdi'n' suyi'qli'qqa aylani'w procesi kondensaciya dep ataladi'.
- Suyi'qli'qti'n' pu'tkil ko'lemi boylap puw payda boli'w procesi qaynaw dep ataladi'.
- Wo'zinin suyi'qli'g'i' menen dinamikali'q ten' salmaqli'qta bolg'an puw toyi'ng'an puw dep ataladi'.
- 1 m^3 hawadag'i' suw puwi'ni'n' massasi' hawani'n' absolyt i'g'alli'g'i' dep ataladi' ha'm p ha'ribi menen belgilenedi.

- Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i':

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% . \text{ yamasa } \varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% .$$

- Suw puwi' toyi'natug'i'n temperatura shi'q tochkasi' dep ataladi'.
- Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i'n psixrometr ja'rdeminde wo'lshevu mu'mkin.
- Ani'q bir waqi'tta belgili bir wori'ndag'i' hawani'n' halati' hawa-rayi' dep ataladi'. Hawani'n' temperaturasi', i'g'alli'g'i' ha'm basi'mi' hawa-rayi'ni'n' tiykar'g'i' elementleri dep ataladi'.

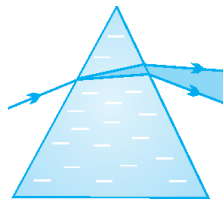
V BAPTI TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Ne ushi'n rezina aralasqan kiyimde i'ssi'g'a shi'daw qi'yi'n?
2. Ne ushi'n qoldi' awi'zg'a tuti'p dem shi'g'ari'lsa, i'ssi' tu'yiledi de, qolg'a u'plegende bolsa suwi'q tu'yiledi?
3. Yeriw temperaturasi'nda turg'an 200 g muzdi' suwg'a aylandi'ri'w ushi'n wog'an qansha ji'lli'li'q beriw kerek?
4. Yeriw temperaturasi'nda turg'an qorg'asi'ndi' toli'q yeritiw ushi'n 8 kDj ji'lli'li'q mug'dari' jumsaladi'. Yeritilgen qalayi'ni'n' massasi'n tabi'n'.
5. Muzlatqi'shqa qoyi'lg'an 0°C dag'i' 2,0 l suw birotala muzlag'ang'a shekem wonnan qansha ji'lli'li'q aji'rali'p shi'g'adi'?
6. Yeriw temperaturasi'nda turg'an 1 kg deneni birotala yeritkenge shekem 200 kDj ji'lli'li'q mug'dari' jumsaldi'. Bul denenin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'gi'n tabi'n'.
7. Bir qansha shuqi'r i'di'sta turg'an suw normal atmosfera basi'mi'nda 100°C da qaynaydi' dep yesaplaw mu'mkin?
8. Ko'p qabatli' imaratlardi'n' birinshi ha'm aqi'rg'i' qabatlari'nda suwdi'n' qaynaw temperaturasi' qanday ayi'rmashi'li'qqa iye?

9. Toyi'ndi'ri'wshi' suw puwi'ni'n' temperaturasi' 100°C, wol belgili bir ko'lemdi iyelep turi'pti'. Da'slepki temperaturani' saqlag'an halatta puwdi'n' ko'lemin yeki yese azaytsaq, woni'n' basi'mi' qalay wo'zgeredi?
10. To'mendegilerden qaysi' birinin' ishki energiyasi' ko'birek? Temperaturasi' 100°C bolg'an suwdiki-me yamasa sonday temperaturadag'i' sonday massali' suw puwi'nikime?
11. Suwi'q hawada demdi shi'g'arg'anda puw shi'qti' dep aytami'z. Sol duri's pa?
12. Ne ushi'n ko'za'ynek tag'i'p suwi'q hawadan wo'jirege kirgende ko'za'ynek terleydi?
13. Ne ushi'n suwi'q ku'nlerde da'ryada suwdi'n' muzlamay qalg'an jerlerinin' to'besinde duman payda boladi'?
14. Yeger wo'jirede jeterli ji'lli'li'q ha'm i'gal bolsa, qi'sta ayna fortochkasi'n ashqanda wo'jirede duman payda boli'p, bul duman to'menge tu'sedi, si'rtta bolsa ko'teriledi. Sol qubi'li'sti' tu'sindirir'.
15. Dushta trubalardi'n' si'rtqi' ko'rinisine qarap suwi'q suwli' trubani' i'ssi' suwli' trubadan qalay aji'rati'w mu'mkin?
16. Qi'stag'i' tereze aynalari'nda qi'raw payda boli'wi' qalay tu'sindiriledi? Qi'raw aynani'n' qaysi ta'repinde payda boladi'?
17. 0°C temperaturada hawani'n' toyi'ni'w shegarasi' 5 g/m³ ti du'zedi. Yeger hawani'n' absolyut i'g'alli'g'i' 10 g/m³ bolsa, sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' qansha?
18. 20°C temperaturada hawani'n' toyi'ni'w shegarasi' 17 g/m³ qa ten'. Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' 60% bolsa, absolyut i'g'alli'g'i' qanshani' quraydi'?
19. Psixrometrdin' qurqaq termometri 30°C ni', i'g'al termometri 20°C m ko'rsetpekte. Hawani'n' sali'sti'rmali' i'g'alli'g'i' neshe procentti quraydi'?
20. Basi'm qanday bolg'anda suw 19°C da qaynaydi'?
21. Temperatura 14°C da suw puwi'ni'n' basi'mi' 1 kPa g'a ten'. Bul puw toyi'ng'anba?
22. Bir ushi' jabi'q boli'p, yekinshi ushi' ashi'q bolg'an suw tolti'ri'lg'an i'di'sqa bati'ri'lg'an trubkadag'i' ha'm i'di'stag'i' suw qaynaw temperaturasi'na shekem qi'zdi'ri'lg'an. Trubkadag'i' suwda ne ju'z beredi?
23. Toyi'ng'an suw puwi' molekullalardi'n' koncentraciyasi' 10°C dag'i'g'a qarag'anda 20°C da neshe yese u'lken boladi'?
- 24*. Cilindrlik i'di'sta beti 10 sm² bolg'an porshennin' asti'nda temperaturasi' 20°C bolg'an suw bar. Porshen suwdi'n' betine tiyip turi'pti'. Porshen 15 sm ge ko'terilgende qansha massa suw puwlanadi'?
25. Si'yi'mli'li'g'i' 2 litr bolg'an bekitilgen i'di'sta 20°C da toyi'ng'an suw puwi' bar. Temperatura 5°C ga shekem to'menlewe i'di'sta qansha suw payda boladi'?
26. 20°C da toyi'ng'an si'nap puwi'ni'n' ti'g'i'zli'g'i' 0,02 g/m³ qa ten'. Sol temperaturada puw basi'mi'n tabi'n'.
27. 100°C da toyi'ng'an suw puwi'ni'n' ti'g'i'zli'g'i' qanday boladi'?
28. 0 °C da toyi'ng'an efir puwi'ni'n' basi'mi 24,7 kPa, 40°C da bolsa 123 kPa g'a ten'. Bul temperaturalarda puwdi'n' ti'g'i'zli'g'i' ma'nislerin sali'sti'ri'n'.
29. Suw 350°C da; 400°C da suyi'q halda bolama?
- 30*. Hawada 19°C da suw puwi'ni'n' parsial basi'mi' 1,1 kPa yedi. Sali'sti'rmali' i'g'alli'qti tabi'n'.



OPTIKA



Fizikani'n' «**Optika**» bo'liminde jaqti'li'qti'n' tabiyati', jaqti'li'q qubi'-li'slari'ni'n' ni'zamli'qlari', jaqti'li'q penen zatlardi'n' wo'z ara ta'siri u'yreniledi. Grekshe optika so'zi ko'riw haqqi'ndag'i' pa'n degen ma'nisti bildiredi.

Jaqti'li'qti'n' tuwri' si'zi'q boylap tarqali'wi' a'yyemde Mesopotamia ha'm a'yyemgi Mi'srda belgili bolg'an ha'mde wonnan quri'li's jumi'slari'nda paydalani'lg'an. Su'wrettin' aynada payda boli'wi'n b.e.sh. III a'sirde yunan ali'mlari' Aristotel, Platon, Evklid u'yrengen.

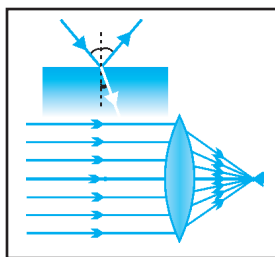
Worta a'sirlerde yelizdin' ali'mlari' – Beruniy, Ibn Sina, Ulug'bek, A'liy Qusshi 'ha'm basqalar jaqti'li'qti'n' tuwri' si'zi'q boylap tarqali'wi', Quyash ha'm Aydi'n' tuti'li'wi', radugani'n' payda boli'wi, ko'riw sebepleri haqqi'nda kerekli mag'luwmatlar jazi'p qaldi'ri'p, optikani'n' rawajlani'wi'na u'lesin qosqan.

1620–1630-ji'llari' gollandiyal'iq ali'm V. Snellius ha'm francuz ali'mi R. Dekart jaqti'li'qti'n' si'ni'w ni'zami'n ko'rsetip berdi. XIX a'sirde J. Maksvell elektromagnit maydan tu'sinigin rawajlandi'ri'p, jaqti'li'qti'n' elektromagnit tolqi'n teoriyasi'n jaratti'. Infraqi'zi'l, ultrafiolet, sondayaq rentgen nurlari' woylap tabi'ldi'.

1900-ji'li' M. Plank jaqti'li'qti'n' kvant teoriyasi'n ilgeri su'rdi. 1905-ji'li' bolsa A.Eynshteyn Plank teoriyasi'n rawajlandi'ri'p, fotoeffekt teoriyasi'n ashadi'.

XIX a'sirdi'n dawami'nda du'nya ali'mlari' ta'repinen optikani'n' tu'rli bag'darlari'nda ken ko'lemde izertlew jumi'slari' dawam yettirilip, joqari' na'tiyjelerge yerisildi. Proyeksion apparatlar, mikroskop, fotoapparat, teleskop, binokl si'yaqli' optikali'q a'sbaplardi'n' jarati'li'wi', fotografiya, televidenie, rentgenografiya, lazerler fizikasi', talshi'qli' optika, geliotexnika si'yaqli' tarawlardi'n' payda boli'wi' ha'm rawajlani'wi' optika tarawi'dag'i' izertlew jumi'slari'ni'n' na'tiyjesi boli'p yesaplanadi'.

O'zbekistanda da optikani'n' zamanago'y bag'darlari' boyi'nsha a'meliy a'hmiyetke iye bolg'an izertlew jumi'slari' ali'p bari'li'p, ilim ha'm texnikani'n' rawajlani'wi'na say u'les qosi'p kelinbekte. Solardan, «Fizika-Quyash» ilimiy islep shi'g'ari'w birlespesinde Quyash energiyasi'nan paydalani'w boyi'nsha ken' ko'lemli izertlew jumi'slari' ali'p bari'lmaqta ja'ne a'meliyatqa usi'ni'lmaqta.



VI bap

JAQTI'LI'QTI'N' TARQALI'WI',
SHAG'I'LI'SI'WI' HA'M SI'NI'WI'24-§. JAQTI'LI'QTI'N' SHAG'I'LI'SI'W HA'M SI'NI'W
NI'ZAMLARI'

Jaqti'li'qti'n' shag'i'li'si'wi'

Jaqti'li'qti'n' tuwri' si'zi'q boylap tarqali' wi'n bilesiz. Quyashdan, lampadan ha'm basqa dereklerden kelip ati'rg'an jaqti'li'q diywal, jer ha'm buyi'mlarg'a tu'skende wolardan shag'i'li'sadi'. Soni'n ushi'n biz wolardi' ko'remiz.

Jaqti'li'q buyi'mlardin' betinen shashi'rap (46-su'wret) yamasa ayna si'yaqli' (47-su'wret) shag'i'li'sadi'.



Jaqti'li'q geder-budi'r betten shashi'rap shag'i'li'sadi'.

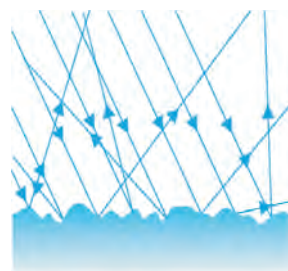
Stoldi'n beti, jer, diywal, a'tirapi'mi'zdg'i' derlik barli'q buyi'mlar beti gedir-budi'r. Bizge tegis boli'p ko'ringen buyi'mlardin' beti de gedir-budir boli'wi' mu'mkin. Mi'sali', tegis boli'p ko'ringen stoldi'n' betine lupa arqali' qaralsa, woni'n' beti gedir-budi'rli'qtan ibarat yekenligin ko'riw mu'mkin. Buyi'mni'n' betinen shashi'rap shag'i'li'sqan nur ko'zimizge tu'skennin keyin, biz woni'n' formasi'n, ren'in sezemiz.



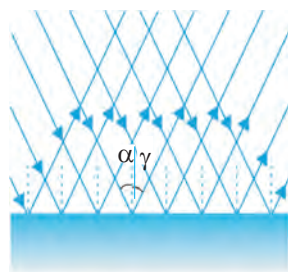
Yeger bet jeterli da'rejede tegis bolsa, bunday betten jaqti'li'q ayna si'yaqli' shag'i'li'sadi'.

Ayna si'yaqli' shag'i'li'si'wda buyi'mg'a tu'sken nurlar woni'n' tegis betinen ta'rtpili shag'i'li'sadi'. Mi'sali', jalpaq aynadan nurlar ta'rtpili shag'i'li'sadi' (47-su'wret).

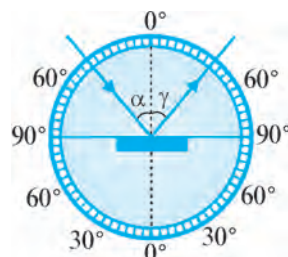
Betten nurlardi'n' shag'i'li'si'wi' to'mendegi shag'i'li'si'w ni'zami'na bag'i'nadi' (48-su'wret):



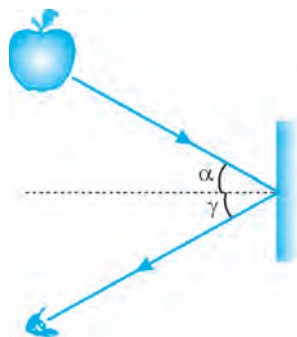
46-su'wret



47-su'wret



48-su'wret



49-su'wret



1. Tu'siwshi nur, shag'i'li'sqan nur ha'm yeki wortali'q shegarasi'na nurdi'n' tu'siw noqati'nan wo'tkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadi'.
2. Shag'i'li'si'w mu'yeshi γ tu'siw mu'yeshi α g'a ten'.

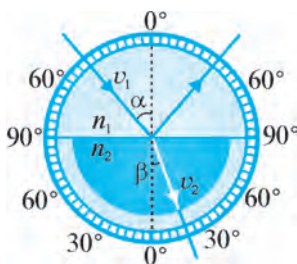
Yag'ni'y:

$$\alpha = \gamma.$$

Jalpaq ayna arqali' bir na'rsenin' aynadag'i' su'wretin ko'riw jaqti'li'qti'n' shag'i'li'si'w ni'zami'na tiykarlang'an (49-su'wret).

Jaqti'li'qti'n' si'ni'w ni'zami'

Jaqti'li'q nuri'ni'n' da'stesi shiyshe, suw ha'm basqa mo'ldir zatlardi'n' betinende shag'i'li'sadi' ha'm si'ni'p yekinshi wortali'qqa wo'tedi. Yeki wortali'q shegarasi'nda nurdi'n' si'ni'wi' to'mendegi si'ni'w ni'zami'na boysi'nadi' (50-su'wret):



50-su'wret



1. Tu'siwshi nur, si'ng'an nur ha'm yeki wortali'q shegarasi'na nurdi'n' tu'siw noqati'nan wo'tkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadi'.
2. Tu'siw mu'yeshi sinusi'ni'n' si'ni'w mu'yeshi sinusi'na qatnasi' berilgen yeki wortali'q ushi'n wo'zgermeytug'i'n shama boli'p yesaplanadi'.

Bul wo'zgermeytug'i'n shamani'n' yekinshi wortali'qti'n' birinshi wortali'qqa sali'sti'rg'anda *sali'sti'rmali' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi* dep ataladi' ha'm to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (2)$$

bunda α – nurdi'n' tu'siw mu'yeshi, β – nurdi'n' si'ni'w mu'yeshi.

Ko'p jag'daylarda sali'sti'rmali' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi worni'na absolyut nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi qollani'ladi'. Zattin absolyut nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$n = \frac{c}{v}; \quad (3)$$

bunda $c = 3 \cdot 10^8$ m/s – jaqti'li'qti'n' vakuumdag'i' tezligi, v – jaqti'li'qti'n' berilgen zattag'i' tezligi. Jaqti'li'qti'n' ayi'ri'm zatlardag'i' tezligi (v)

ha'm sol zatlardi'n' absolyut nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi (n) 11-kestede keltirilgen.

Jaqti'li'qti'n' hawadag'i' tezligin vakuumdag'i' tezligine ten' dep ali'w mu'mkin. Soni'n' ushi'n a'melde zatlardi'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi vakuumg'a sali'sti'rg'anda yemes, ba'lkim hawag'a sali'sti'rg'anda ali'nadi'.

11-keste

№	Zat	v , 10^8 m/s	n	№	Zat	v , 10^8 m/s	n
1	Muz	2,29	1,31	4	Kvarc	1,95	1,54
2	Suw (20°C)	2,25	1,33	5	Rubin	1,70	1,76
3	Shiyshe	2,0	1,5	6	Almaz	1,24	2,42

Yeger nur tu'sip ati'rg'an wortali'qta jaqti'li'q tezligi v_1 , si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n_1 nur si'ng'an wortali'qta jaqti'li'q tezligi v_2 , si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n_2 bolsa, to'mendegi qatnasti' jazi'w mu'mkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (4)$$

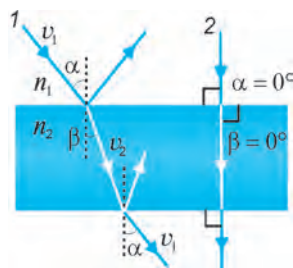
Nur tu'setug'i'n wortali'qti'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n_1 , si'ng'an wortali'qqa tiyisli n_2 yekenligi yesapqa ali'nsa, $n_{21} = n_2/n_1$ boladi'. Wonday jag'dayda (2) formulani' tomendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (5)$$

Jaqti'li'q nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi kishi bolg'an wortali'qtan si'ndi'ri'w ko'rsetkishi u'lken bolg'an wortali'qqa wo'tkeninde, si'ni'w mu'yeshi tu'siw mu'yeshinen kishi boladi'. Bolmasa si'ndi'ri'w mu'yeshi tu'siw mu'yeshinen u'lken boladi'. Bul sha'rtti to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin: $n_2 > n_1$ de $\beta < \alpha$; $n_2 < n_1$ de $\beta > \alpha$.

Jaqti'li'q nur hawadan ($n_1 = 1$) shiyshege ($n_2 = 1,5$) α mu'yesh asti'nda tu'sip, wannan ja'ne hawag'a wo'tsin (51-su'wret, 1-nur). Bul halatda nur shiysheden hawag'a wotiwdagi si'ni'w mu'yeshide α g'a ten' boladi'.

Yeki wortali'q shegarasi'na perpendikulyar tu'skende nur si'nbaydi', sebebi tu'siw mu'yeshi $\alpha = 0$ ha'm si'ni'w mu'yeshi $\beta = 0$ (51-su'wret, 2-nur).



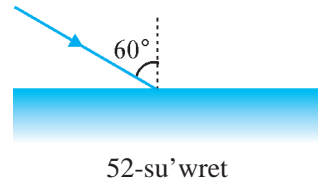
1. Shashi'rap yamasa ayna si'yaqli' shag'i'li'si'wi' degen ne? Qanday betlerden jaqti'li'q shashi'rap shag'i'li'sadi'?

51-su'wret

2. Jaqti'li'qti'n' shag'i'li'si'w ni'zami' neden ibarat?
3. Jaqti'li'qti'n' si'ni'w ni'zami'n ta'riyiplep berin'.
4. Absolut nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishinin' fizikalig' ma'nisi neden ibarat?
5. Nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi nurdi'n' wortali'qta tarqali'w tezligine baylani'sli'g'i' qalay ko'rsetiledi?
6. 51-su'wrette ko'rsetilgen nurlardi'n' joli'n analiz yetin'.



1. Nur jalpaq aynag'a 35° mu'yesh asti'nda tu'spekte. Tu'sip ati'rg'an ha'm shag'i'li'si'p ati'rg'an nurlar arasi'ndag'i' mu'yesh qanshag'a ten boladi'?
2. Jaqti'li'q hawadan shiyshege 30° mu'yesh asti'nda tu'spekte. Yeger si'ni'w mu'yeshi 19° bolsa, shiyshenin' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishin ha'm jaqti'li'qti'n' shiyshege tezligin tabi'n'. Bunda $\sin 30^\circ = 0,5$, $\sin 19^\circ = 0,325$ dep ali'n'.
3. Jaqti'li'q suwdan shiyshege 45° asti'nda tu'spekte. Nurdi'n' shiyshegedi si'ni'w mu'yeshin tabi'n'. Jaqti'li'qti'n' suwdag'i' tezligi $2,25 \cdot 10^8$ m/s, shiyshegedi tezligi $2 \cdot 10^8$ m/s qa ten'. $\sin 45^\circ = 0,71$.
4. Yeger jaqti'li'q 11-kestede keltililgen zatlardan tayarlang'an ha'r bir dene betindagi hawadan 30° asti'nda tu'skende, wolardi'n' ha'r birinde si'ni'w mu'yeshi qanshadan boladi'?
5. 52-su'wrette su'wretlengen aynag'a tu'sip ati'rg'an nurdi'n' joli'n dawam yettirin'.



1. Stakanni'n' ishine ten'geni sali'p, woni'n' u'stinen suw quyi'n'. Stakandag'i' suwdi'n' qa'ddi ko'terilip bari'wi' menen ten'ge tap ko'terilip barati'rg'anday boladi'. Buni'n' sebebi nede?
2. Stakandag'i' suwg'a qa'lem yamasa ruchka formasi'ndag'i' sho'pti qi'yalati'p bati'ri'n'. Joqari'dan ha'm qaptaldan qarasan'iz qanday qubi'li's baqlanadi'?

25-§. TOLI'Q ISHKI SHAG'I'LI'SI'W

Jaqti'li'q nuri' si'ndi'ri'w ko'rsetkishi u'lken bol'gan wortali'qtan nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi kishi bolg'an wortal'I'qqa tu'skeninde qi'z'iq qubi'li'sti' baqlaw mu'mkin. Mi'sali', jaqti'li'q nurlari' da'stesin suw arqali' hawag'a atatug'i'n yetip a mu'yeshi asti'nda bag'darlayi'q. Nurdi'n' bir bo'legi wortal'i'qlardi'n' shegarasi'nan shag'i'li'sadi', qalg'an bo'legi B mu'yeshi asti'nda yekinshi wortal'iq – hawag'a wo'tedi (53-a, su'wret).

Suwdi'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi ($n_1 = 1,5$) hawanikinen ($n_2 = 1$) u'lken bolg'ani' ushi'n, nurdi'n' si'ni'w mu'yeshi β tu'siw mu'yeshi α dan u'lken boladi'.

Nurdi'n' tu'siw mu'yeshi u'lkeytirilip bari'lsa, si'ni'w mu'yeshi 90° qa jaqi'nlasip baradi'. Si'ni'w mu'yeshin to'mendegi ko'rsetpe arqali' ani'qlaw mu'mkin:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha.$$

Mi'sali', $\alpha = 30^\circ$ ta $\beta \sim 42^\circ$ (53- a su'wret), $\alpha = 40^\circ$ ta bolsa $\beta \sim 75^\circ$ (53-b, su'wret) boladi'. Nurdi'n' tu'siw mu'yeshin joqari'lata bari'p, belgili $\alpha = \alpha_0$ shegarali'q ma'niske jetkende si'ni'w mu'yeshi $\beta = 90^\circ$ boli'p qaladi' (53-d, su'wret).

Tu'siw mu'yeshinin' shegarali'q ma'nisi α_0 to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Nurdi'n' shiysheden hawag'a tu'siwdegi α_0 shegarali'q mu'yeshin ani'qlayi'q:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} = 0,667, \text{ bunnan } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

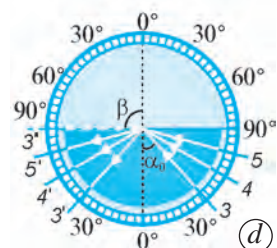
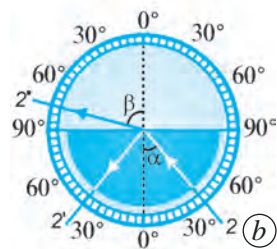
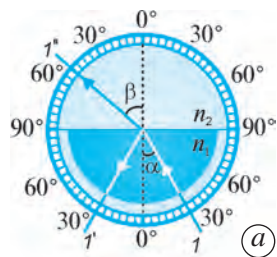
Tu'siw mu'yeshi α_0 den ha'r qanday u'lken birliklarga ten' bolg'an halatlarda si'ng'an nur yeki wortali'q shegarasi'nan sol wortali'qti'n' ishine toli'q shag'i'li'sadi' yag'niy **toliq ishki shag'i'li'si'w** qubi'li'si ju'z beredi. Shag'ilisqan nurlar bolsa jaqti'li'qti'n' shag'i'li'si'w ni'zami'na boysi'nadi' .



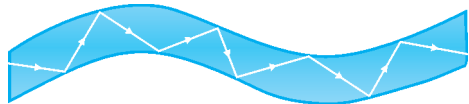
Nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi u'lken bolg'an wortali'qtan nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi kishi bolg'an wortali'qqa jaqti'li'q bag'darlang'anda tu'siw mu'yeshi belgili mu'yeshiden u'lken bolg'anda nur yeki wortali'q shegarasi'nan toli'q shag'i'li'sadi'.

Toli'q ishki shag'i'li'si'w qubi'li'si axborot texnologiya tarawi'nda ken' qollani'ladi'. Bul qubi'li's «Nur talshi'qlar optikasi» dep atali'wshi' optikani'n' woz aldi'na taraw qa'nigeleri ta'repinen ken' u'yreniledi. Bunda optikali'q su'wretleniw belgilengen ta'rtip penen jaylasti'ri'lg'an nur talshi'qlar kabelleri arqali' jetkerilip beriledi.

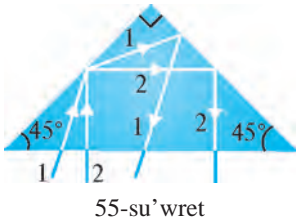
Ha'r bir talshi'qtan nurdi'n' wo'tiwini 54-su'wrette su'wretlengendey ko'z aldi'mi'zg'a keltiriw mu'mkin. Toli'q si'ndi'ri'w ko'rsetkishleri bir-birinen pariqli' cilindr formasi'ndagi' shiyshe yamasa plastikali'q wo'zek ja'ne worap turi'wshi' qabi'qtan du'zilgen. Wo'zektin' si'ndi'ri'w ko'rsetkishi qabi'qtikinen u'lken boladi'. Sol sebepli wo'zek ha'm qabi'q shegarasi'nda jaqti'li'qti'n' toli'q ishki shag'i'li'si'w qubi'li'si ju'z



53-su'wret



54-su'wret



beredi. Wo'zek ishindegı bag'darlang'an nur si'rtqa shi'g'i'p ketpesten talshi'qti'n' yekinshi u'shi'nan shi'g'adi'.

Toli'q wo'zeginin' diametri bir neshe mikronnan ju'zlep mikrong'a shekem, qabi'qti'n' qali'n'li'g'i' wonlag'an mikronnan ju'zlegen mikrong'a shekem boladi'. Sonday mi'n'lap, millionlap talshi'qlardan

tayarlant'an kabeldin' bir ushi'nan ko'rinis jiberilse, woni'n' yekinshi ushi'nan usi' signaldi'n' wo'zin qabi'l yetip ali'w mu'mkin. Nur talshi'qli' kabeller arqali' jiberilgen signal ju'da' ha'm az jog'alti'w ha'm joqari' si'pat penen uzaq arali'qlarg'a jiberiledi.

Nur talshi'qli' baylani's kabelleri Ti'ni'sh ha'm Atlantika okeanlari'ni'n' suw asti'nan wotkizilgen. Ha'zirgi waqi'tta bul kabeller Aziya ha'm Evropani' Amerika materigi menen, Evropani' O'zbekistan arqali' Qi'tay menen baylani'sti'ri'p turadi'.

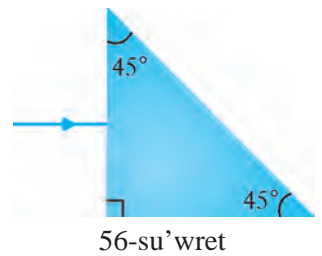
Nur talshi'qlar optikasi' medicinada da ken' qollani'ladi'. Nur talshi'qli' kabel ja'rdeminde adamni'n' ishki ag'zalari'n ko'riw, su'wretke ali'w mu'mkin. 55-su'wrette jaqti'li'q nurlari'ni'n' shiyshe prizmasi' ishinde si'ng'an nuri'ni'n' joli' su'wretlengen. Bunday qubi'li's optikali'q a'sbaplarda ken' qollani'ladi'.



1. Toli'q ishki shag'i'li'si'w qubi'li'si qalay ju'z beredi?
2. Nur talshi'qli' kabellerde ko'rinisler qalay jetkeriledi?
3. Toli'q ishki shag'i'li'si'wdin' qollani'li'wi' haqqi'nda nelerdi bilesiz?
4. 55-su'wrette su'wretlengen nurdi'n' joli'n analiz yetin.

SH
17

1. Nur da'stesi suwdan ($n = 1,33$) hawag'a wo'tpekte. Toli'q ishki shag'i'li'si'wdi'n' ju'z beriwı ushi'n shiyshe ishindegı tu'sip turg'an nur qanday mu'yesh asti'nda tu'siwi kerek?
2. Nur da'stesi nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1,5 bolg'an bir wortali'qtan yekinshi wortali'qtqa 53° mu'yesh asti'nda tu'skende toli'q ishki shag'i'li'si'w baqlanadi'. Yekinshi wortali'qti'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishin tabi'n'. Bunda $\sin 53^\circ = 0,79$ dep ali'n'.
3. Nur da'stesi bir wortali'qtan nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1,1 bolg'an yekinshi wortali'qtqa 47° mu'yesh asti'nda tu'skende toli'q ishki shag'i'li'si'w baqlanadi'. Birinshi wortali'qti'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishin tabi'n'. Bunda $\sin 53^\circ = 0,79$ dep ali'n'.
4. Temperaturani'n' joqari'lawi menen suwdi'n' si'ni'w ko'rsetkishi biraz azayadi'. Bunda suw ushi'n toli'q qaynati'wdi'n' shegarali'q mu'yeshi qanday wo'zgeredi?
5. 56-su'wrettegi shiyshe prizmag'a tu'sken nurdi'n' joli'n dawam yettirin'.



26-§. SHIYSHENIN' NUR SI'NDI'RI'W

KO'RSETKISHIN ANI'QLAW

(Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: elektr lampa, san'laqli' tosi'wshi' zat, ushmu'yeshli shiyshe prizma, jip, transportir.

Jumi'sti worinlaw ta'rtibi

1. *S* derekti jag'i'p, woni'n' joli'na sanlaqli' tosi'wshi' zatti'n' arti'nda jin'ishke da'steli nur payda bolatug'i'nday yetip jaylasti'ri'n'. Nur joli'n stoldi'n' u'stine si'zi'q tarti'w arqali' belgilen'.

2. Nur da'stesinin' joli'na ushmu'yeshli shiyshe prizmani' 57-su'wrette ko'rsetilgenindey jaylasti'ri'n'. Prizmani'n' joqari'si'ndag'i' a mu'yeshi jazi'p ali'n' (bul mu'yesh prizmag'a jazi'lg'an boladi').

3. Prizma qoyi'lg'anda nur da'stesi O tochkada si'nadi' ha'm wo'zinin' joli'n wo'zgartirip, γ mu'yeshke buriladi'. Nurdi'n' si'ng'an joli'n iyneler menen belgilen' ha'm γ mu'yeshi transportir menen wo'lshen'.

4. Nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n bolg'an shiyshe prizmadan hawag'a wo'tiw hali' ushi'n jaqti'li'qti'n' si'ni'w ni'zami'n to'mendegishe ko'rsetiw mu'mkin:

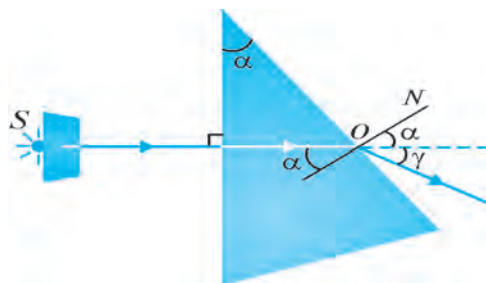
$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} \quad (1) \quad \text{yamasa} \quad \boxed{n = \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha}}, \quad (2)$$

bunda α - shiyshe ha'm hawa shegarasi'na nurdi'n' tu'siw mu'yeshi boli'p, woni'n' shamasi' prizmani'n' joqari'dag'i' mu'yeshine ten', α ha'm γ nin wo'lshengen ma'nisin (2) formulag'a qoyi'p, berilgen shiyshenin' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishin ani'qlan'.

5. Shiyshe prizmani' derekten tu'rli uzaqli'qqa qoyi'p, ta'jiriybeni 3 ma'rte ta'kirarlan'. Ha'r bir hal ushi'n mu'yeshi wo'lshen' ha'm shiyshenin' nur si'di'ri'w ko'rsetkishin ani'qlan'.

6. Wo'tkerilgen 3 ta'jiriybeden ali'ng'an na'tiyjeler tiykari'nda shiyshe-degi nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishinin' wortasha shamasi' n_{wort} ni' yesaplan'.

7. Ta'jiriybe procesindegi wo'lshew ha'm yesaplaw na'tiyjelerin 12-kestege jazi'n'.



57-su'wret

№	α	$\sin \alpha$	γ	$\sin(\alpha + \gamma)$	n	n_{wort}
1						
2						
3						

1. Ta'jiriybede jaqti'li'q nuri'ni'n' joli'n analiz qi'li'n', tu'siw ha'm si'ni'w mu'yeshlerin ko'rsetin'.
2. Ta'jiriybe procesin ha'm na'tiyjelerin analiz yetin'.

27-§. LINZALAR

Do'n'es ha'm woyi's linzalar

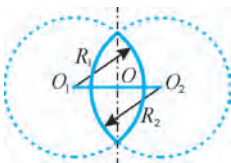


Bir yamasa yeki ta'repi sferali'q bet penen shegaralang'an mo'ldir dene *linza* dep ataladi'.

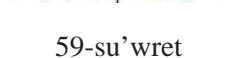
Linzalar do'n'es ha'm woyi's boladi'. Wortu bo'limi shetki bo'limine sali'sti'rg'anda qali'n' bolsa – *do'n'es linza*, ju'qa bolsa – *woyi's linza* dep ataladi'. Ha'r yeki linza 3 tu'rden ibarat (58-su'wret).

Do'n'es linzani'n' betin R_1 ha'm R_2 radiusli' sferalardi'n' wo'z ara kesilisiwinen payda bolg'an bet dep qaraw mu'mkin (59-su'wret). Bunda R_1 ha'm R_2 linzani'n' iyreklik radiuslari'. Sferalardi'n' O_1 ha'm O_2 woraylari'nan wo'tkizilgen O_1O_2 tuwri' si'zi'q *linzani'n' bas optikali'q ko'sheri* dep ataladi'. Linzani'n' wortasi'ndag'i' O noqati' *linzani'n' worayi'* dep ataladi'.

Yeger do'n'es linzag'a woni'n' bas optikali'q ko'sherine parallel bag'darlang'an nurlardi' bag'darlasaq, linzadan wo'tken nurlar bas optikali'q ko'sheri u'stindeg'i bir tochkada ji'ynaladi' (60-a, su'wret). Usi' ji'ynawshi' F noqat linzani'n' *bas fokusi'* dep ataladi'. Do'n'es linza nurlardi' bir noqatda ji'ynaw qa'siyetine iye bolg'ani' ushi'n woni' *ji'ynawshi' linza* dep te ataladi'.



58-su'wret



59-su'wret

Yeger do'n'es linza worni'na woyi's linzag'a nurlardi' tap sonday bag'darlansa, linzadan wo'tken nur bir tegis shashi'raydi' (60-b, su'wret). Soni'n' ushi'n woyi's linza *shashi'ratiwshi' linza* depte ataladi'. Shashi'wshi' linzadan wo'tken nurlar keru ta'repke dawam yettirilse, wolar bas optikali'q ko'sherdin' bir tochkasi'nda

kesilisedi. Sol F noqat woyi's linzani'n' **jormal fokusi'** dep ataladi'.

Linzalar yeki fokusqa iye boli'p, wolar linzani'n' yeki ta'repinde worayi'nan birdey arali'qta jatadi'. Linza worayi'nan fokusi'na shekem bolg'an arali'q linzani'n' fokus arali'g'i' dep ataladi' ha'm F haribi menen belgilenedi.



Fokus arali'g'i'na keru sha'ma linzani'n' optikali'q ku'shi dep ataladi' ha'm D ha'ribi menen belgilenedi.

Yag'ni'y:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (1)$$

Optikali'q ku'shtin' tiyqarg'i' birligi yetip dioptriya (1 dptr) qabi'l yetilgen. Fokus arali'g'i' 1 m bolg'an linzani'n' optikali'q ku'shi 1 dptr g'a ten' boladi': 1 dptr = 1/m.

Ji'ynawshi' linzada optikali'q ku'shi ha'm fokus arali'q won', shashi'rat'i'wshi' linzada bolsa yekewide teris boladi'.

Iyreklik radiusi' R_1 ha'm R_2 ja'ne si'ndi'ri'w ko'rsetkishi n bolg'an linzani'n' focus arali'g'i'n to'mendegi formula arqali' tabi'w mu'mkin:

$$F = \frac{1}{(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}. \quad (2)$$

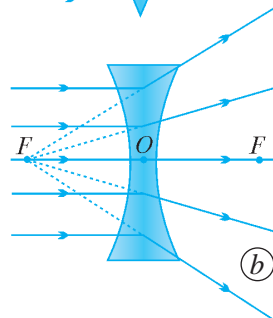
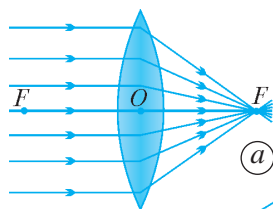
Bunda nur hawadan linzag'a tu'sedi ha'm hawani'n' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1 ge ten' dep ali'nadi'.

Linza formulasi

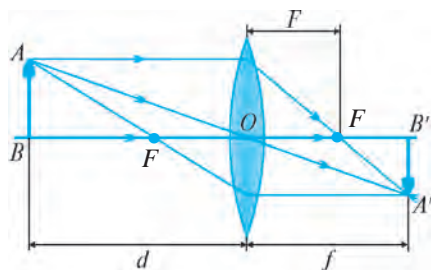
Yeger AB buyi'm linzadan d uzaqli'qqa qoyi'lsa, linzadan f arali'qtag'i' arg'i' jag'i'nda buyi'mni'n' awdari'lg'an $A'B'$ ko'rinisi payda boladi' (61-su'wret). Ko'rinis linzadan qanday uzaqli'qta payda boli'wi'n to'mendegi **linza formulasi'** arqali' ani'qlaw mu'mkin:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (3)$$

Linza formulasi' buyi'mnan linzag'a shekem bolg'an d arali'q, linzadan



60-su'wret



61-su'wret

ko'riniske shekem bolg'an f arali'q ha'm linzani'n' F fokusi' arali'g'i' arasi'ndagi' baylani'sti' ko'rsetedi.

Payda bolg'an ko'rinis jormal bolg'anda ko'rina'sten linzag'a shekem bolg'an f arali'q teris belgi menen ali'nadi'. Linzada ko'rinistin' u'lkeyiwi de, kisha'reyiwi de mu'mkin. Yeger buyi'mni'n' u'lkenligi AB , ko'rinistin' u'lkenligi $A'B'$ bolsa, linzani'n' u'lkeyiwi $K = A'B'/AB$ boladi'. AOB ha'm $A'OB'$ u'shmu'yeshlerdin' uqsaytug'i'nli'gi'nan $A'B'/AB = OB'/OB$ ha'm $OB = d$, $OB' = f$ qatnaslardi' jazi'w mu'mkin. Wonday jag'dayda linzani'n' u'lkeyiwi formulasi' to'mendegishe ko'rsetiledi:

$$K = \frac{f}{d}. \quad (4)$$

Yeger $K > 1$ bolsa, buyi'mni'n' linzadag'i' ko'rinisi u'lkeygen boladi'. $K < 1$ bolg'anda bolsa ko'rinis kisha'reygen boladi'. K ni' yesaplawda f teris sanli' bolsa, wol jag'dayda woni'n' won' ma'nisi ali'nadi'.



1. Linza dep qanday denegede ayti'ladi'?
2. Do'n'es ha'm woyi'q linzalardi'n' bir-biriinen parqi' neden ibarat?
3. Do'n'es ha'm woyi'q linzalardi'n' qanday tiyqarg'i' tu'rleri bar?
4. Linzani'n' bas optikali'q kosheri, bas fokusi', jormal fokusi', fokus arali'g'i' dep nege ayti'ladi'? Wolardi' 57- ha'm 58- su'wretlerden ko'rsetin'.
5. Linzani'n' optikali'q ku'shi dep qanday sha'mag'a ayti'ladi'? Wol qanday birlikte ko'rsetiledi?
6. Linzani'n' formulasi'n' jazi'p berin'. Bul qanday baylani'sti' ko'rsetedi?
7. Linzani'n' u'lkeytiriwi qalay ko'rsetiledi?

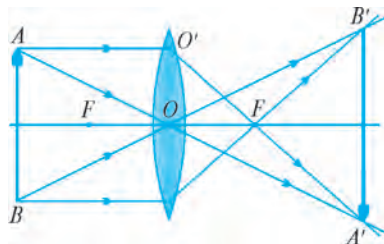


1. Fokus arali'g'i' 40 sm, 25 sm, 10 sm, -10 sm, -25 sm, -40 sm bolg'an linzani'n' optikali'q ku'shin ani'qlan'.
2. Hawag'a sali'sti'rg'anda nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1,5 g'a ten' shiysheden islengen bettin iyreklik radiuslari' 25 sm ha'm 40 sm bolg'an yeki ta'repleme do'n'es linzani'n' optikali'q ku'shin tabin'.
3. Fokus arali'g'i' 10 sm bolg'an linzadan 20 sm aldi'ni'raq qoyi'lg'an buyi'mni'n' su'wreti linzadan qansha arali'qtag'i' uzaqli'qta payda boladi'? Buyi'mni'n' u'lkeytiriliwinin' neshege ten' yekenligin ani'qlan'.
4. Fokus arali'g'i' 20 sm bolg'an linzani'n' optikali'q ku'shi qansha? Fokus arali'g'i' 10 sm bolg'an linzaniki qansha boladi'?
5. Woqi'wshi' laboratoriyali'q jumi'shti' wori'nlap ati'ri'p, ekranda jani'p turg'an shamni'n' ani'q ko'rinisin payda yetti. Yeger shamnan linzag'a shekem bolg'an arali'q 30 sm, linzadan ekrang'a shekemgi bo'lg'an arali'q bolsa 23 sm bolsa, linzani'n' fokus arali'g'i' ha'm optikali'q ku'shi qansha?

28-§. JUQA LINZA JA'RDEMINDE KO'RINIS JASAW

Juqa linzani'n' fokus arali'g'i' u'lken bolg'ani' ushi'n woni'n' payda yetetug'i'n ko'rinisin si'zi'lmada su'wretlew qolayli'. Sol sebepli ko'rinisti jasaw ha'm analiz yetiwde juqa linzadan paydalani'ladi'.

Linza ja'rdeminde *A noqati'ni'n' ko'rinisin jasaw* ushi'n sol tochkadan bas optikali'q ko'sherge parallel AO' nuri' ha'm linza worayi'nan wo'tetug'i'n AO nur wo'tkiziledi. AO' nur linzada sini'p, F fokusi'nan wo'tedi. Bunan ha'm linza worayi'nan wo'tetug'i'n nurlardi'n' kesilisiwinen A' noqatda A noqati'ni'n' ko'rinisi boladi' (62-su'wret).



62-su'wret

Buyi'mni'n' ko'rinisin jasaw ushi'n woni'n' tiyisli tochkalari'ni'n' ko'rinisi payda yetiledi. Son'i'nan bul tochkalar birlestirilse, buyi'mni'n' ko'rinisi payda boladi'.

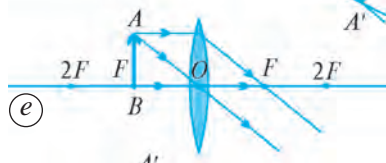
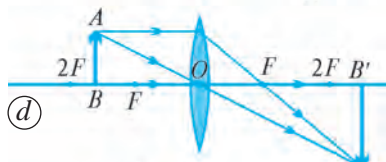
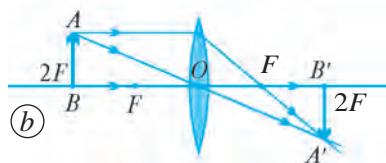
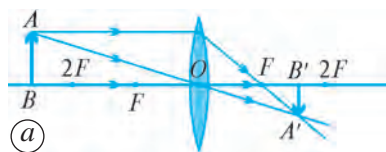
Bas optikali'q ko'sherge perpendikular jaylasqan AB kesimnin' linza payda yetetug'i'n ko'rinisin jasayi'q. Buni'n' ushi'n A ha'm B noqatlardan bas optikali'q ko'sherge parallel nurlar ha'm linza worayi'nan wo'tetug'i'n nurlar wo'tkizemiz. A noqati'nan shi'qqan yeki nur A' noqatda, B noqati'nan shi'qqan yeki nur bolsa B' noqati'nda kesilisedi. A' noqati'nan B' noqati'na $A'B'$ kesimdi wo'tkizemiz. Payda bolg'an $A'B'$ kesim AB buyi'mni'n' linza payda yetken ko'rinisi. Su'wretleniwi to'n'kerilgen ko'rinda' ste boladi'.

Ko'rinis jasawdi' ja'ne de a'piwayi'lasti'ri'w ushi'n ko'rinis jasalatu'g'i'n AB buyi'mni'n' B noqati'n bas optikali'q ko'sherdin' u'stine qoyami'z. Wunday jag'dayda AB buyi'mni'n' ko'rinisin payda yetiw ushi'n tek A noqati'nan shi'g'atug'i'n yeki nurdi' wo'tkiziw jeterli boladi' (63-a su'wret). Nurlar kesilisen A' tochkasi'nan bas optikali'q ko'sherge perpendikulyar tu'siriledi. Payda yetilgen $A'B'$ kesim AB buyi'mni'n' ko'rinisi boladi'.

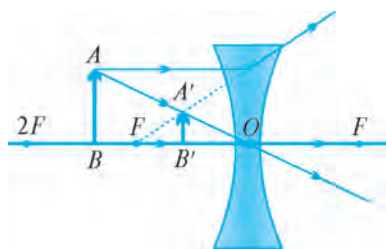
Linza payda yetetug'i'n ko'rinistin' qaysi'jerde payda boli'wi', u'lken-kishiligi, tuwri' yamasa to'n'kerilgenligi, haqi'yqi'y yamasa jormalli'g'i' buyi'mni'n' linza fokusi'na sali'sti'rg'anda qanday arali'qta turg'anli'g'i'na baylani'sli' boladi'.

To'mende buyi'm fokus arali'qqa sali'sti'rg'anda tu'rli jerlerde turg'anda linzada payda bolatug'i'n ko'rinislerdi ko'rip shi'g'ami'z:

1. Buyi'm linzani'n' yekilengen fokus arali'g'i' $2F$ ten uzaqta turg'an bolsi'n, yag'ni'y $d > 2F$. Bunday jag'dayda ko'rinis kishi'reygen ($K < 1$) ha'm to'n'kerilgen halatta fokus penen yekilengen fokus arali'g'i'nda payda boladi' (63-a, su'wret).



63-su'wret



64-su'wret

2. Buyi'm linzadan yekilengen fokus arali'g'i' $2F$ ke ten' bolg'an uzaqli'qta turg'an bolsi'n, yag'ni'y $d = 2F$. Bul halatta ko'rinistin' shamasii' wo'zgermeydi ($K = 1$) ha'm ko'rinis to'n'kerilgen halatta linzadan $2F$ uzaqli'qta payda boladi' (63-b, su'wret).

3. Buyi'm linzani'n' fokus arali'g'i' F ha'm yekilengen fokus arali'g'i' $2F$ arali'g'i'nda turg'an bolsi'n, yag'ni'y $F < d < 2F$. Bul halatta ko'rinis u'lkeygen ($K > 1$) ha'm to'n'kerilgen halatta yekilengen fokus arali'g'i'ni'n' arg'i' jag'i'nda payda boladi' (63-d, su'wret).

4. Buyi'm linzani'n' fokusi'nda turg'an bolsi'n, yag'ni'y $d = F$. Bul halatta buyi'mni'n' qa'legen tochkasi'nan shi'g'i'p linzada si'ng'an yeki nur wo'z ara kesilispeydi. Soni'n' ushi'n ko'rinis payda bolmaydi' (63-e, su'wret).

5. Buyi'm linza menen fokus arasi'nda turg'an bolsi'n, yag'ni'y $d < F$. Bul halatta linza menen fokus arali'g'i'nda u'lkeygen ($K > 1$), tuwri' ha'm jormal ko'rinis payda boladi' (63-f, su'wret). Buyi'mdi' u'lkeytip ko'riw ushi'n linza buyi'mg'a a'ne sonday jaqi'nlasti'ri'li'wi' kerek.

Ji'ynawshi' linzadan pari'qli' ra'wishte shashi'rati'wshi' linzada buyi'mi'nan qay jerde turg'anli'g'i'na qaramastan, payda bolg'an ko'rinis barli'q halatlarda kishi'reygen, tuwra ha'm jormal boladi' (64-su'wret).

1. 62-su'wretten linza payda yetetug'i'n buyi'mni'n' ko'rinisi ulu'wma halatta qanday jasali'wi'n tu'sindirip berin'.
2. 63-su'wretten buyi'm fokus arali'g'i'na sali'sti'rg'anda tu'rli jerlerde turg'an hallar ushi'n linza payda yetken ko'rinistin' jasali'wi'n analiz yetin'.
3. 64-su'wretten shashi'wshi' linza payda yetetug'i'n ko'rinistin' jasali'wi'n tu'sindirip berin'.

1. Buyi'mnan lizag'a shekem bolg'an arali'q 40 sm, linzadan ko'riniske shekem bolg'an arali'q 25 sm. Linzani'n' fokus arali'g'i'ni'n' tabi'n'. Ko'rinistin' hali' 63-su'wrettegi qaysi' halg'a tuwra keledi?

2. Buyi'mnan linzag'a shekem bolg'an arali'q 12 sm, linzadan ko'riniske shekem bolg'an arali'q 24 sm. Linzani'n fokus arali'g'i'n tabi'n'. Ko'rinistin hali' 63-su'wrettegi qaysi' halg'a tuwra keledi?
3. Buyi'mnan linzag'a shekem bolg'an arali'q 8 sm. Yeger linzani'n fokus arali'g'i' 24 sm bolsa, ko'rinis linzadan qanday arali'qta payda boladi'? Ko'rinistin hali' 63- su'wrettegi qaysi' halg'a tuwra keledi?

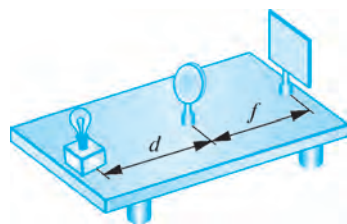
29-§. LINZA JA'RDEMINDE KO'RINIS PAYDA YETIW

(Laboratoriyali'q jumi's)

Kerekli a'sbaplar: optikali'q ku'sh 2,5–5 dptr a'tirapi'nda bolg'an do'n'es linza, elektr lampa, ekran, masshtabli' si'zg'i'sh.

Jumi'sti' wori'nlaw ta'rtibi

1. Elektr lampa, linza ha'm ekrandi' stoldi'n u'stine 65-su'wrette ko'rsetilgenindey jaylasti'ri'n'. Bunda d ha'm f sha'ma menen 40–60 sm a'tirapi'nda bolsi'n.



65-su'wret

2. Lampani' jag'i'n'. Ekrandi' aldi'na-arqasi'na iyterip, lampa talshi'g'i'ni'n' yen' ani'g'i'raq ko'rinisi payda bolatug'i'n arali'qti' tabi'n'. Buyi'mnan (lampadan) linzag'a shekem bolg'an d_1 arali'qti' ha'm linzadan ko'riniske shekem (ekrang'a shekem) bolg'an f_1 arali'qti' wo'lshen'.

3. Lampa menen linza arasi'ndag'i' arali'qti' dw ha'm de ke wo'zgartirip, ta'jiriybeni ta'kirarlan'. Ekranda lampa talshi'g'i'nan' yen' ani'g'i'raq ko'rinisi payda bolg'an arali'qta fw ha'm fe lerdi wo'lshen'.

4. Linza formulasi'nan paydalani'p, ha'r bir ta'jiriybeden ali'ng'an d_1 ha'm f_1 , d_2 ha'm f_2 , d_3 ha'm f_3 ushi'n fokus arali'g'i' F_1 , F_2 , F_3 ti yesaplan'.

5. $F_{\text{wort}} = (F_1 + F_2 + F_3)/3$ formulag'a qoyi'p, fokus arali'g'i'ni'n' wortasha ma'nisin yesaplan'.

6. $D = 1/F_{\text{wort}}$ formuladan linzani'n' optikali'q ku'shin yesaplan'.

7. Wo'lshew ha'm yesaplaw na'tiyjelerin 13-kestege jazi'n'.

8. Ta'jiriybe ha'm wo'lshew na'tiyjesinde tabi'lg'an F_{wort} ti linza fokus arali'g'i'ni'n' haqi'yqi'y shamasii' F si'pati'nda qabi'l yetip ta'jiriybeni dawam yettirin'. Linzani' lampadan $d > 2F$ sha'rti wori'nlanatug'i'n arali'qqa qoyi'n'. Ekrandi' aldi'na-arti'na iyterip, wonda lampa talshi'g'i'ni'n' ko'rinisin payda yetin'.

9. Linzani' lampadan $d = 2F$ arali'qqa qoyi'n'. Ekrandi' aldi'na-arti'na iyterip, wonda lampa talshi'g'i'ni'n' ko'rinisin payda yetin'.

10. Linzani' lampadan $F < d < 2F$ sha'rti wori'nlanatug'i'n arali'qqa qoyi'n'. Ekrandi' iyterip, wonda lampa talshi'g'i'ni'n' ko'rinishin payda yetin'.

11. Linzani' lampadan $d < F$ arali'qqa qoyi'n'. Ekrannan lampa talshi'g'i'ni'n' ko'rinishin izlen'. Linzani'n' arqasi'nda ko'rinish payda bolmag'anli'g'i'na isenim payda yetin'.

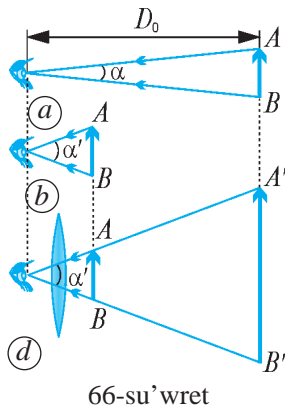
13-keste

№	d, m	f, m	F, m	F_{wort}, m	D, dptr
1					
2					
3					

- 8–10-boyi'nsha wo'tkerilgen ta'jiriyelerde ekranda payda yetilgen ko'rinishlar bir-birinen qanday pari'qlanadi'?
- 11-boyi'nsha wo'tkerilgen ta'jiriyede ne sebepten ekranda ko'rinish payda bolmag'ani'n tu'sindirip berin'.
- Ta'jiriybe na'tiyjelerin analiz yetin' ha'm wolar boyi'nsha pikir ju'rgizin'.

30-§. OPTIKALI'Q A'SBAPLAR

Lupa



Ko'zimizdin' yen' jaqsi' ko'riw arali'g'i' $D_0 = 25$ sm a'tirapi'nda boladi'. Aytami'z, AB buyi'm betindegi mayda narselerdi ko'zden kesharemiz. Arali'q D_0 den azayg'anda ko'zimiz buyi'mdag'i mayda narselerdi ko're almaydi'.

D_0 arali'qta ko'zimizdin' AB buyi'mdi' ko'riw mu'yeshi α g'a ten bolsi'n (66-a, su'wret). AB buyi'mi'n ko'zge ju'da' jaqi'n keltirsek, ko'riw mu'yeshi α' g'a ten boladi' (66-b, su'wret). Biraq bul halatta buyi'mni'n' betindegi mayda na'rseler «buldi'rap» ketkendey ko'rinedi.

Buyi'm menen ko'zimiz arasi'na lupa qoysaq, D_0 arali'qta AB buyi'mni'n' u'lkeygen $A'B'$ ko'rinishi ko'rinedi (66-d, su'wret). Su'wretleniwde buyi'mni'n' betindegi mayda na'rseler de u'lkeygen halatta ko'rinedi. Bunday hal ushi'n lupani'n' u'lkeytiwi $K = A'B'/AB = \alpha'/\alpha$ boladi'.



Lupa – buyi'mlardin' ko'riw mu'yeshin u'lkeytip beretug'in yeki ta'repleme do'n'es linza.

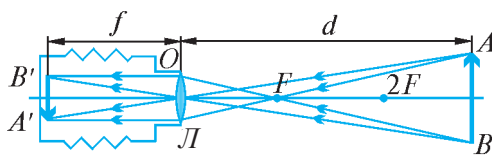
Lupaning u'lkeytiwi $K = D_0/F$ formula menen ani'qlanadi'. Lupani'n' fokus arali'g'i', a'dette, 1–10 sm boladi'. $D_0 = 25$ sm a'tirapi'nda yekenligin yesapqa alsaq, ayti'w mu'mkin, lupa buyi'mlardiy 2,5–25 yese u'lkeytip ko'rsetedi.

Fotoapparat



Fotoapparat – obekttin' ko'rinishin fotoplyonka, fotoplasti'na yamasa fotoqag'azg'a tu'sirip, saqlaytug'i'n yetip beretug'i'n apparat.

Fotoapparatni'n tiykarg'i' bo'limi obektiv O ha'm kamera K dan ibarat (67-su'wret). Obektivtegi linza L kamera ekrani'na AB buyi'mni'n' keru, haqi'yqi'y ha'm kisha'reygen A'B' ko'rinishin payda yetedi. Fotoapparat ja'rdeminde buyi'mlardi'n' ko'rinishin payda yetiwde buyi'm menen linza arasi'ndag'i' arali'q linzani'n' yekilengen fokusi'nan u'lken boladi'. Fotoapparat linzasi'ni'n' u'lkeytiwi $K = f/d$ formulasi' menen ani'qlanadi'.



67-su'wret

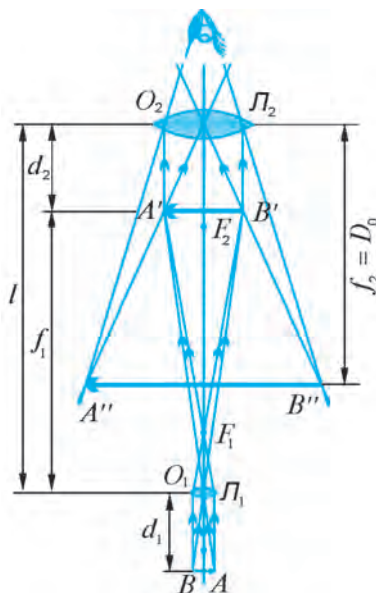
Fotoapparatta buyi'mni'n' ko'rinishin saqlap qali'w maqsetinde kamerani'n' ekrani'na jaqti'li'q ta'sirinde ko'rinishni wo'zinde payda yetetug'i'n ha'm saqlap qalatug'i'n arnavli fotoemulsiya qaplang'an fotoplastinka yamasa fotoplyonka jaylasti'ri'ladi'.

Mikroskop



Mikroskop – jaqi'n arali'qtag'i' ko'zge tuwradan-tuwra ko'rinibeytug'i'n ju'daa mayda obektlardi u'lkeytip ko'rsetetug'i'n optikali'q a'sbap boli'p yesaplan'adi'.

Mikroskoptan bakteriyalar, kletkalar si'yaqli' mayda obektlardi ko'riw ushi'n paydalani'ladi'.



68-su'wret


O_1 okulyardag'i' L_1 ja'rdeminde AB buyi'mni'n' keru, haqi'yqi'y ha'm u'lkeygen ko'rinisi $A'B'$ payda yetiledi (68-su'wret). Mikroskopti'n' O_2 obektivindegi L_2 linza lupa si'yaqli' ko'rinis mu'yeshin koterip beredi. Mikroskopti'n' obektivine qaralg'anda L_1 linza payda yetken $A'B'$ ko'rinis ko'zdin' yen' jaqsi' koriw arali'g'i' bolg'an D_0 uzaqli'qta ja'nede u'lkeygen $A'B'$ halatta ko'rinedi.

Mikroskopti'n' u'lkeytiwi $K = lD_0/F_1F_2$ formula menen ani'qlanadi'. Bunda l – linzalar arasi'ndagi' arali'q, F_1 ha'm F_2 – linzalardin' fokus arali'g'i'.

Jetilistirilgen bunday mikroskoplar ja'rdeminde ko'zdin' ilmeytug'i'n mayda obektlerin 3000 yesege shekem u'lkeytip ko'riw mu'mkin. Keyingi ji'llarda jarati'lg'an arnawli' mikroskoplardi'n' u'lkeytiw koefficienti 100 mi'n'g'a shekem boladi'.

1. Lupada ko'rinis qalay payda boladi'? Woni'n' u'lkeytiwi qalay ani'qlanadi'?
2. Fotoapparatni'n' du'zilisi ha'm islewin tu'sindirip berin'.
3. Mikroskopta ko'rinis qalay payda boladi'? Woni'n' u'lkeytiwi qalay ani'qlanadi'?
4. Optikali'q teleskoplar haqqi'nda nelerdi bilesiz?

- SH 20**
1. Fokus arali'g'i' 2,5 sm bolg'an lupa buyi'mdi' neshe yese u'lkeytip ko'rsete aladi'? Usi' ha'm keyingi ma'selelerde $D_0 = 25$ sm dep ali'n'.
 2. Buyi'mdi' 20 yese u'lkeytip ko'rsete alatug'i'n lupani'n' fokus arali'g'i' qansha?
 3. Mikroskop linzalari'ni'n' fokus arali'qlan mas ra'wishte 1,5 sm ha'm 2,5 sm, linzalar arali'g'i' 30 sm. Bunday mikroskop obektti neshe yese u'lkeytip ko'rsetedi?
 4. 5 km biyikliktegi samalyottan jer 1:2000 masshtabta fotosu'wretke ali'nbaqta. Fotoapparat obektivinin' optikali'q ku'shin ani'qlan'. 250 km biyikliktegi jasalma joldastan Jerdin' beti sol fotoapparat penen su'wretke ali'nsa, su'wret qanday masshtabta shi'g'adi'?
 5. Filmoskop penen ekranga shekem bolg'an arali'qti qi'sqarti'wda ko'rinis jarqi'nli'g'i'nsha qali'wi' ushi'n obekt penen diafilm pluonkasi' arasi'ndagi' arali'qti' qalay wo'zgeritiriw kerek? Bunda ko'rinistin' wo'lshemleri ha'm jaqti'landi'rg'ani' qalay wo'zgeredi?
 6. Birinshi fotoapparat obektivinin' fokus arali'g'i' 5 sm, yekinshisiniki 4 sm. Birdey arali'qtan turi'p bir obektin' fotosu'wreti ali'ng'anda obektin' qaysi' fotoapparatda ali'ng'an su'wreti u'lkenirek shi'g'adi'?

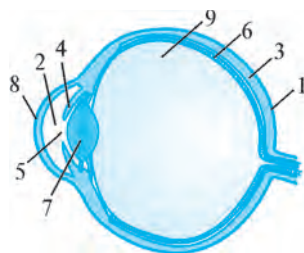
 Lupani'n' u'lkeytiwi K m ani'qlan'. Buni'n' ushi'n lupani'n' Quyash nurlari'n joli'na tuti'p, nurlar lupadan qanday F arali'qta ji'ynali'wi'n wo'lshen'.

31-§. KO'Z HA'M KO'RIW

Ko'zdin' du'zilisi

69-su'wrette adamni'n' ko'z du'zilisi su'w-retlengen. Ko'z almasi'ni'n' si'rtqi' qabi'g'i' *sklera* (1), woni'n' mo'ldir aldi'ng'i' bo'limi *mu'yizli perde* (2) dep ataladi'. Sklera ishki ta'rep-ten qan *tami'r perdesi* (3) menen qaplang'an. Qan tami'r perdesi qan tami'rlari'nan ibarat.

Qan tami'r perdesinin' aldi'ng'i' bo'limi ko'zdin' *ren'li perde (dog'a)sine* (4) tutasqan. Woni'n' wortasi'nda domalaq tesik – *qarashi'q* (5) bar. Qan tami'r perdesinin' asti'nda *tor perde* (6) boli'p, wol tig'i'z jaylasqan nerv talshi'qlari'ni'n' ushlari'nan ibarat. Ko'zdin' ren'li perde (dog'a)si'ni'n' arti'nda mo'ldir dene – *ga'whar* (7) jaylasqan boli'p, wog'an tutasqan arnawli' bulshi'q yetler ga'whardin' iymeklik radiusi'n wo'zgartip turadi'. Ga'whardi'n' qarama-qarsi' ta'repindegi tor perdenin' beti jaqti'li'qqa sezgir sari' zat penen qaplang'an. Mu'yizli perde menen ga'whar arali'g'i' ren'siz *suw ta'rizli suyi'qli'q* (8) penen tolg'an. Ga'whar menen tor perde arasi'nda jumsaq *shiyshе ta'rizli dene* (9) bar. Suw ta'rizli suyi'qli'q ha'm shiyshе ta'rizli denenin' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1,33 ke, wolar arasi'ndag'i' jaylasqan ga'whardiki bolsa 1,5 ke ten'. Ga'whar yeki ta'repleme do'n'es linza wazi'yipasi'n atqaradi'.



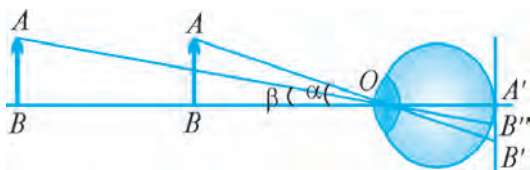
69-su'wret

Ko'riw

Buyi'mg'a qarag'ani'mi'zda wonnan kelip turg'an nur ko'zge tu'sedi ha'm perdede buyi'mni'n' haqi'yqi'y, kishi'reygen ha'm ton'kerilgen ko'rinisi payda boladi'. Tor perdedegi nerv talshi'qlari' buyi'mni'n' formasi' ha'm ren'i haqqi'nda informaciyani' miyge jetkeredi. Sonday yetip adam sol buyi'mni'n' formasi' ha'm ren'in sezedi.

A'tiraptag'i' buyi'mlar adamni'n' ko'zinen tu'rli arali'qta jaylasqan bolsada, torli' perdede ani'q ko'rinis payda bola beredi. Bug'an sebep, ko'zdin' ga'whari'ni'n' iymeklik radiusi', fokus arali'g'i'ni'n' wo'zgeriwshen'ligi boli'p yesaplan'adi'.

Ju'da' uzaqtag'i' buyi'mlardi' seze almaymi'z. Aytayi'q, ko'z ga'whari'ni'n' optikali'q worayi' *O* noqatta bolsi'n. Jaqi'n jerde turg'an *AB* shamadag'i' buyi'mg'a a mu'yeshi asti'nda qarag'ani'mi'zda woni'n' ko'rinisi torli' perdede *A'B'* shamada payda boladi'(70-su'wret). Yeger usi' *AB* buyi'mdi' uzag'i'raq arali'qqa qoyi'p wog'an qarasaq, payda



70-su'wret

bolg'an $A'B''$ ko'rinis ha'm B ko'riw mu'yeshi kishirek boladi'. Bul halatta ko'rinis asti'na azi'raq sandag'i' nerv ushlari' tuwra kelledi. Soni'n' ushi'n buyi'mni'n' si'rtqi' ko'rinisi boyi'nsha azi'raq

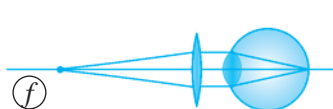
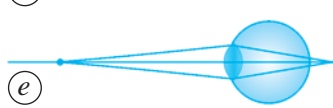
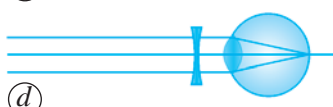
informaciya alami'z.

AB buyi'm qansha uzaq arali'qta bolsa, ko'rinis ha'm ko'riw mu'yeshi sonsha kishi boladi', si'rtqi' ko'rinis boyi'nshada sonsha az informaciya alami'z. Yeger AB buyi'm ju'da' uzaqta bolsa, perde talshi'g'i'ndag'i' ko'rinis sonsha kishi boladi', ko'rinis tek bir nerv talshi'g'i' ushi'na tu'sedi. Bir nerv talshi'g'i' tek bir noqat haqqi'nda informaciya beredi.

Yeki ko'z benen ko'riwde buyi'mni'n' ko'rinisi yeki ko'zde birdey payda boladi'. Yeger barmag'i'mi'zdi' tik hali'nda murni'mi'zdi'n' aldi'nda tuti'p tursaq, wol yekilenip ko'rinedi. Biraq barmagi'mi'z 15–20 sm uzaqli'qqa barg'ani'nda bul yekileniw joq boladi'. Sol arali'qtan baslap ko'zlerimiz ko'riwde bir-birine ja'rdem beredi. Bir ko'z benen ken'istliktin' u'sh wo'lshevligin, buyi'mlardi'n' uzaq-jaqi'nli'g'i'n, joldi'n' woyli'-ba'lentlign seziw qi'yi'n. Bunda yeki ko'z benen ko'riw ja'rdem beredi.

Ko'riwdegil kemshilikler. Ko'za'ynek

Jaqsi' yag'ni'y normada ko'riwshi adamni'n' ko'zinde buyi'mni'n' ko'rinisi torli' perdede payda boladi' (71-a, su'wret). Ayi'ri'm adamlar uzaqtan ko'rmeydi. Bunday adamlar ko'zinde uzaqtagi' buyi'mni'n'



71-su'wret

ko'rinisi tor perdeden berjaqta payda boladi' ha'm buyi'mlar buldi'rap korinedi (71-b, su'wret). Bunday ko'z jaqi'nnan ko'riwshi dep ataladi'.

Jaqi'nnan ko'riwshi ko'zlerde ga'whardi'n' fokus arali'g'i' normadan az, yag'ni'y optikali'q ku'shi u'lkenirek boladi'. Ko'riwdi jaqsi'law ushi'n woyi's linzali' ko'za'ynekten paydalani'ladi'. Ko'za'ynektegi optikali'q ku'sh teris bolg'an bunday linza ko'rinisti tor perde ta'repke iyterip beredi (71-d, su'wret). Bunday ko'za'ynek ja'rdeminde buyi'mdi' jaqsi' koriw mu'mkin.

Bazi' birewler, a'sirese, u'lken jastag'i' adamlar wo'qi'w ha'm jazi'wda qi'yinaladi'. Bunday adamni'n' ko'zinde buyi'mni'n' ko'rinisi

tor perdeden arjaqta payda boladi' ha'm buldi'rap korinedi (71-e, su'wret). Bunday ko'z uzaqtan ko'riwshi dep ataladi'.

Uzaqtan ko'riwshi ko'zlerde fokus arali'g'i' normadan u'lken, yag'ni'y optikali'q ku'shi kishirek boladi'. Ko'rinisti jaqsi'law ushi'n do'n'es linzali' ko'za'ynek paydalani'ladi'. Ko'za'ynektegi optikali'q ku'sh won' bolg'an linza ko'rinisti tor perde ta'repke iyterip beredi (71-f, su'wret). Na'tiyjede bunday ko'za'ynek ja'rdeminde adam buyi'mdi' normadag'i' ko'z si'yaqli' jaqsi' ko'redi.



1. 71-su'wretten ko'zdin' du'zilisin tu'sindirip berin'.
2. Ko'zde ko'rini's qalay payda boladi'?
3. Yeki ko'z benen ko'riwdin' bir ko'z benen ko'riwden parqi' neden ibarat?
4. Jaqi'nnan ko'riwshi ha'm uzaqtan ko'riwshi ko'zlerdegi kemshilik neden ibarat? Bunday ko'zlerdin' jaqsi' ko'riwi ushi'n qanday ko'za'ynekten paydalani'w mu'mkin?



1. Jaqi'ndi' jaqsi' koriw ushi'n tagi'latugi'n +4 lik ko'za'ynektin' linzasi' don'es pe yamasa woyi'q pa? Linzani'n' optikali'q ku'shi ha'm fokus arali'g'i' qansha?
2. Uzaqt'i jaqsi' koriw ushi'n tagi'latugi'n -2,5 lik ko'za'ynektin' linzasi' don'es pe yamasa woyi'q pa? Linzani'n' optikali'q ku'shi ha'm fokus arali'g'i' qansha?
3. Fokus arali'g'i' 20 sm bolg'an don'es linzali' ko'za'ynektin' optikali'q ku'shi qansha boladi'? Bunday ko'za'ynek qanday maqsette tag'i'ladi'?
4. Fokus arali'g'i' 50 sm bolg'an woyi's linzali' ko'za'ynektin' optikali'q ku'shi qansha boladi'? Bunday ko'za'ynek qanday maqsette tag'i'ladi'?
5. Wo'qi'ti'wshi' stoli'nan 8 m arali'qta aqi'rg'i' partada woti'rg'an woqi'wshi' wo'lshew a'sbabi'ni'n' bo'linbelerin bir-birinen keskin pari'q yetip ko'riwi ushi'n bul bo'linbeler bir-birine qanshali'q jaqi'n boli'wi' mu'mkin? Shegarali'q ko'riw mu'yeshi 2 qa ten' dep yesaplan'.

VI BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Jaqti'li'q gedir-budir betten jaqti'li'q shashi'rap shag'i'li'sadi'.
- Yeger bet jeterli da'rejede tegis bolsa, bunday betten jaqti'li'q ayna si'yaqli' shag'i'li'sadi'.
- Jaqti'li'q ko'zla'ynek shag'i'li'si'w ni'zami':
 1. Tu'sken nur, shag'ilisqan nur ha'm yeki wortal'iq shegarasi'na nurdi'n' tu'siw noqati'nan wo'tkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadi'.
 2. Shag'i'li'si'w mu'yeshi γ tu'siw mu'yeshi α g'a ten'.
- Jaqti'li'q nuri'ni'n' si'ni'w ni'zami':
 1. Tu'sken nur, si'ng'an nur ha'm yeki wortal'i'q shegarasi'na nurdi'n' tu'siw noqati'nan wotkizilgen perpendikulyar bir tegislikte jatadi'.

2. Tu'siw mu'yeshi sinusi'ni'n' si'ni'w mu'yeshi sinusi'na qatnasi' berilgen yeki wortal'iq ushi'n wo'zgermeytug'i'n sha'ma boli'p yesaplan'adi'.
- Nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi u'lken bolg'an wortali'qtan nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi kishi bolg'an wortal'i'qqa jaqti'li'q bag'darlang'anda tu'siw mu'yeshi belgili mu'yeshen u'lken bolg'anda nur yeki wortal'iq shegarasi'nan toli'q shag'i'li'sadi'.
- Bir yamasa yeki ta'repi sferali'q bet penen shegaralang'an mo'ldir dene linza dep ataladi'.
- Linza formulasi':

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$
- Lupa – buyi'mlardi' ko'riw mu'yeshin u'lkeytip beretug'i'n yeki ta'repleme don'es linza.
- Fotoapparat – obektin' su'wretin fotoplyonka, fotoplastina yamasa fotoqag'azg'a tu'sirip, saqlaytug'i'n yetip beretug'i'n asbap.
- Mikroskop – jaqi'n arali'qtag'i' ko'zge tuwradan-tuwra ko'rinbeytug'i'n ju'da' mayda obektlerdi u'lkeytip korsetetug'i'n optikali'q a'sbap boli'p yesaplan'adi'.
- Jaqi'nnan ko'riwshi ko'zlerde ko'riwdi jaqsi'law ushi'n optikali'q ku'shi teris bolg'an linzali' ko'za'ynekten paydalani'ladi'.
- Uzaqtan ko'riwshi ko'zlerde ko'riwdi jaqsi'law ushi'n optikali'q ku'shi won' bolg'an linzali' ko'za'ynekten paydalani'ladi'.

BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

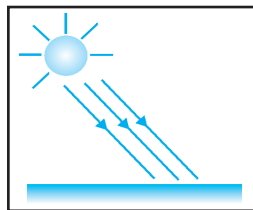
1. Shag'i'li'sqan ha'm tu'siwshi nurlar arasi'ndag'i' mu'yesh 70° qa ten' boli'wi ushi'n jalpaq aynag'a nur qanday mu'yesh asti'nda tu'siwi kerek?
- 2*. Yeger jalpaq aynani' nurdi'n' shag'i'li'si'wi' ju'z berip ati'rg'an tochka arqali' wo'tiwshi ko'sher a'tirapi'nda ha'm nurlar jaylasqan tegislikke perpendikulyar tegislik a'tirapi'nda φ mu'yeshke bursaq, shag'i'li'si'p ati'rg'an ha'm tu'sip ati'rg'an nurlar arasi'ndag'i' mu'yesh qanshag'a artadi'?
3. Qanday yetip yeki jalpaq aynanin' ja'rdeminde tasada turip baqlaw mu'mkin? Ilaji bolsa sonday a'sbap (aynali periskop) sog'i'n'.
4. Qi'rg'aqta turg'an adam tegis suwdi'n' betinde Quyashti'n' ko'rinisin ko'rip turi'pti'. Adam ko'lden uzaqlasqan sayi'n bul ko'rinis qalay ko'shedi? Quyash nurlari'n parallel dep yesaplan'.
- 5*. Aldi'ng'i' ma'selenin' sha'rtinen paydalani'p, Quyashti'n' suwdag'i' ko'rinisi qi'rg'aqqa 80 sm ge jaqi'nlas'i'wi' menen adamni'n' qansha awi'si'wi' (ko'zdin' qa'ddin pa'seytiriwi) kerek yekenligin tabi'n'. Quyashti'n' gorizonttan biyikligi 25°.

- 6*. Adam vertikal asi'lg'an aynag'a qarap turipti'. Adam aynadan uzaqlasqan sayi'n woni'n' denesinin' aynada ko'rinetugi'n boleginin' u'lkenligi wo'zgere me? Juwapti' si'zi'lma si'zi'p tu'sindirir' ha'm ta'jiriybede tekserip ko'rin'.
- 7*. Diyalg'a biraz qi'yalati'p asi'p qoyi'lg'an aynag'a adam qarap turi'pti'. Adamni'n' aynadag'i' su'wretin si'zi'n'. Adam wo'zinin' denesinin' qanday bo'limin ko'redi?
8. Ne ushi'n jali'nni'n' qasi'nda woti'ri'p woni'n' arg'i' ta'repindegi buyi'mlardi' terbelip ati'rg'anday yetip ko'remiz?
9. Ne ushi'n aspan denesinin' gorizental biyikligin wo'lshegenimizde wonin haqi'yqi'y ma'nisine qarag'anda u'lkenirek ma'nisti tabami'z?
10. Nur shiyshenin' betine 40° mu'yesh asti'nda tu'skende da'slepki bagdari'nan qanday mu'yeshke awi'sadi'? Almazdi'n' si'rti'na tu'skende ne?
11. Suwdi'n' asti'nda turg'an adamg'a Quyash nurlari' suwdi'n' betine 60° mu'yesh asti'nda tu'sip ati'rg'anday seziledi. Quyashti'n' gorizonttan mu'yesh biyikligi qanday?
12. Nur suwdi'n' betine 40° mu'yesh asti'nda tu'spekte. Si'ni'w mu'yeshi tap son-day boli'wi' ushi'n nur shiyshenin' si'rti'na qanday mu'yesh asti'nda tu'siwi lazi'm?
13. Qanday halatlarda tu'siw mu'yeshi si'ni'w mu'yeshine ten' boladi'?
14. Nur suwdan shiyshege wo'tedi. Tu'siw mu'yeshi 35° qa ten'. Si'ni'w mu'yeshin tabi'n'.
15. Si'ni'w mu'yeshi tu'siw mu'yeshinen 2 yese kishi boli'wi' ushi'n nur shiyshenin' betine qanday mu'yesh asti'nda tu'siwi lazi'm?
16. Si'ng'an nur shag'i'li'sqan nurg'a perpendikulyar boli'wi' ushi'n nur shiyshege qanday mu'yesh asti'na tu'siwi lazi'm?
17. Nurdi'n' suw betine tu'siw mu'yeshi si'ni'w mu'yeshinen 10° u'lken. Tu'siw mu'yeshin tabi'n'.
18. Stoldi'n' u'stine keseni qoyi'p, woni'n' ishine ten'ge sali'n'. Keyin stoldan kesenin' sheti ten'geni tosi'p turatug'i'nday yetip uzaqlassi'n. Yendi basi'n'i'zdi' qi'ymi'ldatpay turi'p sherigin'izden keseg'e suw quyi'wdi' iltimas yetin'. Ten'ge ja'ne ko'rinip qaladi'. Si'zi'lma si'zi'p bul qubi'li'sti tu'sindirir'.
- 19*. Bala suwdi'n' asti'na 40 sm shuqi'rli'qta jatqan buyi'mg'a tayaqti' tiygiziwge ha'reket yetpekte. Yeger bala ani'q tuwri'lap, tayaqti' suwdi'n' betine 45° mu'yesh asti'nda qozg'asa, tayaq buyi'mnan qansha arali'qta suwdi'n' tu'bine tiyedi?
- 20*. Teren'ligi 2 m bolg'an ha'wizdin' tu'bine qazi'q qag'i'lg'an. Qazi'q suwdan 0,5 m shi'g'i'p turi'pti'. Nurlar 30° mu'yesh asti'nda tu'skende ha'wizdin' tu'bindegi qazi'qtan tu'sip ati'rg'an sayani'n' uzi'nli'g'i'n tabi'n'.
21. Yeger jaqti'li'q nuri' shiyshe plastinkani'n' betine hawada 45° mu'yesh asti'nda tu'sse, nurdi'n' hawag'a si'ni'w mu'yeshi qanday boladi'?
22. Ta'repleri parallel bolg'an 2 sm qali'n'li'qtag'i' shiyshe plastinkag'a 60° mu'yesh

- asti'nda nur tu'spekte. Plastinkadan shi'qqan nurdi'n' ji'lji'w shamasi'n ani'qlan'.
23. Rubin ushi'n toli'q qaynati'wdi'n' shegarali'q mu'yeshi 34° qa ten'. Rubinnin' si'ndi'ri'w ko'rsetkishin tabi'n'.
24. Si'ndi'ri'w mu'yeshi 60° bolg'an tuwri' mu'yeshli u'shmu'yesh formasi'ndag'i' shiyshe prizmag'a 50° mu'yesh asti'nda nur tu'spekte. Nurdi'n' prizmadan shi'g'i'wdag'i' si'ni'w mu'yeshin tabi'n'.
25. Diametrleri ten' ha'm do'n'esleri ha'r qi'yli' bolg'an yeki simmetriyali'q shiyshe linzalardi'n' qaysi' birinin' fokus arali'g'i' u'lken yekenin qalay ani'qlaw mu'mkin?
26. Diametri d ha'm fokus arali'g'i' F bolg'an ji'ynawshi' linzani'n' betine woni'n bas optikali'q ko'sherine parallel ra'wishte nurlar da'stesi bag'darlang'an. Ektranda diametri d bolg'an jaqti' aylanani'n' payda boli'wi' ushi'n ekrandi' linzadan qanday L arali'qqa jaylasti'ri'w lazi'm?
27. Optikali'q ku'sh 10 dptr g'a ten' bolg'an ji'ynawshi' linzadan 12,5 sm arali'qta sham turi'pti'. Ko'rini's linzadan qanday arali'qta payda boladi' ha'm wol qanday?
28. Fokus arali'g'i' 20 sm bolg'an linzani'n' ja'rdeminde wonnan 1 m ari'da jaylasqan ektranda buyi'mi'n' ko'rini's payda yetildi. Buyi'm linzadan qansha ari'da turi'pti'? Ko'rini's qanday boladi'?
29. Buyi'mdi' ji'ynawshi' linza arqali' qarali'p ha'm woni' linzadan 4 sm ari'g'a jaylasti'ri'n', qi'yali'y ko'rini's payda yetildi. Bul ko'rini's buyi'mni'n' wozinen 5 yese u'lken. Linzani'n' optikali'q ku'shi qanday?
30. Buyi'mi'n' haqi'yqi'y ko'rini's woni'n' wo'zinen u'sh yese u'lken boli'wi ushi'n fokus arali'g'i' 12 sm bolg'an bul linzadan buyi'mdi' qanday arali'qqa qoyi'w lazi'm?
31. Buyi'mni'n' qi'yali'y su'wretleniwi shashi'rati'wshi' linza ha'm woni'n' qi'yali'y fokusi' arasi'nda payda boli'wi ushi'n buyi'mdi' shashi'rati'wshi' linzani'n' aldi'na qay jerge qoyi'w lazi'm?
32. Buyi'mdi' shashi'rati'wshi' linzani'n' aldi'na 40 sm arali'qqa qoyg'anda 4 yese kishireygen qi'yali'y ko'rini's payda boladi'. Sol shashi'rati'wshi' linzani'n' optikali'q ku'shin ani'qlan'.
33. Buyi'm linzadan $4F$ arali'qqa jaylasti'ri'lg'an. Sol buyi'mni'n' ekrandag'i' ko'rini's woni'n' wo'zinen neshe yese kishi?
- 34*. Buyi'm shashi'rati'wshi' linza aldi'nda wonnan mF arali'qta turi'pti'. Linzadan qanday arali'qta qi'yali'y ko'rini's payda boladi' ha'm wol buyi'mni'n' wo'zinen neshe yese kishi boladi'?
35. Buyi'mnan ekrang'a shekem bolg'an arali'q 90 sm. Ektranda buyi'mni'n' ani'q ko'rini'sin payda yetiw ushi'n fokus arali'g'i' 20 sm bolg'an linzani' buyi'm menen ekran arasi'na qaysi' jerge jaylasti'ri'w lazi'm?

VII bap

JAQTI'LI'Q ENERGIYASI'NAN PAYDALANI'W



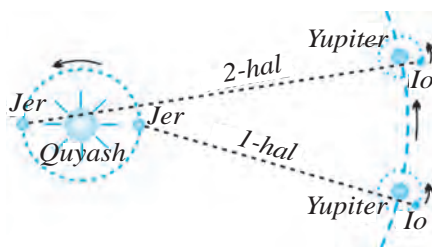
32-§. JAQTI'LI'QTI'N' TEZLIGIN ANI'QLAW

Jaqti'li'qti'n' tezligin wo'lshevdin' astronomiyaliq usi'li'

XVII a'sirde Yupiter joldaslari' baqlang'anda, woni'n' yen' u'lken Io joldasi' Yupiterdin' sayasi'na kiriwi ha'm wonnan shi'g'i'wi', yag'ni'y tuti'li'w da'wiri (7 ku'nnen arti'g'i'raq) belgili bolg'an.

Astronomiyali'q baqlawlar Jer Yupiterge yen' jaqi'n bolg'anda (72-su'wret, 1-hal) Io joldasi'ni'n' tuti'li'wi' wortasha ta'kirarlani'w da'wirinen shama menen 11 minut aldi'n, Yupiterden Jer yen' uzaq bolg'anda (2-hal) sha'ma menen 11 minut keyin baslang'ani'n ko'rsetken.

Daniyali'q ali'm **O. Ryomer** 1676-ji'lda Io tuti'li'wlari'ndag'i' bul waqi'tti' to'mendegishe yesapladi': $t = 11 \text{ minut} + 11 \text{ minut} = 22 \text{ minut}$. Riomer bul waqi'tti' jaqti'li'qti'n' Jer orbitasi'n kesip wo'tiwi ushi'n ketken waqi't dep tu'sindirdi. Jerdin' Quyash a'tirapi'nda aylani'w orbitasi diametrin $D = 284\,000\,000 \text{ km}$ dep ali'p, $c = D/t$ dan jaqti'li'q tezligin ani'qladi'.



72-su'wret



O. Ryomer 1676-ji'li' birinshi boli'p jaqti'li'q tezligin ani'qlag'an. Woni'n' ma'nisi sha'ma menen 215 000 000 m/s qa ten' boli'p shi'qqan.

Ha'zirgi waqi'tta Jer orbitasni'n' diametri 299 200 000 km yekengligi, jaqti'li'q bul arali'qti' 16 mi'n' 37 s ta basi'p wo'tiwi belgili. Bul halatta jaqti'li'q tezliginin' $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ qa ten' bolg'an ani'q ma'nisi kelip shi'g'adi'.

Jaqti'li'q tezliginin' Ryomer ta'repinen ani'qlang'an ma'nisi ha'zirgi zamandag'i' ani'q ma'nisinen u'lken parqi' bolsa da, bul na'tiyje sol da'wirde ju'da' u'lken jan'ali'q yedi. Ryomer buni'n' menen, birinshiden,

jaqti'li'qti'n' sheklengen tezlikke iye yekenligin, ta'jiriybede ko'rsetti. Yekinshiden, jaqti'li'q tezliginin' ju'da' u'lken yekenligin ani'qladi'.

Fizo ta'jiriybesi

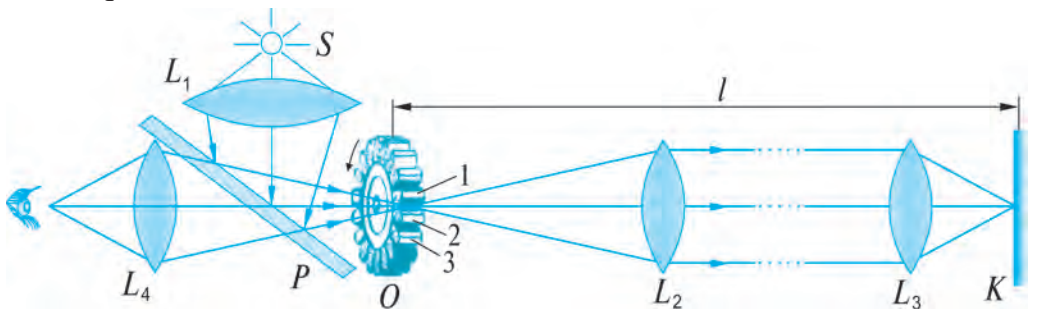
Aradan 173 ji'l wo'tkennen keyin – 1849-ji'li' francuz fizigi **Fizo** ta'jiriybe joli' menen jaqti'li'q tezligin ani'g'i'raq wo'lshew boyi'nsha jetiskenlikke yeristi. Fizo ta'jiriybesi to'mendegilerden ibarat.

Jaqti'li'q deregi S joli'na qoyi'lg'an linza L_1 den wo'tken nurlar jalpaq shiyshe plastina P den shag'i'li'si'p, O tochkada ji'ynaladi'. Sol noqatqa tiyisli do'n'gelek wornati'li'p, nur woni'n' tislari arasi'nan wo'tkiziledi (73-su'wret). Do'n'gelekten wotken nur linza L_2 ja'rdeminde parallel yetip bag'darlang'an. Parallel nurlar joli'na ju'da' uzaq arali'qqa qoyi'lg'an linza L_3 nurlardi' jalpaq ayna K g'a ji'ynap beredi. Aynadan shag'i'li'sqan nurlar kelgen joli' boyi'nsha do'n'gelek tislari arasi'nan wo'tip, shiyshe plastina P ha'm L_4 arqali' baqlawshi' ko'zine tu'sedi.

Do'n'gelek a'sterek aylandi'ri'lg'anda shag'i'li'sqan nur baqlawshi'g'a tu'sken. Do'n'gelektin' aylani'w tezligi ko'beytip bari'ladi'. Belgili tezlikke jetkende shag'i'li'sqan nur baqlawshi'g'a tu'spey qalg'an. Bug'an sebep, do'n'gelek tislari arasi'nan wotken nur shag'i'li'si'p kelgengge shekem sol tislere belgili muyeshke buri'li'p, nurdi'n' joli'n tosi'p qoyadi'.

Do'n'gelektin' aylani'wi' belgili ω muyesh tezlikke yeriskende baqlawshi'g'a nur ko'rine baslag'an. Do'n'gelek sol tezlik penen aylandi'ri'p turi'lg'anda, shag'i'li'sqan nurdi'n' ko'riniwi dawam yete beredi. Bug'an sebep, do'ngelektin' 1- ha'm 2-tislari arasi'nan wo'tken nurlar shag'i'li'si'p kelgengge shekem do'n'gelektin' 1-tisini'n worni'n 2-tisi, 2-tisinin' worni'n 3-tisi iyelewge u'lgergen. Na'tiyjede shag'i'li'sqan nur 2- ha'm 3-tislere arasi'nan wo'tken.

Fizo do'n'gelektin' aylani'w tezligin ω wo'lshep, do'n'gelektin' radiusi' r , tislari arasi'ndag'i' ko'sherdin' uzi'nli'g'i' s , do'n'gelekten aynag'a shekem bolg'an arali'q l ($l = 8,6$ km) di bilgen halatta jaqti'li'q tezligi c di ani'qlan'.



73-su'wret

**Fizo ta'jiriybesinde jaqti'li'q tezligi 313 300 000 m/s qa ten' boli'p shi'qqan.**

Fizo ta'jiriybesinen keyin ali'mlar jaqti'li'q tezligin ja'ne de ani'g'i'raq wo'lshe'wge uri'ndi'. Wolardan francuz fizigi **L. Fuko** (1819–1868) 1862-ji'lda Fizo ta'jiriybesindegi tisli do'n'gelek worni'na aylani'wshi' aynalar wornati'p jaqti'li'q tezligin ani'qladi' ha'm woni'n' 298 000 000 m/s ma'nisin aldi'.

Amerikali' fizik **A. Maykelson** (1852-1931) 1927-ji'lda Fuko ta'jiriybesin jetilistirip, jaqti'li'q tezligi ushi'n 299 796 000 m/s ma'nisti ali'wg'a yeristi.

**Ha'zirgi waqi'ttag'i mag'lummatlarga qarag'anda, jaqti'li'qti'n' vakuumdag'i' tezligi 299 792 458 m/s qa ten'.**

Jaqti'li'q tezliginin' bunday ani'q ma'nisine tiykarlanip', 1983-ji'lda Xali'q arali'q wo'lshe'w ha'm ta'reziler bas assambleyasi' metrdin' to'mendegishe jan'a ta'riypin qabi'l yetken: «**Metr** – jaqti'li'q vakuumda 1/299792458 s waqi't intervali'nda wo'tken jol uzi'nli'g'i'na ten'».

Jaqti'li'q tezliginin' ani'qlani'wi' jaqti'li'qti'n' ta'biyti'n biliwge ja'rdem beredi. Du'nyada hesh bir dene jaqti'li'qti'n' vakuumdag'i' tezliginen u'lken tezlik penen qozg'ala almaydi'. Jaqti'li'q tezligin pu'tinlep, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s dep ali'w qabi'l yetilgen.



1. Jaqti'li'q tezliginin' astronomiyali'q usi'lda qalay ani'qlang'ani'n tu'sindirip berin'.
2. Jaqti'li'q tezligin ani'qlaw boyi'nsha Ryomerdin' jumi'slari' qanday a'hmiyetke iye?
3. Jaqti'li'q tezligin ani'qlaw boyi'nsha Fizo ta'jiriybesi neden ibarat?
4. Fuko ha'm Maykelson ta'jiriybesinin' Fizo ta'jiriybesinen qanday parqi' bar?
5. Jaqti'li'q tezliginin' ha'zirgi zamanda ani'qlang'an shamasi' qansha?



1. Jerden Quyashqa shekem wortasha arali'q 149,6 mln km, Yupiterden Quyashqa shekem wortasha arali'q 778,3 mln km ge ten'. Jer Quyash penen Yupiter arali'g'i'ndag'i' halda de'yyik. Yupiterden shag'i'li'sqan nur qansha waqi'tta Jerge jetip keledi?
2. Quyash nuri' Jerge qansha waqi'tta jetip keledi? Jerden Quyashqa wortasha arali'q 384 mi'n' km bolsa, Aydan jaqti'li'q nuri' qansha waqi'tta jetip keledi?
3. Kosmostag'i' yen' jaqi'n juldi'zdi'n' nuri' Jerge shama menen 4 ji'l 4 ayda jetip keledi. Jerden yen' jaqi'n juldi'zg'a shekem bolg'an arali'qti' yesaplan'.

33-§. JAQTI'LI'QTI'N' XIMIYALI'Q HA'M BIOLOGIYALI'Q TA'SIRI

Jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'siri

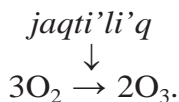
Zat molekulari' jaqti'li'q enegiyasi'n juti'p, bo'leklerge aji'rali'wi ha'm basqa molekularg'a aylani'wi mu'mkin. Molekulardi'n bunday wo'zgeriwi ximiyali'q process boli'p yesaplan'adi'.



Jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'siri – jaqti'li'qti'n' ta'sirinde zatlarda ju'z beretug'i'n ximiyali'q wo'zgerisler boli'p yesaplanadi'.

A'tirapta gezlemeler ren'inin' wo'zgeriwi, adam denesinin' qarayi'wi jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'sirinen boladi'.

Quyashan kiyati'rg'an ultrafiolet nurlardi'n' ta'sirinde atmosferadag'i' kislorod molekulari'ni'n' bir bo'legi azon molekulari'na aylani'p baradi'. Bul process to'mendegishe boladi':



Ha'zirgi waqi'tta Quyash nuri'nan qarayatug'i'n ko'za'ynekler ken' tarqalg'an. Bunday ko'za'ynektin' linzasi'na ultrafiolet nurdi'n' ta'sirinde qara ren'ge aylanatug'i'n zat qosi'lg'an boladi'.

Jaqti'li'qti'n' ta'sirinde ammiakti'n' azot ha'm vodorodqa aylani'wi baqlanadi'. Vodorod ha'm xlor gazlari' qaran'g'i'li'qta ta'sirlespeydi. Biraq jaqti'li'qti'n' tu'siwi menen ku'shli reakciyag'a kirisip, jari'li'w ju'z beredi.

Ko'plegen ximiyali'q zatlar jaqti'li'q tu'spewi ushi'n arnawli' qara paketlerge sali'ni'p, qarang'i' jerde saqlanadi'. Yemleytug'i'n ko'pshilik da'rilerdi de qaran'g'i' jerde saqlaw usi'ni's yetiledi.

Fotografiya

Fotoapparatti'n' basqa optikali'q a'sbaplardan tiykarg'i' ayi'rmashi'li'g'i', wondag'i' obektin' ko'rinisi arnawli' fotoplyonka yamasa foto-plastinkada saqlap qali'nadi'. Bunda jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'sirinen paydalani'ladi'.

Fotoplyonka (fotoplastinka)ni'n' sezgir qatlami' gu'mis bromid (AgBr) tin' jelatinge bati'ri'lg'an mayda kristallari'nan ibarat. Jaqti'li'qti'n' ta'sirinde gu'mis bromid bo'leklenip, taza gu'mis atomlari' aji'raladi'. Gu'mis atomlari'ni'n' aji'rali'p shi'qqan jeri qarayi'p qaladi'. Su'wreti

ali'ni'p ati'rg'an obektin' tu'rli noqatlari'nan fotoplyonkag'a tu'sip ati'rg'an jaqti'li'q intensivligi tu'rlishe boladi'. Fotoplyonkani'n' qaysi' jerine jaqti'li'q ko'p tusse, sol jerinen gu'mis atomlari' ko'birek aji'rali'p shi'g'adi' ha'm qarayi'wi' ku'shlierek boladi'. Na'tiyjede fotoplyonkada obektin' ko'rinisi payda boladi'. Biraq bul ko'rinis ko'zge ko'rinbeydi. Sebebi, bromnan aji'ralg'an gu'mis atomlari' yele plyonkani'n' u'stinde woti'rg'an boladi'. Soni'n' ushi'n plyonkadag'i' bul ko'rinis jasi'ri'n ko'rinis dep ataladi'.

Bul haldag'i' fotoplyonkag'a jaqti'li'qti'n' tu'siwi kerek yemes. Wog'an jaqti'li'q tu'sse, plyonkani'n' pu'tkil betindegi gu'mis bromid qatlami'nan japi'ri'la gu'mis atomlari'nan aji'rali'wi' ju'z beredi, yag'ni'y plyonka «ku'yedi».

Su'wret tu'sirilgen plyonka qaran'g'i'li'qta fotoapparattan ali'ni'p, yeki basqi'shta qayta islenedi. Birinshi basqi'shta plyonkadag'i' ko'rinis ko'rsettiriledi. Bunda gidroxinon, metol yamasa basqa zatlar yeritpesinin' ja'rdeminde bromid kristali'nan aji'ralg'an gu'mis juwi'ladi'. Na'tiyjede plyonkada obektin' negativ ko'rinisi payda boladi'. Negativ ko'rini'ste obektin' aq jeri qara, qara jeri aq boladi'.

Yekinshi basqi'shta ko'rinis bekkemlenedi. Bunda plyonka giposulfid yeritpesine bati'ri'li'p, wondag'i' qalg'an gu'mis bromidten tazalanadi'. Sonnan son' suwda juwi'ladi' ha'm quri'ti'ladi'.

Negativ ko'rinisli plyonkadan jaqti'li'q wotkerilip, aq qag'azg'a tu'sirilgende wonda pozitiv, yag'ni'y obektin' haqi'yqi'y ko'rinisi payda yetiledi. Ko'rinis tu'sirilgen aq qag'azg'a ximiyali'q islew berilgennen keyin obektin' fotosu'wreti tayar boladi'.

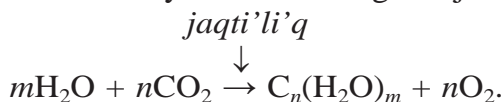
Ha'zirgi waqi'tta obektlerdin' fotosu'wretleri tiykari'nan ren'li yetip shi'g'ari'ladi'. Ren'li fotosu'wretlerdi payda yetiw ha'm aq-qara ko'rinisti ali'w si'yaqli' a'melge a'si'ri'ladi'. Ayi'rmashi'li'g'i' sonda, ren'li fotosu'wret ali'w ushi'n ko'birek tu'rdegi ximiyali'q zatlardan paydalani'ladi'.

Jaqti'li'qti'n' biologiyaliq ta'siri. Fotosintez

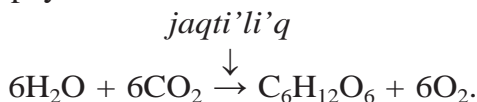
Jaqti'li'qsi'z wo'simlikler wo'speytug'i'ni'n bilesiz. Terek ha'm sho'plerdin' jaqti'li'q nurlari' menen ta'sirleniwi wolardin' japi'raqlari' arqali' boladi'.

Siz «wosimlikler japi'rag'i' arqali' dem aladi', ishken suwdi' japi'rag'i' arqali' puwlandi'radi'», «wosimlikler hawadan da azi'qlanadi'», «wosimlikler hawadan karbonat anhidrid ali'p, wozinen kislorod shi'g'aradi'» degen ga'pti yesitkensiz. Bul ga'pte jan bar. Bul process jaqti'li'qti'n' ta'sirinde ju'z beredi.

Wo'simliktin' tami'ri arqali' ishken suwi' denesi arqali' ko'terilip, japi'rag'i'na jetip baradi'. Quyashdan kiyati'rg'an jaqti'li'q energiyasi'nin' ta'sirinde wo'simliktin' japi'rag'i'ndag'i' m suw molekulasi' hawadag'i' n karbonat angidrid molekulasi' menen reakciyag'a kirisedi. Reakciya na'tiyjesinde japi'raqta organikali'q birikpe payda boli'p, n kislorod aji'rali'p shi'g'adi'. Bul reakciyani' to'mendegishe jazi'w mu'mkin:



Jeke halatta $m = n = 6$ fotosintez procesinde to'mendegi formula tiykari'nda glukoz'a payda boladi':



Jaqti'li'qti'n' ta'sirindegi suw ha'm karbonat angidridi qatnasi'nda wo'simliklerde organikali'q birikpelerdin' payda boli'w ha'm hawag'a kislorod aji'rali'p shi'g'i'w procesi fotosintez dep ataladi'.

Fotosintez yunansha so'z boli'p, *fotos* – jaqti'li'q, *sintez* – qosi'w, *birlestiriw* degen ma'nisti bildiredi.

Japi'raqta payda bolg'an organikali'q birikpeler wo'simliklerdin' tami'ri' arqali' jerdin' alg'an tu'rli elementleri menen reakciyag'a kirisip, wo'simlik ushi'n azi'qli'q bolatug'i'n belok, may, uglevoditi', sonday-aq ren' payda yetetug'i'n kraxmaldi' payda yetedi. Fotosintez procesi zamarr'i'qlar, bakteriyalar ha'm basqa mikroorganizmlerde de boladi'.

Fotosintez procesi, tiykari'nan Quyashdan kiyati'rg'an jaqti'li'qti'n' ta'sirinde ju'z beredi. Keshte elektr lamposhkasi' menen ku'shli jaqti'li'q payda yetilsede wo'simlik japi'raqtlari'nda fotosintez procesi derlik ju'z bermeydi. Sebebi, lampochkadan tarqati'li'p ati'rg'an nurdi'n' energiyasi' Quyashdan kiyati'rg'an nurdi'n' energiyasi'nan kishi.

Wo'simlikler jemisinin' pisiwi, wolardi'n' turli ren'de boli'wi da jaqti'li'qti'n' ta'sirinin' na'tiyjesi boli'p yesaplan'adi'.



1. Jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'siri degende neni tu'sinesiz?
2. Ne sebepten ko'plegen ximiyali'q zatlar jaqti'li'q tu'spewi ushi'n arnawli' qara paketlerge sali'ni'p, qaran'g'i' jerde saqlanadi'?
3. Fotosintez dep qanday proceske ayti'ladi'? Fotosintez procesinin' qanday boli'wi'n tu'sindirip berin'.
4. Ne ushi'n elektr lampochkani'n' jaqti'li'g'i' ta'sirinde fotosintez procesi ju'z bermeydi?

34-§. GELIOTEXNIKA. O'ZBEKISTANDA QUYASH ENERGIYASI'NAN PAYDALANI'W

Quyashdan kiyati'rg'an jaqti'li'q energiyasi'n ji'lli'li'q yamasa elektr energiyasi'na aylandi'ri'p, wonnan tu'rli maqsetlerde paydalani'w mu'mkin.



Quyash energiyasi'n basqa tu'rdegi energiyalarg'a aylandi'ri'p beriwshi quri'lmalar geliotexnikali'q quri'lmalar dep, Quyash energiyasi'nan keleshekte paydalani'wi' menen shug'i'llanatug'i'n taraw geliotexnika dep ataladi'.

Yunan tilinde «*Gelios*» – «*Quyash*» degendi an'latadi'.

Jer betine jetip keletug'i'n Quyash nurlari' ju'da' u'lken ji'lli'li'q deregi yesaplan'adi'. Sol derekten u'nemli paydalani'w usi'llari'n tabi'w, tu'rli quri'lmalar, energiya dereklerin jarati'w geliotexnikani'n' tiykgarg'i' wazi'ypasi' boli'p yesaplan'adi'.

Sizge belgili, Quyash Jer ju'zin geografiyali'q ken'likler boyi'nsha tu'rlisha ashi'p beredi. Ji'l dawami'nda Jerdin' 1 m² betine tuwra keletug'i'n Quyash energiyasi' 300 W/m² tan 1340 W/m² qa shekem wo'zgerip turadi'. Worayli'q Aziya ma'mleketlerinde Quyash energiyasi'nan paydalani'w ushi'n geografiyali'q, optikali'q ha'm energetikali'q ta'repten tabiyg'i'y imkaniyatlar bar. Sonday-aq, iyun ayi'nda jaqti' ku'n uzi'nli'g'i' 16 saat, dekabrde bolsa 8–10 saatti' quraydi'. Jazda ayi'na 320–400 saat ashi'q Quyash nuri' tuwra keledi. Bul jerlerde geliotexnikali'q quri'lmalardan paydalani'w na'tiyjesinde ko'p mug'dardag'i' janarmay ha'm basqa dereklerden ali'ni'p ati'rg'an energiya u'nemleniwi mu'mkin. Quyashli' O'zbekistanda geliotexnikadan u'nemli paydalani'w imkaniyati' ju'da' u'lken boli'p yesaplanadi'.

O'zbekistanda Quyash energiyasi'nan aldi'nnan paydalani'p kelingan. Adamlar a'yyemnen miywe ha'm pali'z wo'nimlerin Quyash nuri'nda keptirip kelgen. Mi'sali', ju'zim quyshta keptirilip, yen' joqari' sapali' kishmishler tayarlang'an. Yerik, qawi'n, alma, shabdali ha'm basqalardi' keptirip, wolardan qaqi' tayarlang'an.

Ulli' ulamalari'mi'z Quyash ji'lli'li'g'i'ni'n' Jer ju'zinde bolatug'i'n qubi'li'slarg'a baylani'sli'li'g'i' haqqi'nda pikir ju'rgizgen. Mi'sali', *A'biw A'li ibn Sina* wo'zinin' «Dani'shnama» kitabi'n'da «Linzani'n' wot aldi'ri'wg'a sebebi, woni'n' bir ta'repten kiyati'rg'an nurlardi' bir tochkag'a ji'ynawi'nda boli'p yesaplan'adi'. Bul tochka ku'shli jaqti'landi'ri'ladi' ha'm ku'shli i'si'ydi'» dep jazadi'.

Quyash energiyasi' menen isleytug'i'n geliotexnikali'q quri'lmalar

XX a'sirdin' baslari'nda baslang'an. Bul da'wirde O'zbekistanda Quyash energiyasi' menen isleytug'i'n geliotexnikali'q quri'lmalari (temeki ekstrakti'n Quyash nuri'nda puwlandi'ri'w, ta'jiriybe teplicalari') quri'ldi'.

Geliotexnika tarawi'nda da izertlewlerdi ali'p bari'wg'a itibar berele baslandi'. 1934-j'i'li' Tashkentte Geliotexnika laboratoriyasi' xi'zmet ko'rsete basladi'. 1943-j'i'li' O'zbekistan ilimler Akademiyasi'ni'n' Fizika-texnika instituti'nda *Geliotexnika laboratoriyasi* du'zildi. Bul laboratoriyda ali'p bari'lg'an izertlewler tiykari'nda Quyash energiyasi'nan paydalani'p suw i'si'ti'w quri'lmalari', miywe keptirgishler, pille jibitiwshi ha'm keptirgishler, sera suyi'lti'ri'wshi quri'lmalari' islep shi'g'i'ldi'.

1946-j'i'li' Fizika-texnika instituti'nda diametri 10 m li ayna si'yaqli' *paraboloid quri'lma* quri'ldi'. Quyash energiyasi'n ji'ynap beretug'i'n bul quri'lmadan puw ha'm muz ali'w jumi'slari'nda paydalani'ldi'.

1963-j'i'li' O'zbekistan ilimler akademiyasi'ni'n' *Geofizika bo'limi* du'zildi. Ali'p bari'lg'an ilimiy izertlewler tiykari'nda Quyash nuri'n ji'ynaw ha'm wonnan paydalani'wg'a qarati'lg'an ha'r qi'yli' quri'lmalari islep shi'g'i'ldi'. Mi'sali', ji'ynalg'an quyash nuri'ni'n' ta'sirinde awi'ri'wlardi' yemleytug'i'n medicinali'q quri'lmalari, awi'l xojali'g'i' eginleri tuxi'mlari'na Quyash nuri' menen islew beriwshi quri'lmalari islep shi'g'i'ldi'.

Respublikami'zda Quyash energiyasi'nan paydalani'w bari'si'nda u'lken jetiskenliklerge yerisildi. 1960-1970-j'i'llardan-aq bul tarawda ali'mlari'mi'z *U.O.Oripov, S.A.Azimov* ha'm basqalar tiykar salg'an geliotexnika mektebi qa'liplesken yedi. 1976-j'i'li' *S.A.Azimov* bashi'li'g'i'nda hu'kimetimiz qarari'na muwapi'q O'zbekistan ilimler akademiyasi'ni'n' «*Fizika-Quyash*» *ilimiy islep shi'g'ari'w birlespesi* du'zildi. Bul birlespe ta'repinen a'meliy a'hmiyetke iye bolg'an izertlewler ali'p bari'li'p, na'tiyjeleri a'meliyatqa usi'ni'ldi'. Joqari' paydali' jumi's koeficientine iye bolg'an Quyash quri'lmalari' tiykari'nda islewshi suw nasoslari', medicinag'a qollani'latug'i'n materiallar, suw tazalawshi' quri'lmalari, teplicalar, keptirgishler ha'm suwi'tqi'shlar islep shi'g'i'ldi' ha'm xali'q xojali'g'i'ni'n' ha'r qi'yli' tarawlari'nda, a'sirese, imaratlardi' i'ssi suw menen ta'miyinlewde qollani'wg'a usi'ni'ldi'.

Quyash energiyasi'nan ja'ne de u'nemli paydalani'w maqsetinde 1987-j'i'li' Tashkent oblasti'ni'n' Parkent rayoni'nda «Fizika-Quyash» IISHB na qarasli' ji'lli'li'q quwati' 1 MW bolg'an *Quyash peshi* quri'ldi'. Bunday quri'lma sol waqi'tqa shekem tek Odeo (Franttiya) qalasi'nda bar yedi. Quri'lmani'n' koncentratori' fokus arali'g'i' 18 m bolg'an paraboloid aynadan ibarat boli'p, woni'n' wo'lshemi 54 x 42 m di quraydi'.

Quyash peshinde ji'ynalg'an energiya i'ssi'g'a shi'damli' materiallardi' ali'w, i'ssi'g'a ha'm su'ykeliwge shi'damli' elektr izolaciya qa'siyetlerine

iyе болг'an materiallar islep shi'g'ari'wg'a paydalani'lmaqta. Sonday-aq, jergilikli shiyki zat ha'm sanaat shi'g'i'ndi'lari' negizinde keramikali'q i'ssi'g'a shi'damli' materiallar ali'w ha'm wolar tiykari'nda medicina, energetika, neft ha'm gaz, jenil sanaat ushi'n kerekli buyi'mlar islep shi'g'ari'w texnologiyalari'n jarati'w si'yaqli' ilimiy-texnikali'q zatlar quri'lmaqta. Quyash peshi ja'rdeminde aralas bolmag'an taza metallardi' yeritip ali'wg'a yerisilmekte.

Kosmosli'q stanciyalardag'i' joqari' quwatli' quri'lmalarda Quyash energiyasi'nan paydalani'lmaqta. Kishi quwatli' elektron quri'lmalarda (mikrokalkulatorlar, saatlar, mobil telefon apparatlarda) ha'm fotoelementlerden paydalani'ldi'.

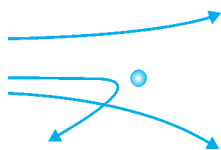
Quyash energiyasi'nan paydalani'wdi'n' keleshegi bar. Quyash energetikasi' ekologiyali'q taza, qolay, shawqi'msi'z boli'p, woni'n' imkaniyatleri' u'lken boli'p yesaplan'adi'.



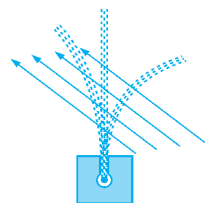
1. Qanday quri'lmalar geliotexnikali'q quri'lmalar dep ataladi'? Geliotexnika tarawi nelerdi u'yrenedi?
2. Ne sebepten O'zbekistan aymag'i' Quyash energiyasi'nan paydalani'w ushi'n qolayli' boli'p yesaplan'adi'?
3. U'lkemizde ayyemnen Quyash energiyasi'nan qalay paydalani'p kelingен?
4. O'zbekistanda geliotexnika tarawi'n rawajlandi'ri'w ha'm wonnan a'meliyatta paydalani'w boyi'nsha qanday jumi'slar a'melge a'si'ri'lg'an?

VII BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Riomer 1676-ji'li' birinshi boli'p jaqti'li'q tezligin ani'qlag'an. Woni'n' ma'nisi shama menen 215 000 000 m/s qa ten' boli'p shi'qqan.
- Fizo ta'jiriybesinde jaqti'li'qti'n' tezligi 313 300 000 m/s qa ten' boli'p shi'qqan.
- Ha'zirgi waqi'ttag'i' wo'lshe'w na'tiyjelerine ko're, qarag'anda jaqti'li'qti'n' vakuumdag'i' tezligi 299792458 m/s qa ten'.
- Jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ta'siri - jaqti'li'q ta'sirinde zatlarda ju'z beretug'i'n ximiyali'q wo'zgerisler boli'p yesaplan'adi'.
- Jaqti'li'qti'n' ta'sirinde suw ha'm karbonat angidridi qatnasi'nda wo'simliklerde organikali'q birikpelerdin' payda boli'wi' ha'm hawag'a kislorod aji'rali'p shi'g'i'wi' procesi fotosintez dep ataladi'. Bul process jerdegi tirishilik shi'nji'ri'ni'n' negizi boli'p yesaplanadi'.
- Quyash energiyasi'ni'n' basqa tu'rdegi energiyalarg'a aylandi'ri'p beriwshi quri'lmalar geliotexnikali'q quri'lmalar dep, Quyash energiyasi'nan keleshekte paydalani'w menen shug'illanatug'i'n taraw geliotexnika dep ataladi'.
- Quyash energiyasi'nan paydalani'wdi'n' keleshegi bar. Quyash energetikasi' ekologiyali'q taza, qolay, shawqi'msi'z boli'p, woni'n' imkaniyatleri' u'lken boli'p yesaplanadi'.



ATOM FIZIKASI' TIYKARLARI'



Atom fizikasi' atomni'n' du'zilisi, wolar din' qa'siyetlerin u'yrenedi.

B.e.sh. VI-V a'sirlerde jasag'an **Demokritin'** pikirinshe, bizde u'zilissiz boli'p ko'ringen deneler haqi'yqattan bo'linbeytug'i'n mayda bo'lekshelerden, yag'ni'y *atomlardan* du'zilgen. Demokritin' b.e.sh. V-IV a'sirlerde aytqan bul pikiri XI-X a'sirlerge shekem hu'kim su'rip keldi.

Worta a'sirlerde jasag'an woyshi'llar **Ar-Raziy**, **A'biw Rayxan Beruniy** atomlardi'n' da bo'liniwi haqqi'nda pikir bildirgen.

1897-ji'li' **J. Tomson** *elektrondi'* woypap *tapti'* ha'm *atomni'n' qurami'nda elektronlar bar* degen qi'yali'y boljawdi' aytti'. 1911-ji'li' **E. Rezerford** *atomni'n' planetali'q modelin* woypap *tapti'*. 1913-ji'li' bolsa **N. Bor** vodorod atomi' mi'sali'nda *atom teoriyasi'n* islep shi'qti'.

Atomni'n' planetarli'q modelinin' jaratili'wi', tu'rli zatlardag'i' atomlar yadrolari'ni'n' massalari' vodorod atomi' massasi'na ko'beygen yekenligi, vodorod atomi'ni'n' yadrosi' ta'jiriybede baqlani'wi' (Rezerford, 1919-1920) protondi' ashi'p beriwig'e ali'p keldi.

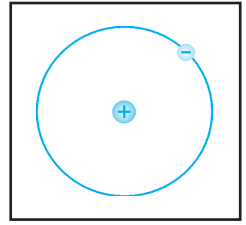
1932-ji'li' **D. Chedvik** *neytrondi'* ashqannan keyin yadro qurami' belgili boldi'. Sol ji'li' **D. Ivanenko** ha'm **V. Geyzenburg** *yadro duzilisinin' proton-neytron modelin* islep shi'qti'. 1938-ji'li' **O. Gan** ha'm **F. Shtrasman** ta'repinen *uran yadrosi'ni'n' jasalma bo'liniwi* ashi'ldi'. 1942-ji'li' **E. Fermi** basshi'li'g'i'nda *yadro reakton* quri'ldi'. Buni'n' menen yadro energiyasi'nan paydalani'w imkaniyatlar i' tuwi'ldi'.

XX a'sirdin' yekinshi yari'mi'nan baslap tu'rli ma'mleketlerde atom ha'm yadro fizikasi' tarawi'nda ken' ko'lemde izertlew jumi'slari' ali'p bari'lmaqta. Izertlew na'tiyjeleri a'melde qollani'lmaqta. Solardan, yadro energiyasi'nan janarmay si'pati'nda paydalani'lmaqta. Lazer nurlari', radioaktiv ha'm radiacion nurlani'wlar texnikali'q materiallard i' islep shi'g'ari'wda, medicina tarawi'nda paydalani'lmaqta.

O'zbekstan Ilimler akademiyasi'nin' **Yadro fizikasi' instituti'nda** yadro fizikasi' tarawi' boyi'nsha ilimiy izertlew jumi'slari' ali'p bari'lmaqta ha'm na'tiyjeleri a'melde qollani'wg'a usi'ni'lmaqta. Bul institut Jer ju'zinde yadro qa'wipsizligin ta'miyinlew ma'seleleri boyi'nsha *Atom Energiyasi Boyi'nsha Xali'q arali'q Agentlik* penen jedel birge islespekte.

VIII bap

ATOM HA'M YADRONI'N' DU'ZILISI



35-§. ATOM DU'ZILISI HAQQI'NDA TU'SINIK

Atom du'zilisi haqqi'ndagi'i' da'slepki ta'liyimatlar

B.e.sh 460–370-ji'llarda jasag'an ulli' grek voyshi'li' *Demokrit* ta'biyattag'i' barli'q zatlar ju'da' kishi bo'lekshelerden – «atom»lardan du'zilgen ha'm atom bo'linbeydi dep aytqan.

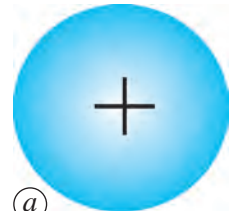


«Atom» so'zi grek tilinen aling'an boli'p, «bo'linbeytug'i'n» degen ma'nisti bildiredi.

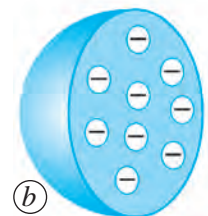
Worta a'sirlerde jasag'an Worayli'q Aziyadan jetisip shi'qqan ulli' voyshi'llar da atomni'n' du'zilisi haqqi'nda tu'rli pikirlerdi ayti'p, atom du'zilisi haqqi'ndagi' ha'zirgi zaman ta'liyati'na u'lken u'les qosqan. Solardan, 865–925-ji'llarda jasag'an *A'biw Ba'kir ar-Raziy* atomlar bo'linetug'i'n bo'leksheler boli'p, wolardi'n' ishi bosli'q ha'm mayda bo'lekshelerden ibarat boladi' degen pikirdi aytqan. Ar-Raziy atomlar barqulla qozg'ali'sta ha'm wolar arasi'nda wo'z ara ta'sir ku'shleri bar dep yesaplag'an.

XX a'sirge kelip, ali'mlar atomni'n' bo'liniwi mu'mkin yekenligi ha'm quramali' du'ziliske iye yekenligine isenim payda yetken. Ali'mlar atomni'n' du'zilisi haqqi'nda tu'rli modellerdi ilgeri su'rgen. Wolardan birinshisi 1903-ji'li' ingliz fizigi *J. Tomson* (1856–1940) usi'ng'an model boli'p yesaplanadi'.

Tomsonni'n' pikiri boyi'nsha atomni'n' won' zaryadi' atomni'n' pu'tkil ko'lemin iyeleydi ha'm bul ko'lemde birdey ti'g'i'zli'q penen bo'listirilgen (74-a su'wret). Yen' a'piwayi' atom bo'liwshi vodorod atomi' radiusi' 10-8 sm bolg'an won' zaryadli' shardan ibarat boli'p, bul shardin' ishinde elektron jaylasqan. Ja'ne de quramali'raq atomlardan won' zaryadlang'an shardi'n' ishinde bir neshe elektron boladi'. Bunda atomdi' kekske uqsati'w ha'm elektronlardi' wondagi'i' kishmish si'yaqli' jaylasqan dep ayti'w mu'mkin (74-b su'wret).



(a)



(b)

74-su'wret

Tomson modelin to'mendegishe ulu'wmalasti'ri'w mu'mkin:



Atom won' zaryadlang'an shar formasi'nda boli'p, zaryadi' shar ko'lemi boyi'nsha birdey bo'listirilgen. Bul shardi'n' ishinde elektronlar jaylasqan.

Tomson atom du'zilisi boyi'nsha u'lken jan'ali'q kirgizdi. Atom won' ha'm teris zaryadlang'an bo'lekshelerden du'zilgenligi haqqi'ndagi' Tomsonni'n' pikirleri duri's. Biraq atomi' won' zaryadlang'an shar, woni'n' ishinde teris zaryadli' elektronlar jaylasqanlig'i haqqi'ndagi' pikirleri Rezerford tajiriybelerinde tasti'yi'qlanbadi'.

Atomni'n' planetarli'q modeli

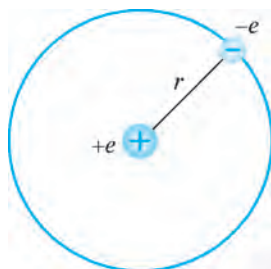
Ulli' inglis fizigi *E. Rezerford* wo'zinin' sha'kirtleri (*Geyger, Marsden*) menen 1908-ji'ldan baslap atomni'n' duzilisin u'yreniw boyi'nsha bir qatar tajiriybeler wo'tkerdi.

Rezerford tajiriybeleri na'tiyjelerinen atomni'n' planetarli'q modeli kelip shi'g'adi'. Atomni'n' worayi'nda woni'n' derlik barli'q massasi' ji'ynalg'an won' zaryadli' yadro jaylasqan. Elektronlar yadroni'n' a'tirapi'nda barli'q waqi'tta qozg'ali'sta boladi'. Elektronlar yadroni'n' a'tirapi'nda tap Quyashti'n' a'tirapi'nda planetalardi'n' aylang'ani' si'yaqli' aylanadi'. Mi'sali', vodorod atomi'ndagi' yadroni'n' a'tirapi'nda tek bir elektron aylani'p ju'redi (75-su'wret). Vodorod atomi' yadrosi'ni'n' zaryadi' ma'nisi jag'i'nan elektron zaryadi'na ten' boli'p, massasi' elektron massasi'nan 1836,3 yese u'lken. Atomni'n' wo'lshemi 10^{-8} sm a'tirapi'nda boli'p, wol elektron orbitasi'ni'n' diametri menen wo'lshenedi. Atom yadrosi'ni'n' diametri bolsa 10^{12} – 10^{13} sm ta'rtipte boladi'. Bunnan yadro elektronnan 10 000–100 000 yese kishi yekenligi belgili boldi'.

1911-ji'li' Rezerford ta'repinen ja'riya yetilgen *atom du'zilisinin' planetarli'q modeli* to'mendegiden ibarat:




Ernest Rezerford
(1871–1937)



75-su'wret




Atom worayi'nda woni' zaryadli yadro jaylasqan boli'p, elektronlar woni'n' a'tirapi'nda aylanadi'. Atomni'n' derlik barli'q massasi' yadroda toplang'an.

-  1. «Atom» so'zi qalay kelip shi'qqan?
 2. Atom du'zilisi haqqi'nda ar-Raziydin' pikiri qanday?
 3. Atom du'zilisinin' Tomson modeli neden ibarat? Bul modeldi 75-su'wretten tu'sindirip berin'.
4. Tomson modelinin' qaysi pikirleri haqi'yqatli'qqa jaqi'n ha'm qaysi' pikiri Rezerford ta'jiriybesinde tasti'yi'qlanbadi'?
5. Atomni'n' planetarli'q modeli neden ibarat?
6. Ximiyali'q elementlerdin da'wirlik sistemasi'ndag'i' elementler mi'sali'nda atomni'n' planetarli'q modelin analiz yetip beri'n'.

36-§. ATOM YADROSI'NI'N' DU'ZILISI


Proton

Vodorod atomi'ni'n' yadrosi' a'tirapi'nda 1 elektron aylani'p ju'redi. Yadrosi' won' zaryadli' boli'p, woni'n' ma'nisi elektron zaryadi'na ten' boladi'.

 **Vodorod atomi'ni'n' yadrosi' *proton* dep ali'ng'an ha'm *p* ha'ribi menen belgilengen.**

Elektron zaryadi'ni'n' manisi elementar zaryad dep ali'ni'p, e menen belgilenedi. Bir elektron zaryadi' $-e$ menen, bir proton zaryadi' bolsa $+e$ dep ali'ng'an.

Elektronnin' zaryadi' $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C g'a, massasi' $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg g'a ten'. Protonni'n' zaryadi' $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}$ C g'a, massasi' $m_p = 1836,3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg = $1,671 \cdot 10^{-27}$ kg g'a ten'.

 **Proton atom yadrosi'ndag'i' bo'lekshe boli'p, zaryadi' $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C g'a, massasi' $1,671 \cdot 10^{-27}$ kg g'a ten', yag'ni'y elektron massasi'nan 1836,3 yese u'lken.**

Ximiyali'q elementlerdin da'wirlik sistemasi'ndag'i' elementtin' ta'rtip sani' qansha bolsa, yag'ni'y yadrosi'ni'n' a'tirapi'nda neshe elektron aylani'p ju'rgen bolsa, woni'n' atom yadrosi'ndag'i' protonlar sani' da sonsha boladi'. Mi'sali' 2-ta'rtip sanli' geliy (He) atomi' yadrosi'nda 2, 8-ta'rtip sanli' kislorod (O) atomi' yadrosi'nda 8, 92-ta'rtip sanli' uran (U) atomi' yadrosi'nda 92 proton bar.

Yadrosi'ni'n' zaryadi' $2e$ bolg'an neytral atomda 2 elektron boladi'. I'qti'yarli' ali'ng'an ximiyali'q da'wirlik sistemadag'i' Z elementi yadrosi'ni'n' zaryadi' Ze boli'p, bul neytral atomda Z electron boladi'.

Yadro du'zilisini'n' proton-neytron modeli

E. Rezerford, A. Bekkerel, Mariya ha'm Pyer Kyurilar, Iren ha'm Frederik Kyurilar atom yadrosi' boyi'nsha ken' qamrawda jumi's ali'p bardi', wolar bir qatar ximiyali'q elementlerdi ashti'. 1932-ji'li' ingliss fizigi *D. Chedvik* wo'zinen aldi'ng'i' ali'mlar ha'm wo'zinin' wo'tkergen ta'jiriybeleri tiykari'nda atom yadrosi'nda protonnan si'rta yag'ni'y bir awi'r bo'lekshe – neytron bo'lekshe payda boli'wi'n ashti'.



Neytron zaryadsi'z bo'lekshe boli'p, n ha'ribi menen belgilenedi. Woni'n' massasi' elektron massasi'nan 1838,6 yese u'lken, yag'ni'y $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg g'a ten'.

«Neytron» so'zi «neytral», yag'ni'y «zaryadsi'z» degen ma'nisti bildiredi. Neytron ashi'lg'annan son' rus fizigi *D. Ivanenko* ha'm nemis ali'mi' *V. Geizenberg* yadro du'zilisini'n' proton-neytron modelin usi'ndi'.



Proton-neytron modeline ko're, atom yadrosi' proton ha'm neytronlardan du'zilgen.

Ha'r bir element yadrosi'ndag'i protonlar sani' sol elementtin' ximiyali'q elementlerdin' da'wirlik sistemasi'ndag'i' atomni'n' sani' Z g'a ten'. Atom yadrosi'ndag'i neytronlar sani' N menen belgilenedi.



Yadrodag'i Z protonlar ha'm N neytronlar sani'ni'n' ji'yi'ndi'si' massa sani' dep ataladi' ha'm A ha'ribi menen belgilenedi.

Yag'ni'y:

$$A = Z + N.$$

Yadrodag'i' protonlar ha'm neytronlar ulu'wma halda nuklonlar dep, massa sani' ***A nuklonlar sani'*** dep te ataladi'.

Atom yadrosi', woni' du'zgen proton ha'm neytron haqqi'nda toli'g'i'raq ko'zqarasqa iye boli'w ushi'n wolardi'n' elektrong'a sali'sti'rg'anda sali'sti'rmali' analizni keste ko'riniside keltireyik (14-keste).

14-keste

Bo'lekshe	Belgisi	Zaryadi'	Massasi'
Elektron	e	$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Proton	p	$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$m_p = 1836,3m_e = 1,671 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Neytron	n	$q_n = 0$	$m_n = 1838,6m_e = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Kestede ko'rip turg'ani'mi'zday protonni'n' massasi' ha'm neytronni'n' massasi' bir-birine jaqi'n boli'p, sha'ma menen 1 m.a.b. ne ten' dep ali'w mu'mkin ($1 \text{ m.a.b.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$). Atomdag'i' elektronlar massasi' yadro massasi'nan ju'da' kishi. Soni'n' ushi'n yadroni'n' massa sani' elementtin' pu'tin sang'a shekem pu'tinlengen sali'sti'rmali' atom massasi'na ten' dep ali'w mu'mkin.

Vodorod yadrosi tek bir protonnan ibarat ($Z = 1$), wonda neytron joq ($N = 0$), massa sani' $A = 1$. Geliy yadrosi' 2 proton ($Z = 2$) ha'm 2 neytronnan ($N = 2$) nan ibarat bolg'ani' ushi'n massa sani' $A = 4$. Basqa ximiyali'q elementlerdin yadrolari'n da sonday analiz yetip shi'g'i'w mu'mkin (15-keste).

15-keste

Ayi'ri'm ximiyali'q elementler yadrolari'ndag'i' nuklonlar haqqi'nda mag'luwmat

Ta'rtip sani'	Ati'	Belgiliwi	Z	N	A	Ta'rtip sani'	Ati'	Belgiliwi	Z	N	A
3	Litiy	${}^7_3\text{Li}$	3	4	7	17	Xlor	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17	18	35
4	Berilliy	${}^9_4\text{Be}$	4	5	9	50	Olovo	${}^{119}_{50}\text{Sn}$	50	69	119
6	Uglerod	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	12	79	Alti'n	${}^{197}_{79}\text{Au}$	79	118	197
8	Kislorod	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	16	88	Radiy	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	88	238	226
11	Natriy	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	12	23	92	Uran	${}^{238}_{92}\text{U}$	92	146	238

Birdey ximiyali'q elementte protonlardi'n' sani' birdey, biraq neytronlar sani' ha'r qi'yli', massa sani' da ha'r qi'yli' boli'wi' mu'mkin. Mi'sali', kislorodti'n' ${}^{15}_8\text{O}$ izotopi' ushi'n $Z = 8$, $N = 7$, $A = 15$, ${}^{16}_8\text{O}$ izotopi' ushi'n bolsa $Z = 8$, $N = 8$, $A = 16$. Sog'an uqsas, uranni'n' ${}^{238}_{92}\text{U}$ izotopi' ushi'n $Z=92$, $N=146$, $A=238$, ${}^{235}_{92}\text{U}$ izotopi' ushi'n bolsa $Z=92$, $N=143$, $A=235$.



Nuklonlar sani' menen pari'qlani'wshi' birdey ximiyali'q elementlerdin' tu'rleri izotoplar dep ataladi'.



1. Proton dep qanday bo'lekshege ayti'ladi' ha'm wol qanday bo'linedi?
2. Protonni'n' elektr zaryadi' ha'm massasi' nege ten'?
3. Neytron dep qanday bo'lekshege ayti'ladi' ha'm wol qanday belgilenedi?
4. Neytronni'n' protonnan parqi' nenden ibarat?
5. Yadro du'zilisinin' proton-neytron modeli nenden ibarat?
6. Massa sani' (nuklonlar sani') dep nege ayti'ladi' ha'm wol qanday ko'rsetiledi?
7. 15-kesteni analizlen' ha'm wo'z pikirlerin' izdi ayti'n'.

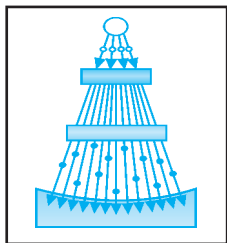
1. Geliy, lityu ha'm kislorod elementlari atomlari'ni'n' protonlari' massalari'nani'qlan'. Wolardi'n' protonlari'ni'n' massalari' elektronlar massasi'nan neshe yese u'lken?
2. Uglerod, natriy ha'm xlor elementlerinin' protonlari' zaryadi'ni'n' ma'nisin tabi'n'.
3. Azot, temir ha'm uran elementlerinin' ha'r bir protonlari' massasi'n ha'm zaryadi'ni'n' ma'nisin ani'qlan'.
4. Kislorodti'n' $^{15}_8\text{O}$ izotopi' $^{16}_8\text{O}$ izotopi'nan, uranni'n' $^{235}_{92}\text{U}$ izotopi' $^{238}_{92}\text{U}$ izotopi'nan qanday parqi' bar? Wolardi'n' ha'r birinin' atomi'nda neshe elektronnan bar?
5. Mendeleevtin' ximiyali'q elementlerdin' da'wirlik sistemasi'nan paydalani'p, azot, gu'mis, fermiy elementlari atomlari'ndag'i' elektronlar, protonlar ha'm neytronlar sani'n ani'qlan'.
6. Kislorodti'n' $^{15}_8\text{O}$, $^{16}_8\text{O}$ izotoplari' ha'm uranni'n' $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$ izotoplari' yadrolari'ni'n' massas'n tabi'n'.

VIII BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Ulli' grek woysli'li' Demokrit tabiyattag'i' barli'q zatlar ju'da' kishi bo'lekshelelerden – «atom»lardan du'zilgen ha'm atom bo'linbeydi dep aytqan. *Atom* so'zi grek tilinen ali'ng'an boli'p, *bo'linbeytug'i'n* degen ma'nisti bildiredi.
- Atom du'zilisinin' Tomson modeli: Atom – bul won' zaryadlang'an shar boli'p, wonin' ishinde ara-arasi'nda teris zaryadli' elektronlar jaylasqan. Elektronlar zaryadi'ni'n' jiyi'ndi'si' atomni'n' won' zaryadi'na ten' ha'm atom bir pu'tin halatta elektr neytral boli'p yesaplanadi'.
- Rezerford ta'repinen usi'ni'lg'an atom du'zilisinin' planetarli'q modeli: Atomni'n' worayi'nda won' zaryadli' yadro jaylasqan boli'p, elektronlar woni'n' a'tirapi'nda aylanadi'. Atomni'n' derlik barli'q massasi' yadroda toplang'an.
- Vodorod atomi'ni'n' yadrosi' proton dep ali'ng'an ha'm p haribi menen belgilengen.
- Proton atom yadrosi'ndag'i' bo'lekshe boli'p, zaryadi' $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C g'a, massasi' bolsa $1,671 \cdot 10^{-27}$ kg g'a ten'. Wol elektronnan 1836,3 yese u'lken massag'a iye.
- Neytron zaryadsi'z bo'lekshe boli'p, n haribi menen belgilenedi. Woni'n' massasi' elektron massasi'nan 1838,6 yese u'lken, yag'ni'y $1,673 \cdot 10^{-27}$ qa ten'.
- Proton-neytron modeli boyi'nsha, atom yadrosi' protonlardan ha'm neytronlardan du'zilgen.
- Yadrodag'i' Z protonlar ha'm N neytronlar sani'ni'n' ji'yi'ndi'si' massa sani' dep ataladi' ha'm A ha'ribi menen belgilenedi.
- Nuklonlardi'n' sani' menen ayi'ri'li'p turi'wshi' birdey ximiyali'q elementlerdin' tu'rleri izotoplar dep ataladi'.

BAPTI' TA'KIRARLAW USHI'N SORAW HA'M MA'SELELER

1. Demokrittin zatlardi'n' du'zilisi haqqi'ndag'i' ta'liyati' neden ibarat bolg'an?
2. Worayli'q Aziyadan jetisip shi'qqan woyshi'llardin' atomni'n' du'zilisi haqqi'ndag'i' pikirleri haqqi'nda nelerdi bilesiz?
3. Atom du'zilisidagi Tomson modelinin a'hmiyeti neden ibarat?
4. Atom du'zilisini u'yreniw bari'si'nda Rezerfordti'n' xi'zmeti neden ibarat?
5. Atom du'zilisini Rezerford modeli ne ushi'n «Atomni'n' planetar modeli» dep ataladi'?
6. Atom nelerden du'zilgen?
7. Yadroni'n' qurami' qanday bo'lekshelerden ibarat?
8. Elektron, proton ha'm neytronlar qanday wo'zgesheliklerge iye? Wolardi'n' ha'r bir zaryadi' ha'm massalari'n ayti'p berin'.
9. Izotop dep nege ayti'ladi'? Wolarg'a mi'sallar keltirin'.
10. Neon izotoplari' ${}_{10}^{20}\text{Ne}$, ${}_{10}^{21}\text{Ne}$ ha'm ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ ni'n' qurami' qanday?
11. Berilliy, uglerod ha'm xlor elementleri atomlari'ni'n' protonlari' massalari'n ani'qlan'. Wolardi'n' protonlari' massalari' elektronlar massasi'nan neshe yese u'lken?
12. Geliy, kaliy ha'm temir elementlerinin' protonlari' zaryadi'ni'n' ma'nisinin tabi'n'.
13. Bor, neon ha'm qorg'asi'n elementlerinin' ha'r bir protonlari' massasi'n ha'm zaryadi'ni'n' ma'nisinin ani'qlan'.
14. Neonnin' ${}_{10}^{21}\text{Ne}$ izotopi' ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ izotopi'nan, alyuminiydin' ${}_{13}^{27}\text{Al}$ izotopi' ${}_{13}^{26}\text{Al}$ izotopi'nan qanday ayi'rmashi'li'qqa iye. Wolardi'n' ha'r birinin' atomi'nda neshe elektronnan bar?
15. Mendeleevtin ximiyali'q elementlerdin da'wirlik sistemasi'nan paydalani'p, geliy, temir, mi's, alti'n, poloniy elementleri atomlari'ndag'i' elektronlar, protonlar ha'm neytronlar sani'n ani'qlan'.
16. Neon ${}_{10}^{20}\text{Ne}$, ${}_{10}^{21}\text{Ne}$ izotoplari ha'm alyuminiy ${}_{13}^{26}\text{Al}$, ${}_{13}^{27}\text{Al}$ izotoplari yadrolari'ni'n' massalari'n tabi'n'.



IX bap

YADRO ENERGIYASI' HA'M WONNAN PAYDALANI'W

37-§. YADRO ENERGIYASI' HAQQI'NDA TU'SINIK

Yadronin' baylani'si'w energiyasi'

Atom yadrolari' ju'da' bekkem. Yadrodag'i' proton ha'm neytronlardi' yadroni'n' ishinde qandaydu'r ju'da u'lken ku'shler tuti'p turadi'.

Sol waqi'tqa shekem yeki turli ku'shlerdi – gravitacion ha'm elektromagnit ku'shlerdin' bar yekenligin bilemiz. Gravitacion ku'shler u'lken massali' deneler arasi'ndag'i' wo'z ara ta'sirinde u'lken ma'niske iye. Biraq mikrobo'leksheler ushi'n ju'da ku'shsiz. Elektromagnit ku'shlerdin ta'sirinde birdey zaryadli' protonlar bir-birinen iyteriledi. Mi'sali', uran atomi'nda birdey zaryadli' 92 protonni'n' birikkenin qanday tu'sindiriv mu'mkin? Wonnan basqa uran $^{238}_{92}\text{U}$ yadrosi'ndag'i' zaryadsi'z 146 neytrondi' bir jerde tuti'p turi'w ushi'n elektromagnit ku'shlerdin' a'hmiyeti joq. Demek, bul ku'shler elektromagnit ku'shler de yemes.



Yadrodag'i' protonlar ha'm neytronlardi', yag'ni'y nuklonlardi' tuti'p turi'wshi' ku'shler yadro ku'shleri dep ataladi'.

Yadro ku'shleri elektromagnit ku'shlerden sha'ma menen 100 yese u'lken boli'p, wol protonlardi'n' elektr zaryadi'na baylani'sli' yemes. Bul ku'shler ta'biyatta bar bolg'an ku'shlerdin' yen' qu'diretlisi boli'p yesaplanadi'. Yadrodag'i' birdey zaryadli' protonlar arasi'ndag'i' elektromagnit ku'shler yadro ku'shlerin jen'iwge a'zzilik yetedi. Soni'n' ushi'n yadro nuklonlari'ni'n' wo'z ara tasiri *ku'shli wo'z ara ta'sir* dep te ataladi'.

Yadro ku'shleri ju'da jaqi'n arali'qta ta'sir yetedi. 10^{-14} – 10^{-15} m ta'rtiptegi arali'qta g'ana yadro ku'shleri ko'rinedi.

Yadrodag'i' nuklonlardi' bir-birinen aji'rati'p jiberiw ushi'n ju'da u'lken energiya kerek boladi'. *Yadroni'n' baylani'si'w energiyasi'* dep atalg'an bul energiya yadro fizikasi'nda ju'da kerekli a'hmiyetke iye.



Yadroni' wo'z aldi'na nuklonlarg'a birotala bo'leklep jiberiw ushi'n za'ru'r bolg'an energiya yadroni'n' baylani'si'w energiyasi' dep ataladi'.

Energiyani'n' saqlani'w ni'zami'na muwapi'q, wo'z aldi'na bo'lekshelerden belgili bir elementtin yadrosi' payda boli'wi'nda baylani'si'w energiyasi'na ten' bolg'an energiya aji'rali'p shi'g'adi'. Yadroni'n' baylani'si'w energiyasi' ju'da' ha'm u'lken yekenligin to'mendegi mi'saldan bahalaw mu'mkin. Atomnan 1 elektrondi' aji'rati'p ali'w ushi'n kerek bolg'an energiya ε bolsa, yadrodag'i nuklonlardan birewin aji'rati'p ali'w ushi'n shama menen 20000 ε energiya kerek. 1 g geliydin payda boli'wi'nda sha'ma menen 6 tonna tasko'mir jang'anda aji'ralatug'i'n energiyag'a ten' bolg'an energiya aji'raladi'. Bunda *yadro reaksiyalari*' dep atali'wshi' reaksiyalar a'hmiyetli wori'n tutadi'.



Atom yadrolari'ni'n' elementar bo'leksheler (proton, neytron ha'm basqalar) menen yamasa bir-biri menen wo'z ara ta'sirde basqa yadrolarg'a aylani'wi' yadro reaksiyalari' deb ataladi'.

Neytronni'n' ashi'li'wi' yadro reaksiyalari'n u'yreniwde buri'li'w basqi'shi' boldi'.

Yadroni'n' shi'nji'rli' reaksiyasi' haqqi'nda tu'sinik

1938-ji'lda nemis ali'mlari' *O. Gan* ha'm *F. Shtrassman* neytron ta'sirinde uran yadrosi'ni'n' bo'liniwini ashti'. Urannin' $^{238}_{92}\text{U}$ izotopi' neytronlar menen bombalag'anda uran yekige bo'linip, kripton (Kr) ha'm bariy (Ba), stronciy (Sr) ha'm ksenion (Xe) si'yaqli' elementler payda bolg'an. Soni'n' menen birge, reaksiya na'tiyjesinde 2–3 neytron ha'm 200 MeV a'tirapi'nda energiya aji'rali'p shi'g'adi'.

1 neytron tasirinde uranni'n' bo'liniwi na'tiyjesinde payda bolg'an 2–3 neytron basqa 2–3 uranda yadro reaksiyasi'n a'melge asi'radi'. Bul 2–3 uranni'n' bo'liniwinde bolsa 4–9 neytron aji'rali'p shi'g'adi'. Wolar woz na'wbetinde 4–9 uranda yadro reaksiyasi'n keltirip shi'g'aradi' h.t.b. Sonday yetip qi'sqa waqi't ishinde bo'linip ati'rg'an yadrolar sani' shi'nji'r si'yqli' keskin wo'tedi.



Neytronni'n' ta'sirinde yadrolardi'n' wo'z-wo'zinen rawajlandi'ri'wshi' bo'liniw reaksiyasi' yadroni'n' bo'liniw shi'nji'rli' reaksiyasi' dep ataladi'.

Shi'nji'rli' reaksiyasi' waqti'nda ko'p energiya aji'raladi'. 1 g urandag'i' barli'q yadrolar toli'q bo'lingende h energiya aji'raladi'. Bul 10 t ko'mir jang'anda aji'ralatug'i'n energiyag'a ten'.

1. Yadro ku'shleri dep qanday ku'shlerge ayti'ladi'?
2. Ne ushi'n yadro ku'shleri ta'biyattag'i' bar ku'shlerden yen' ku'shlisi yesaplanadi'?
3. Yadroni'n' baylani'si'w energiyasi' dep qanday energiyag'a ayti'ladi'?
4. Yadro reaksiyalari' dep qanday reaksiyalarg'a ayti'ladi'?
5. Yadroni'n' bo'liniw shi'nji'rli' reaksiyasi' neden ibarat?

38-§. YADRO ENERGIYASI'NAN PAYDALANI'W

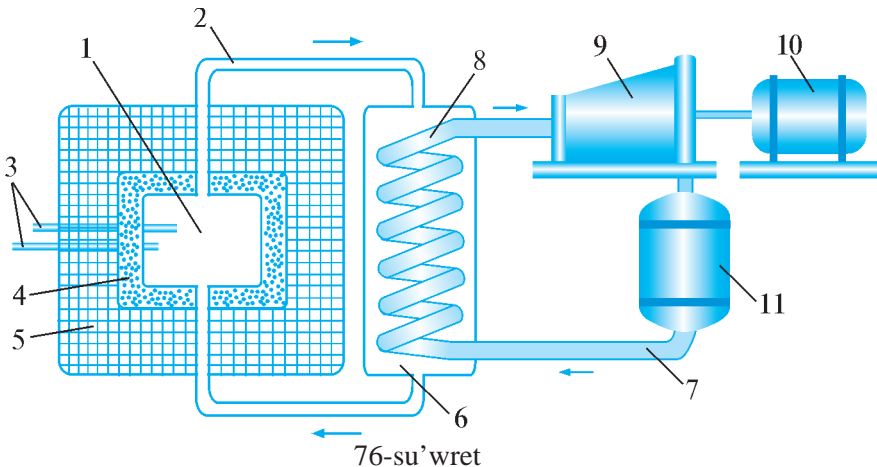
Yadro reaktori'



Yadroni'n' bo'liniw shi'nji'rli' reaksiyasi' basqari'latug'i'n quri'lma yadro reaktori' deb ataladi'.

Yadro reaktori'ni'n' tiykarg'i' bo'legi yadro janarmayi' ha'm neytronlardi' a'steletiwshi (1), reaktor islegende aj'iralatug'i'n ji'lli'li'qti' ali'p ketiwshi ji'lli'li'q jetkeriwshi (2) ha'm reaksiya tezligin basqari'wshi' sterjenler (3) den ibarat (76-su'wret). Reaktordag'i' basqari'wshi' sterjenler neytronlardi' jaqsi' juti'wshi' zatlar – bor ha'm kadmiyden tayarlang'an.

Uranni'n' $^{235}_{92}\text{U}$ izotopi' yadrolari'ni'n' tezligi a'ste bolg'an neytronlardi' jaqsi' jutadi'. Soni'n' ushi'n yadro reaksiyasi' waqti'nda payda bolatug'i'n tez neytronlar awi'r suw yamasa grafit jardeminde a'steletiledi. Awi'r suw (D_2O) – bul deyteriydin' kislorod penen birigiwinen payda bolg'an suw. A'piwayi' vodorod (^1_1H) yadrosi'nda tek bir proton bolsa, woni'n' izotopi' – deyteriy (^2_1D) de bir protonnan basqa bir neytron da boladi'.



Yadro reaktori'ni'n' yadro janarmayi' jaylasqan kamera qaytarg'i'sh (4) penen woralghan. Radiatelyy si'rtqa shi'qpasli'g'i' ushi'n reaktordi'n' qorg'awshi' qabi'g'i' (5) xi'zmet yetedi.

Uran yadrosi'ni'n' bo'liniw reakciyasi'n basqari'wshi' quri'lma – yadro reaktori' birinshi ma'rte 1942-jili' AQSH ta *E. Fermi* bashi'li'g'i'ndag'i' ali'mlar ta'repinen islep shi'g'i'ldi'.

1946-jilda buri'ng'i' Sovet da'wirinde birinshi yadro reaktori' *I. Kurchatov* basshi'li'g'i'ndag'i' ali'mlar ta'repinen islep shi'g'i'li'p iske tu'sirilgen.

Yadro energiyasi'nan atom elektr stanciyalari'nda (AES), kosmosli'q raketalar ha'm reaktiv samolyotlardi' ushi'ri'wda, suw asti' kemelerinde, u'lken kemelerde ha'm basqa maqsetlerinde paydalani'ladi'.

Yadro reaktori'nda payda bolg'an ju'da ko'p energiya ji'lli'li'q jetkeriwshi (2) arqali' tu'rli quri'lmalardi'n' islewshi bo'limine jetkeriledi. Mi'sali', AES lerdde yadro reaktori'nda aji'ralatug'i'n energiya ji'lli'li'q jetkeriwshi arqali' puw generatori' (6) ni' ji'li'tadi'. Puw generatori' trubani'n' bir tarepinen kiyati'rg'an suw (7) di' puwg'a aylandi'ri'p turadi'. Trubani'n' yekinshi ushi'nan shi'g'i'p ati'rg'an puw (8) turbina (9)ni' aylandi'radi' ha'm generator (10) elektr toki' payda yetedi. Suwi'g'an puw kondensator (11) da kondensaciyalang'an suw ja'ne puw generatorg'a beriledi.

Ha'r turli ma'mleketlerde 500–6000 MW quwatli' AES leri islep turi'pti'. AES ler organikali'q janarmay menen islewshi ji'lli'li'q elektr stanciyalannan qatar qolayli'qlarg'a iye. Jaqti'li'qti' tasi'wg'a transport qa'rejetleri ko'p jumsalmaydi'. Atmosferadag'i' kislorodti' jumsamaydi', wortali'qti' ku'l ha'm basqa jani'wshi' wo'nimler menen pataslamaydi'. Soni'n' menen birge, AESlerdin' qa'wipli ta'repi de bar. Wonnan duri's paydalanbaw na'tiyjesinde qorshag'an atirapqa radioaktiv nurlani'wlardi' tarqati'w mu'mkin.

Basqari'lmaytug'i'n yadro shi'nji'rli' reakciyalari' *yadro qurali'* bolg'an atom bombalari'nda a'melge asi'ri'ladi'. Bunda neytron ta'sirinde yadro shi'nji'rli' reakciyasi' na'tiyjesinde u'lken energiya bir maydanda aji'raladi' ha'm jari'li'w ju'z beredi. Jani'wshi' zat si'pati'nda uran $^{235}_{92}\text{U}$ ha'm plutoniy $^{239}_{94}\text{Pu}$ jumsaladi'. Ayti'p wo'tiw kerek, ta'biyatta ushi'raytug'i'n uranni'n' U 99,274% in $^{235}_{92}\text{U}$ izotopi', 0,720% in $^{238}_{92}\text{U}$ izotopi', qalg'an 0,006% in



Igor Vasilevich
Kurchatov (1903–1960)

basqa izotoplar quraydi'. $^{239}_{94}\text{Pu}$ yadro reaktorlari' ja'rdeminde $^{238}_{92}\text{U}$ nan ali'nadi'.

Yadro qurali' ju'da qawipli boli'p, atom bombasi' jari'lg'anda temperatura 10 000 000°C dan joqari'laydi'. Bunday waqi'tta basi'm da birden ha'dden ti'sqari' joqari'laydi'. Na'tiyjede ju'da u'lken jari'li'w tolqi'ni' kelip shi'g'adi'. Sol waqi'tti'n' wo'zinde ku'shli nurlani'w ju'z beredi.

Du'nya ju'zi ma'mleketlerinde yadro qurallari' si'nawi'n qadag'alaw, wolardi'n' u'stinen baqlawdi' ku'sheytiriw, bunday qi'rg'i'n qurali'n hesh qashan qollamasli'q ushi'n ha'reketler ali'p bari'lmaqta.

1968-ji'l 1-iyulda yadro qurali'na iye bolg'an ma'mleketler, sonday-aq, ko'p g'ana iri ma'mleketler wortasi'nda «Yadro qurali'n tarqatpaw tuwri'si'nda»g'i' sha'rtname duzildi. Usi' Xali'q arali'q sha'rtname 1995-ji'l 11-mayda 178 ma'mleket ta'repinen sheklenbegen muddette uzayti'ri'ldi'.

1995-ji'l 11-aprelde yadro qurali'na iye bolg'an 5 ma'mleket Birlesken Milletler sho'lkemi (BMSH) Qa'wipsizlik Kenesinin' arnawli' rezolciyasi'na muwapi'q yadro qurali'n sha'rtnamag'a qol qoyg'an ma'mleketlerge qarsi' qollamaw ma'jbu'rigin alg'an.

Worayli'q Aziy yadro qurali'nan ti'sqari' zona dep dag'aza yetilgen.



1. Yadro reaktori' dep qanday quri'lmag'a ayti'ladi'?
2. Yadro reaktori'ni'n' du'zilisiz ha'm islewin tu'sindirip berin'.
3. AES tin' qolayli' ta'replerin tu'sindirip berin'.
4. Atom bombalari'nda jari'li'w qalay payda boladi'?
5. Yadro qurali'nan paydalanbaw haqqi'nda qanday jumi'slar a'melge asi'ri'lg'an?

39-§. O'ZBEKISTANDA YADRO FIZIKASI'NI'N' RAWAJLANI'WI'

O'zbekistanda yadro fizikasi' tarawi' 1950-ji'llarda *Tashkent Ma'mleketlik universitetinde* (ha'zirgi *O'zbekistan Milliy universitetinde*) qa'li'plesip, tezlik penen rawajlana basladi'.

Akademikler *I.V. Kurchatov* ha'm *U.O. Orifovti'n'* basshi'li'g'i'nda Hu'kimet qarari' menen 1956-ji'li' O'zbekistan IA ni'n' *Yadro fizikasi' instituti'* du'zildi. 1957-ji'ldan baslap yadro reaktori', siklotron, ta'jiriyebe ustaxanasi' quri'la basladi'. 1959-ji'li' quwati' 2 MW bolg'an yadro reaktori' iske tu'sirildi. 1960–64-ji'llari' siklotron iske tu'sirilip, radioaktiv izotoplar islep shi'g'ari'la baslandi'. 1980-ji'li' yadro reaktori' rekonstrukciy yetilip, quwati' 10 MW qa jetkerildi.

Institutta radioaktiv izotoplar islep shi'g'ari'wg'a qa'niygelestirilgen «Radiopreparat» ha'm «Tezletkish» ka'rxanalari, konstruktorli'q byurosi'na iye bolg'an ta'jiriybe zavodi', awi'r ionlar fizikasi' bo'limi du'zildi.

Ali'p bari'li'p ati'rg'an izertlewler *yadro fizikasi'*, *radiatciyali'q qatti'dene fizikasi' ha'm materialtani'w*, *aktivatcion analiz ha'm radioximiya, ilimiy a'sbapsazli'q ha'm informacion texnologiyalari'* bag'darlari'n qamti'p alg'an. Bul bag'darlardi'n ha'r birinde ali'p bari'lg'an izertlewler teoriyli'q ta'repten g'ana yemes, a'meliy tarepten de a'hmiyetke iye bolmaqta. Solardan, metallar, konstrukcion materiallar ha'm yari'm wo'tkizgishler, dielektrikler, keramikalar, optikali'q, kompozicion ha'm joqari' temperaturali'worta wo'tkizgish materiallard'i'n radiaciya fizikasi', kristallardi'n du'zilisi, radiaciya texnologiyasi', kristallardag'i' kemshilikli hallar ha'm wolardi' matematikali'q modellestiriw boyi'nsha izertlew na'tiyjeleri belgilengen parametrdegi materiallard'i' islep shi'g'ari'wda qollani'lmaqta.

Yadro fizikasi' instituti'nda ali'p bari'lg'an izertlewlerden ali'ng'an na'tiyjeler medicinada, neftti qayta islew, taw-ka'n metallurgiya kombinatlari'nda, awi'l xojali'q, ekologiya, farmacevtika, zergerlik, elektrotexnika, materialtani'wshi'li'q bag'darlari' boyi'nsha islep ati'rg'an respublika ka'rxanalari' ha'm sho'lkemlerinde qollani'lmaqta.

Yadro fizikasi' tarawi'nda ali'p bari'lg'an iri izertlew jumi'slari'ni'n na'tiyjelerine ko're akademik *S.A. Azimov* h.t.b. (joqari' energiyalar fizikasi' tarawi'nda), akademik *R.B. Bekjanov* h.t.b. (atom yadrosi' fizikasi' tarawi'nda), akademik *P.Q. Habibullaev* h.t.b. (a'meliy yadro fizikasi' tarawi'nda) Beruniy ati'ndag'i' O'zbekistan Ma'mleketlik si'yli'g'i'na iye bolg'an.

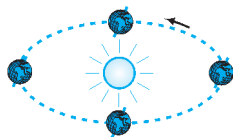
O'zbekistan ali'mlari' yadro fizikasi' tarawi'nda izertlewlerdi ali'p bari'wda ko'plegen shet ma'mleketlerdegi izertlew woraylari' menen jedel birge islespekte. Bur woraylar mi'sali'nda Evropa yadro izertlew worayi' (Jeneva, Shvecariya), Fermi ati'ndag'i' tezletkishler ilimiy laboratoriyasi' (Bataviya, Illinoys, AQSH), Juda wo'tkiziwshi superkollayderi laboratoriyasi' (Dallas, Texas, AQSH), «Triumf» tezletkish worayi' (Kanada), Argon ha'm Sandiya ilimiy laboratoriyasi' (AQSH), Yadro izertlewleri birlesken instituti (Dubna, Rossiya) kiredi. Soni'n menen bir qatarda, yadro fizikasi' tarawi'nda AQSH, Germaniya, Rossiya, Franciya, Shveciya, Italiya, Belgiya, Yaponiya, Polsha, Chexiya, Koreya ha'm basqa ma'mleketlerdin' izertlew woraylari' ha'm universitetleri menen birge islesiw jumi'slari' jolg'a qoyi'lg'an.



1. O'zbekistanda yadro fizikasi' tarawi'ndag'i' izertlew jumi'slari' qashannan baslap qa'liplesip barg'an?
2. O'zbekistan Ilimler akademiyasi' Yadro fizikasi' instituti' qashan ha'm kimlerdin' basshi'li'g'i'nda du'zilgen?
3. Yadro fizikasi' instituti'nda ali'p bari'li'p ati'rg'an izertlew jumi'slari' haqqi'nda nelerdi' bilesiz?
4. O'zbekistandag'i' yadro fizikasi' tarawi'nda izertlew jumi'slari'n ali'p bari'wdag'i' xali'q arali'q baylani'slar haqqi'nda ayti'p berin'.

IX BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Yadrodag'i' protonlar ha'm neytronlardi', yag'ni'y nuklonlardi' tuti'p turi'wshi' ku'shler yadro ku'shleri dep ataladi'.
- Yadroni' wo'z aldi'na nuklonlarg'a bo'leklep jiberiw ushi'n za'ru'r bolg'an energiya yadroni'n' baylani'si'w energiysi' dep ataladi'.
- Atom yadrolari'ni'n' elementar bo'leklsheler (proton ha'm basqalar) menen yamas bir-biri menen wo'z ara ta'sirinde basqa yadrolarg'a aylani'wi' yadro reakciyalari' dep ataladi'.
- Neytronni'n' ta'sirinde yadrolardi'n' wo'z-wo'zinen rawajlandi'ri'wshi' bo'liniw reakciyasi' yadroni'n' bo'liniw shi'nji'rli' reakciyasi' dep ataladi'.
- Yadroni'n' bo'liniwi basqari'latug'i'n yadro reaktori'nda a'melge asi'ri'ladi'.
- Uran yadrosi'ni'n' bo'liniw reakciyasi'n basqari'wshi' quri'lma - yadro reaktori' birinshi ma'rte 1942-ji'li' AQSH ta Enriko Fermi basshi'li'g'i'ndag'i' ali'mlar ta'repinen islep shi'g'i'lg'an.
- Yadro energiyasi'nan atom elektr stancyalari'nda (AES), kosmosli'q raketalar ha'm reaktiv samolyotlardi' ushi'ri'wda, suw asti' kemelerinde, u'lken kemelerde ha'm basqa maqsetlerinde paydalani'ladi'.
- Basqari'lmaytugi'n yadroni'n' shi'nji'rli' reakciyalari' yadro qurali' bolg'an atom bombalari'nda a'melge asi'ri'ladi'. Bunda neytron ta'sirinde yadroni'n' shi'nji'rli' reakciyasi' na'tiyjesinde u'lken energiya birden aji'raladi' ha'm jari'li'w ju'z beredi.
- 1956-ji'li' O'zbekistan IA ni'n' Yadro fizikasi' instituti' duzildi.
- O'zbekistan Yadro fizikasi' instituti'nda ali'p bari'lg'an izertlewlerden ali'ng'an na'tiyjeler medicinada, neftti qayta islew, taw-ka'n metallurgiya kombinatlari'nda, awi'l xojali'q, ekologiya, farmacevtika, zergerlik, elektrotexnika, materialtani'wshi'li'q bag'darlari' boyi'nsha islep ati'rg'an respublika ka'rxanalari' ha'm sho'lkemlerinde qollani'lmaqta.



KOSMOS HAQQI'NDA KO'ZQARASLAR



Ma'kan ha'm zamanda sheksiz barli'q ha'm a'lem **Kosmos** dep ataladi'. Juldi'zlar, Quyash, woni'n' a'tirapi'ndag'i' planetalar, kometalar, asteroidlar, meteorlar ha'm basqalar Kosmos deneleri boli'p yesaplanadi'.

Kosmos deneleri ha'm wolardi'n' sistemalanni'n' payda boli'wi'n, rawajlani'wi' ha'm du'zilisin, ko'rinbeytug'i'n ha'm haqi'yqi'y qozg'ali'slari'n, ximiyali'q qurami' ha'm fizikali'q hali'n, Kosmosti'n' bir pu'tin ulu'wmali'q ni'zamlari'n astronomlar u'yrenedi. *Astronom* so'zi grekshe *astron* – *juldi'z*, *nomos* – *ni'zam* so'zlerinen kelip shi'qqan. Usi' bo'limde Kosmos haqqi'nda da'slepki mag'lummatlar menen tani'sasi'z.

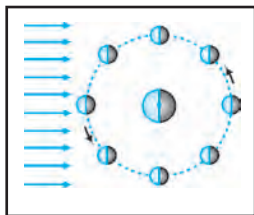
Jamiyettin' rawajlani'wi'ni'n' ha'r bir basqi'shi'nda insaniyat Kosmosti'n' belgili bir shegarasi'na shekem u'yrene alg'an. Da'slep, insan wo'zi jasap turg'an jerdin' jaqi'n a'tirapi'n, aspanda ko'zge taslani'p turatug'i'n denelerdi birgelikte Kosmos dep tu'singen. Jerdin' shar si'yaqli'li'g'i' belgili bolg'annan keyin worayda Jer ha'm woni'n' a'tirapi'nda aylani'wshi' u'lken aspan gu'mbezi Kosmos boli'p yesaplang'an.

Worta a'sir ha'm wonnan keyingi da'wirde **Beruniy, Ulug'bek, Kopernik, Bruno, Galiley, Kepler, Nyuton** ha'm basqa ali'mlardi'n' izertlew jumi'slari' Kosmos haqqi'nda haqi'yqi'y ko'zqaraslardi' qa'liplestire baslag'an.

XIX a'sirde juldi'zlardi'n' planetalarg'a qarag'anda ko'p yese uzaq yekenligi ani'qlandi'. Galaktika haqqi'nda tu'sinik payda boldi'. 1930-ji'llari' galaktikani'n' wo'lshemleri ha'm du'zilisi haqqi'nda uli'wma mag'lummatlar ali'ndi'.

XX a'sirdin' yekinshi yari'mi'nda izertlewdin' jan'adan-jan'a zatlari' jarati'ldi', aldi'n Jer orbitasi'na, keyinirek basqa planetalarg'a kosmosli'q raketalar ushi'ri'ldi'. Jerde turi'p quramalasqan a'sbaplardin' ja'rdeminde Kosmos u'yrenildi. Ay, Quyash sistemasi'ndag'i' planetalar izertlendi. Yen' ku'shli optikali'q a'sbaplardi'n' ja'rdeminde bizin' ha'm basqa galaktikalardan kiyati'rg'an elektromagnit tolqi'nlari' analiz yetildi. Sonday yetip Kosmosti'n' du'zilisi ha'm rawajlani'wi' haqqi'nda ilimiy ko'zqaraslarga a'ye boli'ndi'.

Ha'zirgi da'wirde de Kosmosti' u'yreniw jedel tezliklerde dawam yetpekte. Astronomiyali'q izertlewlari' Jerdin' jasalma joldaslari'na wornati'lg'an radioteleskoplar, sonday-aq, rentgen, gamma, ultrafiolet, infraqi'zi'l nurlardi'n' ja'rdeminde de wo'tkerilmekte.



X bap JULDI'ZLAR, QUYASH HA'M AY

40-§. JULDI'ZLAR. QUYASH

Juldi'zlar



Juldi'zlar tiykari'nan qi'zg'an vodorod ha'm geliy gazlari'nan du'zilgen nur shashi'wshi' gaz si'yaqli' sharlar.

A'tirapi'mi'zdag'i' du'nyani' jaqti'landi'ri'p turg'an Quyash juldi'zlardan biri boli'p yesaplanadi'. Soni'n' ushi'n juldi'zlardi' Quyashqa sali'sti'ri'p u'yreniw qolayli'. Quyashti'n' massasi $M_Q = 2 \cdot 10^{30}$ kg, Juldi'zlardi'n' massasi $0,4M_Q$ den $60M_Q$ ge shekem. Quyashti'n' nurlani'w energiyasi $L_q = 3,8 \cdot 10^{26}$ W. Juldi'zlardi'n' nurlani'w energiyasi $0,5L_q$ den ju'z mi'n'larg'a shekem L_q ge ten'.

Juldi'zlardi'n' worayi'nda temperatura 10 000 000°C dan joqari' boladi'. Bunday joqari' temperaturada vodorodti'n' geliyge aylani'w termoyadro reaksiyasi' boli'p turadi'. Yadro reaksiyasi'nda ju'da' u'lken energiya aji'rali'wi' ha'm nurlani'wi' ju'z beredi.

Juldi'zlar du'nyasi' ha'r tu'rli ren'li boladi'. Aqshi'l ha'm ko'kshil tu'rdegi juldi'zlar yen' jaqti' juldi'zlar boli'p yesaplanadi'. Wolardi'n' si'rti'nda temperatura 10 000–100 000°C boladi'. Sari' ren'degi juldi'zlar betindegi temperatura 3 000–10 000°C. Ayi'ri'm juldi'zlar qi'zi'l ren'de tawlanadi'. Wolardi'n' si'rti'nda temperatura 2 000–3 000°C boladi'.

Juldi'zdin' payda boli'wi'n bir neshshe basqi'shlarg'a bo'liw mu'mkin:

Birinshi basqi'sh. Gaz-shan'nan ibarat wortali'qti'n' gravitaciya'li'q qi'si'li'wi' na'tiyjesinde protojuldi'zlar (biremlshi juldi'z) payda boladi'. Qi'si'li'w na'tiyjesinde woni'n' worayi'nda temperatura 10–12 mln gradusqa ko'teriledi ha'm termoyadro reaksiysi' baslani'p ketedi. Sol ta'rizde jas juldi'z payda boladi'.

Yekinshi basqi'sh. Gazokinetikali'q basi'm ha'm nurlani'w (jaqti'li'q) basi'mi' gravitaciya'li'q qi'si'li'wi'n toqtatadi', juldi'z dinamikali'q ten salmaqli' halg'a wo'tedi. Bul stacionar halda wol uzaq waqi't (mi'sali', Quyash shama menen 10 milliard ji'lg'a shekem) jasaydi'. Bul da'wirde vodorod jani'p geliyge, geliy jani'p uglerodqa, uglerod jani'p basqa elementlerge

aylani'p baradi'. Solay yetip juldi'zlardi'n' «termoyadro reaktori»nda tu'rli elementler payda boladi'. Bul – ta'biyatti'n' a'jayi'p si'yli'g'i'.

U'shinshi basqi'sh. Termoyadronin' janarmay zapasi' tamam bola bayslaydi'. Juldi'z qi'zi'l gigantqa ha'm gigantqa aylanadi'. Qatar jari'li'wlar payda boladi'. Na'tiyjede «taza juldi'z» ha'm «ju'da' taza juldi'z» payda boladi'. Soni'n' menen birge, awi'r elementler de payda boladi' ha'm jari'li'wlar na'tiyjesinde elementler aspang'a shashi'li'p ketedi. Bular bolsa yekilemshi juldi'zlardi'n' payda boli'wi'nda material boladi'.

Bul basqi'shlar barli'q juldi'zlarg'a tiyisli. Biraq wolar massasi'na qarap ha'r qi'yli' so'nedi. Massasi' $1,4M_Q$ dan kishkene bolg'an Quyash tu'rindagi juldi'zlar aq kishkene (karlik) juldi'zlarg'a aylanadi'. Wolardi'n' radiusi' $0,01R_Q$ den R_Q ge shekem, nurlani'w energiyasi' $10^{-4}L_Q$ den L_Q ge shekem, ti'g'i'zli'g'i' $\rho \approx 10^7-10^9 \text{ kg/m}^3$ boladi'. Bunda $R_Q = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$ – Quyashni'n' radiusi.

Massasi' $3M_Q$ den u'lken bolg'an juldi'zlar neytron juldi'zlarg'a aylanadi'. Neytron juldi'zlardi'n' ti'g'i'zli'g'i' $\rho \approx 10^{17} \text{ kg/m}^3$, radiusi' $R = 20 \text{ km}$ a'tirapi'nda boladi'.

Ju'da' ti'g'i'z juldi'zlar wo'mirinin' aqi'ri'nda qara tesikke aylanadi'.

Quyash – Jerdin' energiya deregi

Quyash wortasha u'lkenliktegi sarg'i'sh ren'li juldi'zlar qatari'na kiredi.

Quyashni'n' worayi'ndag'i' yadro reaksiyalar zonasi'ni'n' radiusi' 200 mi'n' kilometrdir quraydi'. Bul zonada temperatura $14\,000\,000^\circ$ a'tirapi'nda boli'p yesaplanadi'. Quyashni'n' betindagi temperatura 6000° a'tirapi'nda boladi'.

Quyashdan 1 sekund dawami'nda shi'g'i'p ati'rg'an energiya 12 mi'n' trillion tonna ko'mirdi jaqqanda aji'ralatug'i'n' energiya mug'dari'na ten'. Quyash ha'r sekundta 4,3 million tonna massasi'n' jog'altadi'. Energiyasi' ha'm massasi' u'zilissiz azayi'p barsa da, Quyash ja'ne 5 milliard ji'l dawami'nda sonday nur shashi'p tura aladi'.

Quyash energiyasi'n' 2 milliardtan bir bo'legi g'ana Jer ju'zine tuwra keledi. Sol energiyani'n' wo'zi planetami'zdag'i' tiri organizmlerдин' ti-rishiligi ushi'n jeterli boli'p yesaplanadi'.



Jerdegi pu'tkil tiri ta'biyat – wo'simlik ha'm haywanatlar du'nyasi', sonday-aq, adamzat Quyashni'n' jaqti'li'g'i' sebepli bar boli'p yesaplanadi'.

Quyashdan kiyati'rg'an jaqti'li'qti'n' yesabi'na Jerdi worap turg'an hawa ji'li'ydi', suw puwllari' aspang'a ko'teriledi, wolar jawi'ng'a aylani'p

ja'ne jerge tu'sedi, jawi'nlar da'ryalarda suw boli'p ag'adi', da'ryalarg'a quri'lg'an elektr stanciyalari'nda elektr energiyasi' payda yetiledi.

Janarmay si'pati'nda paydalani'latug'i'n neft, gaz ha'm ko'mirler million ji'llar dawami'nda Quyash energiyasi' yesabi'nan payda bolg'an. Jerdin' asti'ndag'i' qazi'lma bayli'qlar a'yyem zamanlardag'i' wo'simlik ha'm tereklerdin' qaldi'qlari' boli'p yesaplanadi'.

Wo'simlik, terek ha'm basqa tiri ta'biyat Quyash energiyasi' yesabi'nan bar boli'p yesaplanadi'. Adamlardi'n' tirishiligi wolardi'n' bergen azi'q-awqatlari' yesabi'nan boladi'.



1. Juldi'zlar qanday gazlardan quralg'an?
2. Juldi'zlardi'n' ren'i ha'm temperaturasi' bir-birinen qalay aji'raladi'?
3. Juldi'zlardi'n' payda boli'wi', wo'zgeriwi ha'm si'ni'wi' qanday ju'z beredi'?
4. Quyash ne ushi'n Jerdegi tirishilik ushi'n energiya deregi dep ataladi'?

41-§. AY – JERDIN' TA'BIYIG'I'Y JOLDASI'

Aydi'n' qozg'ali'si' ha'm fazalari'

Quyashti'n' a'tirapi'nda planetalar aylani'p ju'rgenindey, planetalar a'tirapi'nda belgili orbita boylap aspan deneleri aylani'p ju'redi.



Planeta a'tirapi'nda barqulla aylani'p ju'riwshi aspan denesi woni'n' ta'biyg'i'y joldasi' deb ataladi'. Jer shari'ni'n' joldasi' Ay boli'p yesaplanadi'.

Ay Jerdin' a'tirapi'nda belgili orbita boylap qozg'aladi'. Ay wo'zinin' orbitasi' boylap qozg'ali'p ati'ri'p, Jerge yen' jaqi'n kelgende 363400 km, yen' uzaqlasqanda bolsa 405400 km arali'qta boladi'. Aydi'n' Jerden wortasha uzaqli'g'i' 384400 km dep ali'ng'an. Woni'n' diametri 3500 km, yag'ni'y Jer diametrinen derlik to'rt yese kishi.

Aydi'n' qozg'ali'si' aspan gu'mbezinde bati'stan shi'g'i'sqa qarap bag'darlang'an boli'p, wol Jer shari'n 27 sutka 8 saatta bir yese aylani'p shi'g'adi'. Aydi'n' bunday aylani'w da'wiri juldi'zlarg'a sali'sti'rg'anda ali'ng'an.



Aydi'n' juldi'zlarg'a sali'sti'rg'anda Jer shari'n aylani'p shi'g'i'w da'wiri siderik ay dep ataladi'.

Lati'n tilinde «*sidus*» – «*juldi'z*» degendi an'latadi'.

Aydi'n' wo'z ko'sheri a'tirapi'nda bir yese aylani'p shi'g'iwi ushi'n 27 sutka 8 saat waqi't ketedi. Soni'n' ushi'n Ay bizge barqulla bir ta'repi menen ko'rinedi, arqa ta'repi bolsa ko'rinbeydi.

Ay Jerdin' a'tirapi'n bir yese aylani'p shi'qqang'a shekemgi arali'qta, planetami'z Quyash a'tirapi'nda wo'zinin' orbitasi' boylap belgili bir joldi' basi'p wo'tedi. Sol sebepli Jerden baqlag'anda Aydi'n' Jer a'tirapi'ndag'i' aylani'w da'wirinin' siderik aydan parqi' boli'p, 29 sutka 12 saatti', ani'g'irag'i' 29,53 sutkani' quraydi'.



Aydi'n' Jerge sali'sti'rg'anda aylani'w da'wiri *sinodik ay* dep ataladi'.

Lati'n tilinde «*sinodos*» – «*qosi'li'w*» degendi bildiredi.

Taza aydi'n' ko'riniw da'wiri de sinodik ayg'a tuwra keledi.

Ay wo'zinen nur shi'g'armaydi', ba'lkim wol Quyashan tu'sip ati'rg'an nurlardi' shag'i'li'sti'radi'. Quyashqa qarap turg'an betinin yari'mi' jaqti'landi'ri'lg'an, qalg'an bo'legi bolsa qaran'g'i' boladi'. Ay bizge birese toli'q ay, birese yari'm ay boli'p ko'rinip, birese bolsa pu'tkilley ko'rinbey qaladi'. Ne ushi'n sonday boladi'?

77-a, suwrette Aydi'n' Jerdi bir yese aylani'w da'wirindegi 8 jag'dayi' su'wretlengen. Jer betindegi turg'an baqlawshi'g'a korinis hallari' bolsa 77-b, su'wrette ko'rsetilgen.

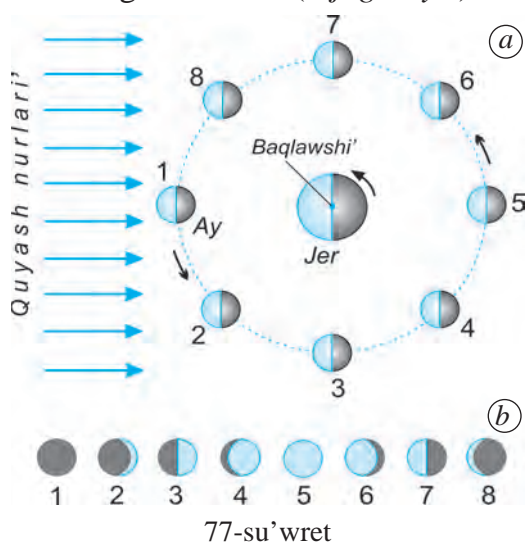
Quyash yendig'ana batqan ha'm Ay bati'sta bolsi'n. Bul halatta quyash nurlari' Aydi'n' Jerge ko'rinbeytug'i'n arqa ta'repin toli'q jaqti'landi'radi', Jerge qarag'an bo'limi bolsa baqlawshi'g'a ko'rinbeydi (*1-jag'dayi'*).

Ku'nlerdin' wo'tiwi menen Quyash batqan payi'tta Ay ko'teriledi ha'm tez ku'nde taza ay boli'p ko'rinedi. 3-4 ku'n wo'tkennen keyin Quyashti'n' bati'w payi'ti'nda Ay aspan gu'mbezinin' qubla-bati's bo'liminde boladi'. Bunda baqlawshi'g'a Aydi'n' jaqti' bir bo'legi ko'rinedi (*2-jag'dayi'*).

Aradan 3–4 ku'n wo'tkende Quyashti'n' bati'w payi'ti'nda Ay aspan gu'mbezinin' qubla bo'liminde boladi' ha'm wol baqlawshi'g'a yari'm ay boli'p ko'rinedi (*3-jag'dayi'*).

Ay ku'nnen-ku'nge shi'g'i's ta'repke ji'lji'p baradi', Aydi'n' jaqti'landi'rg'an bo'legi baqlawshi'g'a sali'sti'rg'anda u'lkeye beredi (*4-jag'dayi'*).

Ja'ne 3–4 ku'nnen keyin Quyash batqan payi'tta aspan gu'mbezinin' shi'g'i's ta'repinde



toli'q ay ko'rinedi. Bunda Quyash woni'n' baqlawshi'g'a qarap turg'an yari'mi'n toli'q jaqti'landi'radi' (5-jag'dayi').

Bunnan keyingi ku'nlerde Aydi'n' jaqti'landi'ri'lg'an bo'liminin' ko'rinisi baqlawshi'g'a sali'sti'rg'anda azayi'p baradi' (6-8-jag'dayleri').

Aydi'n' ta'biyati' ha'm woni' u'yreniw

Aydi'n' ta'biyati' ko'p ta'repten Jerdekinen basqasha boli'p, wol atmosferag'a baylani'sli' yemes. Aydi'n' beti ku'ndizi 120° qa shekem i'ssi' bolsa, keshte 150° qa shekem suwi'q boladi'. Ayda tu'n ha'm ku'ndizdin' ha'r biri derlik 15 ku'nnen dawam yetedi.



Aydi'n' beti pa's tegislik, to'belik, shuqurli'q ha'm tawlardan ibarat. Biraq Ayda hawa, suw bolmag'anli'g'i' sebepli tirishilik joq.

Qorshag'an a'tirapti' jansi'z ta'biyat qorshap alg'an. Qi'zi'g'i' sonda, Ayda Quyash nuri' barli'q jerdi qi'zdi'ri'p turg'an waqqi'tta da aspan qap-qarang'i' boli'p ko'rinedi. A'ti'raptag'i' qap-qarang'i' aspanda juldi'zlar ko'rinip tura beredi.

Hawani'n' joqli'g'i' sebepli ha'r qanday mayda «qan'g'i'g'an tas» ta biyma'lel woni'n' betine shekem jetip bari'p uri'ladi' ha'm iz qaldi'radi'. Milliard ji'llar dawami'nda Ay betin bunday taslar – meteoritler menen «bombalaw» aqi'betinde wonin betinde ko'plep shuqi'rli'qlar – **kraterler** payda bolg'an. U'lken kraterlerden birine Ulug'bektin' ati' qoyi'lg'an.

Aydi'n' ta'biyati'n u'yreniw ali'mlardi' ko'pten beri qi'zi'qti'ri'p keledi. A'sirese, aqi'rg'i' bir neshshe won ji'llar ishinde Aydi' kosmosli'q apparatlar ja'rdeminde u'yreniw na'tiyjesinde u'lken jetiskenlikler qolg'a kirgizildi.



Jerden ushi'ri'lg'an kosmosli'q raketa birinshi ma'rte 1959-ji'li' Ayg'a jetip bardi'. Aldi'ng'i' Sovet da'wirinde ushi'ri'lg'an bul avtomatli'q stanciya Ayda da Jer shari'ni'n' su'wretin ali'p Jerge jetkerip berdi.

Sonnan beri jerden basqari'latug'i'n wonlap avtomatli'q stanciyalar Ayg'a qondi'ri'ldi'. Avtomatli'q ta'rizde islewshi bul stanciyalar Aydi'n' betin u'yrenip xabarlaradi' Jerge jetkerip turadi'. Ayi'ri'm avtomatli'q stanciyalar Jerge qayti'p tusirildi. Wolar wo'zi menen birge Ay denelerine tiyisli ha'r tu'rli u'lgilerdi keltirdi.



1969-ji'li' insan birinshi ma'rte Ayg'a qa'dem qoydi'. AQSH ta'repinen ushi'ri'lg'an kosmosli'q raketa astronomlar menen birge Ayg'a qondi'.

Ayg'a birinshi yese qa'dem basqan astronomlar – *Armstron* ha'm *Oldrin* Aydi'n' betinde aylani'p ju'rди. Ay Jerden bir qansha kishkene bolg'ani' ushi'n astronomlar wo'zlerin Jerdegiden 6 yese jen'il sezindi. Wolar ju'da' bahali' mag'li'wmatlar menen Jerge qaytti'. Astronavtlar wo'zleri menen Aydi'n' betindegi taslardan, metallardan ha'm basqa zatlardan u'lgiler ali'p keldi. Sonnan beri AQSHti'n' ja'ne wonnan arti'q astronomi' Ayg'a sayaxat yetip keldi.

Aydan ali'ng'an u'lgiler Ayda da Jerdegi si'yaqli' alyuminiy, temir, titan, magniy ha'm basqa elementler bar yekenligin ko'rsetti. Ayda ha'r tu'rli qazi'lma bayli'qlar, mineral ha'm rudalar ka'ni boli'wi' mu'mkin yekenligi belgili boldi'.



1. Aydi'n' wo'lsheми, bizden uzaqli'g'i' ha'm Jerdin' aylani'w da'wiri haqqi'ndag'i' mag'li'wmatlardi' ayti'p berin'.
2. Ay Jerge sali'sti'rg'anda qalay qozg'ali'wi'n tu'sindirip berin'.
3. Aydi'n' Jerden ko'riniw hallari'n, fazalari'n analiz yetip berin'.
4. Aydi'n' ta'biyati'ni'n' Jerdin' ta'biyati'nan qanday parqi' bar?
5. Aydi'n' ta'biyati'n u'yreniw boyi'nsha qanday jumi'slar a'melge asi'ri'lg'an?

42-§. WAQI'TTI' WO'LSHEW. KALENDARLAR

Waqi'tti' wo'lshew

Waqi'tti' wo'lshew ushi'n da'wirlik processlerden paydalani'ladi'. Waqi'tti'n' etaloni'n ani'qlawg'a bolg'an za'ru'rlik, woni'n' birligin ani'qlaw za'ru'rlikin keltirip shi'g'aradi'. Ju'rektin' uri'wi', mexanikali'q terbelis yamasa Quyashti'n' shi'g'i'wi' yamasa bati'wi' si'yqli' ta'kirarlani'wshi' processlerdi waqi'tti' wo'lshew ushi'n etalon si'pati'nda qabi'l yetiw mu'mkin. Biraq baqlawlar wolardi'n' wo'zgeretug'i'nli'g'i'n ko'rsetedi.



Waqi't etaloni' si'pati'nda Jerdin' bir ji'lli'q waqi't dawami'ndag'i' wo'z ko'sheri a'tirapi'nda aylani'wlari'nan ali'ng'an wortasha bir ma'rte aylani'w da'wirin – wortasha sutkasi'n ali'w mu'mkin.

Bul waqi't etaloni' wortasha quyash sutkasi' dep ayti'ladi'. Bul etalong'a ko're, bir sekund wortasha Quyash sutkasi'ni'n' 1/864000 bo'legine ten', yag'ni'y:

$$1 \text{ sekund} = \frac{\text{wortasha quyash sutkasi'}}{86400}$$

Bunda ani'qlang'an waqi't *pu'tkil du'nya waqti'* dep ataladi'. Waqi't etaloni'n bunday ani'qlawdag'i' qa'telik 10-i s ti' quraydi'.

Jerdin' wo'z ko'sheri a'tirapi'nda aylani'wi'na tiykarlang'an waqi'tti'n' bunday etaloni' du'nya laboratoriyalari'nda waqi'tti' ani'qlaw ha'm sali'sti'ri'wda qolaysi'zli'q tuwdi'radi'. Ju'da' u'lken ani'qli'qti' talap yetetug'i'n halatlarda bul waqi't etaloni' ali'mlardi' qanaatlandi'rmadi'. Sol sebepli, ani'qli'q da'rejesi joqari' bolg'an saatlarg'a u'lken za'ru'rlik tuwi'ldi'. Sol maqsette elektron saatlar, atom terbelislerine tiykarlang'an atom saatlari' islep shi'g'i'ldi'.



1967-ji'li' waqi'tti'n' atom etaloni' si'pati'nda seziy 133 atomi' nurlani'wi'ni'n' 9191631770 terbelisleri da'wirinin' dawamli'li'g'i' bir fizikali'q sekund dep qabi'l yetildi.

Bunda waqi'tti'n' ani'qli'q da'rejesi 10-12 s boli'p, bul 30000 ji'lda bir sekundqa shekem qa'telik boli'wi' mu'mkin. Bul etalon waqi'tti'n' ta'biyg'i'y birligi dep isletiledi.

Kalendarlar

A'yyemnen Jerdin' Quyash a'tirapi'nda aylani'w waqti'n, yag'ni'y 1 ji'ldi' 365 sutka 6 saat dep yesaplag'an. 1 ji'ldag'i' sutkalar sani'n pu'tin sang'a ten' dep ali'w qolay boli'p yesaplanadi'. B. e. 0. 45-ji'lda Rimde *Yuliy Cezar* ta'repinen qabi'l yetilgen kalendar 1582-ji'lg'a shekem qollani'lg'an.



Yulian kalendari' boyi'nsha u'sh ji'l isbe-iz 365 sutkadan ali'ni'p, ha'r to'rtinshi ji'li' 366 sutka yesaplanadi'. Izbe-iz u'sh ji'ldi' a'piwayi' ji'llar, to'rtinshi ji'ldi' bolsa kabisa ji'li' dep ataydi'.

Apiwayi' ji'lda fevral ayi' 28 ku'n, kabisa ji'li'nda 29 ku'n boladi'. Ji'l ko'rsetilgen san 4 ke qaldi'qsi'z bo'linse, bunday ji'llar kabisa ji'li' yesaplanadi'. Mi'sali', 2000, 2004, 2008, 2012-ji'llar kabisa ji'li' yesaplanadi'.

Ji'ldi'n' dawamli'li'g'i' 365 ku'n 6 saat bolg'ani' ushi'n 365 sani'nan arti'p qalg'an 6 sani' to'rtinshi ji'li' 24 saatti', yag'ni'y 1 sutkani' quraydi'. Soni'n' ushi'n kabisa ji'li' 366 kun dep yesaplanadi'.

Ani'q wo'lshevlerge qarag'anda, Jer Quyashti'n' a'tirapi'nda 365 sutka 5 saat 48 minut 46 sekundta bir yese toli'q aylani'p shi'g'adi'. 5 saat 48 minut 46 sekund wormi'na 6 saat ali'ng'ani' ushi'n ji'l yesabi' Yulian kalendari' boyi'nsha ali'p bari'lg'anda 400 ji'lda ani'q yesapqa qarag'anda 3 sutkag'a arqada qaladi'. Sol arqada qali'wdi' tuwri'law ushi'n 1582-ji'lda Rimde Grigoriy XIII ha'r 400 ji'lda u'sh ji'ldi' kabisa ji'li' wormi'na a'piwayi' ji'l dep yesaplawdi' usi'ndi'. Mi'sali', 1700, 1800, 1900-ji'llar a'piwayi' ji'llar dep yesaplang'an. Bunnan keyingi 2100, 2200, 2300, 2500-ji'llar da a'piwayi' ji'llar, yag'ni'y 365 sutkadan yesaplanadi'.



Yulian kalendari' boyi'nsha ji'l yesabi'ndag'i' 400 ji'lda 3 sutka ali'p taslani'wg'a tiykarlang'an kalendar Grigoriy kalendari' dep ataladi'.

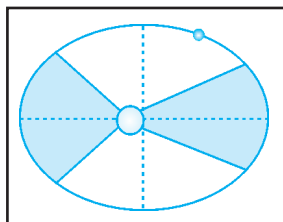
O'zbekistanda Grigoriy kalendari'na 1918-ji'l 1-fevraldan wo'tilgen. Usi' ku'nge kelip Yulian ha'm Grigoriy kalendarlari' arasi'ndag'i' pari'q 13 sutkani' qurag'an. Sol sebepli 1918-ji'l 1-fevral ku'nin 14-fevral dep dag'azalag'an.



1. Du'nya waqti' dep qanday waqi'tqa ayti'ladi'?
2. Waqi'tti'n' ta'biyg'i'y birligi yetip qanday waqi't ali'ng'an?
3. Yulian kalendari' dep qanday kalendarg'a ayti'ladi'?
4. Grigoriy kalendari'ni'n' Yulian kalendari'nan parqi' neden ibarat?
5. O'zbekistanda Grigoriy kalendari'na qashan wo'tilgen?

X BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Juldi'zlar tiykari'nan ju'da' qi'zg'an vodorod ha'm geliy gazlari'nan du'zilgen. Juldi'zlar worayi'nda temperatura 10 million gradustan joqari'.
- Jerdegi pu'tin tiri ta'biyat - wo'simlik ha'm haywanat du'nyasi', sonday-aq, adamzat Quyash jaqti'li'g'i' yesabi'nan bar boli'p yesaplanadi'.
- Planetani'n' a'tirapi'nda barqulla aylani'p ju'riwshi aspan denesi woni'n' ta'biyg'i'y joldasi' dep ataladi'. Jer shari'ni'n' joldasi' Ay boli'p yesaplanadi'.
- Aydi'n' juldi'zlarg'a sali'sti'rg'anda Jer shari'n aylani'p shi'g'i'w da'wiri siderik ay dep ataladi'.
- Aydi'n' Jerge sali'sti'rg'anda aylani'w da'wiri sinodik ay dep ataladi'.
- Aydi'n' beti pa's tegislik, to'belik, shuqi'rli'q ha'm tawlardan ibarat. Biraq Ayda hawa, suw bolmag'anli'g'i' sebepli tirishilik joq.
- Jerden ushi'ri'lg'an kosmosli'q raketa birinshi ma'rte 1959-ji'li' Ayg'a jetip bardir'. Buri'ng'i' Sovet da'wirinde ushi'ri'lg'an bul avtomatli'q stanciya Ay ha'm Jer shari'ni'n' su'wretin ali'p Jerge jiberdi.
- 1969-ji'li' insan birinshi ma'rte Ayg'a qa'dem qoydi'. AQSH ta'repinen ushi'ri'lg'an kosmosli'q raketa astronomlar menen birge Ayg'a qondi'ri'ldi'.
- Waqi't etaloni' si'pati'nda Jerdin' bir ji'lli'q waqi't dawami'ndag'i' wo'zinin' ko'sheri a'tirapi'nda aylani'wlari'nan ali'ng'an wortasha bir ma'rte aylani'w da'wirin - wortasha sutkasi'n ali'w mu'mkin.
- 1967-jili waqi'tti'n' atom etaloni' si'pati'nda seziy 133 atomi' nurlani'wi'ni'n' 9192631770 terbelisleri da'wirinin' dawamli'li'g'i' bir fizikali'q sekund dep qabi'l yetildi.
- Yulian kalendari' boyi'nsha 60 ji'l izbe-iz 365 sutkadan ali'ni'p, ha'r to'rtinshi ji'l 366 sutka yesaplanadi'. Izbe-iz u'sh ji'l a'piwayi' ji'llar, to'rtinshi ji'l bolsa kabisa ji'li' dep ataladi'.
- Yulian kalendari' boyi'nsha ji'l yesabi'ndag'i' ha'r 400 ji'lda 3 sutka ali'p taslani'wg'a tiykarlang'an kalendar Grigoriy kalendari' dep ataladi'.



XI bap QUYASH SISTEMASI'. GALAKTIKA

43-§. QUYASH SISTEMASI'NDAG'I' PLANETALAR. KEPLER NI'ZAMLARI'

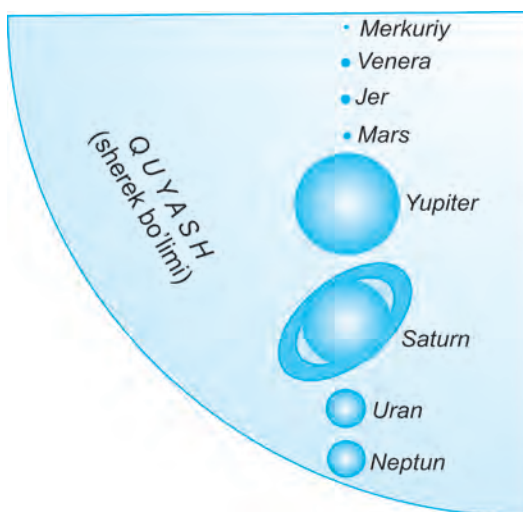
Quyash sistemasi'

Ulli' Woyani'w da'wirinde polshali'q astronom N. Kopernik (1473–1543) Quyash sistemasi' haqqi'nda jan'a ta'liymat – geliocentrik sistemani' islep shi'qti'. Bul ta'liymatqa ko're, woraydag'i' Quyashti'n' a'tirapi'nda planetalar aylani'p ju'redi. Bul revolyuciyali'q ta'liymat sol da'wirge shekem hu'kim su'rgen geocentrik sistemag'a, yag'ni'y «Jer – Du'nyani'n' worayi'» dengen ko'zqarasti' biykarladi'.



Quyash ha'm woni'n a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi barli'q aspan deneleri birgelikte Quyash sistemasi'n quraydi'.

Quyash sistemasi'nda iri aspan deneleri bolg'an 8 planeta ha'm wolardi'n' a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi 100 den arti'q ta'biyg'i'y joldaslar, mayda aspan deneleri bolg'an 40 mi'n'g'a jaqi'n astroidlar, 2 mi'n'g'a jaqi'n kometalar ha'm basqa ha'r tu'rdegi aspan deneleri bar.



78-su'wret

Planetalar

Tu'nde aspan gu'mbezinde ayi'ri'm «juldi'z»di'n' worni' basqasi'na sali'sti'rg'anda wo'zgerip qali'wi'n baqlaw mu'mkin. Bunday «juldi'z» basqalari' arasi'nda aylani'p ju'rgendey seziledi. Aylani'p ju'rgendey sezilgen bul «juldi'z»lar haqi'yqati'nda **planetalar** boli'p yesaplanadi'.

Planetalar wo'zinen nur shi'g'armaydi'. Biz wolardan shag'i'li'si'p ati'rg'an Quyash nuri'n ko'remiz. Planetalardi'n' atlari'

ha'm wolardi'n' Quyashqa sali'sti'rg'andag'i' wo'lshe mi 78-su'wrette, basqa tu'rli mag'luwmatlar bolsa 16-kestede keltirilgen.

16-keste

Quyash sistemasi'ndag'i' planetalar haqqi'nda mag'luwmatlar

№	Planeta	Quyashdan uzaqli'g'i', mln km	Diametri, km	Quyashni'n' a'tirapi'nda aylani'w da'wiri	Wo'z ko'sheri a'tirapi'nda aylani'w da'wiri	Tabiyg'i'y joldas-lari' sani'
1	Merkuriy	57,91	4878	88 sutka	59 sutka	–
2	Venera	108,21	12100	225 sutka	243 sutka	–
3	Jer	149,6	12712	365,25 sutka	24 saat	1
4	Mars	228	6776	687 sutka	24,5 saat	2
5	Yupiter	778,3	142600	11,8 ji'l	9,79 saat	67
6	Saturn	1427	120200	29,46 ji'l	10,65 saat	60
7	Uran	2871,0	52300	84 ji'l	17,24 saat	27
8	Neptun	4504,4	50100	165 ji'l	16,11 saat	13

Kestede planetalardi'n' Quyash a'tirapi'nda ha'm wo'z ko'sheri a'tirapi'nda aylani'w da'wiri Jerdegi ji'l, sutka ha'm saatqa sali'sti'ri'p ali'ng'an.

Planetalar ta'biyati'

Planetalar wo'zinen nur shi'g'armaydi'. Biz wolardan shagi'li'si'p ati'rg'an Quyash nuri'n ko'remiz.

Ha'zirgi waqi'tta Jerden basqa barli'q planetalarda tirishilik ushi'n imkaniyat joqli'g'i' belgili. Bul planetalarda jansi'z ta'biyat hu'kim su'redi. Jerden basqa planetalardag'i' ta'biyatti'n' ko'rinisi qanday?

Quyashqa yen' jaqi'n ha'm kishi bolg'an **Merkuriy** geliy, vodorod, kislorod, neon ha'm argon gazlari' menen woralg'an. Bul gazlar ju'da siyrekliginen quyash nurlari' derlik juti'lmastan tuwri'dan-tuwri' planetani'n' betine tu'sedi. Soni'n' ushi'n Merkuriyde ku'ndiz wortasha 430°C g'a shekem i'ssi', keshte bolsa -160°C g'a shekem suwi'q boladi'. Planeta qumli'q ha'm tasli'qlardan ibarat. Meteorlardi'n' tu'siwinen woni'n' beti woyli'-shuqi'rli' boli'p ketken. Sebebi planetani' worap turg'an siyrek gazlar meteorlardi'n' tu'siwine qarsi'li'q yete almaydi'.

Quyashdan uzaqli'g'i' boyi'nsha yekinshi wori'nda turatug'i'n **Venera** planetas'i tiykari'nan karbonat angidrid (96%) gazi' menen woralg'an. Planeta atmosferasi'ni'n ti'g'i'zli'g'i' Jer atmosferasi'ni'n ti'g'i'zli'g'i'nan 90 yese u'lken. Bul planetadag'i' temperatura ku'ndiz 470°C g'a shekem, keshte 20°C g'a shekem i'ssi' boladi'. Planeta betinin' u'lken bo'legi

tasli'q ha'm qumli'qtan ibarat. Biyikligi 11 km ge shekem bolg'an uzi'n tawlar, shuqi'rli'g'i' 2 km ge shekem bolg'an iri jarli'qlar bar. Venera atmosferasi'nda sulfat kislotali' bultlar ju'zip ju'redi. Planetani' qaplag'an atmosfera ha'm bultlar quyash nurlari'n jaqsi' shag'i'li'sti'ri'wi' na'tiyjesinde tu'nde bizge wol juldi'z si'yaqli' ji'lti'rap ko'rinedi. Ha'tte yerte tan'da juldi'zlar ko'rinbey qalg'anda da Venera planetasi' parlap turadi'. Soni'n ushi'n a'yyemde Venera planetasi'n «Zuxra juldi'zi», «Tan' juldi'zi» dep atag'an. Arabshada zuxra so'zi tan' degen ma'nisti bildiredi.

Mars planetasi' bolsa siyrek karbonat angidrid (96%) ha'm basqa gazlar menen qaplang'an. Marsta temperatura ku'ndiz +17°C g'a shekem, keshte -100°C g'a shekem boladi'. Planetani'n beti tas ha'm qumlar menen qaplang'an. Tas ha'm qumlar qurami'ni'n 30–40% in temir, kremniy, kalciiy, alyuminiy ha'm titan zatlari' du'zedi. Marsta ku'shli qum boranlari' tez-tez boli'p turadi'. Ku'shli qum borani' waqti'nda qum 50 km biyiklikke ko'terilip uzaq waqi't aspanda bult si'yaqli' ju'zip ju'redi. Marstan shag'i'li'sqan quyash nurlari' bizge qanni'n ren'ine jaqi'n bolg'an qi'zg'i'sh tu'rde ko'rinedi. Soni'n ushi'n a'yyemde Mars planetasi'n «Uri's qudayi'» dep atag'an.

Quyash sistemasi'ndag'i' planetalardan yen' u'lkeni **Yupiter**. Planeta massasi'ni'n ko'p bo'legi vodorodtan ibarat. Atmosfera qurami'ni'n tiykarg'i' bo'legin vodorod (90%) quraydi'. Qalg'an bo'legi geliy, metan, ammiak gazlerinen ibarat. Yupiterde wortasha temperatura -163°C ni' quraydi'. Planetada ko'rinbeytug'i'n halda payda boli'p, woni'n ken'ligi 20 000 km ge shekem baradi'. Saqi'yna shan' ham muz bo'lekshelerinen ibarat boli'p, wolar barqulla planetani'n a'tirapi'nda aylani'p ju'redi.

U'lkenligi jag'i'nan yekinshi wori'nda **Saturn** planetasi' turadi'. Saturnni'n atmosferasi' Yupiterdegi si'yaqli' vodorod, geliy, metan, ammiak gazlari'nan ibarat. Saturnda wortasha temperatura -178°C. Planetani'n beti tiykari'nan suyi'q vodorodtan, yadrosi' bolsa qatti' haldag'i' vodorodtan ibarat. Yupiterden wo'zgesheli tu'rde Saturnni'n saqi'ynasi' ko'rinip turadi'. Woni'n saqi'ynasi' shan', muz ha'm basqa qatti' haldag'i' denelerdin' bo'leklerinen quralg'an. Saqi'ynani'n qali'nli'g'i' 10–15 km, si'rtqi' radiusi' ha'm ishki radiusi'ni'n ayi'rmashi'li'g'i' 60 mi'n km a'tirapi'nda boladi'.

Uran planetasi' 11 mi'n km qali'nli'qtatg'i' atmosfera menen woralg'an boli'p, wonda wortasha temperatura -210°C ni' quraydi'. Atmosferasi' tiykari'nan, geliy, metan, ammiak gazlari'nan ibarat.

Quyashdan yen' uzaq bolg'an **Neptun** planetasi' atmosferasi'ni'n 90 % in geliy ha'm vodorod gazlari', qalg'an 2 % in metan ha'm ammiak gazlari' quraydi'. Neptun atmosferani'n temperaturasi' wortasha -214°C a'tirapi'nda boladi'. Planetani'n beti metan ha'm ammiaklardan ibarat okeanlar menen qaplang'an.

Kepler ni'zamlari'

Jer ha'm basqa planetalardi'n' Quyash a'tirapi'nda qanday aylani'wi'n 1906-ji'lda nemis ali'mi' **I. Kepler** u'sh ni'zam si'pati'nda ko'rsetip berdi.

Keplerdin' birinshi ni'zami' to'mendegishe ko'rsetiledi:



Iogan Kepler
(1571–1630)



Ha'r bir planeta shen'berge jaqi'n bolg'an ellips boylap aylanadi' ha'm ellipstin' fokuslari'nan birinde Quyash jaylasqan.

Planetani'n' Quyash a'tirapi'nda Kepler ni'zami' boyi'nsha aylani'w sxemasi' 79-su'wrette ko'rsetilgen. Planeta orbitasi'ni'n' Quyashqa yen' jaqi'n *A* tochkasi' **perigeliy**, yen' uzaq *B* tochkasi' bolsa **afeliy** dep ataladi'. Bunda *AB* – ellipstin' u'lken ko'sheri, *CD* – kishi ko'sheri. Planetani'n' Quyashdan wortasha uzaqli'g'i' $R = AB/2$ ko'rsetpe arqali' ani'qlanadi'.

Keplerdin' yekinshi ni'zami' to'mendegishe ko'rsetiledi:



Planetani'n' radius-vektori' ten' waqi'tlar ishinde ten' betler si'zadi'.

Planeta *KL* ha'm *MN* dog'ani' ten' waqi'tta basi'p wo'tse, S_1 ha'm S_2 betleri wo'zara ten' boladi'. Bunnan planetani'n' orbita boylap qozg'ali's tezligi wozgerip turatug'i'nli'g'i' ko'rinedi. Planetani'n' tezligi perigeliy noqati'nda yen' u'lken, afeliy noqati'nda bolsa yen' kishi boladi.

Keplerdin' u'shinshi ni'zami' to'mendegishe ko'rsetiledi:



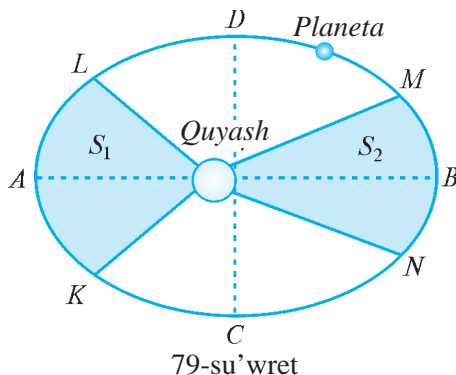
Planetalardi'n' Quyash a'tirapi'nda aylani'w da'wirleri kvadratlari'ni'n' qatnasi' orbitalari' u'lken ko'sherleri yari'mi' uzi'nli'g'i'ni'n' kublari' qatnasi'na ten'.

Yag'ni'y:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3};$$

Bunda T_1 ha'm T_2 – birinshi ha'm yekinshi planetani'n' Quyash a'tirapi'nda aylani'w da'wiri; R_1 ha'm R_2 – sol yeki planeta u'lken ko'sherleri yari'mi'ni'n' uzi'nli'g'i'.

Keplerdin' u'shinshi ni'zami' ja'rdemide Jerdin' aylani'w da'wiri



ha'm orbitasi'ni'n' u'lken ko'sheri uzi'li'g'i'n ha'm i'qti'yarli' planetani'n' aylani'w da'wirin bilgen halda, sol planeta orbitasi' u'lken ko'sherinin' uzi'nli'g'i'n tabi'w mu'mkin.



1. Quyash sistemasi' degen ne?
2. Planeta degen ne? Qaysi' planetalardi' bilesiz?
3. 16-kesteden paydalani'p planetalar haqqi'ndag'i' mag'li'wmatlardi' ayti'p berin'.
4. Planetalardag'i' ta'biyat haqqi'nda nelerdi bilesiz?
5. Kepler ni'zamlari'n ko'rsetin' ham analiz yetin'.
6. Kepler ni'zamlari'ni'n' a'hmiyeti neden ibarat?



1. Jerdin orbita boylap aylani'w da'wiri 365,25 sutka, Jerden Quyashqa shekem bolg'an wortasha arali'q 150 mln km. Mars planetasi'ni'n' orbita boylap aylani'w da'wiri 687 Jer sutkasi'na ten' bolsa, woni'n' Quyashtan wortasha uzaqli'g'i'n yesaplan'.
2. Yupiterdin' orbita boylap aylani'w da'wiri 12 Jer ji'li'na ten'. Jerdin' aylani'w da'wiri ha'm wonnan Quyashqa shekem bolg'an wortasha arali'qti' bilgen halda Yupiterdin' Quyashtan wortasha uzaqli'g'i'n tabi'n'.
3. Merkuriydin' Quyashtan wortasha uzaqli'g'i' 58 mln km ge ten'. Jerdin' aylani'w da'wiri ha'm wonnan Quyashqa shekem bolg'an wortasha arali'qti' bilgen halatta Merkuriydin orbita boylap aylani'w da'wirin yesaplan'.
4. Neptunni'n' orbita boylap aylani'w da'wiri 165 Jer ji'li'na ten'. Jerdin' aylani'w da'wiri ha'm wonnan Quyashqa shekem bolg'an wortasha arali'qti' bile woti'ri'p Neptunni'n' Quyashtan wortasha uzaqli'g'i'n tabi'n'.

44-§. MAYDA ASPAN DENELERI

Asteroidlar

Ali'mlar yesaplap shi'g'i'p, Mars penen yupiterdin' arasi'nda ja'ne bir planeta boli'wi' kerekligin ayti'p berdi. Biraq ani'q bir planeta tabi'lmadi'. Woni'n' worni'na 1801-ji'lda mayda planetashalar tabi'ldi'.



Mars ha'm Yupiter arali'g'i'nda Quyashti'n' a'tirapi'nda aylani'p ju'retug'i'n aspan deneleri asteroidlar dep ataladi'.

Il'impazlardi'n' yesaplawi'na qaraganda, Quyashti'n' a'tirapi'nda diametri 1 km den 1025 km ge shekem bolg'an 40 min'g'a jaqi'n mayda asteroidlar aylani'p ju'redi. Diametri 1025 km bolg'an Serera asteroidi' 1801-ji'lda italiyali'q ali'm **J. Piatssi** ta'repinen tabi'lg'an.

Kometalar

A'yyemnen adamlar tu'nleri «bas» ha'm «quyri'q» tan ibarat jari'q aspan denelerin baqlap kelgen. Shi'g'i'sta wolardi' «quyri'qli' juldi'zlar»

dep atag'an. Ayyemgi Yunanstanda bolsa «shashli' juldi'zlar» dep atag'an. «Kometa» so'zi yunan tilinde «shashli» degen ma'nisti an'latadi'.



Kometa – «bas» ha'm wog'an yerip ju'riwshi «quyri'q»tan ibarat bolg'an Quyash sistemasi'ndag'i' aspan denesi.

Ko'metalardi'n' «quyrig'i» gaz ha'm shan'lardan, «basi'» bolsa qatti' zatli' yadrodan ha'm de woni'n' a'tirapi'n worap alg'an gaz ha'm shan'lardan ibarat. Ko'birek usha'raytug'i'n kometalar basi'ni'n' wo'zegi diametri 0,5–20 km bolsa, woni'n' a'tirapi'ndag'i' gaz ha'm shan'lar menen birgeliktegi «basi'»ni'n' diametri bir neshshe million kilometrge shekem boladi'. «Quyri'g'i»ni'n' uzi'n'li'g'i' bolsa bir neshe ju'z million kilometrge shekem jetedi.

Ha'zirgi waqi'tqa shekem Quyashti'n' a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi 3 mi'n'g'a jaqi'n kometa, yag'ni'y «quyri'qli' juldi'z» tabi'lg'an. Ayi'ri'm u'lken «quyri'qli' juldi'z»lardi'n' uzi'nli'g'i' Jerden Quyashqa shekem bolg'an arali'qqa jaqi'n keledi. Planetalar a'tirapi'nda u'lken-kishi mi'n'lap kometalar ushi'p ju'redi.

Meteorlar

Tu'nde aspanda shi'rayli jari'q iz qaldi'ri'p ushqan juldi'zlardi' ko'rgensizbe? Bunday «ushar juldi'zlar» ne?

Quyashti'n' a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi asteroid ha'm kometalar bo'leklenip turadi'. Wolardi'n' bo'lekleri bolg'an «qan'g'i'bas taslar» geyde jerge ju'da' jaqi'n lasi'p qaladi'. Bul mayda aspan deneleri Jerdin' hawa qabi'g'i'na ju'da' u'lken tezlik penen kirip keledi. Wolar hawada jani'p baslaydi' ha'm aspanda jari'q iz qaldiradi'.



Jerge jaqi'n lasi'p kelip, hawada iz qaldi'ri'p ushatug'i'n, Jer betine jetip kelmey jani'p ketetug'i'n mayda aspan deneleri meteorlar dep ataladi'.

Meteoritler

Aspanda meteorlardi', yag'ni'y «ushar juldi'zlar»di' keshquri'n ko'plep baqlaw mu'mkin.



Ushi'p kiyati'rg'an ayi'ri'm meteorlar hawada jani'p bolmay turi'p Jerdin' betine uri'li'wi' mu'mkin. Bunday aspan deneleri meteoritler dep ataladi'.

Meteorlar wonsha jerge tu'se bermeydi. Wolardi'n' derlik barli'g'i' hawada jani'p tamam boladi'. Jani'p tamam bolmay jerge tu'sken meteoritler

a'dette bir neshshe kilogrammnan bir neshshe tonnag'a shekem keledi. Wolar tiykari'nan tas, temir ha'm basqa zatlardan quralg'an boladi'.

Namibiyada 1920-ji'lda tabi'lg'an Goba meteoriti (60 tonna) belgili meteoritlerden yen u'lkeni boli'p yesaplanadi'.



1. Asteroidlar degen ne?
2. Kometalar haqqi'nda nelerdi bilesiz?
3. «Ushar juldi'zlar» haqqi'nda ayti'p berin'.
4. Meteoritler haqqi'nda nelerdi bilesiz?

45-§. GALAKTIKA. KOSMOSTI'N' DU'ZILISI HA'M RAWAJLANI'WI' HAQQI'NDA HA'ZIRGI ZAMAN DU'NYA QARASLARI'

Bizin' Galaktikami'z

Ali'mlari'mi'zdi'n' yesaplawlari'na qarag'anda, Kosmosti'n' wo'lishemi $1,2 \cdot 10^{23}$ km yeken. Kosmosta barli'g'i' boli'p shama menen 10^{22} juldi'z bar.



Juldi'zlar galaktikalardi du'zedi. Galaktika kosmostag'i ju'z milliard, yeki ju'z milliard ha'm wonnan arti'q juldi'zlardan du'zilgen sistema boli'p yesaplanadi'.

Galaktikalarda juldi'zlardan basqa juldi'zlar arali'q wortali'q – gaz, shan' ha'm ha'r tu'rli kosmosli'q bo'leksheler de bar.

Kosmosta milliardlap galaktikalar bar. Spiral si'yaqli' gigant galaktikalarda, soni'n' ishinde bizin' Galaktikami'zda 150 milliardtan arti'q juldi'z bar. Bizden 2,2 million jaqti'li'q ji'li' (1 jaqti'li'q ji'li' = $9,46 \cdot 10^{12}$ km) uzaqli'qtag'i' qon'si' Andromeda dep atali'wshi' galaktikada bolsa 200 milliardtan arti'q juldi'z bar. Kosmostag'i' juldi'zlar wo'zinin' galaktikalari' worayi' a'tirapi'nda aylanadi'.

Yeger aspandi' di'qqat penen baqlag'an bolsan'i'z, juldi'zlar g'uj-g'uj bolg'an aspanni'n' jari'q bo'legi eyki qari'qti'n' tabi'na uqsas yekenligi ko'rinedi. Bul jol aspan gu'mbezin yekige bolip turg'anday seziledi. Bul jaqti' jol ken' maydanda saban arti'lg'an tu'ye ka'rwani' wo'tkende saban to'gilip qalg'an jolg'a uqsaydi'. Bul yenli joldi' ayyemgiler «*Saban joli'*» dep atag'an. «*Saban joli'*» su'ttin' ren'ine uqsap ketedi. Soni'n' ushi'n ayyemde yunanlar woni' «galaktikos», yag'ni'y «*su'tli*» dep atag'an. «*Galaktika*» so'zi sol sozden kelip shi'qqan.

Bizge korinetug'i'n «Saban joli'» yamasa «Su'tli jol» Galaktikami'zg'a kiretug'i'n juldi'zlardi'n' bir bolegin wo'z ishine aladi'. Juldi'zlar

Galaktikami'z vorayi' a'tirapi'nda 250 mln ji'lda bir ma'rte aylani'p shi'g'ad'i.

Galaktikami'z yadrodan ha'm woni' worap turi'wshi' juldi'zlardan ibarat (80-su'wret). Juldi'zlar Galaktikami'z qurami'nda disk si'yaqli' ha'm galaktikali'q taj formasi'nda jaylasqan. Galaktikami'z do'n'es linza formasi'na iye. Woni'n' diskinin diametri 100 000 jaqti'li'q ji'li'n, vorayi'ni'n' qali'n'li'g'i' shama menen 30 000 jaqti'li'q ji'li'n quraydi'. Galaktikali'q taj juldi'zlardan ibarat. Galaktikani'n' aylani'w ko'sheri disktin' tegisligine perpendikulyar boli'p yesaplanadi'.

Galaktikami'z diskinine perpendikulyar tu'rde si'rttan baqlaw mu'mkin bolg'anda yedi, wol 81-suwrettegidey spiral si'yaqli' boli'p ko'rinedi.

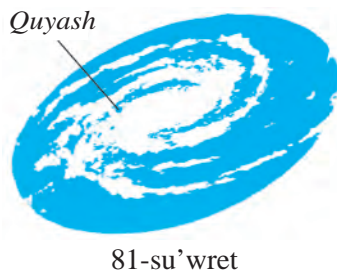
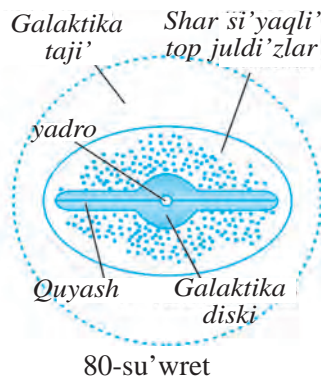
Galaktikami'z dag'i' juldi'zlardan biri – **Quyash** boli'p yesaplanadi'. Wol basqa juldi'zlar qatari' Galaktikami'zdi'n' vorayi' a'tirapi'nda aylani'p ju'redi. Quyash Galaktika vorayi'nan shama menen $3,1 \cdot 10^{17}$ km yamasa 32,6 mi'n' jaqti'li'q ji'li' uzaqli'qta jaylasqan. Quyash wo'zinin' planetalari' menen birgelikte Galaktika yadrosni'in' a'tirapi'nda 250 km/s tezlik penen qozgaladi' ha'm 250 million ji'lda bir ret toli'q aylani'p shi'g'adi'.

1920-ji'lda AQSH astronomi' **Edvin Xabbl** bizin' Galaktikami'zdan basqa galaktikalar bar yekenligin da'lillep bergen. 1929-ji'lda Xabbl galaktikalar spektrin u'yrenip, galaktikalar bizden ju'da' u'lken tezlik penen uzaqlasi'p ati'rg'ani'n ani'qlawshi' usi' ni'zamdi' ashqan:

$$v = HR,$$

bunda R – uzaqlasi'p barati'rg'an galaktikag'a shekem bolg'an arali'q, H – Xabbl turaqli'si', ma'nisi 74 km/(s·Mps), 1 ps (parsek) = 3,26 jaqti'li'q ji'li'.

Xabbl ashqan bunday ni'zamli'li'q boyi'nsha galaktika bizden qan-sha uzaqta bolsa, wonin' tezligi sonsha u'lken boli'wi' kelip shi'g'adi'. 1988-ji'lda bizden 275 000 km/s tezlik penen uzaqlasi'p ati'rg'an galaktika ani'qlandi'. Galaktikalardi'n' bunday uzaqlasi'wi' bir da'wirler wolar bir jerde toplang'an degen juwmaqqa keliwge ali'p keledi. Xabbl ni'zami' galaktikalardi'n' tarqali'w da'wirin tabi'wg'a mu'mkinshilik beredi.



Du'nyani'n' du'zilisi ha'm rawajlani'wi' haqqi'nda ha'zirgi zaman ko'zqaraslari'



Du'nyani'n' du'zilisi ha'm rawajlani'wi' haqqi'ndag'i ha'zirgi zaman ko'zqaraslari'na qarag'anda, 13–15 milliard ji'l aldi'n pu'tkil materiya, energiya, hawa ha'm waqi't U'lken Jari'li'w sebebini sekundtin' u'leslerinde (~10–44 s), derlik bir maydanda payda bolg'an.

Ha'zirgi zaman ilimine qarag'anda U'lken Jari'li'wdan keyin payda bolg'an Du'nya ken'eye baslag'an. U'lken Jari'li'wdan keyin temperatura to'menlep, protonlar ha'm neytronlar payda bolg'an. Proton ha'm neytronlar birlesip, vodorod ha'm geliy yadrolari'n payda yetken. Aradan 300 mi'n' ji'l wo'tip elektronlar yadro a'tirapi'nda aylana baslag'an. Buni'n' na'tiyjesinde atomlar kelip shi'qqan.

Bir milliard ji'l wo'tip gravitaciya ku'shleri na'tiyjesinde zatlar ti'g'i'zlasip barg'an. Na'tiyjede juldi'zlar ha'm wolardi'n' sistemasi' – galaktikalar payda bola baslag'an.

Bunnan keyingi da'wirde, yag'ni'y keleshekte ne ju'z beriwi haqqi'nda ali'mlardi'n' wortasi'nda tu'rli ko'zqaraslar bar. Ayi'ri'm ali'mlardi'n' pikirinshe, Kosmosti'n' ken'eyiwi dawam yete beredi.



1. Galaktika degen ne?
2. «Galaktika joli'» ne yekenligin tu'sindirip berin'.
3. Bizin' Galaktikami'z haqqi'nda nelerdi bilesiz?
4. Xabbl ni'zaminm' ma'nisi neden ibarat?
5. Du'nyani'n' wo'lishemi, massasi', galaktikalar ham juldi'zlar sani'n ayti'p beri'n'.

46-§. ASTRONOMIYALI'Q IZERTLEWLER

Yelimiz ulamalari'ni'n' astronomiya tarawi'ndag'i' jumi'slari'

Astronomiya iliminin' rawajlani'wi'na worta a'sirlerde jasag'an yelimiz ulamalari' u'lken u'les qosqan. Solardan, watanlasi'mi'z *Ahmad al-Ferganiy* (797–865) 812–ji'lda Quyashti'n' tuti'li'wi'n aldi'nnan ayti'p bergan, Jerdin' domalaq yekenligin da'liller tiykarinda dalillegen. Al-Ferg'ani'y 829–ji'lda Bagdadta, 832–ji'lda Damashqta ovservatoriyanin' quri'li'si'na basshi'li'q yetken. Bul ovservatoriylarda aspan denelerinin' qozg'ali'si' ha'm worni'n' ani'qlaw, juldi'zlar kestesin du'ziw jumi'slari'na basshi'li'q yetken, ayi'ri'm astronomiyali'q a'sbaplari'n woylap tapqan.

Al-Ferg'ani'y Damashqtag'i' ovservatoriya da Ptolemeydin' astronomiyag'a tiyisli belgili «Al-madest» shi'g'armasi'ndag'i' mag'lu'wmatlardi' tekseriw menen shug'i'llang'an. Bul shi'g'armani'n' tikleniwine ha'm keyingi a'wladlarga' jetkeriliwine xi'zmet yetken.

Al-Ferg'ani'y wo'zinin' «Aspan qozg'ali'slari' ha'm astronomiya pa'ni toplami' haqqi'nda kitab»i'nda astronomiyali'q a'sbaplar islew ha'm wolardan paydalani'w metodlari'n bayan yetken. Woni'n' «Astronomiya tiykarlari' haqqi'nda kitab» atli' shi'g'armasi' 1145- ha'm 1175-ji'llarda Evropada lati'n tiline awdari'lg'an. Bati'sta Al-Ferg'aniydi «Alfraganus» dep atag'an ha'm sol at penen belgili bolg'an. «Astronomiya tiykarlari' haqqi'nda kitab» Evropa universitetlerinde bir neshe a'sirler dawami'nda astronomiya pa'ni boyi'nsha tiykar'gi' sabaqli'q si'pati'nda paydalani'lg'an.

X–XI a'sirlerde jasap do'retiwshilik qi'lg'an **A'biw Rayhan Beruniy** (973–1048) 100 den arti'q shi'g'arma jazi'p qaldi'rg'an. Wolardan «Juldi'zlar ilimi», «Qonuni Masudiy», «Geodeziy» atli' kitaplari' astronomiyag'a arnalg'an boli'p, wolarda Quyash, Ay ha'm planetalardi'n' qozgali'slari'na tiyisli mag'luwmatlar bar.

Beruniy planetalardan Merkuriy ha'm Venera Quyashdan uzaq ketpegenin ani'qlag'an ha'm sol tiykari'nda bul yeki planeta Quyashti'n' a'tirapi'nda aylansa kerek degen juwmaqqa kelgen. Beruniy, Quyash sol yeki planeta menen birgelikte Jer a'tirapi'nda aylanadi' dep ko'z aldi'na keltirgen bolsa da, woni'n' Merkuriy ha'm Venerag'a sali'sti'rg'anda XI a'sirdegi juwmag'i' geliocentriyali'q sistema ta'repke qoyi'lg'an birinshi qa'dem yedi.

Beruniy aspan ha'm Jer globuslari'n' jasag'an. Wol aspan qozg'ali's'i' Jerdin' wo'z ko'sheri a'tirapi'nda aylani'wi' na'tiyjesi dep ko'rsetken.

Dunyag'a worta a'sirdin' ulli' woysli'li' boli'p tani'lg'an **Mi'rza Ulug'bek** 1428–1429-ji'llarda Samarqand qasi'ndagi' Koxak to'beligine ovservatoriya qurdi'rg'an. Ulug'bek ovservatoriyasi'nda Quyash, Ay, planetalar, juldi'zlar u'yrenilgen. Ovservatoriya da juldi'zlar kestesi du'ziw, waqi'tti' ani'qlaw, wori'nni'n' geografiyali'q koordinatlari'n belgilew si'yaqli' astronomiyali'q mag'luwmatlardi' toplaw ushi'n qollani'latugi'n basqa a'sbaplar da bar bolg'an.

Ulug'bek ovservatoriya da wo'tkergen izertlew na'tiyjelerin wo'zinin' «**Jiji Kurag'oniy**» atli' kitabi'na kirgizgen. 1437-ji'lda tamamlang'an



Mi'rza Ulug'bek
(1394–1449)

belgili kitapta juldi'zlardi'n' biyikligi, meridian si'zi'g'i', ken'lik, juldi'z ha'm planetalar arasi'ndag'i' arali'q si'yaqli'lardi' ani'qlawdi'n' usi'llari', wonda 1018 juldi'zdi'n' jaylasi'w koordinatasi' keltirilgen. Kitapta keltirilgen mag'lummatlardi'n' ani'qli'g'i' sebepli woni'n' qa'dir-qi'mbati' usi' ku'nge shekem kemeygen joq. Solardan, Jer ekvatori'ni'n' Quyash a'tirapi'nda aylani'w orbitasi' tegisligine sali'sti'rg'anda awi'si'w mu'yeshi de ani'q wo'lishengen. Bul awi'si'w $23^{\circ}30'17''$ qa ten' boli'p, ha'zirgi zaman wo'lishewlerinen $32''$ qa g'ana pari'q yetedi.


Al-Ferganiy, Beruniy, Ulug'bek si'yaqli' yelimiz ulamalari' ali'p barg'an izertlewleri menen astronomiya tarawi'nin' rawajlani'wi'na u'lken u'les qosti'.

Ha'zirgi zaman astronomiyali'q izertlewler

Da'wirlerdin wo'tiwi menen astronomiyali'q baqlawlar ushi'n arnawli' a'sbaplar islep shi'g'i'li'p, wolar quramalagi'p barg'an. Birinshi teleskop 1608-ji'li' gollandiyali'q **Xans Lipperstey** ta'repinen woylap tabi'lg'an. Birinshi ma'rte islep shi'g'alg'an teleskopta shiyshe linzalar uzaqtag'i' denelerdi u'lkeytip ko'rsetken. Sol da'wirdin' wo'zinde **Galileo Galiley** yeki linzadan quralg'an teleskop woylap tapqan. Bul teleskoplardi'n' woylap tabi'li'wi' astronomiyali'q izertlewlerdin' jan'a da'wirinin' baslani'wi'na ali'p keldi.

Ha'zirgi zaman teleskoplari'ni'n' ja'rdeminde Galaktikami'zdag'i' juldi'zlarda boli'p ati'rg'an processler menen birge basqa galaktikada ju'z berip ati'rg'an processlerdi de baqlaw imkaniyati' bar. Quramalasqan teleskoplar ko'rinetug'i'n jaqti'li'qlar menen birge ko'rinbeytug'i'n elektromagnit tolqi'nlardi' qabi'l yete aladi'. Ovservatoriyalarda radioteleskoplar, spektrograflar qollani'ladi'.

Jer atmosferasi' joqari' energiyli' nurlardi' kushli jutadi'. Sol sebepli Kosmostan kiyati'rg'an elektromagnit tolqi'nlardi'n' barli'g'i'n Jerde turi'p teleskoplar ja'rdeminde baqlap bolmaydi'. Soni'n' ushi'n astronomiyali'q izertlewler Jerdin' jasalma joldaslari'na wornati'lg'an radioteleskoplar ja'rdeminde wo'tkerilmekte. Solardan, kosmosqa shi'g'ari'lg'an Xabbl teleskopi' Jerdegi teleskopta baqlanatug'i'n jaqti'li'qqa sali'sti'rg'anda 50 yese ku'shsiz jaqti'li'qti' sezgeni sebepli Kosmosti' ha'm wondag'i' obektlerdi teren'nen u'yreniw imkaniyati'n beredi.

-  1. Yelimiz ulamalari'ni'n' astronomiya tarawi'nda ali'p barg'an jumi'slari' haqqi'nda ayti'p berin'.
2. Teleskoplar haqqi'nda nelerdi bilesiz?
3. Ne sebepten astronomiyali'q izertlewler jasalma joldaslarda da ali'p bari'lmaqta?

XI BAP BOYI'NSHA KEREKLI JUWMAQLAR

- Quyash ha'm woni'n' a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi barli'q aspan deneleri birgelikte Quyash sistemasi'n du'zedi.
- Keplerdin' birinshi ni'zami': Ha'r bir planeta shen'berge jaqi'n bolg'an ellips boylap aylanadi' ha'm ellipstin' fokuslari'nan birinde Quyash turadi'.
- Keplerdin' yekinshi ni'zami': Planetalardi'n' radius-vektori' ten' waqi'tlar ishinde ten'dey betler si'zadi'.
- Keplerdin' u'shinshi ni'zami': Planetalardi'n' Quyash a'tirapi'nda aylani'w da'wirleri kvadratlari'ni'n' qatnasi' orbitalari' u'lken yari'm ko'sherleri uzi'nli'g'i'nin' kublari'ni'n' qatnasi'na ten':

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

- Mars ha'm Yupiter arali'g'i'nda Quyash a'tirapi'nda aylani'p ju'riwshi mayda aspan deneleri asteroidlar dep ataladi'.
- Kometa – «bas» ha'm wog'an yerip ju'riwshi «quyri'q»tan ibarat bolg'an Quyash sistemasi'ndag'i' aspan denesi boli'p yesaplanadi'.
- Jerge jaqi'nlasip kelip, hawada jaqti' iz qaldi'ri'p ushatug'i'n, Jer betine jetip kelmey jani'p ketetug'i'n mayda aspan deneleri meteorlar dep ataladi'.
- Ushi'p kiyati'rg'an ayi'ri'm meteorlar hawada jani'p tamam bolmay Jer betine uri'luwi' mu'mkin. Bunday aspan deneleri meteoritler dep ataladi'.
- Juldi'zlar Kosmosta top-top boli'p jaylasqan. Ha'r bir toplamdag'i' juldi'zlar uli'wma wo'z-ara tarti'si'w ku'shi menen baylani'sqan. Bunday ha'r bir juldi'zlar toplami' galaktika dep ataladi'.
- Du'nyani'n' du'zilisi ha'm rawajlani'wi' haqqi'ndag'i' ha'zirgi zaman ko'zqaraslari'na qarag'anda, 13–14 milliard ji'l aldi'n pu'tkil materiya, energiya, ken'islik ha'm waqi't U'lken Jari'li'w sebepli sekundi'n' u'leslerinde ($\sim 10^{44}$ s), derlik birden payda bolg'an.

DU'NYANI'N' FIZIKALI'Q QUBI'LI'SI'. FIZIKA-TEXNIKANI'N' RAWAJLANI'WI'

47-§. DU'NYANI'N' JALG'I'Z FIZIKALI'Q QUBI'LI'SI'

Du'nyani'n' mexanikali'q qubi'li'si'

Du'nya qubili'si' haqqi'nda a'yyemnen baslap ali'mlar pikir ju'rgizgen. Biraq wolar tek pikir ju'rgiziwge g'ana tayani'p, ta'jiriye ha'm baqlawdan kelip shi'g'atug'i'n uli'wmalasti'ri'wdi' ko'zden qashi'rg'an.

Ta'biyat qubi'li'slari'n u'yreniwde ta'jiriye na'tiyjelerine tiykarlani'wdi' birinshi boli'p G.Galiley baslap berdi. Soni'n' ushi'n fizikani'n' pa'n si'pati'nda qa'liplesiw Galileyden baslang'an dep qaraladi'. Bunda wol inerciya, sali'sti'rmali' principi haqqi'ndag'i' pikirlerdi ayti'p, wolardi'n' tasti'yi'qlani'wi'n ta'jiriye baqladi'. Bul bari'stag'i' jumi'slar I.Nyuton ta'repinen dawam yettirildi. Sonday yetip XVII a'sirde ta'biyat tani'wdan mexanika aji'rali'p shi'qti' ha'm du'nyani'n' mexanikali'q qubili'si' jarati'ldi'.



Du'nyani'n' mexanikali'q qubili'si' materiya, qozg'ali's ken'islik, waqi't, wo'z ara ta'sir, sebep ha'm aqi'bet ni'zamlil'i'g'i' si'yaqli' elementlerden du'zilgen boli'p, wonda ta'biyattag'i' tu'rli processlerdi mexanika ni'zamlari' tiykari'nda tu'sindiriw mu'mkin dep qaraladi'.

Du'nyani'n' mexanikali'q qubili'si'na ko're, *materiya* bo'lekshelerden du'zilgen zat dep tu'sinilgen; du'nya qozg'ali'wshi' materiyadan quralg'an ha'm barli'q ko'riniste qozgali'slar mexanikali'q *qozg'ali'sqa* keledi; *ken'islik* ha'm *waqi't* absolut ma'nis boli'p, materiya ha'm qozg'ali'sqa baylani'sli' yemes dep qaraladi' (Nyuton), XX a'sirde bunday tu'sinik biykar yetildi (Eynshteyn); wo'z ara ta'sir universal tarti'si'w ni'zami' tiykari'nda boli'p, wol birden boladi'; *aqi'bet* a'llette *sebeb* penen baylani'sli' (waqi'yalar sebepli baylani'si'wg'a iye, bir hal belgili bolsa, keyingi haldi' sebep-aqi'bet principi tiykari'nda ani'qlaw mu'mkin); Nyuton ta'repinen islep shi'g'i'lg'an klassik mexanika ko'zqarasi'na ko're, aldi'n wo'z aldi'na bolg'an qubi'li'slar, processler, da'liller bir sistemag'a keltiriledi, wolar bir-biri menen *mexanikali'q ni'zamlil'qlar* tiykari'nda baylani'si'wda uluwma bir qubili'si' du'zedi.

Du'nyani'n' elektromagnitlik qubi'li'si'

XIX a'sirde elektromagnit qubi'li'slardi' u'yreniw, wolardi'n' ni'zamlı'qlari'n woypap tabı'w baslandı'. Biraq wolardi' mexanikalı'q ko'zqarastan qandayda bir flyuid (ko'z aldi'na keltirilgen arnawlı' suyi'qli'q, wortalı'q) tiykari'nda tu'sindiriwge uri'ni'wlar boldı'. Bunday ko'zqaraslar a'shkaralawg'a ushi'rap, biykarlana basladı'. Sonda M.Faradey *elektromagnitlik maydan* tu'sinigin kirgizdi. Bul pa'nde a'hmiyetli alg'a ji'lji'w boldı'. Soni'nan bul ideyani' rawajlandı'ri'p, J .Maksvell *elektromagnitlik maydan teoriyasi'n* jarattı'. Wo'z aldi'na dep qaralg'an elektr ha'm magnit qubi'li'slar belgili bir ta'rtipke keltirildi. Bunda elektromagnitlik maydan ken'islikte u'zilissiz wo'zgeredi dep qaraldı'.

Dunyani'n' mexanikalı'q qubili'si' boyi'nsha materiya *zattan* ibarat dep qaralg'an bolsa, dunyani'n' elektromagnitlik qubili'si'nda materiya *maydan* formasi'nda boli'wi' mu'mkinligi ko'rsetildi. Qozg'ali's tek zat ha'm woni'n' bo'leksheleri qozg'alg'anda g'ana ibarat bolmastan, ba'lkim maydan ha'm woni'n' elektromagnitlik tolqi'nları'ni'n' qozg'ali'si' si'pati'nda qaralı'wi'n ko'rsetedi. Wo'z ara ta'sir tek gravitacion maydan arqalı' birden yemes, ba'lkim shekli tezlik penen tarqalı'wshi' elektromagnit maydan arqalı' boli'wi' ayti'lg'an. Sonday yetip, Dunyani'n' elektromagnitlik qubili'si' qa'liplesti.



Soni'n' menen birge ta'biyatta yeki fundamental wo'z ara ta'sir – gravitacion ha'm elektromagnitlik wo'z ara ta'siri bar yekenligi ayti'p wo'tildi.

Du'nyani'n' ha'zirgi zaman fizikali'q qubi'li'si'

XIX a'sirdin' aqi'rlari' ha'm XX a'sirdin' basları'na kelip atom fizikasi' tarawı'ndag'i' izertlewler, elektromagnit maydan porciyalar – kvantlardan ibarat yekenligi haqqi'nda teoriya, bo'lekshelerdin' tolqi'n ta'biyati' haqqi'ndag'i' ta'liyimatlar klassik fizikani'n' ni'zamlari' barlı'q fizikali'q qubi'li'slar ushi'n wori'nli' bolmaslı'g'i'n ko'rsetti. Materiyanı'n' u'zlikli du'ziliske iye bolg'an zatqa ha'm u'zlisiz maydang'a bo'liniwi wo'zinin' absolyut ma'nisin joq qi'ldi'.

Korpuskulyar-tolqi'n dualizmi («*dualizm*» – «*yeki ta'replemelik*» de-gendi bildiredi) materiyanı'n' barlı'q formalari'na – zatqa ha'm maydang'a tiyisliligi ani'qlandı'. Bulardi'n' na'tiyjesinde materiyanı'n' kvant qa'siyetleri ashi'ldi'.

Mikrobo'lekshelerdin' qozg'ali'si'n ko'rsetiwshi *kvant fizikasi'* payda bolg'annan son' du'nyani'n' jalg'i'z fizikali'q qubili'si'nda jan'a

elementler ko'zge taslana basladi'. Kvant teoriyasi'ni'n' prinsipleri uluwmalig'q boli'p, barli'q bo'lekshelerdi, wolardi'n' arasi'ndag'i' wo'z-ara ta'sirlerdi ha'm wolardi'n' wo'z ara aylani'slari'n xarakterlew ushi'n qollani'la beredi.



1. Du'nyani'n' mexanikali'q qubi'li'si' qanday elementlerden du'zilgen?
2. Du'nyani'n' mexanikali'q h'am elektromagnitlik qubi'li'slari' arasi'ndag'i' parqi' neden ibarat?
3. Du'nyani'n' jalg'i'z fizikali'q qubi'li'si' haqqi'nda nelerdi bilesiz?

48-§. FIZIKA HA'M TEXNIKANI'N' RAWAJLANI'WI'. O'ZBEKISTANDA FIZIKA TARAWI'NDAG'I' IZERTLEWLER

Fizika ha'm texnikani'n' rawajlani'wi'

Ayyemgi zamanlarda tas qurallar, keyinirek woq jay, i'laydan islengen i'di'slar, tas balta ha'm mi's qurallar payda boldi'. B.e.sh. 3–4 ji'lli'qta jezden (latun) islengen miynet qurallari' payda boldi'. Keyinirek temirden paydalani'wg'a wo'tildi. Diyqanshi'li'q rawajlani'p baslag'annan keyin, suw shi'g'ari'wshi' quri'lmalari' ha'm jerdi aydawshi' qurallar payda boldi'. Quri'li'sta tu'rli ju'k ko'teriw richaglari' woylap tabi'ldi'. Adamlar terektin' denesinen qayi'q islep, suwda ju'ze basladi'. Keyinirek jelkenli kemeler payda boldi'. Toqi'mashi'li'q ha'm wo'nermentshilik rawajlana basladi'.

XV–XVI a'sirlerge kelip domna pechleri quri'ldi'. A'skeriy texnikada woq ati'w qurallari', mashina ha'm mexanizmler payda boldi'. XVIII a'sirdin' aqi'ri'nda puw mashinasi' ha'm toqi'mashi'li'q mashinalari' islep shi'g'i'ldi'. XIX a'sirde baspa mashina, telegraf apparati', fotografiy, ishki jani'wshi' dvigateli, radio, telefon kino- matografiya, avtomobil islep shi'g'i'ldi', a'skeriy texnika, temir jol transporti' rawajlandi'.

Fizika ha'm texnika XX a'sir dawami'nda rawajlandi'. Elektr energiyasi'n islep shi'g'ari'w ha'm wonnan paydalani'w ken' ko'lemde a'melge asti', elektr energiyasi' barli'q tarawlarg'a kirip bardi'. Mashinasazli'q, aviaciya, atom texnikasi', kibernetika ha'm yesaplaw texnikasi', elektronika, televidenie, raketa, avtomatika, kosmonavtika, xabar texnologiyasi' ha'm basqa tarawlar joqari' da'rejede rawajlandi'. Sanaat, awi'l xojali'g'i', xi'zmet ko'rsetiw, pa'n, ag'arti'wshi'li'q, ma'deniyat, sport, quri'li's, transport, baylani's, energetika ha'm basqa tarawlar texnikani'n' jetiskenlikleri menen qurallandi'ri'ldi'.

XXI a'sirde axborot texnologiyasi', biofizika ha'm nanotexnologiya tarawlarida ulli' ashi'li'wlardi'n' boli'wi' boljanbaqta.

O'zbekistanda fizika tarawi'ndag'i' izleniwler

Farabiy, Beruniy, Ibn Sina, Ulug'bek si'yaqli' ulli' ulamalar jetisip shi'qqan yelimizdagi universitet ha'm institutlari'n'da ha'm Ilimler Akademiyasi'ni'n' ilimiy bo'limlerinde fizika pa'ninin' derlik barli'q bag'darlari'nda ken' ko'lemde izertlew jumi'slari' ali'p bari'lmaqta.

O'zbekistanda 1920-30-ji'llari' fizika tarawi'nda ilimiy izertlew jumi'slari' joqari' woqi'w wori'nlar'i'ndag'i' laboratoriyalarda ali'p bari'ldi'. 1932-ji'li' O'zbekistan ilim Komiteti du'zildi. 1943-ji'li' O'zbekistan Ilimler Akademiyasi' du'zildi. Sol ji'li' O'zR IA ni'n' Fizika-texnika instituti', 1956-ji'li' Yadro fizikasi' instituti', 1966-ji'li' Astronomiya instituti', 1967-ji'li' Elektronika instituti', 1976-ji'li' «Fizika-Quyash» ilimiy islep shi'g'ari'w birlespesi du'zildi. Fizika boyi'nsha ilimiy izertlew sho'lkemlerinin' qatari'na 1977-ji'li' O'zR IA ni'n' Ji'lli'li'q fizikasi' bo'limi, 1992-ji'li' «Kosmos» ilimiy islep shi'g'ari'w birlespesi, 1993-ji'li' Material tani'wshi'li'q instituti qosi'ldi'. Usi ilimiy izertlew sho'lkemleri, sonday-aq, Tashkent Ma'mleketlik universiteti (Ha'zirgi O'zbekistan Milliy universiteti), Samarqand Ma'mleketlik universiteti, Qaraqalpaq Ma'mleketlik universiteti, Tashkent texnika universiteti ha'm basqa joqari' woqi'w wori'nlar'i'nda fizika pa'ninin' tu'rli mashqalalari'na tiyisli izertlew jumi'slari' ali'p bari'li'p, du'nya da'rejesinde fizikani'n' rawajlani'wi'na tiyisli u'les qosi'lmaqta.

O'zbekistanda Quyash energiyas'ingan paydalani'w ha'm yadro fizikasi' tarawi'nda ali'p bari'lg'an izertlew jumi'slari' menen tani'sasi'z (32-ha'm 37-§ larg'a qaran'). Fizikani'n' basqa tarawlar'i'nda da ma'mleketimiz ali'mlari' yerisken jetiskenliklerdin' shegi joq. Solardan, atmosferadag'i' elektron-yadro selleri ashi'ldi'. Protonlardi'n' yadroda kogerent difraksiyon dissociysi' qubi'li'si' du'nyada birinshi boli'p ani'qlandi'. Yari'm wo'tkizgishlar qa'siyetine iye bolg'an qatti' yeritpelerdin' bir neshshe tu'ri payda yetildi ha'm fizikali'q qa'siyetleri u'yrenildi. Izertlewler na'tiyjeleri tiykari'nda ju'da' joqari' shastotali' diodlar, yari'm wo'tkizgishlerde tez wo'tetug'i'n elektron processlerdi u'yreniw ushi'n mo'lsherlengen a'sbaplar, ko'rinisti jetkerip beriwshi fotodiod matrittalar, kremniy, litiy detektor ha'm basqa a'sbaplar islep shi'g'i'ldi'.

Ma'mleketimiz ilimiy izertlew sho'lkemlerinde ha'm joqari' woqi'w worinlari' laboratoriyalar'i'nda qatti' deneler fizikasi', ji'lli'li'q ha'm molekulyar fizika, optika ha'm akustikani'n' zamanago'y fundamental bag'darlari' boyi'nsha a'meliy a'hmiyetke iye bolg'an ilimiy izertlewler ali'p bari'lmaqta. Solardan, zatlardi'n' joqari' temperaturali'q sintezi, strukturasi' ha'm qa'siyetlerin lazer nuri' menen basqari'wdi'n' jan'a usi'llari'

islep shi'g'i'ldi'. 5–1000°C ha'm 80–2000°C temperatura intervali'nda isleytug'i'n pirometr, infraqi'zi'l nur shi'g'aratug'i'n denenin' nurlani'wi'n ko'rsete alatug'i'n jan'a tu'r qabi'l yetkish islep shi'g'i'ldi'.

Kondensatlang'an wortali'qlar optikasi' tarawi'ndag'i' ju'da' taza mo'ldir wortali'qlarda lazer nuri'ni'n' tarqali'wi' menen baylani'sli' optikali'q qubi'li'slar u'yrenilip, wonda jan'a qubi'li's – tez ken' polosali' lyuminiscenciya tabi'ldi'. Lazer spektroskopiyasi' tarawi'nda si'zi'qtan ti'sqari' wortali'qlarda lazer nuri'ni'n' anomal awi'si'wi' ha'm wo'z-wo'zinen fokuslani'w qubi'li'slari' ashi'ldi'. Si'zi'qtan ti'sqari' modulyacion nur talshi'qlar optikasi' jarati'ldi'.

Ma'mleketimizde fizika tarawi'nda ali'p bari'li'p ati'rg'an izertlewler ha'zirgi zaman fizikasi'ni'n' dunya boyi'nsha ja'nede rawajlani'wi'na, xali'qti'n' turmi's ta'rizini'n' jaqsi'lani'wi'na xi'zmet yetedi.



1. Texnikani'n' rawajlani'wi'nda fizika pa'ninin' tayani'sh yekenligin tiykarlap berin'.
2. A'yyemnen ha'zirgi da'wirge shekem fizika ha'm texnikani'n' rawajlani'wi' haqqi'nda ayti'p berin'.
3. O'zbekistanda fizika tarawi'nda ali'p bari'li'p ati'rg'an izertlewler haqqi'nda nelerdi bilesiz?

SHI'NI'G'I'WLARDI'N' JUWAPLARI'

- 1-shi'ni'g'i'w.** 1. $n_0 = 3 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$. 2. $N = 3,7 \cdot 10^{25}$. 3. $N = 3,3 \cdot 10^{22}$. 4. $N = 5 \cdot 10^{25}$.
- 2-shi'ni'g'i'w.** 1. $m_0 = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. 2. $m_0 = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. 3. $N = 3 \cdot 10^{23}$ ta. 4. $v = 500$ mol. 5. $m = 0,16 \text{ kg}$.
- 3-shi'ni'g'i'w.** 1. $N = 2,7 \cdot 10^{22}$ ta. 2. $E_k = 1,25 \cdot 10^{-20} \text{ Dj}$. 3. $p = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
- 4-shi'ni'g'i'w.** 3. 2 yese ko'beyedi. 4. $p = 1,13 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. 5. $n = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$.
- 5-shi'ni'g'i'w.** 1. $v_{kv}(\text{H}_2) = 1845 \text{ m/s}$; $v_{kv}(\text{CO}_2) = 393 \text{ m/s}$. 2. $E_k(\text{H}_2) = E_k(\text{CO}_2) = 5,65 \cdot 10^{-21} \text{ Dj}$. 3. E_k 4 yese, v_{kv} 2 yese ko'beyedi. 4. 4 yese.
- 6-shi'ni'g'i'w.** 1. $A = 2,5 \text{ Dj}$. 2. $A = 0,25 \text{ Dj}$. 3. $F = 50 \text{ N}$.
- 7-shi'ni'g'i'w.** 1. $Q = 313,5 \text{ kDj} = 75 \text{ kkal}$; $C = 4,18 \text{ kDj/K}$. 2. Temir. 3. $Q = 1,32 \text{ MDj}$. 4. $V = 0,93 \text{ l}$.
- 8-shi'ni'g'i'w.** 2. $Q_1 = 7,25 \cdot 10^8 \text{ Dj}$; $Q_2 = 2,5 \cdot 10^8 \text{ Dj}$. 3. $q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Dj/kg}$. 4. $m = 5 \text{ kg}$. 5. $Q = 1,3 \cdot 10^9 \text{ Dj}$; $Q_1 = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Dj}$. 6. $Q = 2,5 \cdot 10^7 \text{ Dj}$.
- 9-shi'ni'g'i'w.** 1. $p_2 = 3 \text{ MPa}$. 2. $V_2 = 1 \text{ l}$. 3. $V_2 = 4 \text{ l}$. 4. $p_2 = 1,5 \text{ MPa}$.
- 10-shi'ni'g'i'w.** 1. $A = 1,6 \text{ kDj}$. 2. $Q = -0,5 \text{ kDj}$. 3. $A = 1 \text{ kDj}$. 4. $\Delta U = 2,8 \text{ kDj}$. 5. $A = 831 \text{ Dj}$.
- 11-shi'ni'g'i'w.** 1. $F = 2 \text{ mN}$; $A = 60 \text{ }\mu\text{Dj}$. 2. $F = 1,2 \text{ mN}$; $A = 36 \text{ mkDj}$. 3. $F = 3,04 \text{ mN}$.
- 12-shi'ni'g'i'w.** 1. $h = 14,6 \text{ sm}$. 2. $r = 0,25 \text{ mm}$. 3. $h = 7,5 \text{ mm}$.
- 13-shi'ni'g'i'w.** 1. $F = 1884 \text{ N}$. 2. $E = 9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$. 3. $\sigma = 4 \cdot 10^7 \text{ Pa}$; $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.
- 14-shi'ni'g'i'w.** 1. $Q_y = 334 \text{ kDj}$. 2. $m = 167 \text{ g}$. 3. $Q = 167 \text{ kDj}$. 4. Polat.
- 15-shi'ni'g'i'w.** 1. $\varphi = 65\%$. 2. $\rho = 15 \text{ g/m}^3$. 3. $\varphi = 62\%$.
- 16-shi'ni'g'i'w.** 1. $\alpha + \gamma = 70^\circ$. 2. $n = 1,5$; $v = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. 3. $\beta = 39^\circ$.
- 17-shi'ni'g'i'w.** 1. $\alpha_0 = 49^\circ$. 2. $n_2 = 1,2$. 3. $n_1 = 1,5$.
- 18-shi'ni'g'i'w.** 1. $D_1 = 2,5 \text{ dptr}$; $D_2 = 4 \text{ dptr}$, $D_3 = 10 \text{ dptr}$; $D_4 = -10 \text{ dptr}$; $D_5 = -4 \text{ dptr}$, $D_6 = -2,5 \text{ dptr}$. 2. $D = 3,25 \text{ dptr}$. 3. $f = 20 \text{ sm}$; $K = 1$. 4. $F = 13 \text{ sm}$; $D = 7,7 \text{ dptr}$.
- 19-shi'ni'g'i'w.** 1. $F = 15,4 \text{ sm}$, a halg'a tuwra keledi. 2. $F = 8 \text{ sm}$, d halg'a tuwra keledi. 3. $f = -12 \text{ sm}$, f halg'a tuwra keledi.
- 20-shi'ni'g'i'w.** 1. $K = 10$. 2. $F = 1,25 \text{ sm}$. 3. $K = 200$. 4. $D_3 = 4 \text{ dptr}$; 1:1 000 000 masshtabta. 5. U'lkeytiw; su'wretleniw din' wo'lshe mi kishreyedi ha'm jaqti'landi'ri'lg'anli'q ko'beyedi. 6. Birinshi fotoapparatta.

Shi'ni'g'i'wlarid'n juwaplari'

21-shi'ni'g'i'w. 1. Do'n'es linza, $D = 4$ dptr, $F = 25$ sm. 2. Woyi's linza, $D = -2,5$ dptr, $F = 40$ sm. 3. $D = 5$ dptr, jaqi'ndi' ko'riw ushi'n. 4. $D = 2$ dptr, uzaqti' ko'riw ushi'n. 4. $AB = 25$ sm.

22-shi'ni'g'i'w. 1. $t = 34$ min 56 s. 2. $t_1 = 8$ min 19 s; $t_2 = 1,3$ s. 3. $s = 4,1 \cdot 10^{16}$ m.

23-shi'ni'g'i'w. 1. $m_{\text{He}} = 3,34 \cdot 10^{-27}$ kg; $m_{\text{Li}} = 5,01 \cdot 10^{-27}$ kg; $m_{\text{O}} = 1,34 \cdot 10^{-26}$ kg; 1836,3 ma'rte. 2. $q_{\text{C}} = 9,6 \cdot 10^{-19}$ C; $q_{\text{Na}} = 1,76 \cdot 10^{-18}$ C; $q_{\text{Cl}} = 2,72 \cdot 10^{-18}$ C. 3. $m_{\text{N}} = 1,2 \cdot 10^{-26}$ kg; $m_{\text{Fe}} = 4,34 \cdot 10^{-26}$ kg; $m_{\text{U}} = 1,54 \cdot 10^{-25}$ kg; $q_{\text{N}} = 1,12 \cdot 10^{-18}$ C; $q_{\text{Fe}} = 4,16 \cdot 10^{-18}$ C; $q_{\text{U}} = 1,47 \cdot 10^{-17}$ C. 4. ${}^{15}_8\text{O}$ ha'm ${}^{16}_8\text{O}$ ta 8 den, ${}^{235}_{92}\text{U}$ ham ${}^{238}_{92}\text{U}$ da 92 den elektron bar. 6. $m({}^{15}_8\text{O}) = 2,50 \cdot 10^{-26}$ kg; $m({}^{16}_8\text{O}) = 2,67 \cdot 10^{-26}$ kg; $m({}^{235}_{92}\text{U}) = 3,93 \cdot 10^{-25}$ kg; $m({}^{238}_{92}\text{U}) = 3,98 \cdot 10^{-25}$ kg.

24-shi'ni'g'i'w. 1. $R_2 = 228$ mln km. 2. $R_2 = 778$ mln km. 3. $T_2 = 88$ sutka. 4. $R_2 = 4,5$ mlrd km.

TA'KIRARLAW USHI'N MA'SELELERDIN' JUWAPLARI'

I bap boyi'nsha

11. $4,8 \cdot 10^{26}$ m⁻³. 12. $1,67 \cdot 10^{26}$. 13. $3,3 \cdot 10^{25}$. 14. $5 \cdot 10^{22}$. 15. $3,3 \cdot 10^{-27}$ kg. 16. $7,3 \cdot 10^{-26}$ kg. 17. $1,9 \cdot 10^{22}$. 18. 56 mol. 19. 224 g. 20. 200 mol. 21. 2,4 kg. 22. 1,5 l. 23. $6,9 \cdot 10^{10}$ m; 180 yese. 24. Kislorodtiki 16 yese. 25. $2,25 \cdot 10^{-20}$ Dj. 26. $6,7 \cdot 10^5$ N/m². 29. 1,6 yese artadi'. 30. $3,3 \cdot 10^5$ N/m². 31. 516 m/s; 483 m/s. 32. $6,21 \cdot 10^{-21}$ Dj; $6,21 \cdot 10^{-21}$ Dj. 33. E_k 3 yese, v_{kv} 1,7 yese artadi'. 34. 3 yese artadi'. 35. 0,11 MPa. 36. 707 m/s. 37. $2,3 \cdot 10^{25}$ m⁻³. 38. 10^{-21} Dj. 39. 6 yese artadi'. 40. 725 K. 41. 240 ta. 42. 1,9 km/s.

II Bap boyi'nsha

3. 4 mol. 4. 2,4 kg. 5. 2 l. 6. 25 l. 7. Vodorod 22 yese. 8. 64,4 kg/m³. 9. Metanni'n' ti'g'i'zli'g'i' 2 yese az. 10. 9,5 l. 11. 1,6 yese artadi'. 12. 418 kDj yamasa 100 kkal; 4,18 kDj/K. 13. 667 Dj/kg·K. 14. 395 kDj. 15. 730 kDj. 16. 8 kg. 17. 186 kkal. 18. 1,5 kg. 19. 7,5 MPa. 20. 5 dm³. 21. 2,55 dm³. 22. 1600 kPa. 23. Hawanin' ko'lemi artqani' ushi'n basi'm azayadi'. 24. 7 l. 25. 1,5 l. 26. 27°C. 27. Keri proporcional. 28. 39°C. 32. 12,5 kDj. 33. Geliy 10 yese ko'p. 34. Artadi', azayadi'; wo'zgermeydi. 35. 0,5 kDj. 36. 0,5 kDj. 37. 2 kDj. 38. 2 kDj. 39. 3,3 kDj. 40. 830 Dj. 41. Vodorod 16 yese ko'p jumi's wori'nlaydi'. 42. 3,3 MDj; 6,1 MDj.

III bap boyi'nsha

1. Bir u'lken tamshinin' bet energiyasi yeki kishkene tamshi'nikinen kishi. 2. Salmaqsi'zli'q hali'nda suw kishi betli formani iyeleydi. 8. $F = 3,2$ mN; $A = 160$ mkDj.

9. $F = 7,6$ mN. 10. 28 mg. 11. 74 mN/m. 12. 1,2 yese azayadi'. 13. $2,3 \cdot 10^{-5}$ N. 20. 800 kg/m. 21. 7,3 sm. 22. 0,34 mm. 23. 3,4 mm. 24. 820 kg/m^3 . 25. 5,1 mm. 26. Azayadi'. 27. 22 mN/m. 28. 11,7 mg. 29. 7,3 sm. 30. $3,7 \cdot 10^{-5}$ kg.

IV bap boyi'nsha

8. 10^4 N. 9. $1,5 \cdot 10^9$ Pa. 10. $8 \cdot 10^7$ Pa; $3,2 \cdot 10^{11}$ Pa. 11. 32 MPa. 12. Diametri u'lken bolg'an si'mda 9 yese kishi. 13. 0,002; 1 MPa. 14. 0,0005; 1 mm. 15. 200 MPa. 16. 1,67 yese. 17. 3 mm; 10^{-3} . 18. 5,25 N. 19. 4 ma'rte. 20. Absolyut uzayi'w 4 yese, sali'sti'rmali' uzayiw 2 yese azayadi'. 21. 2 yese qi'sqarg'an.

V bap boyi'nsha

3. 66,8 kDJ. 4. 320 kg. 5. 668 kDj. 6. 200 kDj/kg. 17. 50%. 18. $10,2 \text{ g/m}^3$. 19. 39%. 20. 2,2 kPa. 24. 2,6 mg. 25. 21 mg. 26. 0,24 Pa. 27. $0,59 \text{ kg/m}^3$. 28. 40°C da 4,34 yese u'lken. 29. Boladi', bolmaydi'. 30. 50%.

VI bap boyi'nsha

1. 35° . 2. 2φ . 4. Qi'rg'aqqa jaqi'nlasadi'. 5. 37 sm. 6. Wo'zgermeydi. 8. Hawani'n' temperaturasi' wo'zgergeni ushi'n si'ndi'ri'w ko'rsetkishi wo'zgeredi. 9. Sebebi hawani'n' haqi'yqi'y nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishi 1 den u'lkenirek. 10. 19° , 28° . 11. 49° . 12. 52° . 13. $n = 1$ yamasa $\alpha = 0^\circ$. 14. 28° . 15. 74° . 16. 58° . 17. 39° . 19. 14 sm. 20. 1.1 m. 21. 27° . 22. 1.2 sm; 1 sm. 24. 56° . 25. 50%. 26. $L = (D \pm d)F/D$. 27. 50 sm; 4 yese u'lkeygen. 28. 25 sm; haqi'yqi'y, keru, 4 yese u'lkeygen. 29. 20 dptr. 30. 16 sm. 31. Fokal tegisliginde. 32. $-7,5$ dptr. 33. 3 yese. 34. $\text{mF}/(\text{m} + 1)$; $(\text{m} + 1)$ ma'rte. 35. Ekranan 30 ha'm 60 sm.

VIII bap boyi'nsha

11. $6,9 \cdot 10^{-27}$ kg; 10^{-26} kg; $2,8 \cdot 10^{-26}$ kg. 12. $3,2 \cdot 10^{-19}$ C; $3 \cdot 10^{-18}$ C; $4,2 \cdot 10^{-18}$ C. 13. $8,4 \cdot 10^{-27}$ kg; $1,7 \cdot 10^{-26}$ kg; $1,4 \cdot 10^{-26}$ kg; $8 \cdot 10^{-19}$ C; $1,6 \cdot 10^{-18}$ C; $1,3 \cdot 10^{-17}$ C. 16. $3,34 \cdot 10^{-26}$ kg; $3,51 \cdot 10^{-26}$ kg; $4,35 \cdot 10^{-26}$ kg; $4,51 \cdot 10^{-26}$ kg.

M A Z M U N I'

MOLEKULYAR FIZIKA HA'M TERMODINAMIKA TIYKARLARI' 3

I bap. Zattin' du'zilisi'ni'n' molekulyar-kinetikali'q teoriyasi' tiykarlari'

1-§. Molekulyar-kinetikali'q teoriya haqqi'nda tu'sinik	4
2-§. Molekulalardi'n' wo'lssemi ha'm massasi'	7
3-§. Zatti'n' mug'dari'. Molyarli'q massa	11
4-§. Ideal gaz molekulyar-kinetikali'q teoriyasi'ni'n' tiykarg'i' ten'lemesi ...	13
5-§. Temperatura	15
6-§. Gaz molekulari'ni'n' qozg'ali's tezligi	18
I bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	21
I bap'ti' ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	22

II bap. Termodinamika elementleri

7-§. Ishki energiya ha'm jumi's	24
8-§. Ji'lli'li'q mug'dari'. Sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'gi'	26
9-§. Qatti' denelerdin' sali'sti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'li'g'i'n ani'qlaw (Laboratoriyali'q jumi's)	31
10-§. Janarmaydin' sali'sti'rmali' jani'w ji'lli'li'g'i'	32
11-§. Ideal gaz hali'ni'n' ten'lemeleri. Izoprocessler	34
12-§. Termodinamikani'n' birinshi ni'zami'	38
13-§. Ha'r qi'yli temperaturali' suw aralasti'ri'lganda ji'lli'li'q mug'darlari'n sali'sti'ri'w (Laboratoriyali'q jumi's)	42
14-§. Suyi'qli'qti'n' sali'shti'rmali' ji'lli'li'q si'yi'mli'g'i'n ani'qlaw (Laboratoriyali'q jumi's)	43
II bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	44
II bap'ti' ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	45

III bap. Suyi'qli'qlardag'i' bet qubi'li'slari'

15-§. Suyi'qli'q ha'm woni'n' qa'siyetleri. Betkerimlik	48
16-§. Suwdin betkerimlik koeffitsientin aniqlaw (Laboratoriyali'q jumi's)	51
17-§. I'g'allani'w. Kapillaryli'q qubi'li'slar	52
III bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	55
III bap'ti' ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	56

IV bap. Qatti' denelerdin' qa'siyetleri

18-§. Kristall ha'm amorf deneler	58
19-§. Qatti' denelerdin' mexanikali'q qa'siyetleri	60
IV bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	63
IV bap'ti ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	63

V bap. Zatti'n' agregat hali'ni'n' wo'zgeriwi

20-§. Kristall denelerdin' yeriwi ham qati'wi'	65
21-§. Zatti'n' sali'sti'rmali' yeriw ji'lli'li'g'i'. Amorf denelerdi'n' yeriwi ha'm qati'wi'	67
22-§. Puwlani'w ha'm kondensaciya. Qaynaw	70
23-§. Atmosferadag'i' qubi'li'slar	73
V bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	77
V bap'ti ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	78

OPTIKA	80
---------------------	----

VI bap. Jaqti'li'qti'n' tarqali'wi', shag'i'li'si'wi' ha'm si'ni'wi'

24-§. Jaqti'li'qti'n' shag'i'li'si'w ha'm si'ni'w ni'zamlari'	81
25-§. Toli'q ishki shag'i'li'si'w	84
26-§. Shiyshe'nin' nur si'ndi'ri'w ko'rsetkishin ani'qlaw (Laboratoriyali'q jumi's)	87
27-§. Linzalar	88
28-§. Juqa linza ja'rdeminde ko'rini's jasaw	91
29-§. Linza ja'rdeminde ko'rini's payda yetiw (Laboratoriyali'q jumi's)	93
30-§. Optikali'q a'sbaplar	94
31-§. Ko'z ha'm ko'riw	97
VI bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	99
VI bap'ti ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	100

VII bap. Jaqti'li'q energiyasi'nan paydalani'w

32-§. Jaqti'li'qti'n' tezligin ani'qlaw	103
33-§. Jaqti'li'qti'n' ximiyali'q ha'm biologiyli'q ta'siri	106
34-§. Geliotexnika. O'zbekstanda Quyash energiyasi'nan paydalani'w	109
VII bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	111

ATOM FIZIKASI' TIYKARLARI'	112
---	-----

VIII bap. Atom ha'm yadro du'zilisi

35-§. Atom du'zilisi haqqi'nda tu'sinik	113
36-§. Atom yadrosi'ni'n' du'zilisi	115
VIII bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	118
VIII bap'ta ta'kirarlaw ushi'n soraw ha'm ma'seleler	119

IX bap. Yadro energiyasi' ha'm wonnan paydalani'w

37-§. Yadro energiyasi' haqqi'nda tu'sinik	120
38-§. Yadro energiyasi'nan paydalani'w	122
39-§. O'zbekistanda yadro fizikasi'ni'n' rawajlani'wi'	124
IX bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	126

KOSMOS HAQQI'NDA KO'ZQARASLAR

127

X bap. Juldi'zlar, Quyash ha'm Ay

40-§. Juldi'zlar. Quyash	128
41-§. Ay – Jerdin' tabiyg'i'y joldasi'	130
42-§. Waqi'tti' wo'lshew. Kalendarlar	133
X bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	135

XI bap. Quyash sistemasi'. Galaktika

43-§. Quyash sistemasi'ndag'i' planetalar. Kepler ni'zamlari'	136
44-§. Mayda aspan deneleri	140
45-§. Galaktika. Kosmosti'n' du'zilisi ha'm rawajlani'wi' haqqi'nda ha'zirgi zaman du'nya qaraslari'	142
46-§. Astronomiyali'q izertlewler	144
XI bap boyi'nsha kerakli juwmaqlar	147

DU'NYANI'N' FIZIKALI'Q QUBI'LI'SI'. FIZIKA-TEXNIKANI'N' RAWAJLANI'WI'

148

47-§. Du'nyani'n' jalg'i'z fizikali'q qubi'li'si'	148
48-§. Fizika ha'm texnixanin' rawajlani'wi. O'zbekistanda fizika tarawi'ndag'i' izertlewler	150
Shi'ni'g'i'wlaridin' juwaplari'	153
Ta'kirarlaw ushi'n ma'selelerdin' juwaplari'	154

O'quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH,
BOYDEDAYEV AHMADJON,
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH,
YULDASHEVA MOHIDIL KAMALDJANOVNA

F I Z I K A

Umumiy o‘rta ta‘lim maktablarining
9-sinfi uchun darslik
(Qoraqalpoq tilida)

Ikkinchi nashr

Awdarmashi' *D.Tajetdinova*
Redaktor *T.Mnajatdinova*
Ko'rkemlik redaktori' *Sh. Mirfayozov*
Betlewshi *A.Bahramov*
Texnikali'q redaktor *Ye.Koryagina*

Basi'wga 18.07.14-ji'li ruqsat yetildi. Formati' 70x100 1/16. Tayms garniturası'.
Ofset baspa. 12,90 sha'rtli baspa tabaq. Ko'lemi 10,0 baspa tabaq. Nusqasi' 1358.
... nomerli buyi'rtpa.

O'zbekistan Baspa ham xabar agentligi G'afur G'ulam ati'ndag'i' baspa-
poligrafiyali'q do'retiwshilik u'yi. 100128. Tashkent q. Shayxantaxur ko'shesi, 86.

Bizin' internet adresimiz: www.gglit.uz
E-mail: iptdgulom@sarkor.uz, info@gglit.uz

№	Woqi'wshi'ni'n' ati' familiyasi'	Woqi'w ji'li'	Sabaqli'qti'n' ali'ng'an-dag'i' jag'dayi'	Klass basshi'-si'ni'n' qoli'	Sabaqli'qti'n' tap-si'ri'lg'an-dag'i' jag'dayi'	Klass basshi'-si'ni'n' qoli'
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Sabaqli'q woqi'w ji'li' aqi'ri'nda qaytari'p ali'ng'anda joqari'dag'i' keste klass basshi'si' ta'repinen to'mendegi bahalaw wo'lsheplerine tiykarlani'p toltiri'ladi'

Jan'a	Sabaqli'qti'n' birinshi ret paydalani'wg'a berilgendegi jag'dayi'
Jaqsı'	Muqabasi' pu'tin, sabaqli'qti'n' tiyqarg'i' bo'liminen aji'ralmag'an. Barli'q betleri bar. Ji'rti'lmag'an, betleri almastiri'lmag'an, betlerinde jazı'w ha'm sı'zi'qlar joq.
Qanaatlandı'-rar-li'	Muqaba jelingen, bir qansha sı'zi'li'p shetleri qayri'lg'an, sabaqli'qti'n' tiyqarg'i' bo'liminen alı'ni'p qalı'w jag'dayi' bar, paydalani'wshi' ta'repinen qanaatlanarli' qa'lpine keltirilgen. Ali'ng'an betleri qayta jelimlengen, ayi'ri'm betlerine sı'zi'lg'an.
Qanaatlanar-sı'z	Muqabag'a sı'zi'lg'an, ji'rti'lg'an, tiyqarg'i' bo'liminen aji'ralg'an yamasa pu'tkilley joq, qanaatlanarsı'z remontlang'an. Betleri ji'rti'lg'an, betleri toli'q yemes, sı'zi'p, boyap taslang'an. Sabaqli'qti' qayta tiklew mu'mkin yemes.