

Fizika

Uliwma orta bilim beriw mektepleriniń 10-klası ushın sabaqlıq
Ózbekstan Respublikası Xalıq bilimlendiriw ministrligi baspaǵa
usınǵan

**Jańa
basılım**



Tashkent
2022

UO'K 53(075.3)
KBK 22.3ya72
F 58

F 58 Fizika 10 [Tekst] : 10-klass ushın sabaqlıq/. – Tashkent: Respublika bilimlendirirw orayı, 2022. – 192 b.

ISBN 978-9943-8457-4-9

UO'K 53(075.3)
KBK 22.3ya72

AVTORLAR:

K. A. Tursunmetov, Sh. N. Usmonov,
J. A. Raxmatov, D. B. Xomidov

DÚZIWSHILER

- | | |
|-------------------------|--|
| B. A. Yuldoshov | – Termiz mámleketlik universiteti teoriyalıq fizika kafedrası oqıtıwshısı. |
| T. X. Jumayev | – Mámleketlik test orayı janındaǵı ilimiy-oqıw ámeliy orayı bas qánigesı. |
| A. Xudoyberdiyev | – Respublika bilimlendirirw orayı standart hám bahalaw bólimi metodisti. |
| A. J. Umarov | – Qashqadarya wálayatı Kitap rayonındaǵı 5 mekteptiń joqarı kategoriyalı fizika páni oqıtıwshısı |
| B. T. Turapov | – Qashqadarya wálayatı Shahrisabz rayonındaǵı i 6-QMUMniń joqarı kategoriyalı fizika páni oqıtıwshısı. |
| M. K. Umarov | – Andijon wálayatı Shaxrixon rayonındaǵı 46-mekteptiń joqarı kategoriyalı fizika páni oqıtıwshısı |
| M. A. Askarov | – Buxara wálayatı Qarakól rayonındaǵı 10- mekteptiń birinshi kategoriyalı fizika páni oqıtıwshısı. |
| I. A. Raupov | – Buxara wálayatı Ğijduwan rayonındaǵı 27- mekteptiń joqarı kategoriyalı fizika páni oqıtıwshısı. |

Shártli belgiler

-  – ulıwmalastırıwshı sorawlar.
-  – shınıǵıwlar.
-  – ámeliy tapsırmalar.
-  – logikalıq pikirlewge tiyisli tapsırmalar.
-  – qosımsha tapsırmalar.

Respublika maqsetli kitap qorı qárejetleri esabınan basıp shıǵarıldı.
Original maket hám dizayn koncepciyası Respublika bilimlendirirw orayı tárepinen islendi.

ISBN 978-9943-8457-4-9

© Respublika bilimlendirirw orayı, 2022

M A Z M U N I

I BAP. DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI

1-tema. Kúshlerdi qosiw	8
2-tema. Orayga umtiliwshi kúsh.	11
3-tema. Gravitatsiyaliq maydandaqi qozgalis.	14
4-tema. Máseleler sheshiw.	17
5-tema. Dene awirligini qozgalis túrine baylanisligi.	19
6-tema. Deneni bir neshe kúsh tásirindegi qozgalisi	23
7-tema. Máseleler sheshiw.	26
8-tema. Deneni qiya tekisliktegi qozgalisi.	28
9-tema. Deneni qiya tegislik boyinsha kóshiriwde orinlangan jumis. Qiya tegislikti paydali jumis koeficienti (PJKi).....	31
10-tema. Máseleler sheshiw	33
11-tema. Laboratoriya jumisi. <i>Qiya tegislikti PJKin aniqlaw</i>	35
12-tema. Massa orayi. Teñ salmaqliliq túrleri. Kúsh momenti.	36
13-tema. Momentler qagiydasina tiykarlanip isleytuqn ápiwayi mexanizmler	40
14-tema. Máseleler sheshiw	43
Joybar jumisi: Ápiwayi mexanizmlerdi jasaw.....	46

II BAP. MEXANIKALIQ TERBELISLER HÁM TOLQINLAR

15-tema. Mexanikalik terbelisler.....	48
16-tema. Prujinali hám matematikalik mayatnikler	52
17-tema. Laboratoriya jumisi. <i>Matematikaliq mayatnik járdeminde erkin túsiw tezleniwdi aniqlaw</i>	54
18-tema. Mexanikalik tolqinlar	55
19-tema. Ses tolqinlari	57
20-tema. Máseleler sheshiw	61

III BAP. GIDRODINAMIKA HÁM AERODINAMIKA

21-tema. Suyiqliq hám gazlardi qozgalisi.....	66
22-tema. Qozgalistaqi gazlar hám suyiqliqlarda basimni tezlikke baylanisligin texnikada paydalanaw	70
23-tema. Máseleler sheshiw	72

IV BAP. ELEKTROSTATIKALIQ MAYDAN

24-tema. Elektr maydan kernewliligini superpoziciya principi.....	76
25-tema. Zaryadlangan shardi elektr maydani.....	80
26-tema. Máseleler sheshiw	84
27-tema. Elektrostatikaliq maydanda noqatliq zaryadt kóshiriwde orinlangan jumis	85
28-tema. Elektr maydanda jaylasqan noqatliq zaryadt potensial energiyasi	87
29-tema. Elektr maydan energiyasi.....	91
30-tema. Ámeliy shiniqi. <i>Energiyani bir túrden basqasina aylanaw</i>	94
31-tema. Máseleler sheshiw	95

V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

32-tema. Tok kúshi hám toktıń tıǵızlıǵı	98
33-tema. Toliq shıńır ushın Om nızamı	103
34-tema. Máseleler sheshiw	107
35-tema. Laboratoriya jumısı. Tok dereǵınıń EQKi hám ishki qarsılıǵın anıqlaw	109
36-tema. Metall ótkizgishler qarsılıǵınıń temperaturaǵa baylanıslılıǵı.....	110
37-tema. Máseleler sheshiw	115
Joybar jumısı. Alternativ elektr derekleri.....	117

VI BAP. HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOǒÍ

38-tema. Suyıqlıqlarda elektr togı	122
39-tema. Faradeydiń birinshi hám ekinshi nızamı	125
40-tema. Máseleler sheshiw	129
41-tema. Elektrolizden turmısta hám texnikada paydalanıw	130
42-tema. Gazlarda elektr togı. Vakuumda elektr togı	132
43-tema. Yarımótkizgishler hám olardıń metallardan parqı.....	137
44-tema. Yarımótkizgishlerdiń elektr ótkizgishligi.....	139
45-tema. Yarımótkizgishli ásbaplar hám olardıń texnikada qollanıwı	142
46-tema. Laboratoriya jumısı. Yarımótkizgishli diodtıń volt-amper xarakteristikasını úyreniw	147

VII BAP. MAGNIT MAYDANÍ

47-tema. Magnit maydanı indukciyası. Toklı ótkizgishlerdiń magnit maydanı	150
48-tema. Magnit maydanınıń toklı ótkizgishke tási	154
49-tema. Toklı ótkizgishlerdiń óz ara tási	159
50-tema. Toklı ótkizgishti magnit maydanında kóshiriwde atqarılǵan jumıs.....	161
51-tema. Magnit maydanında zaryadlı bóleksheniń qozǵalı	164
52-tema. Turaqlı tok elektr dvigateli	167
53-tema. Máseleler sheshiw	169
54-tema. Elektromagnitlik indukciya	171
55-tema. Ámeliy shınıǵıw. Elektromagnitlik indukciya qubılısın úyreniw	174
56-tema. Ózlik indukciya. Induktivlik.....	176
57-tema. Máseleler sheshiw	179
58-tema. Toktıń magnit maydan energiyası. Zatlardıń magnitlik qásiyetleri	180
59-tema. Máseleler sheshiw	184
Paydalanılǵan ádebiyatlar	190

KIRISIW

Búgingi kúnde ilim-pán hám texnika tez pát penen rawajlanıp, sanlı ekonomika ámeliyatqa endirilmekte, bilimler tez jańalanıp barmaqta. Sonday aq, búgin oqıwshılar teoriyalıq bilimlari menen ǵana sheklenip qalmawına olardı ámelde qollanıwına ayırıqsha itibar qaratılmaqta.

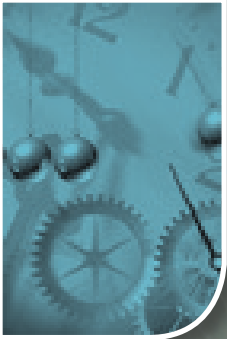
Qánigelerlerden tek ǵana bilim, bálki izleniwsheńlik, izertlewshilik qábiletine iye bolıw talap etilmekte. Sonlıqtan oqıwshılardı oqıw izertlewshilik jumıslarına qamtıp alıw hám olarda izertlewshilik kónlikpelerin rawajlandırıw aktual mashqalalardan birine aylandı.

Sonıń ishinde, fizika pánin oqıtıw oqıwshılarda pánge tiyisli zárúr bilimlerdi payda etiw fizikalıq bilimlerdi ámeliyatta qollay alıw qábiletin qalıplestiriw hám rawajlandırıw kózde tutiladı.

Ulıwma orta bilim beriw mekteplerinde pánlerdi oqıtıw processinde pán-texnika rawajlanıwı, injenerlik, matematika hám kúndelikli turmıs penen baylanıstırıp úyreniw (STEAM jandasıwı) oqıw-tárbiya processin shólkemlestiriwdiń aktual máselesi bolıp esaplanadı.

STEAM zaman talapları tiykarında xalıq aralıq kólemde oqıwshılarga oqıw-tárbiya beriwde pánler aralıq baylanıs hám ámeliy jandasıwdı kúsheytiriwge qaratılǵan. Fizika páni 1-6-klaslarda tábiyiy pánler (biologiya, ximiya, fizika, geografiya) páni quramında oqıtıladı. Sonıń ishinde, Quyash, Jer, Ay hám onıń áhmiyeti, hawa-rayı, jıl máwsimleri, átirapımızdaǵı zatlar: úy úskeneleri, oqıw úskeneleri, azıq-awqat ónimleri, elektr úskeneleri hám gazdan paydalanıw qawıpsızlıq texnikası qaǵıydalarına ámel etiw, dene hám zatlar, suwdıń halları, termometrden paydalanıw, hawa-rayı kúndelikli baqlaw, kún hám túnniń, jıl pasıllarınıń turaqlı almasıwın hám basqa túsinikler qalıplestiriledi.

Fizika páni izbe iz kurs sıpatında 7-, 8-, 9-, 10-, 11-klaslarda úyreniledi. Sonıń ishinde, “Mexanika”, “Molekulyar fizika hám termodinamika tiykarları”, “Elektrodinamika”, “Optika”, “Atom hám yadro fizikası” bólimleri spiral sıyaqlı kóriniste oqıtılıp, oqıwshılardıń ámeliyatta qollaw kónlikpeleri qalıplestiriledi.



Usı sabaqlıq tábiyattaǵı process hám qubılıslardı baqlaw, talqlaw, fizikalıq qubılıslardı úyteniwdе ásbaplardan durıs paydalana alıw, fizikalıq túsiniк hám shamalardı matematikalıq formulalar menen ańlata alıw, pán tarawında erisilip atırǵan jetiskenlikler, olardıń ámeliyattaǵı endiriliwi arqalı oqıwshılarda ilimiy dúnya qarastı rawajlandırıwdı, keleshekte oqıwshılardı pán hám texnologiya jetiskenliklerinen durıs paydalanıwǵa baǵdarlawdı maqset etken. Sabaqlıqta “Dinamika.Statika elementleri”, “Mexanikalıq terbelisler hám tolqınlar”, “Gidrodinamika”, “Elektrostatikalıq maydan”, “Turaqlı tok nızamları”, “Hár qıylı ortalıqlarda elektr toǵı”, “Magnit maydan” bólimleri úyreniledi.

Tábiyat haqqındaǵı pánler ishinde texnika rawajlanıwı ushın fizika eń úlken áhmiyetke iye, sebebi fizika nızamları texnikada kóp qollanadı. Fizika tarawındaǵı jańa oylap tabılıwlar bar texnika jaqsılanıwına yamasa jańası jaratılıwına sebep boladı. Texnika rawajlanıwı, óz nábбетinde, pánniń jánede rawajlanıwına alıp keledi.

Sabaqlıqta berilgen ámeliy tájriybelerdi orınlaw, joybarlastırılıwǵa baǵdarlangan tapsırmalar, máseleler sheshiw, logikalıq sorawlarǵa juwap beriw sizde tábiyiy hám sociallıq ortalıq jaǵdayın túsiniw, dógerek-átirap hám insan mashqalaların ańlaw, olardıń sheshimin tabıwda qarar qabıl ete alıw kónlikpeleri qalıplesiwine járdem beredi.

I BAP



DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI

Siz bul bapta tóمندegi temalar boyınsha maǵlıwmatlar alasız:

- kúshlerdi qosıw;
- orayǵa umtılwshı kúsh;
- gravitaciyalıq maydandaǵı qozǵalı;
- dene awırlıǵınıń qozǵalı túrine baylanıslılıǵı;
- denelerdiń bir neshe kúsh tásirindegi qozǵalı;
- denelerdiń qıya tegisliktegi qozǵalı;
- deneniń qıya tegislik boyınsha orın awıstırıwındaǵı orınlaǵan jumısı. Qıya tegisliktiń paydalı jumıs koefficienti;
- massa orayı. Teń salmaqlılıq túrleri. Kúsh momenti;
- momentler qaǵıydasına tiykarlanıp isleytuǵın ápiwayı mexanizmler.

1-TEMA

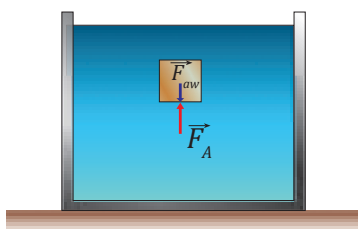
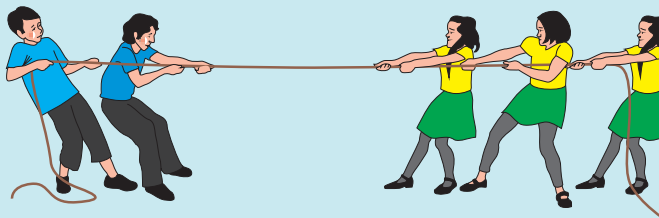
KÚSHLERDI QOSÍW

Qaysı topar utadı?

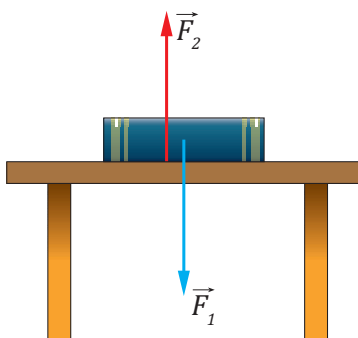
a) hár bir er balanıń tartıw kúshi 300 N nan, hár bir qızdıń tartıw kúshi bolsa er balalardıń tartıw kúshinen 50 N ға kem bolsa;

b) eger birewden er hám qız balanıń ornı almasırsa she?

Juwabınızdı tiykarlań.



a)



b)

1.1-súwret

1. Teń salmaqlılıqtaǵı kúshler.
2. Teń salmaqlılıqtaǵı emes kúshler.
3. Teń tásir etiwshi kúsh hám kúshtiń qurawshıları.

Tabiyattaǵı barlıq qubılıslar fizikalıq nızamlarǵa boysınadı. Denelerdiń bir-biri menen óz-ara tásiiri, olardıń teń salmaqlılıqta bolıwı, denegе tasir etip atırǵan kúshlerge baylanıslı boladı.

1. Teń salmaqlılıqtaǵı kúshler

Toqtap turǵan avtomobil, suwdıń ishindeǵı qálegen noqatta tınısh turǵan dene (1.1 a-súwret), stol ústindeǵı buyımlar ne sebepten tınısh turadı?

Stol ústindeǵı tınısh turǵan kitapqa eki kúsh tásir etedi (1.1 b-súwret). $\vec{F}_1$ – awırlıq kúshi. $\vec{F}_2$ – stol tárepinen deneni joqarıǵa kóterip turıwshı, yaǵnıy tayanıshtıń normal reakciya kúshi. Bul kúshlerdiń muǵdarı teń hám baǵıtı qarama-qarsı bolǵanı ushın olardıń jıyındısı nolǵe teń boladı nátiyjede olar bir-birin teń salmaqlılıq halına keltiredi.

Deneniń tınısh halın yamasa qozǵalıstı tezligin ózgertpeytuǵın kúshlerge teń salmaqlılıqtaǵı kúshler delinedi.

Nyutonniń I nızamı tiykarında:



Denegе qosımsha kúshler tásir etpese, ol óziniń salıstırmalı tınısh halın saqlaydı, yamasa tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı dawam ettiredi.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad (1) \text{ bolsa, } \vec{a} = 0 \text{ hám } \vec{v} = \text{const boladı.}$$

2. Тең салмақллықтағы емес кúшлер

Тáбийатта тınıш турған ямаса турақлї tezlik penen тең óлshew-ли qozғalıp atırған denelerden tısqarı tezligi ózgermeli bolған denelerdi de kóp ushiratamız. Mısalı, suwda shógıp baratırған dene (1.2 a-súwret), ornınan qozғalıp tezligin arttırıp atırған avtomobil yamasa tezligin kemeytip bándirgige kirip kiyatırған poezd hám soğan uqsas mısallardı keltiriw múmkin. Janılıǵısı tawsılıp toqtap qalğan avtomobildi ornınan qozǵaltıw ushın oğan тең салмақллықтан shıǵarıwshı kúsh tásir ettiriw kerek (1.2 b-súwret).

Dene tezligin ózgeriwine sebep bolatuǵın kúshler тең салмақллықтағы емес кúшлер delinedi.

3. Тең tásir etiwshı kúsh hám kúshтіń qurawshıları

Тáбийатта deneniń tek bir kúsh tásiри astındaǵı qozǵalısn derlik ushiratpaymız. Kópshilik jaǵdaylarda denegе bir waqıttıń ózinde bir neshe kúshler tásir etedi. Bul kúshlerdiń denegе tásiрин xarakterlew ushın sol kúshlerdiń тең tásir etiwshısı (juwmaqlawshı kúsh) degen shama kiritilgen (1.3-súwret). $\vec{F}_x = |x_2 - x_1|$ $\vec{F}_y = |y_2 - y_1|$

Denegе tásir etiwshı kúshlerdiń vektorlıq jıyındısı sol kúshlerdiń тең tásir etiwshısı delinedi.

Eger denegе bir waqıttıń ózinde bir neshe kúsh tásir etip atırған bolsa, deneniń qozǵalısn bul kúshlerdiń baǵıtı hám modeline baylanıslı ráwishte ózgeredi. Sol sebepli kúshlerdiń тең tásir etiwshısın anıqlawda olardıń baǵıtın hám modulin itibarǵa alınadı. Тең tásir etiwshı kúsh tómendegishe tabıladı:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (2)$$

Bul jerde $\vec{F}_1; \vec{F}_2 \dots \vec{F}_n$ qurawshı kúshler delinedi.

Denegе eki $\vec{F}_1$ hám $\vec{F}_2$ kúshler tásir etip atırған bolsın:

Ulıwma halda juwmaqlawshı $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$ (3) kúsh formulası menen tabıladı.

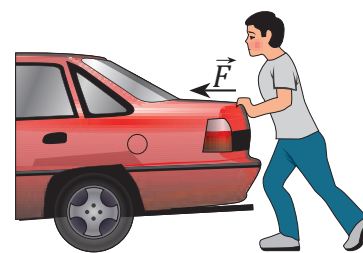
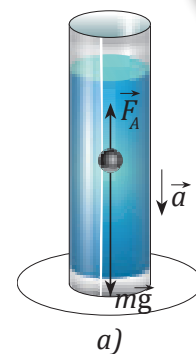
Bul jerde $F_1 = |\vec{F}_1|$, $F_2 = |\vec{F}_2|$, α – $\vec{F}_1$ hám $\vec{F}_2$ arasındagı múyesh.

α nıń ayırım jeke mánisleri ushın formula ápiwayılasadı:

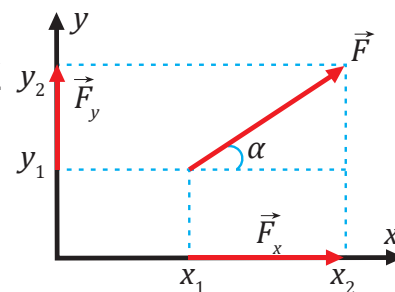
1) $\alpha = 0^\circ$; kúshler bir baǵıtta bolsa, $F = F_1 + F_2$

2) $\alpha = \frac{\pi}{2}$ kúshler óz ara tik baǵıtlanған bolsa, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

3) $\alpha = \pi$; kúshler óz ara qarama-qarsı baǵıtlanған bolsa, $F = |F_1 - F_2|$



b)
1.2-súwret



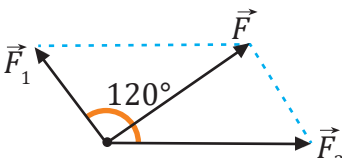
1.3-súwret



1. Nyutonniń I nızamın teń salmaqlılıqtaǵı kúshler arqalı ańlatıwǵa bolama?
2. Parashyutshı tuwrı sıızılı teń ólshewli qozǵalıp túspekte. Usı qozǵalısta qaysı kúshler teń salmaqlılıqtaǵı boladı?
3. Teń salmaqlılıqtaǵı hám teń salmaqlılıqtaǵı emes kúshler bir-birinen qalay parıqlanadı?
4. Dvigateli óshirilgen avtomobil gorizonttal jolda teń ólshewli qozǵala alama? Juwabınızdı tiykarlań?

Másele sheshiw úlgisi

Arasındaǵı múyesh 120° qa, hár biriniń moduli 5 N ǵa teń bolǵan eki kúsh deneniń bir noqatına qoyılǵan. Bul kúshlerdiń teń tásir etiwshisin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\alpha = 120^\circ$	$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$	$F = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2 \cdot 5 \cdot 5 \cos 120^\circ} = 5\text{ N}$
$F_1 = F_2 = 5\text{ N}$		Juwabı: $F = 5\text{ N}$.
$F = ?$		



1-shınıǵıw

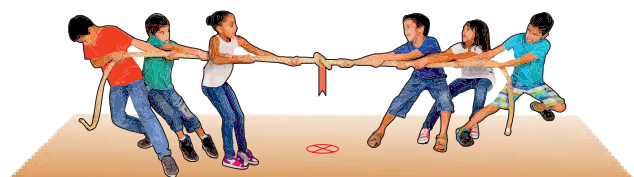
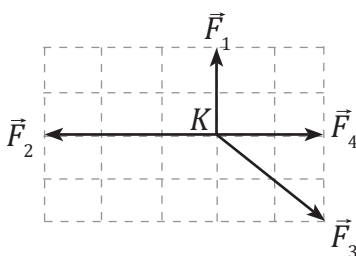
1. Arqan tartıw jarısında 4 sportshı qatnasıp atır. Olardan ekewi cáykesh ráwishte 250 N hám 300 N kúsh penen oń tárepke, qalǵan ekewi cáykesh ráwishte 100 N hám 350 N kúsh penen shep tárepke tartıp atırǵan bolsa, teń tásir etiwshi kúshtiń moduli hám baǵıtın tabıń

2. Mánisleri 30 N hám 40 N bolǵan kúshlerdiń teń tásir etiwshisi 50 N bolıwı ushın olar óz ara qanday baǵıtta bolıw kerek?

3. Massası 60 hám 80 kg bolǵan eki konkishi bir-birinen 24 N kúsh penen iyterilse, olardıń tezleniwlerin tabıń.

4. K noqatta turǵan deneghe súwrette kórsetilgendey kúshler tásir etpekte. Dene qaysı baǵıtta qozǵaladı?

5. Tómendegi súwretke qarap teń salmaqlılıqtaǵı yamasa teń salmaqlılıqtaǵı emes kúshler tásir etip atırǵanlıǵın anıqlań hám juwabınızdı tiykarlań.



ORAYGA UMTILISHI KUSH

2-TEMA

1. Sheńber boyınsha qozǵalıstaǵı kúsh
2. Jipke bekkemlengen shardıń qozǵalı. Oraydan qashıwshı kúsh.
3. Turmısta hám texnikada orayǵa umtılwshı hám oraydan qashıwshı kúshler.

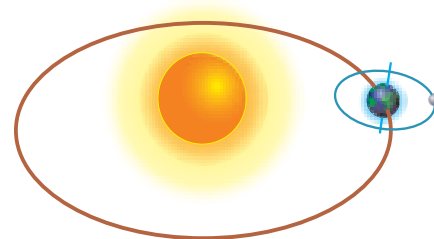
Joldıń keskin burılıw bóleginde aydawshı avtomobil tezligin kemeytiwge májbúr boladı. Sebebin túsindirıń;



1. Sheńber boyınsha qozǵalıstaǵı kúshler

Ne ushin Ay Jer átirapında sheńber boyınsha qozǵaladı hám uzaqlasıp ketpeydi? (1.4-súwret).

Nyutonniń ekinshi nızamı boyınsha, dene sırtqı kúsh tásirinde tezleniw menen qozǵaladı. R radiuslı sheńber boyınsha v tezlik penen qozǵalıp atırǵan hár qanday dene sheńber orayına baǵıtlanǵan tezleniwge iye boladı.



1.4-súwret

Yaǵnıy:

$$a_{o.u} = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

Bul tezleniwdi de sırtqı kúshler júzege keltiredi. Bul jerde sırtqı kúsh – orayǵa umtılwshı kúsh. Orayǵa umtılwshı kúsh ayrıqsha bir túrdegi kúsh emesligin túsiniw júdá áhmiyetli. Ol tek ǵana deneni sheńber boyınsha qozǵalısqı keltiriwshı teń tásir etiwshı kúsh bolıp esaplanadı. Orayǵa umtılwshı kúshke:

– jipke baylanǵan deneniń sheńber boyınsha qozǵalısqında jiptiń keriliw kúshi;

– joldıń aylanba bóliminde háreketlenip atırǵan avtomobillerdiń burılıwına sebep bolatuǵın kúshler hám basqa kúshler mısıl boladı.

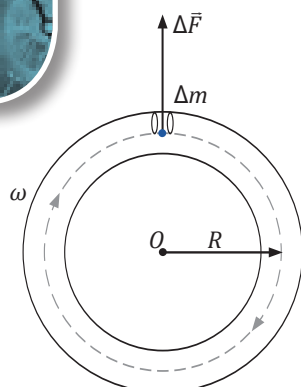
Orayǵa umtılwshı kúsh ($F_{o.u}$) ke salıstırǵanda Nyutonniń II nızamın qollaymız:

$$a_{o.u} = \frac{F_{o.u}}{m} \quad (2)$$

$$(1) \text{ hám } (2) \text{ formulalardan } F_{o.u} = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (3)$$

formulasın payda etemiz.

I BAP. DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI



1.5-súwret

Sheńber boyınsha qozǵalısta deneniń sıızıqlı tezligi $v = \omega R$ ekenliginen, orayǵa umtılwshı kúshti tómendegishe ańlatıwımız múmkin. (1,5-súwret): $F_{o.u} = m\omega^2 R$ (4).

Sheńber boyınsha teń ólshewli qozǵalıstı bir neshe kúshler júzege keltiriwi de múmkin, biraq olardıń vektorlıq jıyındısı radius boyınsha orayǵa baǵıtlanǵan boladı. Joqarıdaǵı pikirlerden kelip shıǵıp orayǵa umtılwshı kúshke tómendegishe sıpatlama beriledi:

Orayǵa umtılwshı kúsh – deneniń sıızıqlı tezlik vektorına tik baǵıtlanǵan bolıp, onı sheńber boyınsha qozǵalısqı keltiriwshı kúsh.

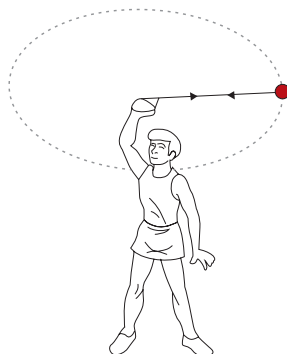
Orayǵa umtılwshı kúsh sıızıqlı tezlik vektorınıń baǵıtın ózgerterdi, biraq onıń modulin ózertpeydi.

2. Jipke baylanǵan shardıń sheńber boyınsha qozǵalısqı. Oraydan qashıwshı kúsh.

a)



b)

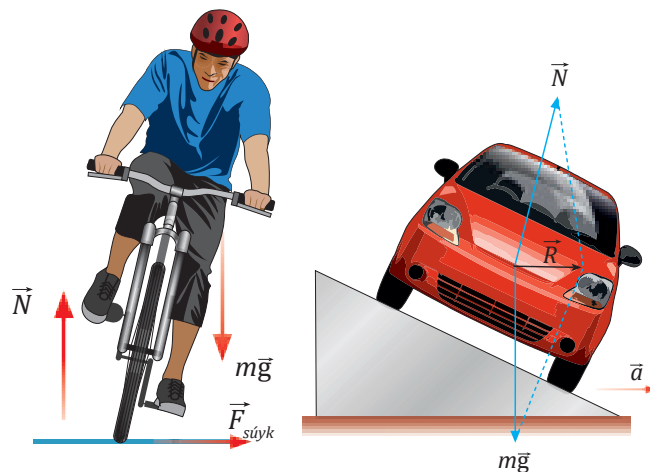


Jipke baylanǵan shardıń sheńber boyınsha qozǵalısqında da orayǵa umtılwshı kúsh bar (1.6 a-súwret). Bul kúsh jiptiń uzınlıǵı boylap sheńber orayına baǵıtlanǵan boladı. 1.6 b-súwrette jip shargı qanday kúsh penen tásir kórsetse, Nyutonniń III nızamına muwapıq shar da jipke sol kúshke modul jaǵınan teń, baǵıtı qarama-qarsı bolǵan kúsh penen tásir etedi. Bul kúshke oraydan qashıwshı kúsh ($F_{o.q}$) delinedi. Ol radius boylap sheńber orayınan shar tárepke baǵıtlanǵan boladı hám jip arqalı qolǵa tásir etedi.

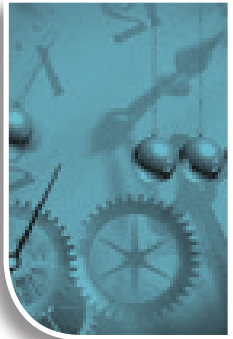
$$F_{o.q} = \frac{m \cdot v^2}{R} \text{ yamasa } F_{o.q} = m\omega^2 R \quad (5)$$

3. Turmısta hám texnikada orayǵa umtılwshı hám oraydan qashıwshı kúshler

Oraydan qashıwshı kúshti denelerdiń aylanbalı qozǵalısqında hám de joldıń burılıw bóleklerinde baqlanadı (1.7-súwret).



1.7-súwret



1. Suw quyilgan ústi ashıq ıdıj jipke baylap vertikal tegislikte aylandırılğanda suw tógilmedi. Bul qubilistiń sebebi nede? Juwabıńızdı tykarlań.

2. Orayğa umtılwshı kúshke tábiyattan mısallar keltiriń.

3. Oraydan qashıwshı kúshlerden turmista hám texnikada qay jerlerde paydalanıladı?

Másele sheshiw úlgisi

Massası 1 t bolğan avtomobil radiusı 100 m bolğan sheńber boyınsha turaqlı 20 m/s tezlik penen qozğalmaqta. Avtomobilge tásir etip atırğan orayğa umtılwshı kúshti tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 1 \text{ t} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg}$ $R = 100 \text{ m}$ $v = 20 \text{ m/s}$	$F_{o.u} = \frac{mv^2}{R}$	$F_{o.u} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{100 \text{ m}} = 4 \cdot 10^3 \text{ N} = 4 \text{ kN}$
$F_{o.u} = ?$		Juwbı: $F_{o.u} = 4 \text{ kN}.$

2-shınıǵıw



1. Jipke baylangan dene sheńber boyınsha teń ólshewli qozğalıp atır. Eger sheńber radiusı 4 ret arttırılса, oraydan qashıwshı kúsh qalay ózgeredi?

2. Sheńber boyınsha qozğalıp atırğan deneniń tezligi 2 ret artsa, orayğa umtılwshı kúsh qalay ózgeredi?

3. Massası 3 kg bolğan dene 2 rad/s múyeshlik tezlik penen aylanıp atır. Bunda oraydan qashıwshı kúsh 36 N ga teń bolsa, aylanıw radiusın tabıń.

4. Massası 12 kg bolğan dene radiusı 0,6 m bolğan sheńber boyınsha 2 Hz jiyilik penen aylanıp atır. Denege tásir etiwshı orayğa umtılwshı kúshti tabıń.

5. Eger massası 24 t bolğan tramvay vagonı radiusı 100 m bolğan burılıwda 18 km/h tezlik menen qozğalsa, ol relslerge gorizontall baǵıtta qanday kúsh penen tásir etedi? Qozğalıj tezligi eki ret artsa, bul kúsh neshe ret ózgeredi?



Qosımsha tapsırmalar

1. Poezd joldıń burılıw bóleginde qaysı tárepke biraz qıyalanıwı kerek? Ne sebepten?

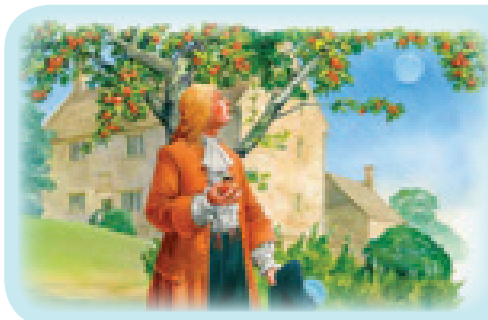
2. Gúlalshı ılaydan gúze jasap atır. Ol gúzeniń qaysı bóleginde orayğa umtılwshı, qaysı bóleginde oraydan qashıwshı kúshten paydalanadı?



3-TEMA

GRAVITACIYALÍQ MAYDANDAĞÍ QOZĞALÍS

1. Tartısıw maydanı.
2. Kosmoslıq tezlikler.



Átirapımızdağı denelerdiń Jerge tartılıswın baqlaw ańsat bolsada, biz denelerdiń bir- birine tartılıswın sezbeymiz ne ushın?



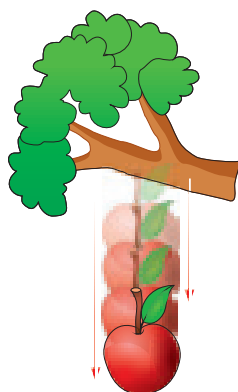
1. Tartısıw maydanı

Ádette deneler nege Jerge qayıtp túsedi (1.8-súwret)? Jerdiń tábiyy joldası Ay nege Jerden uzaqlasıp ketpeydi?

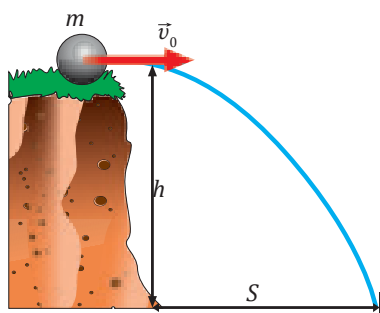
Jer denelerdi ózine tartıwı haqqında Galileo Galiley, Isaak Nyuton, Genri Kavendish sıyaqlı alımlar kóplegen ilimiy izertlew jumısların alıp barǵan. Átirapımızdağı barlıq denelerdiń qozǵalıswına jerdiń tartısıw kúshi óz tásirin kórsetedi. Pútkil dúnyalıq tartısıw nızamına muwapıq denelerge Jerdiń tartısıw $F = G \frac{mM}{r^2}$ kúshi tásir etip turadı.

Bul jerde m – deneniń massası, M – Jerdiń massası; r – dene hám Jer orayları arasındağı aralıq.

Qandayda bir deneni Jer betinen tik joqarıǵa ılaqtırsa, belgili biyiklikke kóterilip, qayıtp ılaqtırılǵan jerine túsedi. Eger dene belgili biyiklikten gorizonttal yamasa gorizontqa qıya atılса, atılıw noqatınan belgili bir aralıqqa barıp túsedi.



1.8-súwret



1.9-súwret

Mısalı, bala deneni $h = 20$ m biyiklikten $v_0 = 6$ m/s baslanǵısh tezlik penen gorizonttal ılaqtırsa, ol gorizonttal baǵıtta qandayda bir aralıqqa barıp túsedi (1.9-súwret). Denege tek awırılıq kúshi tásir etkeni ushın gorizonttal baǵıtta dene teń ólshewli qozǵaladı hám ushıw uzınıǵın $S = v_0 \cdot t$ formula boyınsha tabamız. Bunda $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ushıw

waqtı. Demek, deneniń ushıw uzınıǵı $S = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 12,1$ m ge teń boladı. Eger deneniń baslanǵısh tezligin arttırıp barsaq, ushıw uzınıǵı da artıp baradı.

2. Kosmoshq tezlikler

Jer jasalma joldaslarini qozgalisi Jerdi tartiw maydanida qozgalisqa misal bola aladi. Eger joqaridaqi maselede korgenimiz siyaqli belgili biyiklikten gorizontol bagitta atilip atirgan deneni baslangish tezligin arttirip barsaq onni ushiw uzaqligi da artip baradi. Baslangish tezlikni belgili bir manisine eriskende dene Jer atirapinda sheñber tarizli orbita boyinsha qozgaladi. Natijjede dene Jerdi jasalma joldasi bolip qaladi (1.10 a-súwret). Buni ushin deneni aldin Jer betinen kerekli biyiklikke alip shigiw ham oğan gorizontol bagitta jeterli tezlik beriw kerek. Bul wazıypanı jetkerip beriwshi raketalar atqaradi. Jetkerip beriwshi raketalar arnawlı kosmodromlarda vertikal bagitta qozgalisqa keltiriledi. 300-400 km biyiklikte hawani qarsiliq kushi derlik sezilmeydi (1.10 b-súwret).

Deneni Jer beti jaqında sheñber traektoriyası boyınsha qozgalıwı ushin zárúr bolğan minimal tezlikke birinshi kosmoshq tezlik delinedi.

Dene Jer betine jaqın aralıqta Jerdi tartiw maydanında sheñber traektoriyası boylap qozgalğanda denege tásir etiwshi orayğa umtiwshı kúsh Jerdi tartıw kúshinen ibarat boladı. Yağniy:

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2} \text{ bunnan } v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} \quad (1) \text{ ekenligin anıqlaymız.}$$

$g = \frac{GM}{R^2}$ bolğanı ushin (1) formulanı $v_1 = \sqrt{gR}$ kórinisinde anlatiw múmkin.

Jerdi radiusı $R = 6370 \text{ km}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ekenligin inabatqa alıp, birinshi kosmoshq tezlikni san manisin esaplaymız:

$$v_1 = \sqrt{gR} = \sqrt{9,81 \cdot 6370000} \approx 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

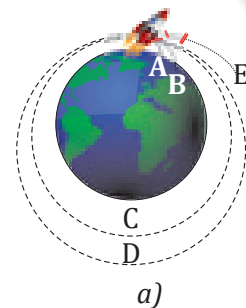
Soday tezlik penen qozgalatuğın Jerdi jasalma joldası Jer atirapın 84 minut 12 s ta bir márte tolıq aylanıp shıgadı.

Jer atirapında qozgalıp atirgan dene tezligini san manisine qarap onni qozgalis traektoriyası har qıylı kóriniske iye boladı (1.11 a-súwret). Eger deneni baslangish tezligi $v_0 < 7,9 \text{ km/s}$ bolsa, qozgalis traektoriyası paraboladan ibarat boladı ham dene Jerge qaytıp túsedı. Eger denege jeterlishe úlken, yağniy $v_0 = v_1 \approx 7,9 \text{ km/s}$ tezlik berilse, dene Jerdi atirapında sheñber traektoriyası boyinsha qozgaladı ham onni jasalma joldasına aylanadı. (1.11 b-súwret).

Ekinshi ham úshinshi kosmoshq tezlikler

Quyash sistemasındaqi basqa planetalardı izertlew ushin denege birinshi kosmoshq tezlikten de úlkenirek tezlik beriw zárúr. Bul tezlikke ekinshi kosmoshq tezlik dep at berilgen.

Ekinshi kosmoshq tezlik birinshi kosmoshq tezlikten $\sqrt{2}$ ese úlken boladı. Yağniy $v_{II} = \sqrt{2}v_1 = \sqrt{2gR} \approx 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ge teń.

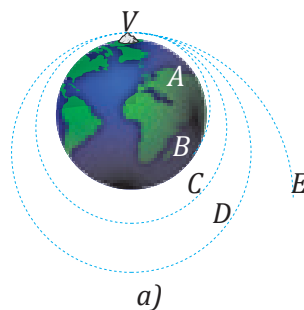


a)

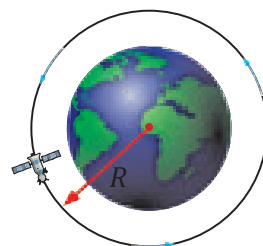


b)

1.10-súwret

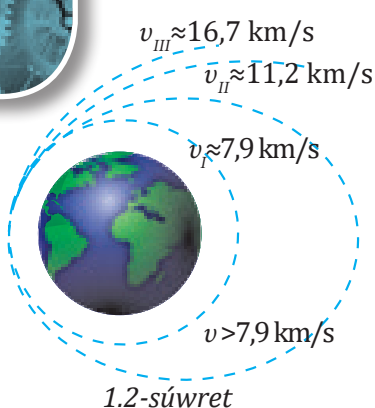


a)



b)

1.11-súwret



Dene Jerdín tartıw kúshin jeńip, Quyashtıń jasalma joldası bolıp qalıwı ushın zárúr bolǵan minimal tezlik ekinshi kosmoslıq tezlik dep ataladı.

Kosmoslıq keme Quyash sistemasınan shıǵıp, uzaq álemdi izertlew – ushın gallaktika boyınsha qozǵalıwı kerek. Quyashtıń tartısıw kúshin jeńip Quyash sistemasınan shıǵıp ketiwi ushın Kosmoslıq kemege úshinshi kosmoslıq tezlik beriw kerek. Esap-kitaplar boyınsha úshinshi kosmoslıq tezliktiń san mánisi $v_{III} \approx 16,7$ km/s qa teń boladı (1.12-súwret).



1. Hawanıń qarsılıq kúshi qanday biyiklikte derlik sezilmeydi.
2. Deneler tiyisli kosmoslıq tezlikler menen qozǵalsa, olardıń ǵalıw traektoriyası qanday boladı.
3. Nege kosmoslıq tezlikler bir-birinen parıqlanadı?

Másele sheshiw úlgisi

Jasalma joldas Jerden $h = 1600$ km biyiklikte ekvator tegisliginde jaylasqan sheńber orbita boyınsha ushıw ushın Jerge salıstırǵanda v_h tezlikke iye? Jer radiusı $R = 6400$ km, Jer betindegi erkin túsiw tezle-niw $g_0 = 9,8$ m/s².

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$R = 6400 \text{ km} = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$ $h = 1600 \text{ km} = 16 \cdot 10^5 \text{ m}$ $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$	$F = G \frac{mM}{(R+h)^2};$ $F_{o.u} = \frac{mv_h^2}{(R+h)}$	$v_h = \sqrt{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{(64 \cdot 10^5 \text{ m})^2}{(64 \cdot 10^5 + 16 \cdot 10^5) \text{ m}}} \approx 7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
$v_h = ?$	$G \frac{mM}{(R+h)^2} = \frac{mv_h^2}{(R+h)}$ $v_h = \sqrt{G \frac{M}{R+h}};$ $v_h = \sqrt{g \frac{R^2}{R+h}}$	Juwabı: $v_h \approx 7 \text{ km/s}.$

MÁSELELER SHESHIW

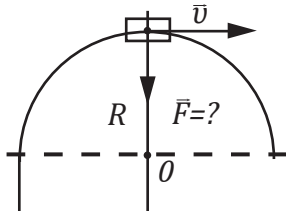
4-TEMA

Máseleler sheshiw úlgileri

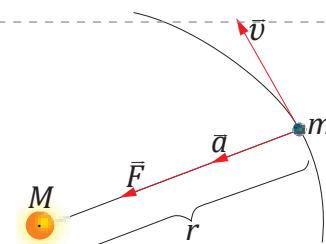
1. Eger massası 4 t bolğan avtomobil radiusı 10 m bolğan buri-
lıwda 36 km/h tezlik penen qozǵalsa ol asfaltqa gorizontál baǵıtta
neshe Nyuton kúsh penen tásir etedi. Eger qozǵalı tezligi eki ese
artsa, bul kúsh neshe ese ózgeredi (1.13-súwret)?



1.13-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$v_1 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ $m = 4 \text{ t} = 4 \cdot 10^3 \text{ kg}$ $R = 10 \text{ m}$ $v_2 = 2 v_1$ $F_1 = ?$ $\frac{F_2}{F_1} = ?$	$F_1 = \frac{m v_1^2}{R}$ $F_2 = \frac{m v_2^2}{R}$ 	$F_1 = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ kg} (10 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}} = 40 \cdot 10^3 \text{ N}$ $F_2 = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ kg} (20 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}} = 160 \cdot 10^3 \text{ N}$ $\frac{F_2}{F_1} = 4$ Juwabi: $F_1 = 40 \text{ kN}$; $\frac{F_2}{F_1} = 4$.

2. Jer ortasha tezligi 30 km/s tezlik penen orbita boyınsha
qozǵalmaqta. Jer orbitasınıń radiusı $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ ekenliginen payda-
lanıp, Quyashtıń massasın tabıń (1.14-súwret).



1.14-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$v = 30 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ $M = ?$	$F = G \frac{Mm}{R^2}; F = ma$ $a = \frac{v^2}{R}; M = \frac{Rv^2}{G}$	$M = \frac{1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} \cdot (3 \cdot 10^4 \text{ m/s})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ Juwabi: $M \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.



3-shinigiw

1. Hár biri 4 N nan bolğan hám bir tegislikte jatqan úsh kúshtiń teń tásir etiwshisiniń moduli hám bağıtın tabıń. Birinshi hám ekinshi, ekinshi hám úshinshi kúshler arasındağı múyeshler 60° qa teń.

2. OX kósheri boyınsha bağıtlangan 6 N kúsh tásir etip atırğan deneniń qozǵalıstı teńlemesi $x = 5 + 2t + 3t^2$ (m) kórinisinde bolsa deneniń massasını tabıń.

3. Massası 1 t bolğan avtomobil radiusı 100 m bolğan iymek jolda qozǵalmaqta. Avtomobildıń tezligi: a) 18 km/h; b) 36 km/h bolğan jaǵdaylarda avtomobilge tásir etiwshi orayǵa umtılwshı kúshti tabıń.

4. Massası 40 kg hám 50 kg bolğan eki bala muz ústinde konkide turıptı. Birinshi bala ekinshisin 10 N kúsh penen iyteredi. Bunda balalar qanday tezleniwge iye boladı?

5. Saturn planetasınıń radiusı 60000 km, ondağı erkin túsiw tezleniw bolsa $11,44 \text{ m/s}^2$ qa teń. Sol planeta ushın birinshi kosmoslıq tezlikti tabıń.

6. Massası Jerdiń massasınan 4 ese úlken, radiusı bolsa Jer radiusına teń bolğan planeta ushın birinshi kosmoslıq tezlikti tabıń.

7. Jasalma joldas orbitasınıń radiusı 4 ese kemeyse, onıń sheńber tárizli orbita boyınsha aylanıw dáwiri qalay ózgeredi?

8. Planetanıń radiusı 13500 km, erkin túsiw tezleniwi bolsa 6 m/s^2 bolsa, bul planeta ushın birinshi kosmoslıq tezlik nege teń?

9. Jer betinen úsh jer radiusına teń biyiklikte birinshi kosmoslıq tezlik nege teń?



Qosımsha tapsırmalar

1. Súwrettegi avto-moto transportlarınıń qozǵalıstında qanday baylanıslıq bar?



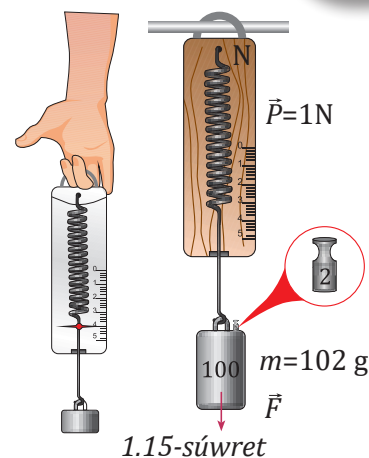
DENE AWIRLÍGÍNÍN QOZGÁLÍS TÚRINE BAYLANÍSLÍLÍGÍ

5-TEMA

1. Dene awirlıgı.
2. Deneniń dóńes bettegi qozgálısı.
3. Deneniń oyıs bettegi qozgálısı (Nesterov saqıynası).
4. Salmaqsızlıq.

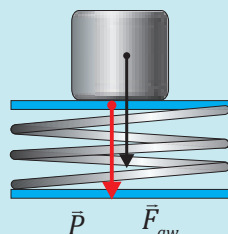
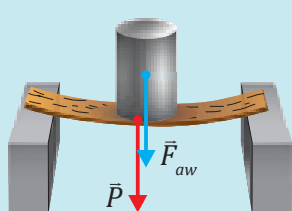
1. Dene awirlıgı

Kúndelikli turmısta dene awirlıgı atamasınan kóp paydalana-mız. Ádette tárezide denelerdiń massası ólshenedi. Deneniń awirlıgı dinamometrde ólshenedi (1.15-súwret). Deneniń awirlıgı oǵan jer-diń tartıw kúshi tásiiri hámde onıń qozgálıs túri sebepli payda bo-ladı. Sol sebepli dene awirlıgı onıń qozgálıs túrine baylanıslı boladı (1.16-súwret).

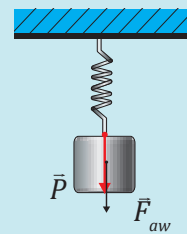


1.15-súwret

Deneniń tayanışqa yamasa aspaǵa kórsetetuǵın tásiiri deneniń awirlıgı delinedi.



1.16-súwret



Tayanışta turǵan yamasa aspaǵa asılǵan deneniń awır-lıǵı ($\vec{P}$) dene tınısh turǵanda, awırlıq kúshi ($\vec{F}_{aw}$) ne teń boladı (1.17-1.18-súwretler).

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (1)$$

Yaǵnıy: awırlıq kúshi barlıq waqıtta deneniń ózine tásir etedi.

Dene awirlıgı hám awırlıq kúshiniń parqı bul kúshlerdiń hár qıylı denelerge qoyılǵanlıǵında.

Ulıwma halda dene awirlıgı formulası. $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$ bul formula skalyar kóriniste.

$$P = m\sqrt{g^2 + a^2 - 2gac\cos\alpha} \quad (2) \text{ arqalı ańlatıladı.}$$

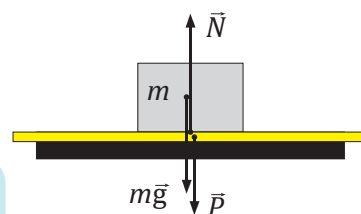
$\alpha - \vec{g}$ hám $\vec{a}$ arasındaǵı múyesh.

α nıń ayırım jeke mánisleri ushın (2) ańlatpanı ápiwayı kóriniske keltiremiz.

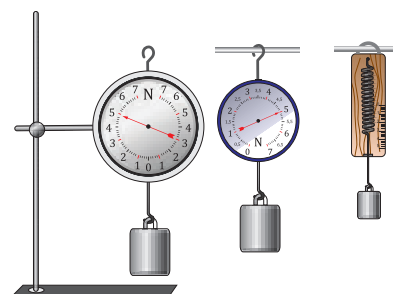
1) $\alpha = 0^\circ$ ($\cos \alpha = 1$) bolsa, $P = m(g - a)$ tómengge teń tezleniwshi yamasa joqarıǵa teń ásteleniwshi qozǵalısta.

2) $\alpha = 90^\circ$ ($\cos \alpha = 0$) bolsa, $P = m\sqrt{g^2 + a^2}$ gorizontal ráwishte a tezleniw menen qozǵalısta.

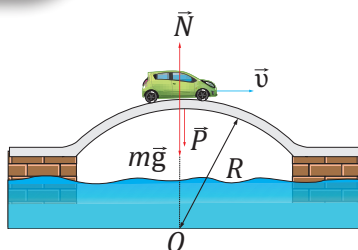
3) $\alpha = 180^\circ$ ($\cos \alpha = -1$) bolsa, $P = m(g + a)$ joqarıǵa teń tezle-niwshi yamasa tómengge teń ásteleniwshi qozǵalısta.



1.17-súwret



1.18-súwret



1.19-súwret

2. Deneniń dóńes bettegi qozǵalıǵı

Dóńes kópır ústinen v tezlik penen teń ólshewli qozǵalıp atırǵan avtomobil kópirdiń eń joqarısında R radiuslı sheńberdiń bir bólegi boyınsha qozǵaladı. Kópirdiń joqarı noqatında avtomobildiń orayǵa umtılwshı tezleniwi $a = \frac{v^2}{R}$ vertikal boyınsha tómengen baǵıtlanadı. Avtomobilge bul tezleniwdi oǵan tásir etiwshı awırlıq kúshi ($\vec{F}_{aw} = m\vec{g}$) hám kópirdiń normal reaksiya kúshi ($\vec{N}$) niń teń tásir etiwshisi beredi. 1.19-súwretke tiykarlanıp, F_{aw} hám N kúshlerdiń baǵıtı qarama-qarsı bolǵanlıǵı sebepli teń tásir etiwshı kúsh olardıń ayırmasına teń boladı.

$$\begin{aligned} F &= mg - N. \\ ma &= mg - N \end{aligned} \quad (3)$$

Nyutondıń (III) nızamına muwapıq, avtomobildiń $\vec{P}$ awırlıǵı kópirdiń $\vec{N}$ reaksiya kúshine modul jaǵınan teń boladı:

$$P = -N; \quad P = mg - ma = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right) \quad (4)$$

Demek, kópirdiń joqarı noqatında avtomobil hám onıń ishindegi adamlardıń awırlıǵı azayadı, yaǵnıy $P < mg$.

3. Deneniń oyıs bettegi qozǵalıǵı (Nesterov saqıynası)

Vertikal tegislikte iymek sızıqlı traektoriya boyınsha qozǵalıp atırǵan samolyot ishindegi ushıwshınıń awırlıǵı ózgeredi. Traektoriyanıń tómengi bóleginde samolyot qozǵalıwın sheńberdiń bir bólegi boyınsha qozǵalıǵı dep qaraw múmkin. Bul bólekte ushıwshınıń orayǵa umtılwshı tezleniwi vertikal joqarıǵa baǵıtlanǵan boladı. Samolyottıń bunday traektoriya boyınsha qozǵalıǵı “Nesterov saqıynası” dep ataladı.

1.20 –súwret boyınsha, ushıwshıǵa tásir etiwshı mg hám $\vec{N}$ kúshlerdiń baǵıtları qarama-qarsı bolǵanlıǵı sebepli teń tásir etiwshı kúsh olardıń ayırmasına teń boladı.

Yaǵnıy:

$$F = N - mg.$$

Nyutonnıń II nızamına muwapıq:

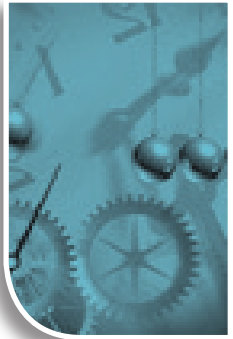
$$ma = N - mg \quad (5)$$

Bul halda da ushıwshınıń awırlıǵı moduli boyınsha reaksiya kúshine teń boladı, $\vec{P} = -\vec{N}$.

$$P = mg + ma = m \left(g + \frac{v^2}{R} \right) \quad (6)$$

yaǵnıy $P > mg$. Dene oyıs bet boyınsha qozǵalganda (6) formulaǵa muwapıq traektoriyanıń eń tómengi noqatında onıń salmaǵı $m \frac{v^2}{R}$ ǵa artadı. Nátiyjede dene **júkleniw** aladı. Artıqsha júkleniwde ushıwshı denesinde awrıw sezedi. Dene alatuǵın júkleniw onıń qozǵalıǵı dawamındaǵı awırlıǵınıń tınısh haldaǵı awırlıǵına qatnası arqalı anıqlanadı:

$$n = \frac{mg + ma}{mg} = 1 + \frac{a}{g}$$



4. Salmaqsizliq

Tek gravitaciya kúshi tásirinde erkin qozǵalıp atırǵan hár qanday dene salmaqsizliq halında boladı (1.21-súwret).

Deneniń tayanshqa yamasa ilgishke kórsetetuǵın tásir kúshi nolǵe teń bolsa, yaǵnıy awırılıǵı joǵalatuǵın jaǵdayı da salmaqsizliq jaǵdayı bolıp esaplanadı. $P = mg - ma = 0 \text{ N}$.



1. Eger dene gorizontaı baǵıtta tezleniw menen qozǵalsa, onıń awırılıǵı qalay ózgeredi?
2. Eger dene oyıs bet boyınsha qozǵalıp atırǵan bolsa, onıń awırılıǵı qalay ózgeredi?
3. Kosmoslıq kemeni orbitaǵa jetkerip beriwshi raketa ushırılǵanda kosmonavttıń awırılıǵı qalay ózgeredi?
4. “Nesterov saqıynası”nıń joqarı noqatında ushıwshınıń awırılıǵı qalay boladı?
5. Dene awırılıǵınıń ózgeriwi menen birge massası da ózgereme?



1.21-súwret

Másele sheshiw úlgisi

Massası 100 kg bolǵan júktiń awırılıǵı:

- a) 0,3 m/s² tezleniw menen joqarıǵa vertikal kóterilgende;
 - b) teń ólsheuli qozǵalǵanda;
 - d) 0,4 m/s² tezleniw menen tómengge túskende;
 - e) erkin túskende nege teń boladı?
- $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alın.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 100 \text{ kg}$ $a_1 = 0,3 \text{ m/s}^2$ $a_2 = 0 \text{ m/s}^2$ $a_3 = 0,4 \text{ m/s}^2$ $a_4 = g$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	$P_1 = m(g + a_1);$ $P_2 = mg$ $P_3 = m(g - a_3);$ $P_4 = m \cdot (g - a_4)$	$a) P_1 = 100(10 + 0,3) \text{ N} = 1030 \text{ N} = 1,03 \text{ kN}$ $b) P_2 = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}$ $d) P_3 = 100 \cdot (10 - 0,4) \text{ N} = 100 \cdot 9,6 = 960 = 0,96 \text{ kN};$ $e) P_4 = 100 \cdot (10 - 10) \text{ N} = 0 \text{ N}$
$P_1 = ?; P_2 = ?$ $P_3 = ?; P_4 = ?$		Juwabı: $P_1 = 1,03 \text{ kN}, P_2 = 1 \text{ kN},$ $P_3 = 0,96 \text{ kN}, P_4 = 0 \text{ N}.$

4-shıńıǵıw



1. Dónes kópirden ótip atırǵan avtomobildiń eń joqarı noqatındaǵı orayǵa umtılıwshı kúsh 500 N bolıp, ol kópirge 800 N kúsh penen basqan bolsa, onıń massası qanshaǵa (t) teń?

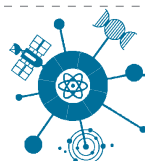
2. “Nesterov saqıynası” boyınsha qozǵalıp atırǵan samolyottıń tezligi 100 m/s, ushıwshınıń massası 70 kg, saqıyna radiusı 200 m bolsa, traektorıyanıń eń tómengi noqatında ushıwshınıń orınlıqqa beretuǵın basım kúshin tabıń.

I BAP. DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI

3. Massası 60 kg bolğan adamnıñ 2 m/s² tezleniw menen tómen-ge vertikal teñ ásteleniwshi qozǵalıp atırǵan lifttegi awırlıǵın tabıń.

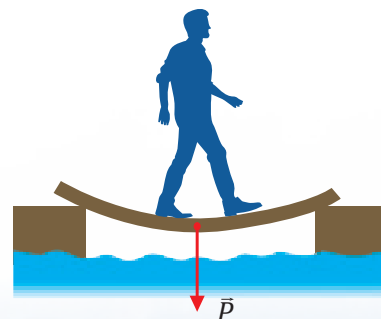
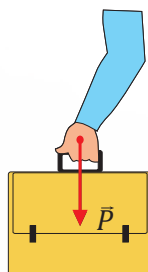
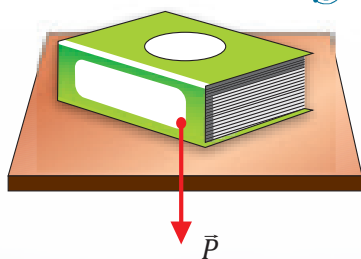
4. Massası 65 kg bolğan shańǵıshı 2 m/s tezlik penen iymeklik radiusı 20 m bolğan oyıs joldıń eñ tereń jerinde qozǵalganda qanday awırlıqqa iye boladı?

5. Iymeklik radiusı 100 m bolğan dónes kópirdiń eñ joqarıdaǵı noqatında avtomobildiń awırlıǵı tınısh haldaǵıǵa salıstırǵanda qan-shaǵa kemeyedi? Avtomobildiń massası 2 t, qozǵalı tezligi 54 km/h ga teń.



Qosımsha tapsırmalar

1. Súwrettegi jaǵdaylarda deneniń awırlıǵı nege tásir etedi?



2. Usı kópirlerdıń qaysı bóleginde qozǵalıp atırǵanda awırlıq artıwı yamasa kemeyiwın túsindirıń.

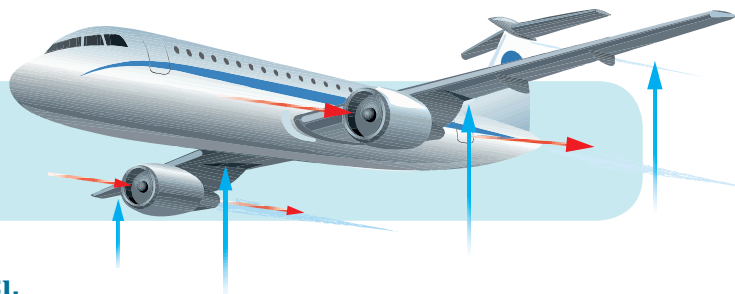


DENENIŇ BIR NESHE KÚSH TÁSIRINDEGI QOZĞALÍSÍ

6-TEMA

1. DeneniŇ gorizontál tegisliktegi qozğalı.
2. DenelerdiŇ qozğalmas bloktağı qozğalı.

Samolyotqa qanday kúshler tásir etedi?



1. DeneniŇ gorizontál tegisliktegi qozğalı.

DeneniŇ mexanikalıq qozğalısn baqlasańız, bul qozğalısn bir kúsh tásirinde emes, bálki bir neshe kúsh tásirinde júz beretuǵınlıǵın ańlaw múmkin.

Gorizontál bette turǵan deneni bet boylap baǵıtlanǵan tartıwshı kúsh penen qozğaltqanda, oǵan tómendegi kúshler tásir etedi: tartıwshı kúsh ($\vec{F}_t$), súykeliw kúshi ($\vec{F}_{súyk}$), awırılıq kúshi ($\vec{F}_{aw}$), tayanıştıń normal reakciya kúshi ($\vec{N}$).

Deneni qozğaltıw ushın tartıwshı kúsh tınıshlıqtağı súykeliw kúshinen úlken bolıwı kerek:

$$F_t > F_{súyk}$$

Bunda dene ornınan qozğalıp tezleniw menen qozğala baslaydı. Dene tezleniwın tabıw ushın qozğalısn baǵıtındağı teń tásir etiwshı kúsh (F) ti anıqlaw kerek.

1.22-súwret boyınsha, $\vec{F} = \vec{F}_t + \vec{F}_{súyk}$. KúshlerdiŇ qarama-qarsı baǵıtta ekenligin itibarǵa alsaq:

$$F = F_t - F_{súyk} \quad (1)$$

bul jerde $N = mg$ ekenliginen súykeliw kúshi

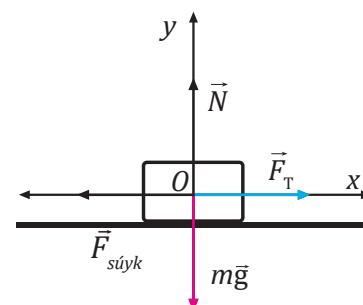
$$F_{súyk} = \mu N = \mu mg \quad (2)$$

ańlatpası menen anıqlanadı.

NyutonniŇ ekinshi nızamı hámde (2) formuladan tómendegi ańlatpaǵa iye bolamız:

$$a = \frac{F_t - \mu mg}{m} \quad (3)$$

Gorizontál bette turǵan deneni betke salıstırǵanda qıya baǵıtlanǵan kúsh penen tartsaq, onıń qozğalısn anıqlaw ushın tartıwshı kúshti qurawshılarǵa ajıratamız. Bunıń ushın bet boyınsha hám oǵan tik baǵıtta OX hám OY koordinata kósherlerin kiritemiz (1.23-súwret). Bet boylap qozğalısn baǵıtındağı teń tásir etiwshı kúshti tabamız:



1.22-súwret

$$F_x = F_{tx} - F_{súyk}$$

Bunda $F_{tx} = F_t \cos \alpha$ tartıwshı kúshıń OX kósherindegi qurawshısı. Bul halda tartıwshı kúshıń OY kósheridegi qurawshısı $F_{ty} = F_t \sin \alpha$ ekenliginen bettiń normal reaksiya kúshi:

$$N = mg - F_t \sin \alpha$$

Demek, súykeliw kúshi:

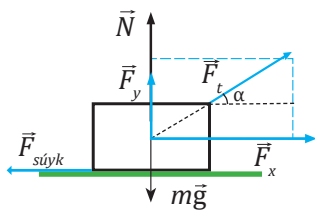
$$F_{súyk} = \mu N = \mu (mg - F_t \sin \alpha) \quad (4)$$

Onda OX bağıtındağı teń tásir etiwshi kúsh

$$F_x = F_t \cos \alpha - \mu (mg - F_t \sin \alpha) \quad \text{teń.} \quad (5)$$

$F_x = ma$ ma hám (5) ten paydalanıp deneniń tezleniwi:

$$a = \frac{F_t \cos \alpha - \mu (mg - F_t \sin \alpha)}{m} \quad \text{ğa teń.} \quad (6)$$



1.23-súwret

2. Denelerdiń qozǵalmas bloктаğı qozǵalıwı

Massaları m_1 hám m_2 bolǵan deneler salmaqsız qozǵalmas blokqa 1.24-súwrettegidey sozılmaytuǵın hám salmaqsız jip arqalı asıp qoyılǵan. Denelerdiń massaları teń bolsa, olar tınısh turadı yamasa teń ólshewli qozǵaladı. Bunda jiptiń keriliw kúshi (T) bir deneniń awırlıǵı (P) na teń boladı:

$$T = P$$

Denelerdiń massaları hár qıylı ($m_2 > m_1$) bolsa, ekinshi dene tómengen birinshi dene bolsa joqarıǵa tezleniw menen qozǵaladı. Denelerdiń tezleniwin hám keriliw kúshin tabıw ushın olarǵa tásir etiwshi kúshlerdiń bağıtların anıqlaymız. Denelerge tómengen bağıtlangan awırlıq kúshi, joqarıǵa bağıtlangan jiptiń keriliw kúshi tásir etedi. Bul kúshlerdiń teń tásir etiwshileri hár bir denegе tezleniw beredi. Jip sozılmaytuǵın bolǵanlıǵı ushın denelerdiń tezleniwi muǵdar jaǵınan teń, bağıtları bolsa qarama-qarsı boladı. Birinshi dene ushın teń tásir etiwshi kúsh:

$$F_1 = T - m_1 g$$

ekinshi dene ushın

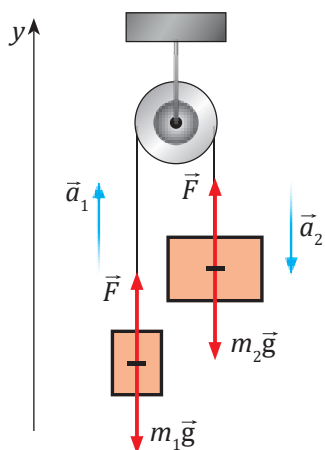
$$F_2 = m_2 g - T \quad \text{ğa teń boladı.}$$

Bul teńlemelerden denelerdiń tezleniwleri hám jiptiń keriliw kúshin tabamız:

$$\begin{cases} T = m_1 (g + a) \\ T = m_2 (g - a) \end{cases} \quad (7)$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g; \quad (8)$$

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g. \quad (9)$$



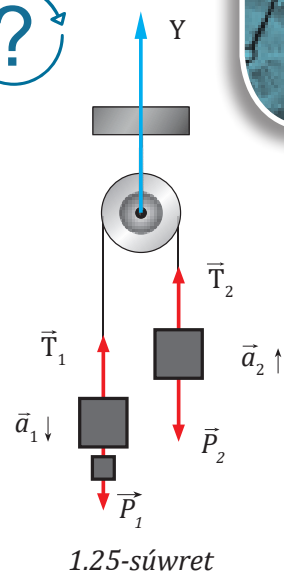
1.24-súwret



1. Gorizontal bette deneniń bir neshe kúsh tásirindegi qozǵalısqına misallar keltiriń.
2. Qozǵalmas blokta qaysı shamalar hár eki tárepinde birdey mániske iye boladı?
3. Tınısh turǵan denegge tórt tárepinen kúshler tásir etedi hám teń salmaqlılıqta turadı. Dene qashan qozǵalısqqa keliwi múmkin?

Másele sheshiw úlgisi

Massaları 230 g nan bolǵan eki júk salmaqsız jip járdeminde óz ara baylanıp qozǵalmas blokqa asılǵan. Eger júklerden birewine 30 g qosımsha júk asılsa, olar qanday tezleniw menen qozǵaladı? Qozǵalısq baslanǵannan 0,5 s ótip, júkler qanday tezlikke erisedi? Sol waqıt dawamında júkler qansha aralıqtı basıp ótedi? Súykeliwdi esapqa almań (1.25-súwret).



1.25-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m_1 = m_2 = 230 \text{ g} = 0,23 \text{ kg}$ $m_3 = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}$ $t = 0,5 \text{ s}$ $v_0 = 0$ $a = ?; v = ?$ $s = ?$	$T_1 = T_2 = T;$ $a_1 = a_2 = a;$ $\begin{cases} (m_1 + m_3)g - T = (m_1 + m_3)a \\ T - m_2g = m_2a \end{cases}$ $a = \frac{(m_1 + m_3)g - m_2g}{(m_1 + m_3) + m_2}$ $v = v_0 + at = at$ $s = \frac{at^2}{2}$	$a = \frac{30 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{(230 \cdot 10^{-3} \text{ kg} + 30 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) + 230 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 0,61 \text{ m/s}^2$ $v = 0,61 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} \approx 3,05 \text{ m/s};$ $S = \frac{at^2}{2} = \frac{0,61 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ s}^2}{2} = 7,5 \text{ m}$ Juwabı: $a = 0,61 \text{ m/s}^2,$ $v \approx 3,05 \text{ m/s},$ $s = 7,5 \text{ m}.$

5- shınıǵıw

1. Qozǵalmas blok arqalı ótkerilgen jipke massaları 0,3 kg hám 0,2 kg bolǵan júkler ildirilgen. Júkler qanday tezleniw alıwın hám jiptiń qozǵalısq waqtındaǵı keriliw kúshin tabıń.
2. Qozǵalmas blok arqalı ótkerilgen jiptiń ushlarına 95 g hám 105 g massalı júkler ildirilip qoyıp jiberildi. 2 s ótkennen keyin 105 g massalı júk dáslepki jaǵdaydan neshe metr aralıqta boladı? $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
3. Hár biriniń massası $m = 100 \text{ g}$ nan bolǵan eki júk qozǵalmas blok arqalı ótkerilgen jiptiń ushlarına ildirilgen. Júklerdiń biriniń ústine $m_0 = 50 \text{ g}$ qosımsha júk qoyılǵan. Sistema qozǵalısqqa kelgende qosımsha júk ózi turǵan denegge qanday kúsh penen tásir etedi?
4. Salmaqsız blok arqalı ótkerilgen jiptiń ushlarına eki dana tas ildirilgen. Bunda jeńıl tas awır tasqa salıstırǵanda 2 m tóimde turıptı. Eger taslar awırılıq kúshi tásirinde qozǵalsa, 2 s tan keyin olar birdey biyiklikte boladı. Taslardıń massalarınıń qatnasın tabıń.



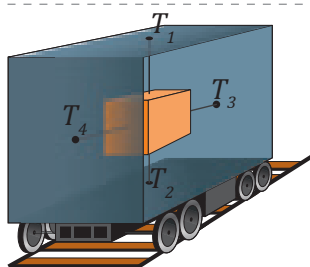
7-TEMA

MÁSELELER SHESHIW

Máseleler sheshiw úlgileri

1. Lift 3 m/s^2 tezleniw menen vertikal tómenge qozǵalmaqta, lift-tegi 50 kg massalı balanıń awırlıǵı qanday boladı?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 50 \text{ kg};$ $a = 3 \text{ m/s}^2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $P = ?$	$P = m(g - a)$	$P = 50 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s}^2 - 3 \text{ m/s}^2) = 350 \text{ N}$ Juwabı: $P = 350 \text{ N}.$



1.26-súwret

2. T_3 kúsh baǵıtında tezleniw menen háreketlenip atırǵan vagon-nıń aldınǵı hám artqı dıywallarına hám de tóbesi hám polına dene súwrette kórsetilgenindey jipler menen baylanǵan. Bunda jiplerdiń keriliw kúshi sáykes ráwishte $T_1 = 15 \text{ N}$, $T_2 = 7 \text{ N}$, $T_3 = 1,6 \text{ N}$, $T_4 = 0,6 \text{ N}$ bolsa, vagonnıń tezleniwın tabıń ($1,26$ -súwret).

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$T_1 = 15 \text{ N}; T_2 = 7 \text{ N}$ $T_3 = 1,6 \text{ N}; T_4 = 0,6 \text{ N}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $a = ?$	$mg = T_1 - T_2;$ $ma = T_3 - T_4$ $a = \frac{T_3 - T_4}{T_1 - T_2} g$	$a = \frac{1,6 \text{ N} - 0,6 \text{ N}}{15 \text{ N} - 7 \text{ N}} 10 \text{ m/s}^2 = 1,25 \text{ m/s}^2$ Juwabı: $a = 1,25 \text{ m/s}^2.$



1.27-súwret

3. Súwrette kórsetilgen qurılmada sozılmaytuǵın jiptiń keriliw kúshin hám deneniń tezleniwın tabıń. Deneniń massası $m = 100 \text{ g}$ hám tartıw kúshi $F = 1,2 \text{ N}$ ǵa teń. Bloktiń massasın esapqa almań. $g = 10 \text{ m/s}^2$ ($1,27$ -súwret).

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$ $F = 1,2 \text{ N}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $R = 100 \text{ m}$ $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $F_{\text{keriliw}} = ?$ $a = ?$	$\begin{cases} F = T \\ T - mg = ma \end{cases}$ $a = \frac{F - mg}{m} = \frac{F}{m} - g$	$F = T = 1,2 \text{ N}$ $a = \frac{1,2 \text{ N}}{0,1 \text{ kg}} - 10 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$ Juwabı: $T = 1,2 \text{ N}; a = 2 \text{ m/s}^2.$

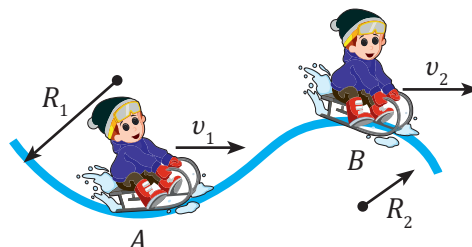
6-shinigiw



1. Jerde 50 kg massalı júkti kótere alatuğın adam Ayda qanday massalı júkti kótere alıwın tabıń. Ayda erkin túsiw tezleniwi $1,6 \text{ m/s}^2$ qa teń, jerde $9,8 \text{ m/s}^2$.

2. Avtomobil radiusı 100 m bolğan oyıs kopirdiń orta-sınan ótip atırğanında qanday tezlik penen qozğalsa, basım kúshi 25 kN ğa teń boladı? Avtomobildiń massası 2 t ğa teń.

3. Eger $R_1 = 20 \text{ m}$, $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $R_2 = 10 \text{ m}$, $v_2 = 5 \text{ m/s}$ bolsa, massası 40 kg bolğan balanıń A hám B jağdaylarındağı awır-lıgın tabıń (1.28- súwret).



1.28-súwret

4. Jip qozğalmas blokdan ótkerilip, bir ushına 15 N, ekinshi ushı-na 25 N awırılıqtağı júkler ildirilgen bolsa, olar qanday tezleniw me-nen qozğaladı (m/s^2)?

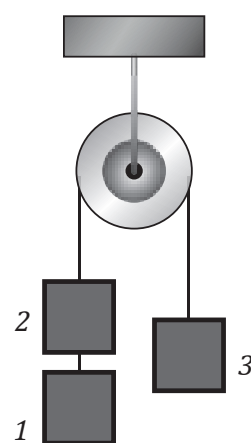
5. Qozğalmas blokqa jip arqalı eki birdey m massalı júk ildirilgen. Bir waqıttıń ózinde júklerge shep tárepke $3m$ massalı, oń tárepke m massalı qosımsha yúk qoyılğan. Sistemaniń qozğalı tezleniwin ta-bıń.

6. Qozğalmas blokqa jip arqalı birdey 5 kg massalı júk ildiril-gen. Sistemaniń qozğalı tezleniwin tabıń. Súykeliwdi esapqa almań (1. 29-súwret).

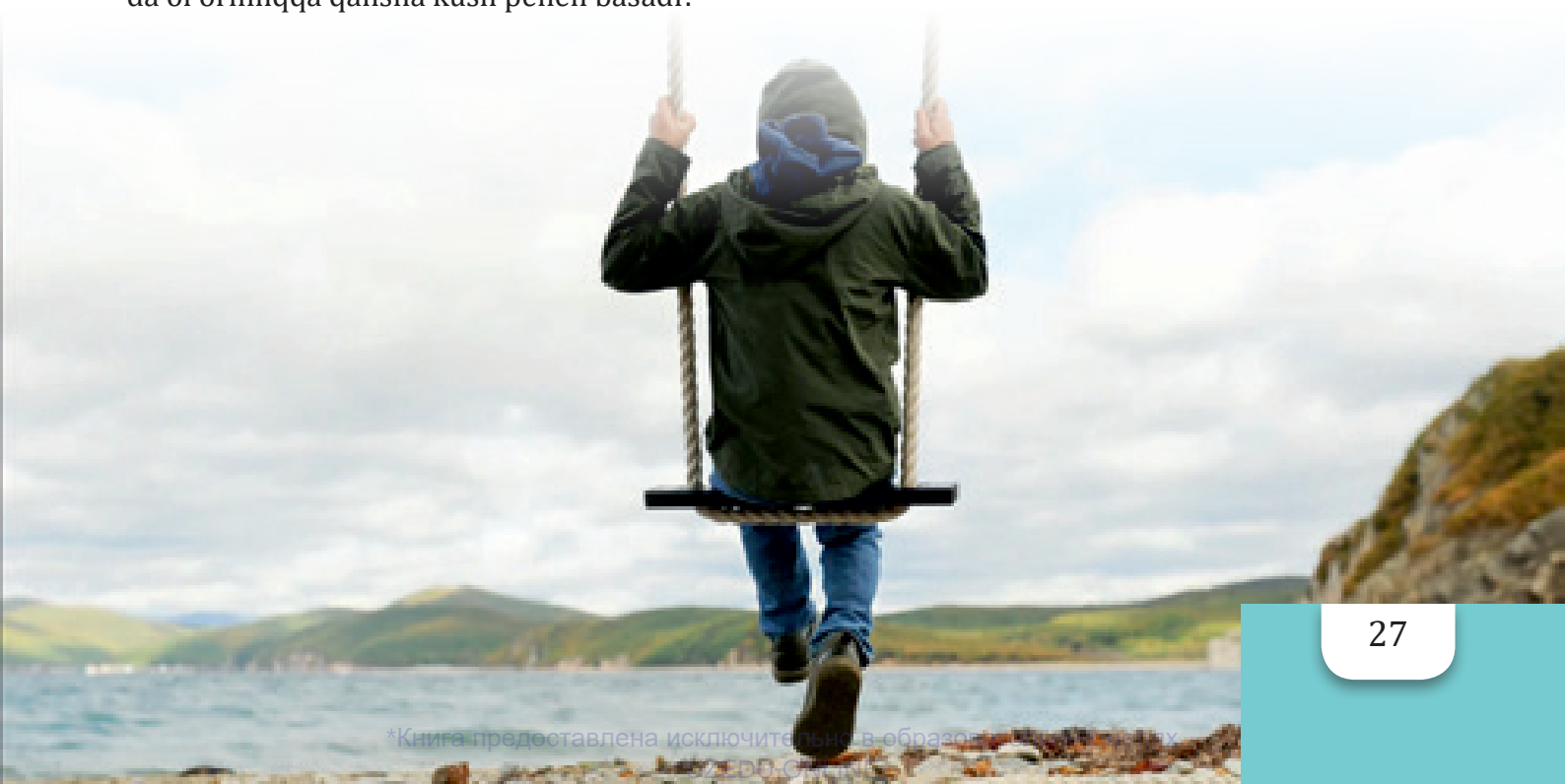
7. Iymeklik radiusı 9 m bolğan oyıs kópirdiń tómengi noqatındağı avtomobil awırılıgı gorizontaldı jağdağı awırılıgınan 1, 1 ese úlken bolsa, avtomobildiń oyıs kópirdiń tómengi noqatındağı tezligin (m/s) tabıń.

8. Massası 5 t bolğan avtomobil dónes kópirden $21,6 \text{ km/h}$ tezlik penen ótpekte. Eger kopirdiń iymeklik radiusı 50 m bolsa, avtomobil kópirden ortasına qanday kúsh penen tásir etedi?

9. Massası 50 kg bolğan bala arqanniń uzınlıgı 4 m bolğan át-kónshekte ushpaqta. Orta jağdaydan 6 m/s tezlik penen ótip atırğan-da ol orınlıqqa qansha kúsh penen basadı?



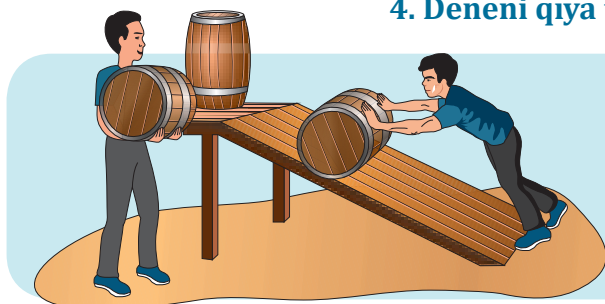
1.29-súwret



8-TEMA

DENENIŇ QIYA TEGISLIKTEGI QOZĖALISI

1. Qiya tegislikte denegge tásir etiwshi awırlıq kúshiniń qurawshıları.
2. Qiya tegislikte súykeliw kúshi.
3. Deneniń qiya tegislik boyınsha tómengge qozǵalı.
4. Deneni qiya tegislik boyınsha joqarıǵa kóteriw.



Eki jumısshıdan qaysı biri kemirek kúsh sarıplamaqta? Sebebin túsindirıń.



1.30-súwret

Kúndelikli turmısta deneler bárqulla gorizonta bet boylap emes, geyde qıyalıq boylapta qozǵaladı. Bunday qıyalıqlardı biz qiya tegislikler dep ataymız. Parktegi sırǵanap túsiw ushın jollar (1.30-súwret), qiya shosseler, júk avtomobiliniń júk artıwshı estakadaları qiya tegislikke mısál boladı. Xosh, qiya tegislikler boyınsha denelerdi kóteriwde yamasa túsiriwde nelerge itibar beriw kerek, qiya tegisliklerdiń áhmiyeti neden ibarat boladı?

Qiya tegisliklerden paydalanıw bizge deneni vertikal kóteriwde talap etiletuǵın kúshniń mánisin kemeytedi. Qiya tegislikte tınısh turǵan yamasa qozǵalıp atırǵan denegge bir neshe kúsh tásir etedi.

1. Qiya tegislikte deneniń tásir etiwshi awırlıq kúshiniń qurawshıları

Bizge belgili, awırlıq kúshi bárqulla vertikal tómengge baǵıtanǵan. Bul kúshniń qiya tegislik boyınsha tómengge qaray baǵıtanǵan qurawshısı (F_x) qiya tegisliktiń qıyalıq múyeshine baylanış halda tómendegishe tabıladı:

$$F_x = mgsin\alpha \quad (1)$$

Bul kúsh deneni qıyalıq boyınsha tómengge sırǵanatuwshı (tartıwshı) kúsh esaplanadı. Awırlıq kúshiniń qiya tegislikke tik baǵıtanǵan qurawshısı:

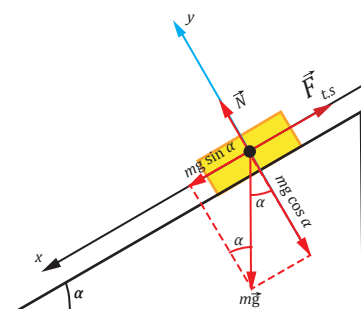
$$F_y = mgcos\alpha \quad (2)$$

formulası menen anıqlanadı.

Bul kúsh bet tárepinen denegge tásir etiwshi normal reakciya kúshi (N) ne teń boladı. Nyutonniń III nızamına muwapıq normal reakciya kúshi F kúshke san jaǵınan teń baǵıtı boyınsha qarama-qarsı boladı (1.31-súwret).

$$N = mgcos\alpha \quad (3)$$

Awırlıq kúshi hám bet reakciya kúshiniń OX hám OY kósherleri boyınsha (proekciya) qurawshıları deneni qıyalıqta tınısh turıwına yamasa tezleniw menen qozǵalıwına sebepshi boladı.



1.31-súwret



2. Qiya tegislikte súykeliw kúshi

Qiya tegisliktegi denegе bárqulla qiya tegislik boyınsha tómengе bağıtlangan awırlıq kúshiniń OX kósheri boyınsha qurawshısı tásir etip turadı. Eger dene qiya tegislikte tınısh turǵan bolsa, awırlıq kúshiniń OX kósheri boyınsha qurawshısın qaysı kúsh teń salmaqlılıq halına keltire-di? Dene tınısh turǵanda oǵan tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi ($F_{t.s.}$) tásir etedi (1.31-súwret). Bul kúsh qiya tegislik boyınsha joqarıǵa bağıtlangan bolıp, san jaǵınan deneni tómengе tartıwshı (F_x) kúshke teń boladı:

$$F_{t.s.} = F_x = mgsin\alpha \quad (4)$$

Eger dene qiya tegislik boyınsha joqarıǵa yamasa tómengе qozǵalıp atırǵan bolsa, denegе jılıp súykeliw kúshi ($F_{j.s.}$) tásir etedi hám ol bettiń normal reakciya kúshi arqalı ańlatıladı:

$$F_{j.s.} = \mu N = \mu mg \cos\alpha \quad (5)$$

3. Deneniń qiya tegislik boyınsha tómengе qozǵalıwı

Qiya tegislikte turǵan denegе basqa deneler tásir etpese, ol tek awırlıq kúshi, bet penen dene arasındaqı súykeliw kúshi hám bettiń normal reakciya kúshleri tásirinde boladı. Bul kúshlerdiń qıyalıq boyınsha tómengе bağıtlangan teń tásir etiwshisi::

$$F = F_x - F_{súyk} \quad (6)$$

$$F = m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

ǵa teń boladı (1.32-súwret).

Bul jerde: F – kúshlerdiń teń tásir etiwshisi, F_x – deneni qiya tegislik boyınsha tómengе tartıwshı kúsh, $F_{súyk}$ – dene hám qiya tegislik beti arasındaqı súykeliw kúshi.

Deneniń qiya tegisliktegi qozǵalıw túrine qarap formulaniń jeke halların kórip shıǵamız:

1. Deneni tómengе bet boylap tartıwshı kúsh tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshinen kishi: $F_x < F_{t.s.}$ bolǵanda, dene qıyalıqta tınısh turadı. Bul halda $\mu > tg\alpha$ boladı.

2. $F_x = F_{súyk}$ bolǵanda dene qıyalıqta tınısh turadı yamasa turaqlı tezlik penen tómengе qaray qozǵalısqı keledi. Bunda $\mu = tg\alpha$ boladı.

3. $F_x > F_{j.s.}$ bolǵanda dene tezleniw menen tómengе qozǵaladı. Bunda $\mu < tg\alpha$ boladı.

Teń tásir etiwshı kúsh $F = ma$ ekenliginen paydalanıp:

$$ma = m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

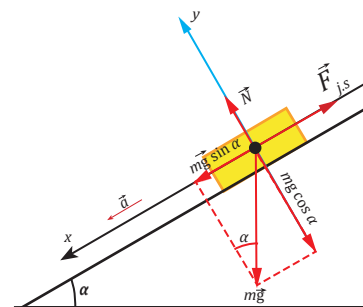
dene tezleniwi:

$$a = g \cdot (\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha) \quad (7)$$

ǵa teń ekenligin tabamız.

4. Deneni qiya tegislik boyınsha joqarıǵa kóteriw

Deneni qiya tegislik boyınsha p joqarıǵa kóteriw ushın oǵan tegislik boyınsha joqarıǵa bağıtlangan sırtqı (F_{sirt}) kúshti tásir ettiriwimiz kerek. Bul halda jılıp súykeliw ($F_{j.s.}$) kúshi tegislik boyınsha dene qozǵalıwına qarama-qarsı bağıtlanadı. Deneniń joqarıǵa qozǵalıw bağıtı boyınsha teń tásir etiwshisi tómendegishe ańıqlanadı:



1.32-súwret

$$F = F_{sirt} - (F_x + F_{suyk}).$$

Eger teń tásir etiwsi kúsh nolge teń bolsa:

$$F_{sirt} = mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

dene qiyalıqta tınısh turadı yamasa turaqlı tezlik penen qiyalıq boyınsha joqarıǵa kóteriledi.

Eger $F_{sirt} > F_x + F_{suyk}$ bolsa, dene qiyalıq boyınsha joqarıǵa tezleniw menen kóteriledi.

Bul halda tezleniw:

$$a = \frac{F_{sirt}}{m} - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (8)$$



formulası járdeminde anıqlanadı.

1. Qiya tegisliktegi dene qozǵalısqı qiyalıq múyeshine qalay baylanıslı?
2. Qiya tegislikten qanday maqsetlerde paydalanıw múmkin?
3. Qiya tegislikte dene qashan teń salmaqılıqta turadı, qanday shárt orınlansa, ol teń ólshewli yamasa tezleniwshi qozǵalısta boladı?

Másele sheshiw ulgisi

Bala qarlı qiya tegislikten shańǵıda tómenge túspekte. Qiya tegisliktiń gorizontqa salıstırǵanda múyeshi 30° hám shańǵı menen qar arasındaqı jılıp súykeliw koefficienti 0,15 ke teń. Bala hám shańǵınıń birgeliktegi massası 65 kg. Qiya tegislikten túsiwde balanıń tezleniwın anıqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\alpha = 30^\circ$ $\mu = 0,15$ $m = 65 \text{ kg}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ $a = ?$	$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	$a = 9,8 \text{ m/s}^2 \left(\frac{1}{2} - 0,15 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 3,63 \text{ m/s}^2$ Juwabı: $a \approx 3,63 \text{ m/s}^2$.



7-shınıǵıw

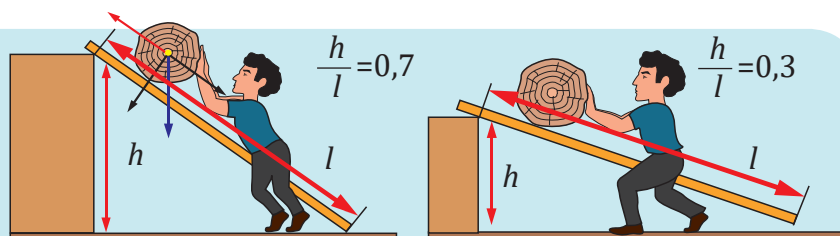
1. Uzunlıǵı 13 m biyikligi 5 m bolǵan qiya tegislikte massası 26 kg bolǵan júk turıptı. Júk hám qiya tegislik arasındaqı súykeliw koefficienti 0,5 ke teń. Júkti joqarıǵa teń ólshewli tartıw ushın tegislik boyınsha oǵan qanday kúsh qoyıw kerek? Tómenge tartıw ushın she?
2. Shana menen ondaǵı adamnıń ulıwma massası 100 kg. Sol shana biyikligi 8 m hám uzunlıǵı 100 m bolǵan tóbelikten sırǵanap túspekte. Eger baslanǵısh tezlik nolge teń bolıp, tóbelik aqırında shananıń tezligi 10 m/s qa jetse, shananıń qozǵalısqınıń ortasha qarsılıq kúshi qansha boladı?
3. Qiyalıq múyeshi 30° bolǵan tegislikte júkti qiya tegislikke parallel bolǵan 6 N kúsh uslap turıptı. Súykeliw koefficienti 0,4 ke teń. Júktiń massasın tabıń.

DENENI QIYA TEGISLIK BOYINSHA ORIN AWISTIRIWDA ORINLANGAN JUMIS. QIYA TEGISLIKTIŇ PAYDALI JUMIS KOEFFICIENTI

9-TEMA

1. Deneni qiya tegislik boyinsha orin awistiriwda orinlangan jumis.
2. Qiya tegisliktiŇ paydalı jumis koefficienti.

Qiya tegislikti xarakterlewde biyiklik (h) tiŇ uzınlıǵı (l) na qatnası neni bildiredi?



1. Deneni qiya tegislik boyinsha orin awistiriwda orinlangan jumis

Deneni belgili biyiklikke onı tik baǵıtta kóterip yamasa qiya tegislik járdeminde alıp shıǵıw múmkin. Ne ushın biz kóp hallarda qiya tegislikten paydalanamız? Sebebi qiya tegislikte kemirek kúsh sarıplaymız. Bul eki halda biz qanday jumislardı orınlaymız?

Deneni tik joqarıǵa teń ólshewli kóteriwde awırılıq kúshine qarsı jumıs orınlaymız. Bunda orınlangan jumıs

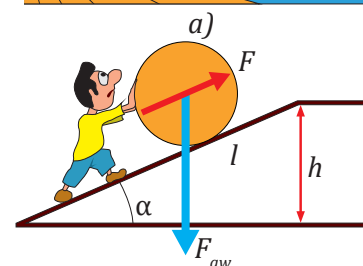
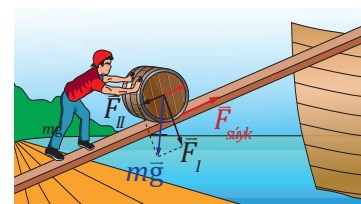
$$A_1 = mgh$$

ǵa teń boladı.

Deneni qiya tegislik boyinsha teń ólshewli kóteriwde bolsa awırılıq hám súykeliw kúshlerine qarsı jumıs orınlaymız. Bul halda orınlangan jumıs

$$A_2 = F_{aw}h + F_{súyk}l = mgh + \mu mgl \cos \alpha$$

formulası menen anıqlanadı. Demek, deneni qiya tegislik boyinsha kóteriwde kóbirek jumıs orınlanar eken. Súykeliw kúshin jeńiw ushın orınlangan jumıs biz ushın zıyanlı, yaǵnıy artıqsha orınlangan jumıs esaplanadı (1.33-súwret).



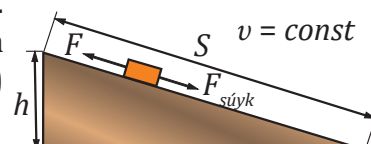
b)

2. Qiya tegisliktiŇ paydalı jumis koefficienti

Turmısta hám texnikada hár qıylı qıyalıqtaǵı qiya tegisliklerden paydalanamız. Olardı tańlawda nelerge itibar beriw kerek? Qiya tegislikler jumıs orınlawda járdemshi mexanizm sıpatında isletiledi. Olardıń paydalı jumıs koefficienti (PJK) 100% ten kishi boladı. Qiya tegisliktiŇ PJK (η -etta) orınlaǵan paydalı jumıs (A_p) nıń ulıwma (A_{ul}) jumısqa qatnası menen anıqlanadı. Yaǵnıy:

$$\eta = \frac{A_p}{A_{ul}} = \frac{mgh}{mgh + \mu \cdot mgl \cos \alpha} = \frac{1}{1 + \mu \cdot \operatorname{ctg} \alpha} \cdot 100\%$$

Bunda $l = \frac{h}{\sin \alpha}$.



d)

1.33-súwret

I BAP. DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI

Demek, qiyaliq mۇyeshi artiwı menen qiya tegisliktiń PJKi artadı hám orınlanatuǵın ulıwma jumıs kemeyedi. Biraq qiyaliq mۇyeshiniń artiwı sarıplanatuǵın kúshtiń artıwına alıp keledi. Sol sebepli qiya tegislik tańlanıwında PJKi niń úlkenirek, sarıpanatuǵın kúsh bolsa kishirek mániske iye bolıwına itibar qaratıladı.



1. Qiya tegislik qiyaliq mۇyeshiniń artıwı onıń paydalı jumısı artıwına sebep bolıwın túsindirıń.
2. Úyde qiya tegislikti jasań hám onnan qanday maqsette paydalanıwdı túsindirıń.
3. Deneni qiya tegislik boyınsha kóteriwdе baslawısh klass oqıwshısı qanday qiya tegislikten paydalanıwı maqsetke muwapıq? Joqarı klass oqıwshısı she?

Másele sheshiw úlgisi

Júk qiya tegislik boyınsha joqarıǵa teń ólshewli jılıtılganda oǵan ilingen dinamometr 39,2 N kórsetti. Eger dene awırlıǵı 117,6 N, qiya tegislik uzınlıǵı 1,8 m, biyikligi 30 cm bolsa, júkke tásir etiwshi súykeliw kúshi hám qiya tegisliktiń PJKi qanshaǵa teń?

Berilgeni	Formulası:	Sheshiliwi:
$F = 39,2 \text{ N}$ $P = 117,6 \text{ N}$ $l = 1,8 \text{ m}$ $h = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$	$\eta = \frac{Ph}{Fl} 100\%$ $F_{súyk} = F - P \frac{h}{l}$	$F_{súyk} = 39,2 \text{ N} - 117,6 \text{ N} \frac{0,3 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} = 19,6 \text{ N}$ $\eta = \frac{117,6 \cdot 0,3}{39,2 \cdot 1,8} 100\% = 50\%$ Juwabı: $\eta = 50 \%$; $F_{súyk} = 19,6 \text{ N}.$
$F_{súyk} = ? \eta = ?$		



8-shınıǵıw

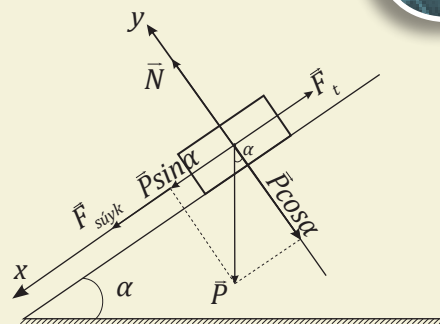
1. Qiya tegisliktegi júkti biyiklikke kóteriwdе 20 J jumıs orınlandı. Bunda PJKi 80 % bolǵan mexanizmnen paydalanıldı. Paydalı jumıstı esaplań.
2. Dene qiya tegislikte 15 N kúsh tásirinde kóterildi. Dene awırlıǵı 16 N, qiya tegislik biyikligi 5 m, uzınlıǵı 6,4 m. Qiya tegisliktiń PJKin tabıń.
3. Qiya tegislik boyınsha massası 15 kg bolǵan júkti teń ólshewli shıǵarıwda júkke ilingen dinamometr 40 N dı kórsetedi. Eger qiya tegisliktiń uzınlıǵı 1,8 m, biyikligi 30 cm bolsa, qiya tegislik PJKin tabıń.
4. Shananı tóbelikke shıǵarıwda 16 s ta 800 J jumıs orınlandı. Bunda qanday ortasha quwatlılıqqa (W) erisilgen?

MÁSELELER SHESHIW

10-TEMA

Másele sheshiw úlgileri

1. Awırlıǵı 1000 N bolǵan dene gorizont penen 30° múyesh payda etken tegislik boyınsha joqarıǵa qozǵalmaqta. Joqarıǵa tartıwshı kúsh qıya tegislikke parallel bolıp, onıń mánisi 800 N (1.35-súwret). Súykeliw koefficienti 0,05 ge teń. 2 s dawamında júk qansha aralıqqa jılıydı?



1.34-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$P = 1000 \text{ N}$ $F_t = 800 \text{ N}$ $\mu = 0,05$ $t = 2 \text{ s}$ $\alpha = 30^\circ$ $s = ?$	$F_t - F_{suyk} - P \sin \alpha = ma$ $F_{suyk} = \mu P \cos \alpha$ $F_t - \mu P \cos \alpha - P \sin \alpha = ma = \frac{P}{g} a$ $s = \frac{at^2}{2} = \left(\frac{F_t}{P} - \mu \cos \alpha - \sin \alpha \right) \cdot \frac{gt^2}{2}$	$s = \left(\frac{800 \text{ N}}{1000 \text{ N}} - 0,05 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2\text{s})^2}{2} \approx 5 \text{ m}$ Juwabı: $s = 5 \text{ m}$.

2. Awırlıǵı $49 \cdot 10^5 \text{ N}$ bolǵan elektropoezd qıya tegislikten joqarıǵa teń ólshewli qozǵalıp, 5 minutta 3 km aralıqtı basıp ótti. Tegisliktiń qıyalıǵı 1 km ge 4 m tı quraydı. Súykeliw koefficienti 0,002 bolsa, poezdıń orınlaǵan jumısı hám quwatlılıǵın tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$P = 49 \cdot 10^5 \text{ N}$ $s = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$ $h = 4 \text{ m}; \mu = 0,002$ $l = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$ $A = ?; N = ?$	$A = F s$ $F = P \cdot \sin \alpha + \mu P \cos \alpha$ $A = P (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) s$ $N = \frac{A}{t}; \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l};$ $\sin \alpha = \frac{h}{l}$	$\sin \alpha = \frac{4}{1000} = 0,004; \cos \alpha = 0,9999 \approx 1$ $A = 49 \cdot 10^5 \text{ N} (0,004 + 0,002 \cdot 1) \cdot 3000 = 882 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m} = 88,2 \text{ MJ}$ $N = \frac{88,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{300 \text{ s}} = 294 \cdot 10^3 \text{ W} = 294 \text{ kW}$ Juwabı: $A = 88,2 \text{ MJ}; N = 294 \text{ kW}$.



9-shinigiw

1. Gorizont talislikte 5 kg massali dene jatr. Gorizontqa salistirganda 60° muyesh astinda joqariga bagitlangan 50 N kush tasirinde dene 1 s waqitta qansha joldi basip otedi? Dene menen talislik arasindagi muyekeliw koefficienti 0,2 ge ten.

2. Qiylıq muyeshi 10° bolgan qiya talislikte denegе 10 m/s baslangısh tezlik berildi. Eger dene ham talislik betleri arasındagi muyekeliw koefficienti 0,5 ge ten bolsa, deneniń toqtaganğa shekemgi basıp ótkен jolın ham qozgaliw waqtın tabıń. $\sin 10^\circ \approx 0,17$; $\cos 10^\circ \approx 0,98$

3. Eger dongelektiń jol qaplaması menen muyekeliw koefficienti 0,5 ke ten bolsa, qiylıq muyeshi 20° bolgan qiya joldan joqariga qozgalıp atirgan avtomobil qanday tezleniwge erisiwi mumkin? Koteriliw baslanıwındağı tezlik 10 m/s bolsa, avtomobil 10s ishinde qansha jol basadı? $\sin 20^\circ \approx 0,34$; $\cos 20^\circ \approx 0,9$

4. Qiylıq muyeshi 20° , muyekeliw koefficienti bolsa 0,2 ge ten bolsa, qiya talislikte 5 t massalı tirkeme (pricep)ni qiylıq talislik boyınsha joqariga 1 m/s tezlik penen tartıp shıgiw ushın traktordıń quwatlılığı qanday bolıw kerek?

5. Uzınlıgı 4 m, biyikligi 0,8 m bolgan qiya talislikten 2205 N awırlıqtağı juk shıgarılğan. Muyekeliw kushi 220,5 N bolsa, qiya talisliktiń paydalı jumıs koefficienti neshe payız boladı?

6. Qiya talisliktiń qiylıq muyeshi α_0 bolganda onda jatrıgan dene bir talis sirganay basladı. Dene ham qiya talislik arasındagi muyekeliw koefficientin tabıń.

7. Uzınlıgı 1 m, biyikligi 0,6 m bolgan qiya talisliktiń PJKin tabıń. Onda qozgaliwdagi sirganap muyekeliw koefficienti 0,1 ge ten.

8. Eger elektropoezdıń massası $1,2 \cdot 10^5$ kg, muyekeliw koefficienti bolsa 0,05 ge ten bolsa, $\alpha = 10^\circ$ bolgan qiylıq boylap joqariga $1,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen 100 m aralıqqa koterilgende elektropoezdıń dvigatelleri qansha jumıs atqaradı?

9. Qiylıq muyeshi 30° , muyekeliw koefficienti 0,3 ke ten bolgan qiya talislikte massası 400 kg bolgan jukti 2 m biyiklikke shıgarıw ushın qansha jumıs orınlaw kerek? Qiya talisliktiń PJKi nege ten?



LABORATORIYA JUMISI. QIYA TEGISLIKTIŇ PJKin ANÍQLAW

11-TEMA

JumistiŇ maqseti: qiya tegislik hám onnan qanday maqsette paydalanıwdı úyreniw. Qiya tegislikte deneni kóteriwde orınlana-tuǵın paydalı hám tolıq jumislardı hám de qiya tegisliktiŇ paydalı jumis koefficienti haqqındaǵı bilimlerdi bekkemlew. Qáteliklerdi esap-law kónlikpelerin qalıplestiriw.

Kerekli ásbap hám materiallar: uzın juqa taxa, qısqıshlı shtativ, ağash brusok, sızǵısh, júkler toplamı, dinamometr (1.35-súwret).

Jumisti orınlaw tártibi

1. Juqa taxa shtativke bekkemlenedi. SoŇ qiya tegisliktiŇ uzunlıǵı (l) hám biyikligi (h) sızǵısh járdeminde ólshep alınadı (1.36- súwret).

2. Dinamometr járdeminde ağash brusoktiŇ awırlıǵı P anıqlap alınadı (1.37-súwret)

3. Brusoktı qiya tegislikke qoyıp, onı dinamometr járdeminde qiya tegislik boyınsha F kúsh penen bir tegiste (silkimesten) tartamız (1.38-súwret).

4. $A_t = Fl$ formulası járdeminde tolıq, $A_p = Ph$ formulası járdeminde bolsa paydalı jumislar esaplanadı.

5. $\eta = \frac{A_p}{A_t} \cdot 100\%$ ańlatpası járdeminde qiya tegisliktiŇ paydalı jumis koefficienti esaplanadı.

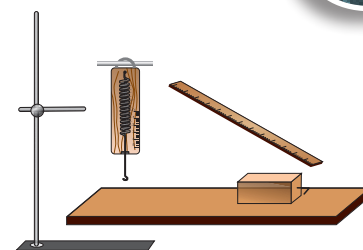
Tájiriybe keminde úsh márte tákirarlanadı, nátiyjeler kestege jazıladı.

№	l, m	h, m	F, N	P, N	A_t, J	A_p, J	$\eta, \%$
1							
2							
3							

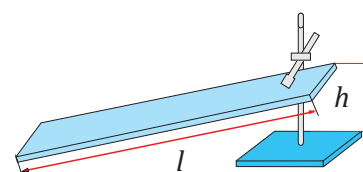
Tájiriybeni qiya tegisliktiŇ hár qıylı biyiklikleri ushın ótkerip, paydalı jumis koefficientin qiya tegisliktiŇ múyeshine baylanıslılıǵı haqqında juwmaqlar shıǵarıladı.

Úyge tapsırma

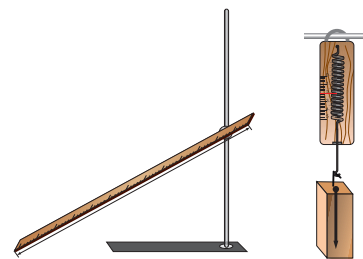
Úyińizde dinamometrli tárezi járdeminde joqarıdaǵı tájiriybeni islep kóriń.



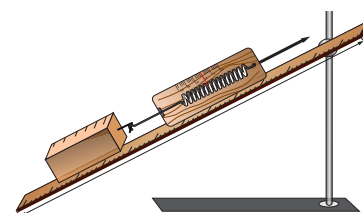
1.35-súwret



1.36-súwret



1.37-súwret



1.38-súwret



1. Qiya tegislik qanday qurılma hám qanday maqsette paydalanıladı?

2. Qiya tegislikte deneni kóteriwde orınlanatuǵın paydalı hám tolıq jumislar qalay anıqlanadı?

3. Paydalı jumis tolıq jumistan az bolıwınıń sebebi nede?

4. Qiya tegisliktiŇ paydalı jumis koefficienti onıń qıyalıq múyeshine baylanış ekenligin qalay túsindiresiz?

5. Qozǵalmas blok arqalı erkin túsıwshi tezleniwdi anıqlasa bolama?

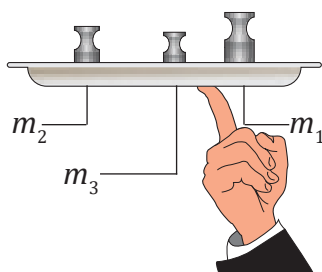
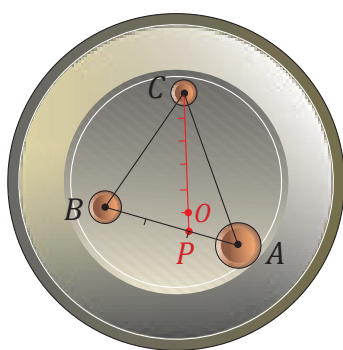
12-TEMA

MASSA ORAYÍ. TEŇ SALMAQLÍLÍQ TÚRLERI. KÚSH MOMENTI

1. Massa orayı hám olardı anıqlaw usılları.
2. Denelerdiń teń salmaqlılıq túrleri.
3. Kúsh momenti.
4. Rıchaglardıń turmısta hám texnikada qollanıwı.



Ne sebepten júk mashinaları rul aylanasınıń diametri, jeńil avomobillerdi-kinen úlken boladı?



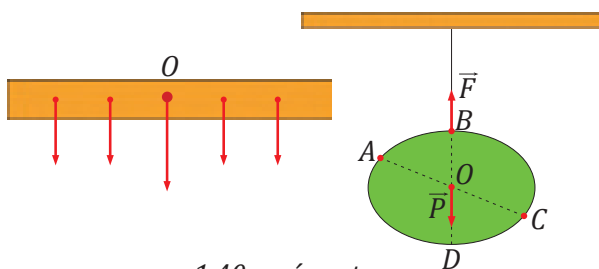
1.39-súwret

1. Massa orayı hám olardı anıqlaw usılları

Imaratlar hám kópirlar qurıwda, hár qıylı mexanizmlerdi islep shıǵıwda olardıń teń salmaqlılıq halda bolıwı úlken áhmiyetke iye. Denelerdi ornınan ańsat qozǵaltıwda, úylerdiń tirepberdisin qoyıwda orındı durıs tańlaw hám soǵan uqsas jumıslardı orınlawda olardıń teń salmaqlılıq halına itibar qaratıw kerek. Denelerdiń teń salmaqlılıqta bolıwı olardıń massa orayınıń halına baylanıslı boladı. Massa orayı bul dene yamasa denelar sistemasına salıstırǵanda anıqlanatuǵın noqat.

Denelerdiń massa orayları olardıń awırılıq orayları menen ústpe-úst túsedi (1.39-súwret). Deneniń barlıq bólegine tásir etiwshi awırılıq kúshleriniń teń tásir etiwshisi deneniń awırılıq orayınan ótiwshi tuwrı sızıqta jatadı. Awırılıq kúshi deneniń **awırılıq orayına** qoyıladı.

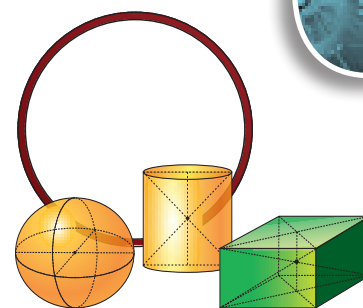
Massa orayı dene yamasa denelar sistemasınıń barlıq bólekleri massaları toplanǵanday etip seziletuǵın noqat bolıp, bul noqatqa dene yamasa denelar sistemasınıń massa orayı delinedi.



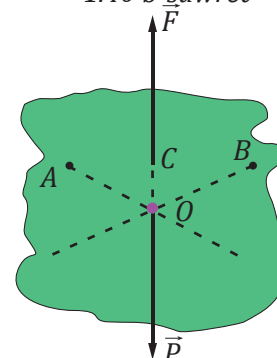
1.40 a-súwret

1.40 a-súwrette bir tekli (yaǵnıy birdey zat-tan jasalǵan, pútkil uzınlıǵı boyınsha kese kesimi birdey bolǵan, tıǵızlıǵı tegis bólistirilgen) metall tayaqshanıń ayırım bóleklerine tásir etiwshi parallel awırılıq kúshleri hám olardıń teń tásir etiwshisi bolǵan awırılıq kúshi qoyılǵan O noqat (awırılıq orayı) kórsetilgen.

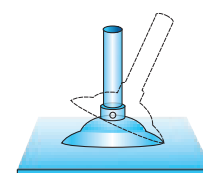
Bazıbir tuwrı geometriyalıq kóriniske (shar, cilindr, tuwrı prizma) iye bolğan bir tekli denelerdiń massa orayları olardıń geometriyalıq orayları menen ústpe-úst túsedi (1.40 b-súwret). Eger dene bir tekli bolmasa yamasa dene simmetriya orayına iye bolmasa hám ol tegis bolsa, onıń awırlıq orayın tájiriye jolı menen anıqlaw múmkin. Bunıń ushın deneniń eki noqatınan gezekpe-gezek ildiriledi hám bul noqatlardan vertikal awırlıq kúshi sızıqları ótkeriledi (1.41- súwret). Vertikallardıń kesilisiw noqatı tegis deneniń awırlıq orayı boladı.



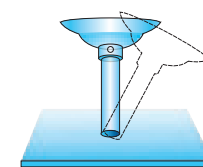
1.40 b-súwret



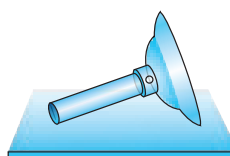
1.41-súwret



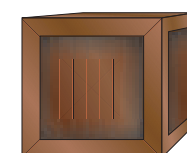
a)



b)



c)



1.42-súwret

2. Denelerdiń teń salmaqlılıq túrleri

Denelerdiń massa orayları anıqlangannan soń, olardı teń salmaqlılıq halına keltiriw yamasa ornınan qozǵaltıw ańsat boladı.

Ádette teń salmaqlılıqlar túrleri úsh túrde boladı:

- turaqlı teń salmaqlılıq;
- turaqlı emes teń salmaqlılıq;
- pariqsız teń salmaqlılıq.

Dene teń salmaqlılıq halınan shıǵarılıp qoyıp jiberilgende, onı dáslepki halına qaytarıwshı kúsh payda bolsa, deneniń bunday teń salmaqlılıǵı **turaqlı teń salmaqlılıq** delinedi (1.42 a-súwret).

Dene teń salmaqlılıq halınan shıǵarılıp qoyıp jiberilgende, onı dáslepki teń salmaqlılıq halınan jáne kóbirek uzaqlastıratuǵın kúsh payda bolsa, deneniń bunday teń salmaqlılıǵı **turaqlı emes teń salmaqlılıq** delinedi (1.42 b-súwret).

Dene teń salmaqlılıq halınan shıǵarılıp qoyıp jiberilgende onıń halın ózgartetuǵın hesh qanday kúsh payda bolmasa, deneniń bunday teń salmaqlılıǵı **pariqsız teń salmaqlılıq** delinedi (1.42 d-súwret).

Deneniń teń salmaqlılıq halı tayanısh maydanına da baylanıslı boladı. Eger qandayda bir tegislikte turǵan dene, tegislik penen birge tegisliktiń bir ushınan belgili biyiklikke kóterilse, dene awdarıladı. Bunda deneniń awırlıq orayınan ótkerilgen vertikal tuwrı sızıq tayanısch maydanınan shıǵıp ketedi hám dene qulap túsedi. Demek, tayanısh maydanı qansha úlken bolsa, deneniń teń salmaqlılıǵı sonshellı turaqlı boladı.

3. Kúsh momenti

Aylanıw kósherine iye bolğan denelerdiń qozǵalıwı, tek ǵana oǵan qoyılǵan kúsh shamasına baylanıslı bolmasta, bálki kúshtiń baǵıtına da baylanıslı boladı.

Aylanıw kósherinen kúshtiń tásir etiw sızıǵına shekem bolğan eń qısqa aralıq **kúsh iyini** dep ataladı.

Bunda kúsh iyini kúshtiń baǵıtına tik halda jaylasadı.

Aylanıw kósherine iye bolğan deneg qoyılǵan kúsh hám kúsh iyniniń kóbeymesi kúsh momenti dep ataladı. Kúsh momenti M háribi menen belgilenedi.



$$M = F \cdot l \quad (1)$$

Kúsh momentiniń ólshew birligi XBS da $[M] = \text{N} \cdot \text{m}$.

Bir tekli sterjen alıp onıń awırlıq orayın (O nuqta) tayanış ústine ornatayıq, bul sterjen tayanış átirapında erkin aylana alsın. Bunda sterjen gorizontaldan teń salmaqlılıq halına keledi. Rıchagtıń oń tárepine tórt birlik aralıqta (A nuqat) bir júkti ildireyik, ekinshi tárepinde bolsa eki birlik aralıqqa (B nuqat) tap sonday júkti ildirip qoysaq, onıń teń salmaqlılıǵı buzıladı. Sterjen dáslepki teń salmaqlılıǵına keliwi ushın B nuqatqa tap sonday júklerden jáne birewin ildiriwimiz kerek (1.43-súwret). Demek, kúshler qoyılǵan rıchagta kúsh iyini neshe ese kishi bolsa, rıchag teń salmaqlılıqta bolıwı ushın qoyılatuǵın kúsh sonsha ese úlken bolıwı kerek. Bunnan kúshler hám kúsh iynleri arasındaǵı tómendegishe qatnas orınlı boladı degen juwmaqqa kelemiz:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

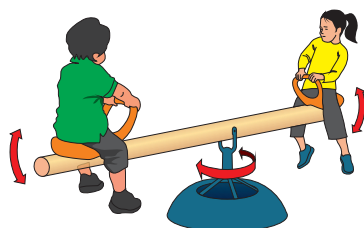
1.43-súwret

$$\begin{aligned} F_1 \cdot l_1 &= F_2 \cdot l_2 \\ M_1 &= M_2 \end{aligned} \quad (2)$$

l_1 – OA aralıq úzınlıǵı bolıp, F_1 – kúshtiń iyini. l_2 – OB aralıq úzınlıǵı bolıp, F_2 – kúshtiń iyini.

(2) teńlikti Arximed tapqan bolıp, **rıchagtıń teń salmaqlılıqta bolıw shárti** delinedi. Kórilgen tajiriybede M_1 kúsh momenti rıchagtı saat strelkası baǵıtında aylandırıwǵa háreket etse, M_2 kúsh momenti onı saat strelkasına keri baǵıtta aylandırıwǵa háreket etedi.

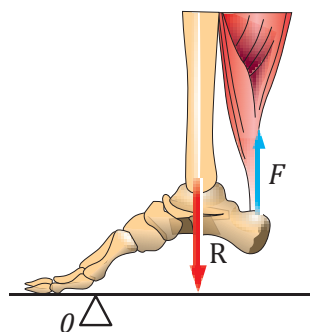
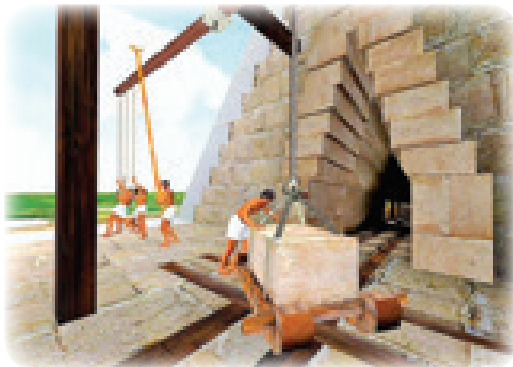
Qozǵalmas tayanış átirapında aylana alatuǵın eń ápiwayı qurılma bul rıchag bolıp esaplanadı (1.44- súwret).



1.44-súwret

4. Rıchaglardıń turmıs hám texnikada qollanılwı

Turmısta hám texnikada hár qıylı reńdegi qayshılar, shege suwırırwshı balǵalar rıchag principini tiykarında isleydi. Pálleli tárezi de iynleri teń bolǵan rıchag bolıp esaplanadı. Eger tárezi iynleri hár qıylı úzınlıqta alınsa, kishi massalı tárezi tasları menen úlken massalı denelerdi ólshew múmkın boladı. İnsan hám haywanlardıń dene dúzilisinde rıchag principinde isleytuǵın bólekleride bar. Qol hám ayaq suyekleri bulshıq etleri menen birgelikte rıchag payda etedi (1.45-súwret).



1.45-súwret

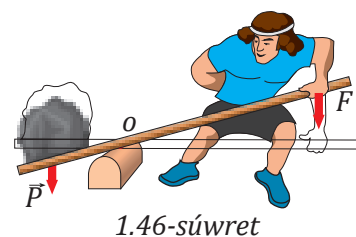




1. Nege deneniń massa orayı hám awırlıq orayı ústpe-úst túsedi?
2. Tásir bağıtı massa orayınan ótiwshi kúsh denegе qanday qozǵalı beredi? Ótpeytuǵını she?
3. Denegе tásir etip atırǵan kúsh bağıtı massa orayınan ótpese, dene qalay qozǵaladı?

Másele sheshiw úlgisi

Rıchagtıń uzın iyini 6 m, qısqa iyini bolsa 2 m ge teń. Uzın iyinine qoyılǵan 500 N kúsh járdeminde qısqa táreptiń ushı menen qanday massalı júkti kóteriw múmkin (1.46-súwret)?



Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$l_1 = 6 \text{ m}$ $l_2 = 2 \text{ m}$ $F_1 = 500 \text{ N}$ $m = ?$	$M_1 = M_2$ $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ $F_2 = mg$ $m = \frac{F_1 l_1}{g l_2};$	$m = \frac{500 \text{ N} \cdot 6 \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m}} \approx 153 \text{ kg}$ Juwabı: $m \approx 153 \text{ kg}.$

10-shınıǵıw



1. Rıchagtıń kishi iyniniń uzınlıǵı 2,5 cm, úlkeniniń uzınlıǵı 45 cm ge teń. Úlken iynine 20 N kúsh qoyılǵan. Rıchag teń salmaqlılıqta bolıwı ushın kishi iyniniń ushına qanday kúsh qoyıw kerek?
2. Massası 240 kg bolǵan tas rıchag járdeminde kóterilip atır. Eger kishi iyni 0,6 m bolsa, uzınlıǵı 2,4 m bolǵan úlken iynine qanday kúsh qoyıw kerek?
3. Rıchagtıń uzınlıǵı 2 ese artsa, orınlangan jumıs qalay ózgere-di?
4. Rıchagtıń kishi iyniniń uzınlıǵı 4 cm, úlkeniniń uzınlıǵı 50 cm. Úlken iyniniń ushına 40 N kúsh qoyılǵan. Rıchag teń salmaqlılıqta bolıwı ushın kishi iynine qanday kúsh qoyıw kerek?
5. Massası 10 kg hám uzınlıǵı 40 cm bolǵan sterjenniń ushlarına massaları 40 kg hám 10 kg bolǵan júkler ildirilgen. Sterjen teń salmaqlılıqta turıwı ushın tayanishtıń birinshi ushınan qansha aralıqqa qoyıw kerek?

13-TEMA

MOMENTLER QAĞÍYDASÍNA TIYKARLANÍP
ISLEYTUĞÍN ÁPIWAYÍ MEXANIZMLER.

1. Jup kúshler.
2. Rıchag.
3. Blokklar hám Vintler.

4. Shıgırıqlar (lebyodka)lar
hám ponalar..

Esik jabılıp ketpewi ushın geyde pol ústine esiktiń topsasınıń qasındaǵı sańlaǵına tirep tas yamasa gerbish qoyıladı. Bul esikti buzıwǵa alıp keleme? Juwabıńızdı túsindirip berıń.

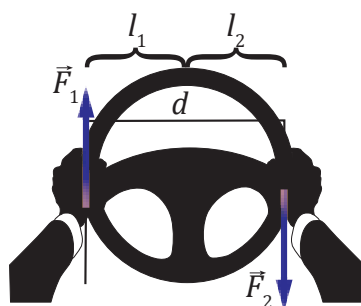
1. Jup kúshler

Qádimgi dáwirlerden házirgi kúnge shekem insan óz miynetin jeńillestiriw jolların izleydi. Qurılıslar alıp barıwda awır tayanışlar-dı, islew berilgen mramor taslardı kóteriw ushın hár qıylı mexanika-lıq qurılmalardan paydalanıp kelingan. Úsh mın jıl aldın áyyemgi Mısırda piramidalar qurılısında awır tas plitalardı rıchaglar járde-minde bir orınnan ekinshi orıńa jılıtqan hám ádewir biyikke kóter-gen. Kóp hallarda awır júkti qandayda bir biyiklikke kóteriw ornına onı sol biyiklikke qıya tegislik ústine domalatıp yamasa súyrep alıp shıqqan. Samarqand hám Buxara qalalarındaǵı minaralar, medrese-ler, saray hám meshitler qurılısında júklerdi blokklar, shıgırıqlar jár-deminde kótergen.

Kúndelikli turmista ağashlardı kesetuǵın stanoklar, júklerdi kó-shiriwde kóterme kran, jer qazıp-tegislewshi traktorlar hám ápiwayı mexanizmler tiykarında jumıs orınlaydı.

Aylanıw kósherine iye bolǵan dene kúsh momenti tásirinde qozǵalısqa keledi. Bunda denegе tásir etip atırǵan kúsh moment jup kúsh tásirine uqsas boladı.

Jup kúsh dep, baǵıtı qarama-qarsı, shamaları teń, biraq bir kósherde jatpaytuǵın kúshlerge ayıladı.



1.47-súwret

Buǵan mısál retinde avtomobil ruliniń burılıwın keltiriw múmkin (1.47-súwret).

Aylanıw kósheri ruldiń ortasında bolıp, oǵan F_1 hám F_2 kúshler jubı tásir etedi.

Eger aylanıw kósherine iye bolǵan denegе bir neshe kúshler tásir etip atırǵan bolsa, bul kúshlerdiń momentlerin óz ara qosıw arqalı juwmaqlawshı moment tabıladı. Bunda deneni saat strelkası baǵıtı boyınsha aylandırıwshı kúsh momentlerin oń belgide, saat strelkası baǵıtına qarsı baǵıtta aylandırıwshı kúsh momentlerin teris belgide alınadı.

Juwmaqlawshı kúsh momentin tabıw ushın denegge tásir etiwshi kúsh momentleriniń belgisin esapqa alıp qosamız:

$$M = F_2 l_2 + (-F_1 l_1) = F_2 l_2 - F_1 l_1. \quad (1)$$

Aylanıw kósherine iye bolǵan deneni bir tárepke aylandırıwshı kúshler momentleriniń jıyındısı deneni qarama-qarsı tárepke aylandırıwshı kúshler momentleri jıyındısına teń bolsa, barlıq kúshlerdiń juwmaqlawshı momenti nolǵa teń bolıp, dene teń salmaqlılıqta boladı:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0 \quad (2)$$

Bul qaǵıyda Arximed tárepinen anıqlanǵan bolıp, **momentler qaǵıydası** dep júritiledi.

Momentler qaǵıydasına tiykarlanıp isleytuǵın ápiwayı mexanizmlerge tómendegiler kiredi: rıchag, qozǵalmas hám qozǵalıwshı bloklar, shıǵırıq, vint (domkrat) hám basqa ápiwayı mexanizmler.

2. Rıchag

Ámeliyatta rıchagtıń hár qıylı kórinisleri isletiledi (1.48-súwret).

3. Bloklar hám vintler

Turmıs hám texnikada bloklardan paydalanıwda qozǵalmas hám qozǵalıwshı bloklar sistemasınan paydalanıladı. Sistemada bloklar óz ara jalǵanıp, hár qıylı dárejeli polispastlar payda etiledi. 1.49 a-súwrette bir qozǵalıwshı blok, 1.49 b-súwrette bir qozǵalmas hám bir qozǵalıwshı bloklı, 1.49 d-súwrette eki qozǵalıwshı hám bir qozǵalmas bloklı polispastlar sáwlelengen. Dárejeli polispastta ildirilgen júk awırılıǵı bloklarǵa oralǵan arqanlarda bólistiriledi.

Bloklarda súykeliw bolmaǵanda polispastqa qoyılatuǵın kúsh:

$$F = \frac{mg}{2^n} \quad (3)$$

formulası menen tabıladı. Bunda n – polispasttaǵı qozǵalıwshı bloklar sanı.

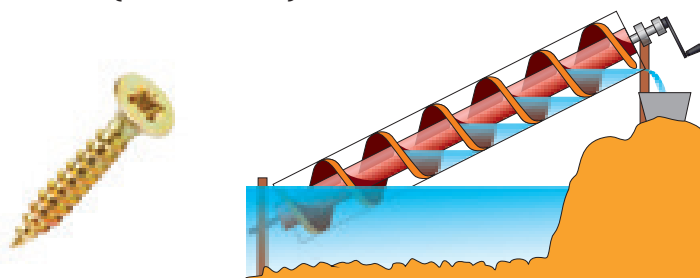
Eger bloklarda súykeliw bar bolsa qoyılatuǵın kúshniń bir bólegi súykeliw kúshlerin jeńiwine sarıplanadı.

Súykeliw bolǵanda polispasttıń PJKi:

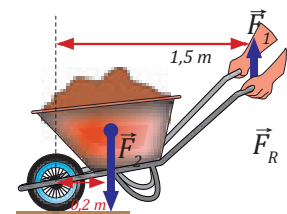
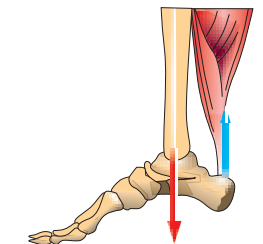
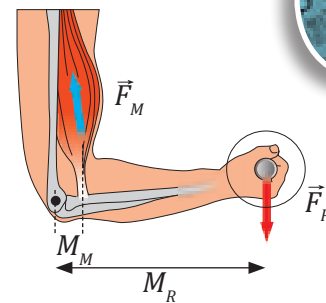
$$\eta = \frac{mg}{2^n F} \quad (4)$$

formulası arqalı tabıladı.

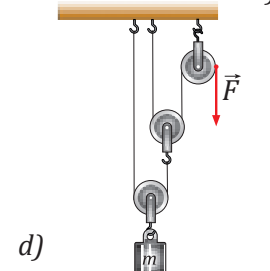
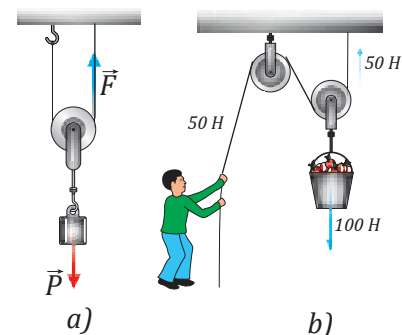
Vintler (1.50-súwret).



1.50-súwret



1.48-súwret



1.49-súwret



I BAP. DINAMIKA. STATIKA ELEMENTLARI

4. Shıǵırıq (lebyodka)lar hám ponalar

Shıǵırıqtıń kúshten neshe márte utıs beriwı

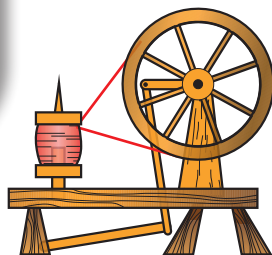
$$n = \frac{R}{r} \quad (5)$$

formulası járdeminde tabıladı.

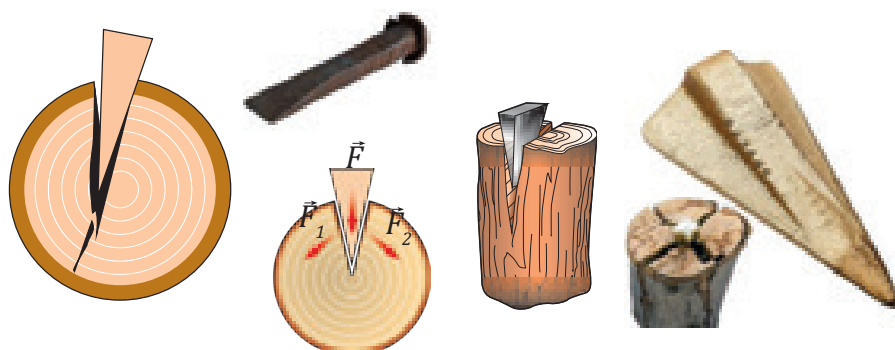
Lebyotkalardıń kúshten neshe márte utıs beriwı

$$n = \frac{R_1}{r_1} \frac{R_2}{r_2} \quad (6)$$

formulası járdeminde tabıladı. Bul jerde: R – barabandı aylandırıwshı ruchkanıń sıızıp atırǵan radiusı, r – barabannıń radiusı (1.51-súwret).



1.51-súwret



1. Shıǵırıq qaysı tárepleri menen richagqa uqsaydı?
2. Ne ushın tik teksheden shıǵıwǵa qaraǵanda qıyaraq teksheden shıǵıw ańsatıraq?
3. Ne ushın awır júk (mısalı, ryukzak) arqalap alǵan adam aldınǵa biraz eńkeyedi?
4. Ápiwayı mexanizmlerden taǵı qay jerde paydalanılǵanın kór-gensiz?

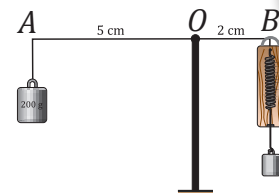


MÁSELELER SHESHIW

14-TEMA

Máseleler sheshiw úlgileri

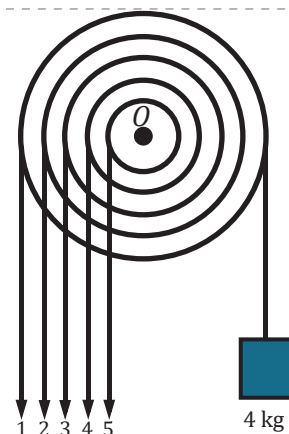
1. Súwrette kórsetilgen richagtıń A noqatında massası 200 g bolǵan júk ildirilgen. Richag teń salmaqlılıqta turǵan bolsa, B noqatqa ildirilgen dinamometr neshe Nyuton kúshti kórsetedi. $AO = 5$ cm, $OB = 2$ cm ge teń dep alıń (1.52-súwret).



1.52-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$ $l_1 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ $l_2 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}; F_1 = mg$ $\frac{mg}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$	$F_2 = \frac{0,05 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,02 \text{ m}} = 5 \text{ N}$
$F_2 = ?$	$F_2 = \frac{l_1 mg}{l_2}$	Juwabi: $F_2 = 5 \text{ N}$.

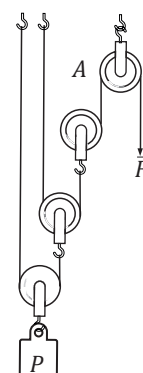
2. Súwrette kórsetilgen blok teń salmaqlılıqta turıwı ushın 10 kg massalı yúkti qaysı noqatqa iliw kerek (1.53-súwret)?



1.53-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m_1 = 4 \text{ kg}$ $m_2 = 10 \text{ kg}$ $l_0 = 5 \text{ m}; l_1 = 5 \text{ m}$ $l_2 = 4 \text{ m}; l_3 = 3 \text{ m}$ $l_4 = 2 \text{ m}; l_5 = 1 \text{ m}$	$M_1 = M_2$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}; \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{l_2}{l_1}$ $l_x = \frac{m_1 l_0}{m_2}$	$l_x = \frac{4 \cdot 5}{10} = 2 \text{ m}$
$l_x = ?$		Juwabi: 10 kg lı dene-ni oraydan esaplaǵanda l_4 noqatqa iliw kerek.

3. Awırlıq kúshi $P = 400 \text{ N}$ bolǵan júkti tegis kóteriń ushın jiptiń ushındaǵı A noqatqa neshe nyuton kúsh qoyıw kerek (1.54- súwret)?

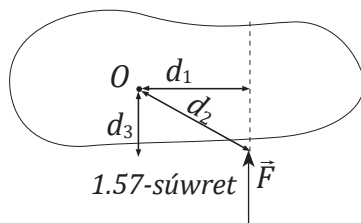
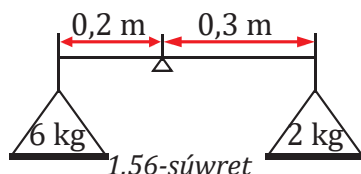
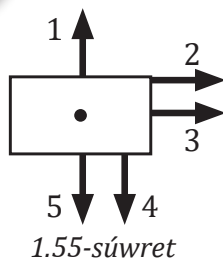


1.54-súwret

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$P = 400 \text{ N}$	$F = \frac{mg}{2^n}$	$F_1 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ N}$
		$F_2 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ N}$
		$F_3 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ N}$
$F_2 = ?$		Juwabi: $F_3 = 50 \text{ N}$.



11-shinigiw



1. 1.55-súwrette keltirilgen kúshlerdiń qaysıları deneni tek ilgerilemeli qozǵalısqqa keltiredi? (O – massalar orayı).

2. Rıchagtıń kishi iyniniń uzınlıǵı 5 cm, úlken iyniniń uzınlıǵı 30 cm ge teń. Kishi iynine 12 N kúsh tásir etedi. Rıchagtı teń salmaqlılıqqa keltiriw ushin onıń úlken iynine qanday kúsh qoyıw kerek?

3. 1.56-súwrette kórsetilgen, iynleri teń bolmaǵan tárezi teń salmaqlılıqta bolıwı ushin onıń oń pállesine jáne neshe kg massalı júk qoyıw kerek?

4. Rıchagtıń kishi iynine 300 N, úlken iynine 20 N kúsh tásir etedi. Kishi iyniniń uzınlıǵı 5 cm. Úlken iyniniń uzınlıǵın anıqlań.

5. 1.57-súwrette aylanıw kósheri O noqattan ótiwshi denegge belgili baǵıtta F kúsh qoyılǵanlıǵı súwretlengen. Súwrette kórsetilgen kesindilerdiń qaysı biri F kúshiniń iyni boladı?

6. Uzınlıǵı 80 cm bolǵan salmaq-sız rıchag shetlerine 200 g hám 600 g massalı júkler ildirildi. Rıchag teń salmaqlılıqta bolıwı ushin úlken júkten qansha aralıqta tayanısh qoyıw kerek?

7 *Domkrat járdeminde massası 1500 kg bolǵan avtomobildi kóteri w kerek. Bunda paydalanılatuǵın vint qádemi 4 cm ge teń. Domkrattı burawshı sterjen uzınlıǵı 0,5 m bolsa, onı burawshı kúshti tabıń.

ÁMELIY TAPSÍRMALAR



1. Júk tasıwǵa mólsherlengen mashinalarda júk túsiriw ushin kuzovtı α múyeshke kóterdi. Biraq bul halatta júk túsip ketpedi.

a) Júktiń túsip ketpewine sebep ne?

b) Qanday shárt orınlansa júk qozǵala baslaydı?

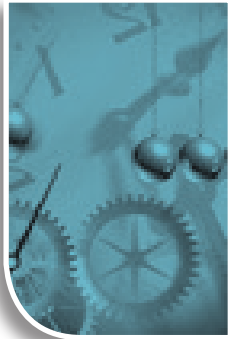
2. Qurılısta shelek penen topıra q tartılmaqta. Jumısshı shelekti tezleniw menen joqarıǵa kótergende shelektiń astıńǵı bólegi ajıralıp tústi.

a) Bul qubılıstıń sebebin túsindiriń?

b) Shelek jaramsız bolıp qalmawı ushin jumısshıǵa qanday usınıs beresiz?

3. Obid penen Bunyod avtomobilde sayaxatqa shıqtı. Joldıń yarımına jetkende avtomobil balonı tesildi. Biraq ballondı almasıwı ushin avtomobilde domkrat joq eken. Olar sol jaǵdayda súwrette kórsetilgen denelerden paydalanıp, avtomobildiń ballonın almasıwı, sayaxatın dawam ettirdi. Olar bul jumıstı qanday etip ámelge asırdı? Juwabıńızdı túsindiriń.





I BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Bir noqatqa qoyılğan 10 N hám 14 N kúshlerdiń teń tásir etiwshisi 2 N, 4 N, 10 N, 24 N, mánislerinen qaysı birin qabıl ete almaydı (qaysı birine teń bola almaydı) ?

2. Qanday biyiklikte erkin túsiw tezleniw Jer betindegi tezleniwdiń 25 payızın quraydı?

3. Rıchagtıń ushlarına 2 hám 18 N kúshler tásir etedi. Rıchagtıń uzınlıǵı 1 m. Rıchag teń salmaqlılıq halda bolsa, tayanış noqat qay jerde jaylasqan?

4. Ay radiusı 1700 km, ondaǵı deneniń erkin túsiw tezleniwi $1,6 \text{ m/s}^2$. Ay ushın birinshi kosmoslıq tezlikte esaplań.

5. Tez júriwshi lift jerge salıstırǵanda 5 m/s^2 tezleniw menen túspekte. Waqıttıń qandayda bir momentinde lifttiń tóbesinen bolt túsiwdi basladı. Lifttiń biyikligi 2,5 m. Bolttıń túsiw waqtın anıqlań.

6. Gorizont penen α múyesh qurawshı qıya tegisliktegi dene awırılıq kúshiniń deneni tómenge qaray sırganatıwshı qurawshısı qalay ańlatıladı?

7. Dene qıya tegislikte sırganap túspekte. Súykeliw koefficienti μ diń qaysı mánisinde dene teń ólshewli qozǵaladı: 1) $\mu > \text{tg}\alpha$; 2) $\mu < \text{tg}\alpha$; 3) $\mu = \text{tg}\alpha$?

8. Joqarıǵa kóterilip atırǵan samolyot 5 km biyiklikte 360 km/h tezlikke eristi. Samolyottıń tezligin arttırıwǵa sarıplangan jumıstan kóteriliwde awırılıq kúshine qarsı orınlangan jumıs neshe ese úlken?

9. Uzınlıǵı 2,6 m hám massası 80 kg bolǵan bir tekli qada (aǵash) eki tayanışta jatırıptı. Qadaniń shep ushınan shep tayanışqa shekem bolǵan aralıq 0,2 m, qadaniń oń ushınan oń tayanışqa shekem bolǵan aralıq bolsa 0,4 m. Qadaniń shep tayanışqa basım kúshi qanday (N)?

10. Massası 1t bolǵan truba jerde jatır. Onı bir ushınan biraz kóteriw ushın qanday kúsh qoyıw kerek?



IOYBAR JUMÍSI

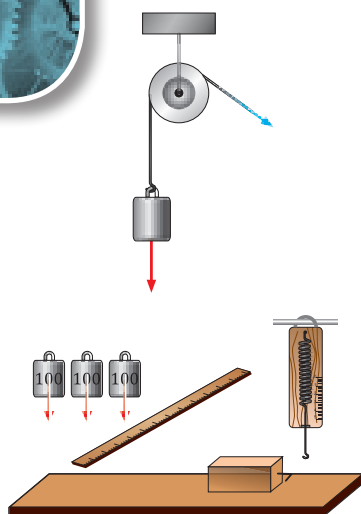
Ápiwayı mexanizmlerdi jasaw

Jumıstıń maqseti: Qıya tegislikti jasaw hám onnan paydalanıw-dı úyreniw.

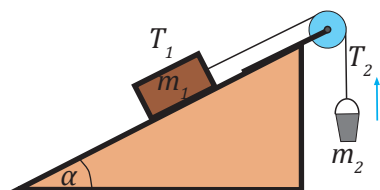
Kerekli ásbap hám úskeneler: qalıńlıǵı 3–5 cm bolǵan uzın taxta, aǵash brusok, sıǵısh, júkler toplamı, dinamometr, blok, jip (1.58-súwret).

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Uzın taxtadan 30 cm, 40 cm, 50 cm uzınlıqtaǵı (bul ólshemler-di qálewinshe tańlaw múmkin) bóleklerdi kesip alıń.
2. 1.59-súwretke qarap qurılmanıń tuwrı múyeshli úshmúyeshlik bólegin jıynań.
3. Jıynalǵan tuwrı múyeshli úshmúyeshliktiń vertikal tárepi ushı-na qozǵalmas blokı ornatiń.
4. Aǵash brusok hám sheleklerdi jip penen blok arqalı birlestiriń (1.60-súwret).
5. Qıya tegislik vertikal tárepindegi júktiń awırılıq kúshi tásirinde aǵash brusok qıya tegislik boyınsha jılıwı ushın shelek ishine júkler-di izbe-izlikte qoyıń.
6. Joqarıdaǵılarǵa tiykarlanıp juwmaq jazıń.



1.58-súwret



1.60-súwret



1.59-súwret



1. Aǵash brusok qaysı halda qozǵalısqı keliwin túsindiririń.
2. Brusok qanday shárt orınlansa, teń ólshewli qozǵaladı?
3. Brusok qaysı halda tezleniw menen qozǵaladı?

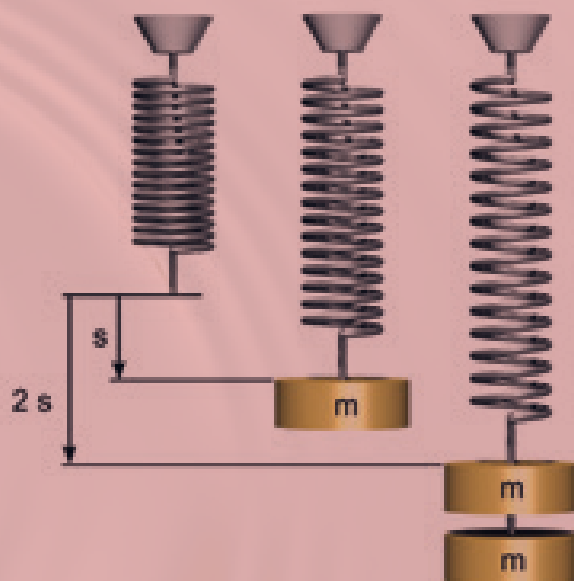
II BAP



MEXANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR

Siz bul bapta tómendegi temalar bo'yinsha maǵlıwmatlar alasız:

- mexanikalıq terbelisler;
- matematikalıq hám prujinalı mayatnikler;
- mexanikalıq tolqınlar;
- ses tolqınları.



15-TEMA

MEXANIKALÍQ TERBELISLER

1. Mexanikalíq terbelisler.
2. Erkin terbelisler hám májbúriy terbelisler.
3. Terbelis dáwiri, jiyligi hám ciklli jiyligi
4. Avtotebelisler.
5. Rezonans qubílisi.
6. Garmonikalíq terbelisler.

Mashinası ılayǵa batıp qalǵan aydawshıǵa járdem beriwde bir qansha adam avtomobildi “terbelledi”. Ádette terbelis qandayda bir buyırıq boyınsha orınlanadı. Buyırıq beriw qaysı waqıtta bolatuǵınlıǵı áhmiyetke iye bolama? Mashina-nıń terbeliwi nelerge baylanıshı boladı?

1. Mexanikalíq terbelisler

Kúndelikli turmısımızda terbelmeli qozǵalıslardı kóp ushırata-mız. Misalı, terek shaqalarınıń terbeliwi, muzıka saz ásbaplarınıń terbeliwi, júrektiń urıwı hám basqalar.

Terbelis degenimiz ne?

Terbelisler ishki hám sırtqı kúshlerdiń esabınan payda boladı.

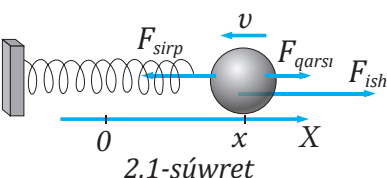
Belgili bir waqıt aralıqlarında jaǵdayı dáwirli túrde takirarlanıp turatuǵın qozǵalısqı terbelmeli qozǵalısqı yamasa terbelisler delinedi.

Terbelmeli qozǵalıstıń 2 túrı bar:

- erkin terbelisler;
- májbúriy terbelisler.

2. Erkin terbelisler hám májbúriy terbelisler

Prujınaǵa yamasa jipke ildirilgen júktiń terbelisi erkin terbeliske misal bola aladı. Tegis gorizontál bette turǵan deneni prujınaǵa bek-kemleybiz (2.1-súwret). Deneni teń salmaqlılıq jaǵdayınan shıǵarıp, onı qoyıp jiberemiz. Nátiyjede dene teńsalmaqlılıq jaǵdayı atırıpın-da terbelmeli qozǵaladı. Prujınada júzege kelgen serpimlilik kúshi terbelmeli qozǵalıstı júzege keltiriwshi ishki kúsh bolıp esaplanadı. Qozǵalısqı qarsılıq kúshi serpimlilik kúshinen júdá kishi bolsa, de-neniń qozǵalısqı teńdey waqıt aralıǵında tákirarlanadı.

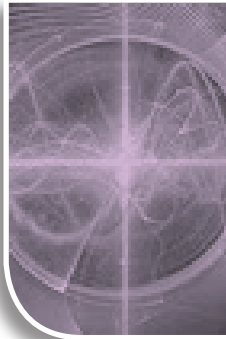


Teńsalmaqlılıq jaǵdayınan shıǵarılıp jiberilgennen keyin, deneniń ishki kúshler tási-rinde terbelmeli qozǵalısqı erkin terbelisler dep ataladı.



Tiykarınan alǵanda hár qanday terbeliwshi denegе ortalıq táre-pinen qarsılıq kúshi tásir etedi hám terbelmeli qozǵalıstı sóndiredi. Terbelisler sónbewi ushın dáwirli túrde sırtqı kúshler tásir etip tu-rıwı kerek (2.2-súwret).

Sırtqı dáwirli kúshler tásirinde júz beretuǵın terbelisler májbúriy terbelisler dep ataladı.



Májbúriy terbelislerge kúndelikli turmísımızdan bir neshe mısallar keltiriw múmkin. Mısalı, radiokernaylardıń membranası, onnan ótetuǵın májbúrlewshi tok tásirinde terbeledi (2.3-súwret).

3. Terbelis dáwiri, jiyiligi hám ciklli jiyiligi

Hár qanday terbeliwshi dene belgili waqıt dawamında dáwirli túrde terbeledi. Bul jaǵday terbelis dáwiri hám jiyiligi dep atalıwshi fizikalıq shamalar menen ańlatıladı.

Terbelmeli qozǵalıwshi deneniń bir márte tolıq aylanıwı ushın ketken waqıt *terbelis dáwiri* delinedi. Terbelis dáwiri T háribi menen belgilenedi.

Terbelis dáwiriniń birligi etip XBSda sekund (s) dep qabıl etilgen. Terbeliwshi materiallıq noqat t waqıt ishinde N márte tolıq terbelse, terbelis dáwiri tómendegishe esaplanadı:

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

Terbeliwshi materiallıq noqattıń terbelisi tez yamasa áste ekenligin biliw ushın *terbeliw jiyiligi* túsiniǵı kiritilgen.

Waqıt birligi ishindegi terbelisler sanına teń bolǵan fizikalıq shama terbelis jiyiligi dep ataladı. Terbelis jiyiligi ν (nyu) háribi menen belgilenedi.

Terbeliwshi materiallıq noqat t waqıt ishinde N márte terbelgende onıń terbelis jiyiligi:

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

formulası menen esaplanadı.

Demek, (1) hám (2) ańlatpalar boyınsha terbelis dáwiri hám jiyiligi bir-birine salıstırǵanda kerı qatnasta boladı.

Jiyiliktiń birligi - $[\nu] = \frac{[N]}{[t]} = 1 \text{ s}^{-1} = (\text{Hz})$ gers (hers). Nemis fizigi

Henri Hers húrmetine usılay atalǵan.

Deneniń 2π sekundaǵı terbelisler sanı menen sıpatlanatuǵın fizikalıq shama **ciklli jiyilik** dep ataladı. Ciklli jiyilik ω (omega) háribi menen belgilenedi.

$$\omega = 2\pi/T$$

Ciklli jiyiliktiń birligi XBSda $[\omega] = 1 \text{ rad/s}$ dep qabıl etilgen.

Ciklli jiyilik penen terbelis dáwiri hám de terbelis jiyiligi tómendegishe baylanısqa:

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu \quad (3)$$

Terbelislerdiń jıjıwı hám amplitudası

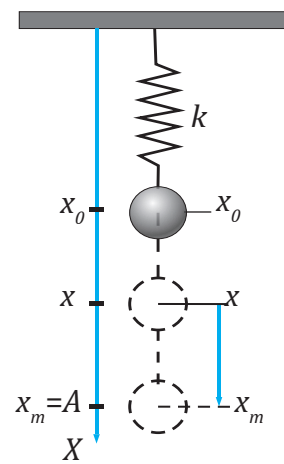
Terbelip atırǵan deneniń teń salmaqlılıq jaǵdayınan uzaqlasıw aralıǵı onıń **jıjıwı** delinedi. Jıjıw x háribi menen belgilenedi. Teń salmaqlılıq jaǵdayınan eń úlken aralıqqa jıjıwı (uzaqlasıwı) **terbelis amplitudası** dep ataladı. Amplituda A yamasa x_{max} kóriniside belgilenedi. (2.4-súwret).



2.3-súwret



Henri Hers
(1857-1894)



2.4-súwret

II BAP. MEKANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR

4. Avtoterbelisler

Sónbeytuğın májburiy terbelisler dáwirli terbelip turıwı ushın sırtqı dáwirli kúsh tásir etip turıwı kerek. Biraq sistemadağı terbelisler sırtqı dáwirli kúsh tásisiz de sónbeytuğın bolıwı múmkin. Eger erkin terbele alatuğın sistemanıń ishinde energiya deregi bolsa hám bul derekten terbeliwshi denegе bergen energiyasınıń ornın qaplaw ushın zárur energiyanıń kelip turıwın sistemanıń ózi tuwrılap tura alsa, bunday sistemada sónbeytuğın terbelisler payda boladı.

Sistemada sırtqı dáwirli kúsh tásisiz ishki derek energiyası esabınan payda bolatuğın sónbeytuğın terbelisler avtoterbelisler dep ataladı.

Mısalı, elektr energiyası menen isleytuğın saattı, elektr qońırawın, adamnıń júregi hám ókpesin de avtoterbelmeli sistema dep qaraw múmkin (2.5-súwret).



2.5-súwret

Terbelip atırған sistemağa tásir etiwshi sırtqı kúshnıń jiyiligi, sistemanıń menshikli terbelis jiyiligine teńleskende májburiy terbelis amplitudasınıń keskin artıp ketiw qubılısına rezonans delinedi.

Rezonans qubılısınıń zıyanlı aqıbeti

AQSH tıń Vashington shtatında jaylasqan Takoma kópiri 1940-jıl 7-noyabrde samal tezligi 65 km/h qa jetkende rezonans qubılısı sebepli qulap túsken.



5. Rezonans qubılısı

Májburiy terbelisler paydalı hám ayırım waqıtları zıyanlı aqıbetlerge de alıp keliwi múmkin. Bunda zıyanlı hám paydalı tárepleri nelerden ibarat boladı?

Rezonans qubılısı texnikada hám turmısta úlken ámeliy áhmiyetke iye. Rezonans qubılısınan tek ғана mexanikalıq qubılıslarda ғана emes, hátteki elektrotexnikada, optikada hám yadro fizikasında da keń túrde paydalanıladı. Mısalı radiopriyomnik, televizor hám basqalardıń islewi rezonans qubılısına tiykarlangan.

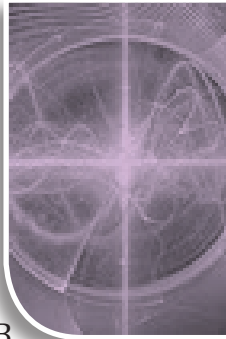
Rezonans qubılısı kóbinese zıyanlı aqıbetlerge de alıp keledi. Mısalı, belgili dawıs jiyiliklerinde ayırım radiopriyomnik korpusı diril deydi, turaqlı túrde isleytuğın kárxana stanoklarındağı bólekleriniń aylanıwı nátiyjesinde rezonans qubılısı júz beriwi nátiyjesinde, fundamentler bólekleniwi hám buzılıwı múmkin.

6. Garmonikalıq terbelisler

Túbi tesik idisqa qum toltırıp, jipke ildirip, terbeltemiz. Idistıń astına karton qağaz qoyıp, bir tegis tartsaq, tógilgen qumnıń qağazdağı izi qandayda bir nızam boyınsha terbelip atırғанın baqlaw múmkin. Bul tájiriyyeden tómendegi juwmaq kelip shıǵadı. Terbelip atırған ıdistıń jıljiwı waqıttıń ótiwi menen sinus yamasa kosinus nızamı boyınsha ózgeredi. (2.6-súwret).

Waqt dawamında parametrleri sinus yamasa kosinus nızamı boyınsha ózgeretuğın terbelisler garmonikalıq terbelisler dep ataladı.

Garmonikalıq terbelisler eń ápiwayı terbelislerdiń biri esaplanađı. Garmonikalıq terbelip atırған deneniń jıljiwı tómendegi ańlatpa járdeminde esaplanadı:

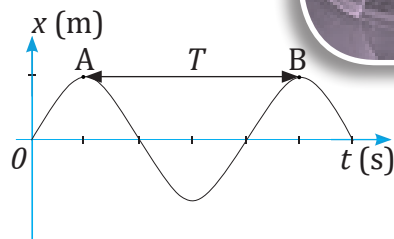


$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ yamasa } x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (5)$$

Bunda: A – terbelis amplitudasi, ω – siklli jiyilik, t – vaqt, φ_0 – baslang'ish faza.

Garmonikalıq terbelmeli qozgalista (5) formulağa tiykarlanıp jılıwdıń waqıt boyınsha ózgeriw grafigi sinusoida (sinus nızamı boyınsha ańlatılatuǵın) grafiginen ibarat boladı. Grafiktiń eki qońsı tóbelikleri arasındaqı waqıt terbelis dáwirine teń boladı (2.7-súwret).

Saat mayatniginiń qozǵalıǵı mexanikalıq terbelis, elektr toǵı baǵıtınıń ózgeriwi bolsa elektromagnit terbelis bolıp tabıladı.

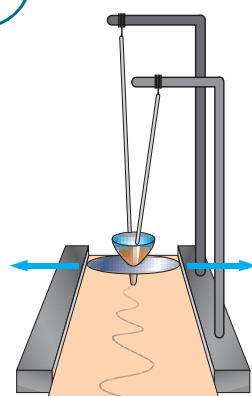


1. Átkónshekke bir adam ornına eki adam otırsa, átkónshektiń terbelis dáwiri ózgere me?

2. Ne ushın poezd toqtap turǵanda mashinist vagon dóńgeleklerin urıp shıǵadı?

3. Qaysı shamalar terbelmeli qozǵalıslardı sıpatlaydı?

4. Jipke ildirilgen polat sharik astına kúshli magnit jaylastırılса shariktiń terbelis jiyiligi qalay ózgeredi?



2.6-súwret

Másele sheshiw úlgisi

Materiallıq noqattıń garmonikalıq terbeliw teńlemesi $x = 0,02 \cos \pi t$ kórinisine iye. Noqattıń 0,25 s hám $1/3$ s tan keyingi jılıwların tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$x = 0,02 \cos \pi t$ $t_1 = 0,25$ s $t_2 = 1/3$ s	$x = A \cos(\omega t)$	$x_1 = 0,02 \cos(\pi \cdot 0,25) = 0,02 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,0141 \text{ m} = 1,41 \text{ cm}$ $x_2 = 0,02 \cos(\pi \cdot 1/3) = 0,02 \cdot 1/2 = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$ Juwabı: $x_1 = 1,41 \text{ cm}; x_2 = 1 \text{ cm}.$
$x_1 = ? x_2 = ?$		

12-shınıǵıw



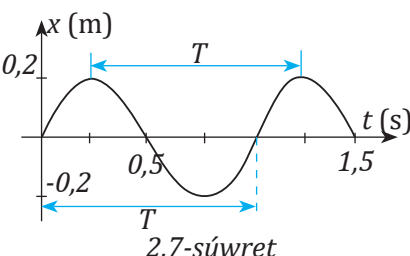
1. Noqattıń terbelis teńlemesi $x = 0,2 \sin \frac{\pi}{4} t$ (m) kóriniske iye.

Amplitudasın (A), dáwirin (T) hám $t = T/4$ waqıttaǵı jılıwı x tı tabıń.

2. Sónbeytuǵın terbelmeli qozǵalıp atırǵan materiallıq noqattıń amplitudası 0,5 mm, jiyiligi 2 kHz. Noqat 0,1 s ishinde qansha jol júredi?

3. Qozǵalıǵı teńlemesi $x = 0,06 \cos 100 \pi t$ kóriniske iye bolǵan materiallıq noqattıń terbelis amplitudası, jiyiligi hám dáwirin tabıń.

4. Materiallıq noqattıń terbelisi $x = 0,2 \sin(\pi t + \pi/2)$ (m) nızam boyınsha ózgeredi. Terbelis amplitudası A , dáwiri T , siklli jiyiligi ω , baslang'ish faza φ_0 dı tabıń.



2.7-súwret

16-TEMA

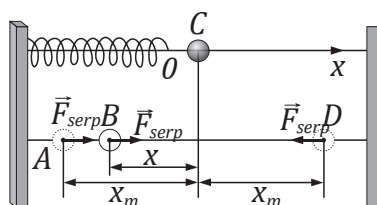
PRUJINALI HÁM MATEMATIKALIQ MAYATNIKLER

1. Prujinali mayatnik
2. Matematikalıq mayatnik

Eki túrdegi átkónshektiń qaysı birin tańlağan maqul? Sebebin túsindirıń.

1. Prujinali mayatnik

Prujınaǵa bekkemlengen dene hám serpimlilik kúshi tásirinde terbelmeli qozǵalıwshı sistema prujinalı mayatnik dep ataladı.



Prujınaǵa júk ildirilgende payda bolatuǵın serpimlilik kúshi tómendegi formula

$$F = -k\Delta x \quad (1)$$

járdeminde anıqlanadı.

Bul jerde: k – prujinaniń qattılıǵı, Δx – prujinaniń qanshaǵa sozılǵanlıǵı yamasa qısılǵanlıǵı (2.8 -súwret).

Prujınaǵa ildirilgen júkti teńsalmaqlılıq jaǵdayınan A amplitudaǵa uzaqlastırıp qoyıp jibersek, onıń jılıwı tómendegi ańlatpa menen ańlatıladı:

$$x = A \cdot \cos(\omega t) \quad (2)$$

Bunda ω – ciklli jiyilik bolıp, ol deneniń massası hám prujinaniń qattılıǵı arqalı anıqlanadı:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Prujınaǵa ildirilgen júktiń terbelis dáwiri hám jiyiligi bolsa:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

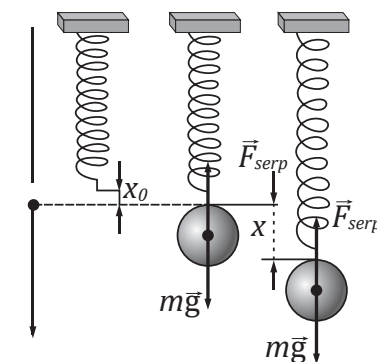
formulaları menen ańlatıladı.

2. Matematikalıq mayatnik

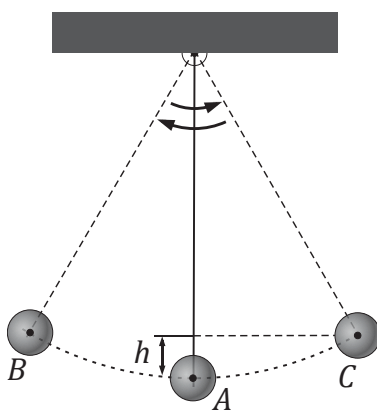
Sozılmaytuǵın, salmaqsız uzın jipke ildirilgen dene hám awırlıq kúshi tásirinde terbelmeli qozǵalıwshı dene (sistema) matematikalıq mayatnik dep ataladı

Qarsılıq kúshlerin esapqa almasaq, matematikalıq mayatnik tek ǵana awırlıq kúshi tásirinde garmonikalıq terbelmeli qozǵaladı. Awırlıq kúshi matematikalıq mayatnik ushın ishki kúsh esaplanadı (2.9-súwret).

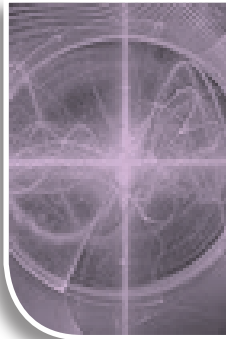
Jipke ildirilgen deneni teńsalmaqlılıq jaǵdayınan shıǵarıp, qoyıp jibersek, tap prujinalı mayatnik sıyaqlı terbelmeli qozǵalıw jasaydı. Deneniń awırlıq orayınan jılıwı tómendegishe jazıladı:



2.8-súwret



2.9-súwret



$$x = A \cdot \cos(\omega t) \quad (5)$$

Ciklli jiyilikni, mayatnik uzunligi (l) hám erkin tusiw tezleniw (g) arqalı anıqlanıwı:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Matematikalıq mayatnikniń terbelis dáwiri:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6)$$

formulası menen anıqlanadı.

Matematikalıq mayatnikniń terbelis dáwirin anıqlawshı bul formula *Gyuygens formulası* dep ataladı.

Matematikalıq mayatnikniń terbelis jiyiligi:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (7)$$

formula menen tabıladı.



1. Prujinalı mayatnikniń ciklli jiyiligin eki ese arttırıw ushın onıń qaysı fizikalıq shamaların neshe ese ózgeriw kerek?
2. Matematikalıq mayatnik qaysı kúsh tásirinde terbeledi?
3. Qanday shárt orınlanganda matematikalıq mayatnikniń terbelisi garmonikalıq boladı?
4. Matematikalıq mayatnik júgi, teńsalmaqlılıq jaǵdayınan terbeliwdi baslasa, onda jiliw ańlatpası qanday jazıladı? Prujinalı mayatnikte she?

Másele sheshiw úlgisi

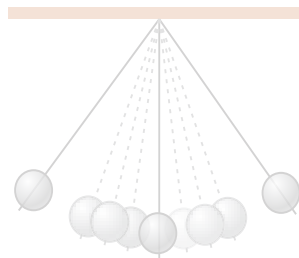
Birinshi mayatnikniń terbelis dáwiri 3 s, ekinshisi 4 s qa teń. Olardıń uzunlıqları qosındısına teń bolǵan mayatnikniń terbeliw dáwirin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$T_1 = 3 \text{ s};$ $T_2 = 4 \text{ s}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$ $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}}$ $l = l_1 + l_2 \quad T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$	$T = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ s} = 5 \text{ s}$ Juwabı: $T = 5 \text{ s}.$
$T = ?$		

13-shınıǵıw

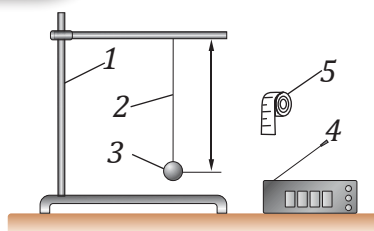


1. Matematikalıq mayatnikniń uzunligi 16 ese kemeyse, onıń erkin(menshikli) terbelisler dáwiri qalay ózgeredi?
2. Mayatnik erkin terbelgende eń shetki jaǵdayına, 1 minutta 15 ret terbeli. Terbelisler jiyiligi nege teń?
3. Eger prujina 6 N kúsh tásirinde 1,5 cm sozılsa, oǵan ildirilgen 1 kg massalı júktiń terbelisler dáwiri nege teń boladı?
4. Prujınaǵa ildirilgen júk 1 minut dawamında 36 ret terbeledi. Terbelistiń ciklli jiyiligin tabıń.

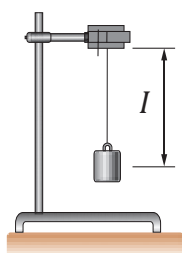


17-TEMA

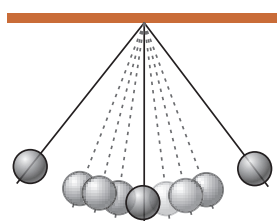
LABORATORIYALÍQ JIMÍS MATEMATIKALÍQ MAYATNIK JÁRDEMINDE ERKIN TÚSIW TEZLENIWIN ANÍQLAW



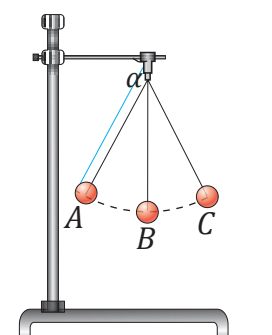
2.10-súwret



2.11-súwret



2.12-súwret



2.13-súwret

Jumistiń maqseti: erkin tusiw tezleniwin matematikalıq mayatnik járdeminde anıqlaw usılın úyreniw.

Kerekli ásbap hám úskeneler: laboratoriya universal shtativi; sozilmaytuǵın jip; sharik; sekundomer; ólshew lentası (2.10-súwret).

Jumisti orınlaw tártibi

1. Shtativke jipti ilajı barınsha uzınıraq etip bekkemleń.
2. Jiptiń uzınlıǵın ólshew lentası járdeminde ólsheń. Bunda sharik radiusın, mayatnik jibiniń uzınlıǵınan júdá kishi bolǵanı ushın esapqa almasaqta boladı (2.11-súwret).
3. Sharikti teńsalmaqlılıq jaǵdayınan onsha úlken bolmaǵan ($6^\circ-8^\circ$) múyeshke awıstırıp, qoyıp jiberiń hám sol waqıtta sekundomerdi iske túsiriń (2.12-súwret).
4. Matematikalıq mayatniktiń aldınnan anıq belgilengen (mısalı 20 márte) terbelisler sanın, tolıq terbeliw ushın ketken waqıttı jazıp alıń.
5. $T = t/N$ formuladan terbelis dáwirin tabıń.
6. $g = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ formulasınan erkin túsiw tezleniwdiń san mánisin anıqlań.
7. Mayatnik jibiniń uzınlıǵın ózgertpegen halda terbelisler sanı $N_2 = 30$ hám $N_3 = 40$ jaǵdayları ushın tájiriybeni tákirlarlań (2.13-súwret).
8. Alınǵan nátiyjeler járdeminde erkin tusiw tezleniwdiń san mánislerin anıqlań.
9. Alınǵan nátiyjeler tiykarında tómendegi kesteni toltırıń.
10. Absolyut hám salıstırmalı qáteliklerdi tabıń.

l_{jip} (m)	N , (márte)	t , (s)	g , (m/s ²)	$\bar{g}_{ort}$ (m/s ²)	Δg , (m/s ²)	$\Delta \bar{g}_{ort'}$ (m/s ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}_{ort}} 100\%$
	20						
	30						
	40						



1. Ne sebepten mayatniktiń terbeliw dáwiri mayatnik shariginiń massasına baylanışlı bolmaydı?
2. Jerden basqa planetalarda usı tájiriybe ótkerilse, alınǵan nátiyjelerde pariқ qanday boladı?
3. Matematikalıq mayatniktiń terbelis dáwiri onıń ólshemlerine baylanışlı bolama?
4. Jerdiń ekvatorında hám polyusinde matematikalıq mayatniktiń terbelis dáwiri birdey mániske iye bolama?

MEXANIKALÍQ TOLQÍNLAR

18-TEMA

1. Kóldeneń hám boylama tolqınlar.
2. Tolqındı sıpatlawshı shamalar.

Salma boyında suwdıń jaǵaǵa urılıwın sezbeymiz, kól hám dáryalarda suwdıń jaǵaǵa urılıwı seziledi. Ne ushın?

1. Kóldeneń hám boylama tolqınlar

Okeanlar, dáryalar hám teńizlerdiń suw betinde tóbelikler payda bolıwın ádette tolqınlar dep ataymız. Tolqınlar qalay payda boladı? Terbelmeli qozǵalıǵ qanday da bir ortalıqta payda bolsa, bunda terbelmeli qozǵalıǵ ortalıq bóleksheleri boyınsha taraladı.

Mexanikalıq terbelislerdiń ortalıqta taralıwı mexanikalıq tolqın delinedi.

Tolqınlar taralganda ortalıqtıń bóleksheleri kóshpeydi, biraq bóleksheler teńsalmaqlılıq jaǵdayında terbeledi. Bóleksheden bólekshege terbelmeli qozǵalıǵ hám tolqın energiyası jetkerip beriledi. Sonıń ushında zatlardıń emes, energiyanıń beriliwi barlıq tolqınlarǵa tán qásiyet bolıp esaplanadı.

Mexanikalıq tolqınlar eki túrge bólinedi:

1. Boylama tolqınlar.
2. Kóldeneń tolqınlar.

Boylama tolqınlarda tolqın taralıp atırǵan ortalıq bóleksheleriniń terbeliw baǵıtı tolqınınıń taralıw baǵıtı menen birdey boladı (2.14-súwret). Boylama tolqınlarǵa barlıq ses tolqınları, ultrasesler, suyıqlıq ishinde taralıwshı mexanikalıq tolqınlar kiredi.

Kóldeneń tolqınlarda bolsa tolqın taralıp atırǵan ortalıq bóleksheleriniń terbeliw baǵıtı tolqınınıń taralıw baǵıtına perpendikulyar boladı (2.15-súwret). Kóldeneń tolqınlarǵa suw betindegi tolqınlar, terbelip atırǵan jiptegi taralıp atırǵan tolqınlar, elektromagnit tolqınlar kiredi.

Gazlarda tek ǵana boylama tolqınlar taraladı. Suyıqlıq betinde kóldeneń tolqınlar, suyıqlıq ishinde bolsa boylama tolqınlar taraladı. Qattı denelerde bolsa hám boylama tolqınlar, hám kóldeneń tolqınlar taraladı.

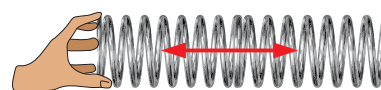
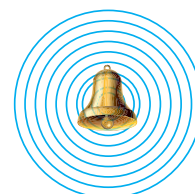
2. Tolqındı sıpatlawshı shamalar

Mexanikalıq tolqınlar tolqın jiyiligi, tolqın uzınlıǵı, taralıw tezligi sıyaqlı shamalar menen sıpatlanadı.

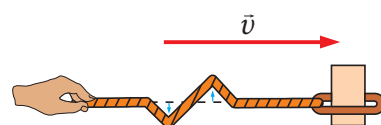
Tolqın jiyiligi -bul tolqın taralıp atırǵan ortalıq bóleksheleriniń jiyiligi bolıp tabıladı.

Tolqınınıń **terbelisler dáwiri** tolqın jiyiligine keri bolǵan shama bolıp esaplanadı:

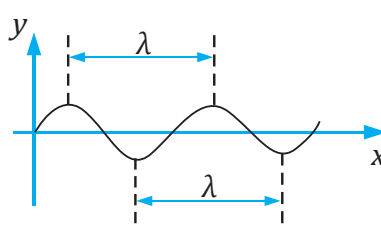
$$T = 1/\nu \quad (1)$$



2.14-súwret



2.15-súwret



2.16-súwret

II BAP. MEXANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR

Bir máрте toliq terbeliw dáwiri dawamında toliq taralatuğın aralıqqa *tolqın uzınlıǵı* dep ataladı. Tolqın uzınlıǵı λ (lambda) háribi menen belgilenedi, birliǵı etip metr (m) qabil etilgen.

$$\lambda = vT \quad (2)$$

$$\lambda = v/\nu \quad (3)$$

bul jerde v – tolqınnıń taralıw tezliǵı, ν – jiyiligi, T – dáwiri (2.16-súwret).



1. Tábiyatta qanday tolqınlardı ushıratıńız?
2. Kóldeneń hám boylama tolqınlar arasındaǵı ayırmashılıq neden ibarat?
3. Tolqınlar ózi taralıp atırǵan zattı tasımaydı, onda ne ushın jaǵaǵa suw tolqını kelip urıladı?

Másele sheshiw úlgisi

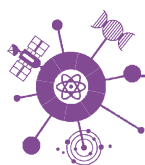
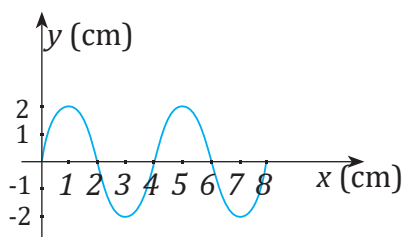
Kól betinde payda bolǵan tolqınlar 6 m/s tezlik pene taralmaqta. Bunda tolqınnıń qońsı tóbelikleri arasındaǵı aralıq 1,5 m. Onda qalqıp turǵan plastik ıdıstıń terbelis dáwiri hám jiyiligi nege teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$v = 6 \text{ m/s}$ $\lambda = 1,5 \text{ m}$	$\lambda = vT$ $\lambda = v/\nu$ $T = \lambda/\nu$ $\nu = v/\lambda;$	$T = \frac{1,5 \text{ m}}{6 \text{ m/s}} = 0,25 \text{ s}; \nu = \frac{6 \text{ m/s}}{1,5 \text{ m}} = 4 \text{ Hz}$
$T = ? \quad \nu = ?$		Juwabı: $T = 0,25 \text{ s}; \nu = 4 \text{ Hz}.$



14-shınıǵıw

1. Balıqshı suwda payda bolǵan tolqınlardıń tóbelikleri arasındaǵı aralıq 6 m ge, olardıń orın awıstırıw tezliǵı bolsa 2 m/s ekenligin anıqladı. Ol qarmaǵı shariginiń usı tolqınlar sebepli terbeliw dáwirin anıqlasa, qanday mánis shıǵadı. (s)
2. Jip boyınsha 4 Hz jiyilikke iye terbelisler 8 m/s tezlik penen taralmaqta. Terbelistiń tolqın uzınlıǵın tabıń (m).
3. Ortalıqta taralıp atırǵan tolqınnıń dáwiri 10 s, tolqın uzınlıǵı 5 m bolsa, tolqınnıń taralıw tezliǵı nege teń boladı?
4. Eger serpimli ortalıqta taralıp atırǵan tolqın bóleksheleri 140 ret terbelemen degenshe 70m aralıqtı basıp ótse, bul tolqınnıń uzınlıǵı nege teń?



Qosımsha tapsırma

Súwretke qarap tolqın uzınlıǵın tabıń.

SES TOLQÍNLARÍ

19-TEMA

1. Ses degenimiz ne?
2. Sestiń tezligi.
3. Ses shamaları .
4. Ultrasesler.
5. Infrasesler.

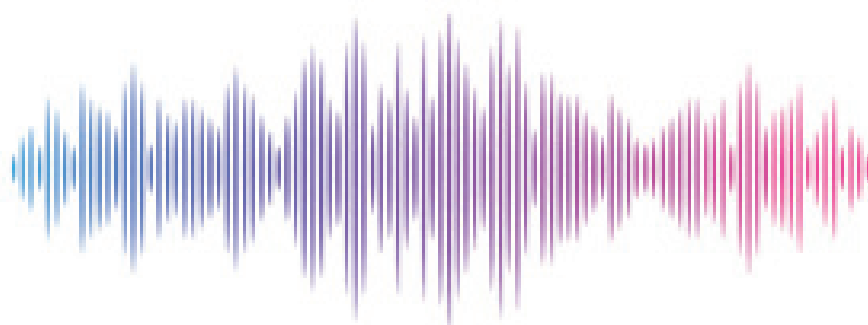
Ne ushın teatr imaratlarınıń ishki bólekleri súwrette kórsetilgendey qurıladı?



1. Ses degenimiz ne?

Bizdi qorshaǵan álem hár qıylı seslerge iye: saattıń júrisi, mashina motorlarınıń gúrdisi, japıraqlardıń sıtırısı, quslardıń sayrawı, samaldıń gúwildisi hám taǵı basqalar. Tiykarınan alganda ses degenimiz ne hám ol qalay payda boladı? Ses qalay taraladı (2.17-súwret)?

Sestiń taralıwı haqqında áyyemgi adamlar sesler hawada terbeliwshi denelerden shıǵıp atırǵanın sezgen.



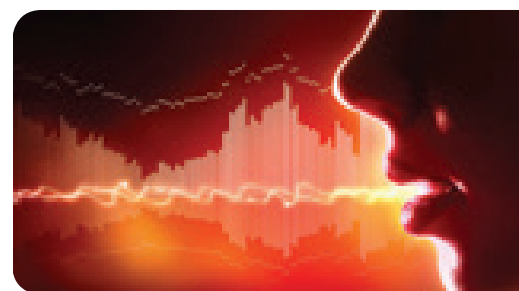
Ses serpimli ortalıqta taraladı, vakuumda ses tolqınları taralmaydı. İnsan qulaǵı sezetuǵın ses tolqınlarınıń jiyiligi 17 – 20000 Hz aralıǵında boladı. Ses tolqınları adam qulaǵına jetip barǵanında qulaq perdesin májbúriy terbeltedi nátiyjede adam sestı esitedi.

2. Sestiń tezligi

Gazlarda ses tolqınlarınıń taralıwı. Stadionlarda turli uzaqlıqta jaylasqan radiokernaylardan yamasa eki qońsı úyindegi televizordan shıǵıp atırǵan birdey dawıslardıń bir waqıtta emes, bálkim izbe-izlikte esitilgenine itibar berdińizbe? Aspanǵa atılǵan salyutlardıń aldın jarqırawı, keyin onıń partlaǵan dawısınıń keliwin (she) esittińiz be?

Gúldirmama waqtında, shaqmaq shaqqannan soń olardıń dawısı biraz keyin esitiledi. Demek, hawada sestıń taralıw tezligi jaqtılıqtıń taralıw tezliginen biraz kishi eken. Hawa temperaturası 0 °C

Insan esite alatuǵın mexanikalıq tolqınlargá ses tolqınları delinedi.



2.17-súwret

Ses – gaz, suyıqlıq yamasa qattı ortalıqta tarqalatuǵın serpimli ortalıq bóleksheleriniń terbelmeli qozǵalıwı bolıp tabıladı.

II BAP. MEXANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR

Aniq bir jiyilikli ses shıǵaratuǵın asbap kamerton dep ataladı. Kamertondı 1711-jılda anglichan muzıkashısı J. Shorom oylap tapqan hám muzıka ásbapların sazlawda paydalanǵan. Kamerton eki shaqlı metal sterjennen ibarat bolıp, ortasında tutqış bar.

Rezina tayaqsha menen kamertonniń bir shaqasına urılsa, belgili bir ses esitiledi. Kamertonnan shıǵatuǵın sesti kúsheytiw ushın ol aǵash-tan jasalǵan qutıǵa bek-kemlenedi. Bul qutınıń wazıypası – rezonator, yaǵnıy ses kúsheyttirgish. Adamnıń awzı kamertonǵa uqsaydı. Til terbeliwshi dene bolsa, awız boslıǵı hám tamaq rezonator wazıypasın atqaradı.



2.18-súwret

bolǵanda sestiń taralıw tezligi shama menen $v = 330$ m/s qa teń. Ses tolqınlarınń taralıw tezligi ortalıqtıń túrine, halına hám temperaturasına baylanıslı boladı. Sestiń hawadaǵı taralıw tezligin birinshi bolıp 1636-jılı francuz alımı M. Mersen ólshegen. Hawa temperaturası 20°C bolǵanda sestiń taralıw tezligi 343 m/s qa teń bolǵan. Sestiń tezligi hawa temperaturasınıń kóteriliwi menen artadı.

Suyıqlıqlarda sestiń taralıwı. Ses tolqınları gazlarda taralǵanı sıyaqlı suyıqlıqlarda da taraladı. Bıraq hár qıylı ortalıqlarda sestiń taralıw tezligi hár qıylı boladı. Bunıń sebebi ortalıqta bólekshelerdiń siyrek yamasa tıǵızraq jaylasıwı bolıp esaplanadı. Suyıqlıqlardıń tıǵızlıqları gazlardan úlken bolǵanlıǵı sebepli sestiń taralıw tezligi de úlkenirek boladı. Bunnan tısqari, sestiń suyıqlıqlarda taralıw tezligi suyıqlıq quramına da baylanıslı. Sestiń suwdaǵı tezligin birinshi ret 1826 jılı J. Kolladon hám Y. Shturmlar Shvetsaryadaǵı Jeneva kólinde ólshegen. Bunda suw temperaturası 8°C hám ses tezligi 1440 m/s qa teń bolǵan.

Qattı denelerde sestiń taralıwı. Qattı haldaǵı zatlardıń tıǵızlıǵı gazlar yamasa suyıqlıqlarǵa salıstırǵanda úlken bolǵanlıǵı sebepli qattı denelerde sestiń taralıw tezligi úlkenirek boladı. Mısalı, temirde 20°C temperaturada sestiń taralıw tezligi 5850 m/s qa teń boladı.

Qattı denelerdiń gazlar hám suyıqlıqlardan parqı hám boylama hám kóldeneń tolqınlar taraladı. Sestiń boylama tolqın tezligi:

$$v_b = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Kóldeneń tolqınınıń taralıw tezligi:

$$v_k = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

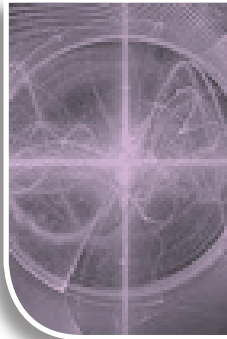
formulası menen esaplanadı.

Bul jerde E – ortalıq ushın Yung moduli, G – jılıw moduli. Qattı denelerde boylama tolqınlardıń taralıw tezligi kóldeneń tolqınlardıń taralıw tezliginen eki ese úlken boladı, sebebi $E > G$.

Ses tolqınları taralıwı qanday ortalıq bolıwına qaramastan boylama tolqınlar bolıp esaplanadı.

3. Ses shamaları

Sestiń qattılıǵı. Sestiń qattılıǵı amplituda menen ólshenedi. Ses energiyaǵa iye. Sestiń qattılıǵı 1858-jılı nemis fizikleri V. Vebber hám G. Fexner usınıs etken nızam tiykarında anıqlanadı. Insan sezetuǵın ses qattılıǵınıń tómengi shegarası **Bel** deb belgilenen, Bel, detsibel (dB)larda ólshenedi. Bul birlik telefondı oylap tapqan A. Bell húrmetine qoyılǵan. Insan qulaǵınıń awırıw seziniw shegarası 130 dB dep qabıl etilgen. ($1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$). Sonlıqtan ásten gúrrińlesiwde ses qattılıǵı 40 dB, shawqımda 80 dB, samolyotta 110 – 120 dB ge teń.



Sestiń bálentligi. Sestiń bálentligi bul ses jiyiligine baylanıslı bolıp, esitiwshi tárepinen anıqlanatuǵın ses bolıp esaplanadı. Er adam dawısınan hayal adam dawısıń jiyiligi anagurlım úlken boladı.

Sestiń tembri. Ses terbelisleriniń jiyilikler boyınsha bólistiriliwi, ses dálligin sıpatlawshı shama bolıp esaplanadı. Mısalı, birdey nota-da qosıq aytıwshı qosıqshılar hár qıylı energiya sarıplaǵanı ushın hár qıylı tembrge iye boladı.

Er adamlarda dawıs shıǵaratuǵın tiykargı tonına qarap “Bas” (80–350 Hz), “Bariton” (110–400 Hz), “Tenor” (230–520 Hz) larǵa, al hayallarda “Soprano” (260–1050 Hz), “Kontralto” (170–780 Hz), “Messo-soprano” (200–900 Hz) hám “Kolorator soprano” (260–1400 Hz) bolıp bólinedi.

4. Ultraslesler

Jiyiligi 20 000 Hz tan úlken bolǵan ses tolqınlarına ultraslesler dep ataladı.

Ultrasleslerdi (lot. *ultra* -joqarı, hádden tis artıqsha) insan qulaǵı sezbeydi. Biraq bazı bir haywanlardıń seziw organları ultraslesler járdeminde isleydi. Mısalı, hárreler, delfin, jarganat sıyaqlı haywanlar tosıqlardı anıqlawda yamasa azıq awqatın tabıwında ultrasleslerden paydalanıladı.

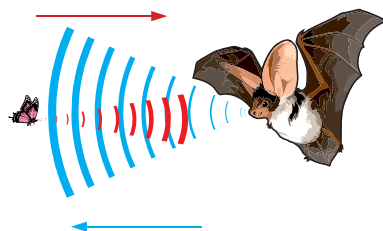
Ultrasleslerden texnikada keńnen qollanıladı. Mısalı, zatlar- dıń fizikalıq qásiyetlerin úyreniwde, denelerge mexanikalıq islew beriwde, exolokaciya, medicina hám basqa da tarawlarda qollanıladı(2.19-súwret). Exolokaciya járdeminde denelerdiń turǵan ornı yamasa soǵan shekemgi aralıq anıqlanadı. Bunıń ushın derek- ten jiberilgen hám deneden qayıp kelgen ultraslesler qabıl etiledi. (2.20-súwret). Ultrasleslerdiń deneg barıp keliw waqıtı (t) bolsa, deneg shekemgi bolǵan aralıq (s) tómendegishe anıqlanadı:

$$s = \frac{vt}{2}.$$

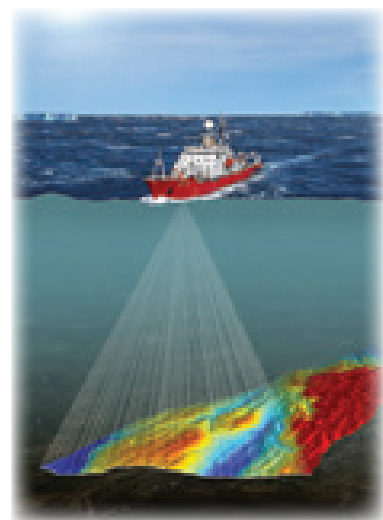
5. Infrasesler

Jiyiligi 17 Hz ten kishi bolǵan serpmimli tolqınlar infrasesler dep ataladı.

Infrases (lot. *infra* – tómengi, pás astında) – insan qulaǵına esitilmeytuǵın tómengi jiyilikli serpmimli tolqınlar bolıp esaplanadı. Infrasesler ortalıqta júdá kem jutiladı, sonıń ushın ol hawa, suw hám jer júzinde júdá uzaq aralıqlarǵa taraladı. Infraseslerdiń bul qásiyeti atmosferanıń joqarı qatlamların, Jer qabıǵın izertlewde, kúshli partlawdıń uzaqlıǵın hám teńizlerde kúshli tolqınlar taralatuǵın derek uzaqlıǵın anıqlawda paydalanıladı. (2.21-súwret).



2.19-súwret



2.20-súwret



2.21-súwret

II BAP. MEKANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR



1. Ses qattılıǵı nelerge baylanıslı ?
2. Ses bálentligi nelerge baylanıslı?
3. Ses tolqınlarınıń payda bolıwın túsindiriń, olardı qanday fizikalıq shamalar sıpatlaydı?
4. Tolqın menen qanday shamalar jetkerip beriledi?

Másele sheshiw úlgisi

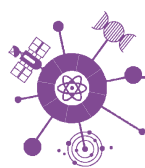
Tóbelik aldında turǵan bala dawısınıń jańǵırırın 2 s tan keyin esitti. Baladan tóbelikke shekemgi aralıq nege teń?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$v = 340 \frac{m}{s}$ $t = 2 s$ $s = ?$	$s = \frac{vt}{2}$	$s = \frac{340 \frac{m}{s} \cdot 2s}{2} = 340 m$ Juwabı: $s = 340 m.$



15-shınıǵıw

1. Exolottan jiberilgen signal 1,6 sekundtan keyin qabıl etilgen bolsa, teńizdiń tereńligin tabıń (km). Sestiń suwdaǵı tezligi 1500 m/s.
2. Ses hawadan suwǵa ótpekte. Bunda onıń jiyiligi qanday ózgeredi? Sestiń suwdaǵı tezligi 1480 m/s, hawada tezligi 340 m/s qa teń.
3. Eki temir jol stanciyası arasındaǵı aralıq 8,3 km. Bir stanciyadan ekinshi stanciyaǵa ses rels arqalı qansha waqıtta jetip keledi? (Sestiń 20 °C temperaturada polattaǵı tezligi 5100 m/s).

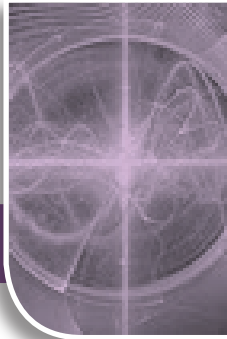


Qosımsha tapsırmalar

1. Shiyshe ıdıs ishine elektr qońırav qoyılǵan. ıdıs ishindegi hawa sorıp alıńǵannan keyin elektr qońıravınıń dawısı esitilmey qaldı. Ne ushın ses esitilmey qaladı?



2. Tamashagóylersiz zalda dawıs, tamashagóylar tolıq bolǵandaǵı qaraǵanda joqarı esitiledi? Sebebin túsindiriń.



MÁSELELER SHESHIW

20-TEMA

Másele sheshiw úlgileri

1. Dene $x = A \cos(\omega t)$ teńlemesi boyınsha terbelmeli qozǵalmaqta. Terbeliwshi dene 0,8 s ta 50 cm jılısa, terbelis amplitudasın, dáwirin hám jiyiligin tabıń. $\omega = 2,5\pi \text{ s}^{-1}$ dep alıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$x = A \cos(\omega t)$ $x = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ $\omega = 2,5 \pi \text{ s}^{-1}$	$A = \frac{x}{\cos(\omega t)}$ $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$	$T = \frac{2\pi}{2,5\pi} \text{ s} = 0,8 \text{ s}.$ $\nu = \frac{2,5\pi}{2\pi} \cdot \frac{1}{\text{s}} = 1,25 \text{ s}^{-1} = 1,25 \text{ Hz} ;$ $A = \frac{0,5 \text{ m}}{\cos\left(2,5\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,8 \text{ s}\right)} = 0,5 \text{ m}$ $\cos 2\pi = 1$ Juwabi: $T = 0,8 \text{ s} ; \nu = 1,25 \text{ Hz} ; A = 0,5 \text{ m}.$

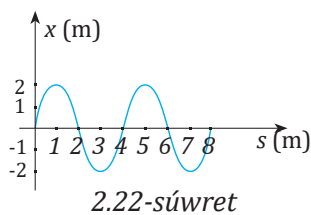
2. Prujınaǵa m massalı júk ildirilip, qoyıp jiberilgende ol 9 cm ge sozılıp,terbele baslaydı. Prujınanıń terbelis dáwirin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\Delta x = 9 \text{ cm} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$	$F = -kx;$ $F = P = mg$ $k\Delta x = mg$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta x}{g}}$	$T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2}} \approx 0,6 \text{ s}$ Juwabi: $T = 0,6 \text{ s}.$

3. Kólde suw betindegi tolqın 6 m/s tezlik penen taraladı. Eger tolqın uzınlıǵı 3 m bolsa, onıń terbelis dáwirin hám jiyiligin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$v = 6 \text{ m/s}$ $\lambda = 3 \text{ m}$ $T = ? \nu = ?$	$\lambda = vT$ $\lambda = \frac{v}{\nu} \quad T = \frac{\lambda}{v}$ $\nu = \frac{v}{\lambda}$	$T = \frac{3 \text{ m}}{6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,5 \text{ s} ; \quad \nu = \frac{6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ m}} = 2 \text{ Hz}$ Juwabi: $T = 0,5 \text{ s}, \quad \nu = 2 \text{ Hz}.$

II BAP. MEKANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR



4. 2.23-súwrette kórsetilgen tolqinniń uzınlıǵın anıqlań (m).

Sheshiliwi: bunda eki qońsı tóbelik arasındaqı aralıq tolqinniń uzınlıǵına teń boladı. Súwretten belgili tolqın uzınlıǵı 4 m ge teń.



16-shınıǵıw

1. Qattılıǵı 250 N/m bolǵan prujınaǵa ildirilgen dene 16 s ishinde 20 ret terbeledi. Deneniń massasın tabıń (kg) .

2. Eki matematikalıq mayatnikke ildirilgen júkler birdey waqıt aralıǵında birinshi mayatnik 10 ret, ekinshi mayatnik 30 ret terbeledi. Mayatnikler jipleriniń uzınlıqları qanday qatnasta boladı?

3. Terbelis dáwiri 2 s bolǵan mayatnik jibiniń uzınlıǵı nege teń?

4. Dene X kósheri boyınsha $x = 0,06\sin(3\pi t)$ (m) nızam boyınsha terbeledi. Deneniń terbelis amplitudasın, dáwirin hám jiyiligin tabıń.

5. Qattılıǵı 160 N/m bolǵan prujınaǵa ildirilgen 400 g massalı júktiń terbelis jiyiligin tabıń.

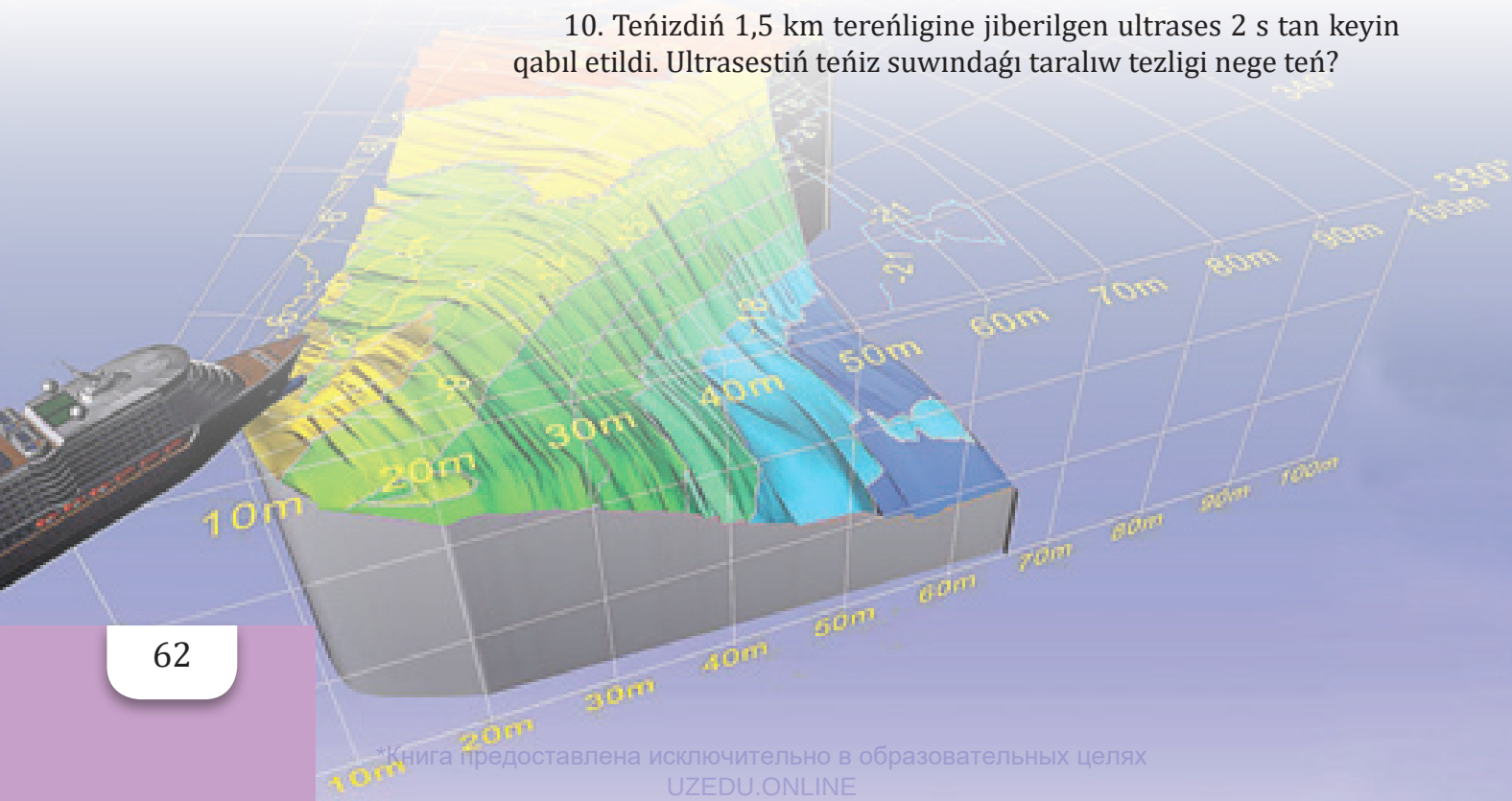
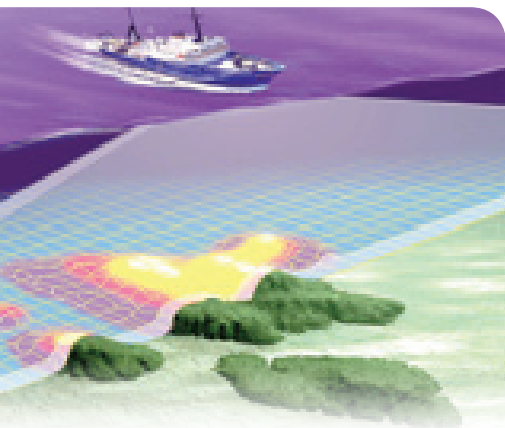
6. Gúldirmama waqtında adam shaqmaq shaqqannan 15 s ótkennen keyin gúldirmama dawısın esitti. Onnan qansha aralıqta shaqmaq shaqqan? Dawıstıń hawadaǵı tezligi 340 m/s.

7. Sesti qaytarıwshı tosıqqa shekemgi aralıq 68 m. Qansha waqıttan keyin adam jańǵırıqtı esitedi?

8. Teńizdiń tereńligin exolot járdeminde ólshewde ultrasesti 0,6 s tan keyin qabıl etken bolsa, teńizdiń keme astındaǵı tereńligi neshe metrge teń? Dawıstıń suwdaǵı tezligi 1500 m/s.

9. Juwırıw jolınıń finishinde turǵan tóreshi qaysı waqıtta sekunderdi iske túsiriw kerek? Start mıltıǵı dawısın esitkende me yamasa mıltıq awzınan shıqqan ushqındı kórgende me?

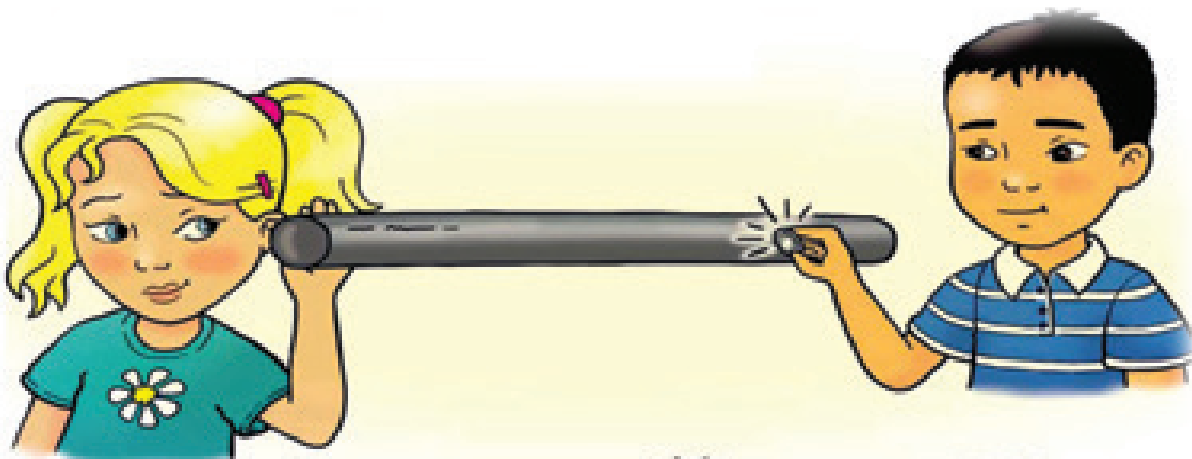
10. Teńizdiń 1,5 km tereńligine jiberilgen ultrases 2 s tan keyin qabıl etildi. Ultrasestiń teńiz suwındaǵı taralıw tezligi nege teń?



II BAP BOYINSHA LOGIKALÍQ PIKIRLEWGE TIYISLI TAPSÍRMALAR



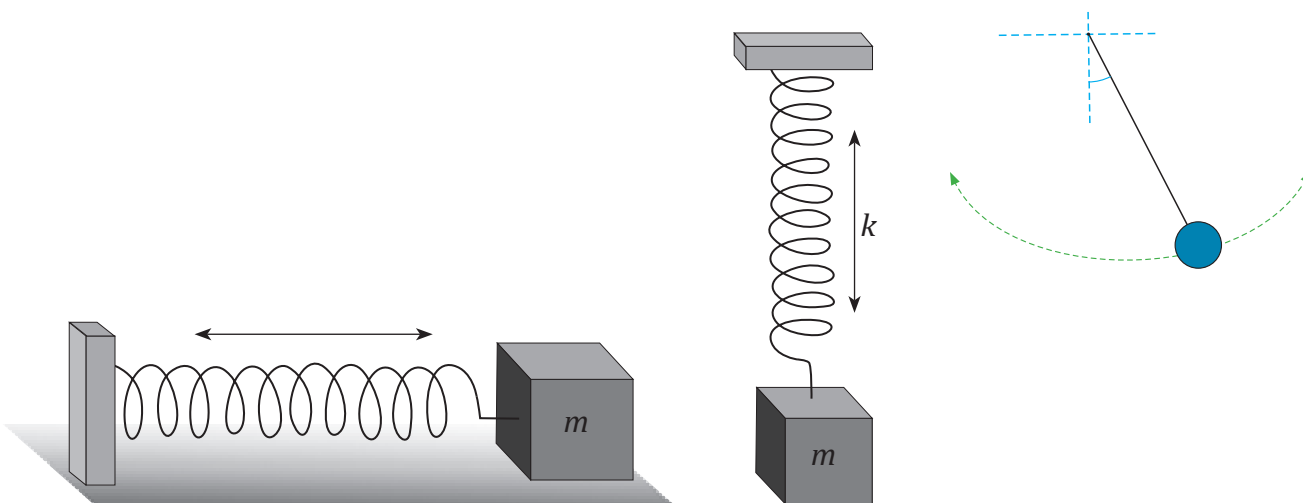
1. Ne ushın tamasha zallarında aldınıǵı orınıqlardaǵı bilet qım-batlaw, artqı orınıqlarǵa bolsa arzanıraq satıladı?



2. Súwrette bala teńge menen metal truba-nı kúshsiz urǵanda qız qaysı halda sesi kúsh-lirek esitedi.



3. Súwretlerdegi terbelmeli qozǵalıp atırǵan denelerdiń qozǵalısnı sıpatlawshı fizikalıq shamalardı sızılmada sızıp kór-setiń.



II BAP. MEKANIKALÍQ TERBELISLER HÁM TOLQÍNLAR

BAP BOYÍNSHA ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN SHÍNÍGÍWLAR

1. Eger materialliq noqat terbelisler amplitudası 4 cm bolsa, onıń tolıq bir terbelisi dawamındaǵı basıp ótken jolı hám orın awıstırıwı nege teń boladı (cm) ?

2. Dene 2 minutta 60 ret terbeledi. Terbelisler jiyiligin (Hz) va dáwirin tabıń (s).

3. Matematikalıq mayatniktiń uzınlıǵı 4 ese artqanda onıń terbelisler dáwiri qanday ózgeredi?

4. Matematikalıq mayatnik Jerden Ayǵa kóshirilgende terbelis dáwiri qanday ózgeredi? $g_{ay}=1,6 \text{ m/s}^2$, $g_{jer}=10 \text{ m/s}^2$.

5. Amplitudası $A = 10 \text{ cm}$, jiyiligi $\nu = 2 \text{ Hz}$ bolǵan noqattıń jıljıwı waqıt baslanıwında eń úlken (maksimal) bolsa, garmonikalıq terbelis teńlemesin jazıń.

6. Materialliq noqat terbelisleri $x = 0,05 \cos t$ teńlemesi kórinisinde berilgen. Terbelisler dáwirin hám amplitudasın tabıń.

7. Materialliq noqat jiyiligi $\nu = 10 \text{ Hz}$ bolǵan garmonikalıq terbelis boyınsha qozǵalmaqta. Baslanǵısh moment dep esaplangan waqıtta noqattıń maksimal jıljıwı $x_m = 1 \text{ mm}$ bolǵan. Materialliq noqat terbelisler teńlemesin jazıń hám grafigin sızıń.

8. Tardıń qandayda bir noqatı 1 mm amplituda hám 1 kHz jiyilik penen terbelmekte. Bul noqat 0,2 s dawamında qanday joldı basıp ótedi (cm)?

9. Kóldeneń tolqınnıń birinshi hám besinshi tóbelikleri arasındaǵı aralıq 40 m. Tolqın uzınlıǵın (cm) tabıń. Ses tolqınları qanday jiyilik aralıǵında boladı?

10. Jińishke serpimli shnur boyınsha kóldeneń tolqın $\nu = 15 \text{ m/s}$ tezlik penen taralmaqta. Terbelis dáwiri $T = 1,2$ bolsa, tolqın uzınlıǵın tabıń.

11. Balıqshı tolqında kóbik 10 c ishinde 20 ret terbelgenin baqladı. Tolqınnıń qońsı tóbelikleri arasındaǵı aralıq 1,2 m. Tolqınlardıń taralıw tezligin tabıń.



III BAP



GIDRODINAMIKA HÁM AERODINAMIKA

Siz bul bapta tóمندegi temalar bo-
yinsha maǵlıwmatlar alasız:

- suyıqlıq hám gazlardıń qozǵalı;ı;
- qozǵalıp atırǵan gaz hám suyıqlıq basımınıń tezlikke baylanıslılıǵınan texnikada paydalanıw.



21-TEMA

SUYÍQLÍQ HÁM GAZLARDÍN QOZGÁLÍSI



1. Laminar ágís
2. Turbulent ágís.
3. Ágimnín úzliksizligi
4. Qozgálstağı suyıqlıqlar yamasa gazlarda basımın bólistiriliwi.

Sizińshe, dem alıw orınlarındağı fontan qalay isleydi?

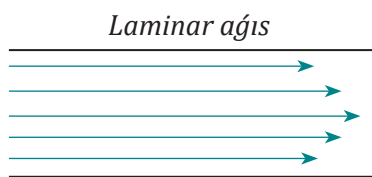
Tábiyatta suyıqlıqlardıń tınısh turǵan yamasa qozgálstağı hal-larına kóp guwa bolǵanbız. Tómeni klasslarda tınısh halda turǵan suyıqlıq hám gazlardıń ıdıs diywalına bergen basımın úyrenenbiz.

Suyıqlıq hám gazlardıń qozgálstağı halı olardıń tınısh halınan parıqlanadı. Buǵan isenim payda etiw ushın kanalda aǵıp atırǵan suwdı baqlayıq. Suw áste yamasa tezlik penen aǵıwı múmkin. Bul eki halda suwdıń aǵıs kórinisi hár qıylı boladı. Bul jaǵdaylardı ayırıqsha úyrenemiz.

1. Laminar aǵıs

Keń kanallar yamasa dáryalarda áste aǵıp kiyatırǵan suwdıń shetki hám orta bólekleri qatlam-qatlam bolıp aǵadı. Bunı suw be-tinde aǵıp kiyatırǵan shóplerdiń qozgálısında baqlaǵansız.

Suyıqlıq yamasa gazlardıń qatlam-qatlam bolıp aǵıwı *la-minar aǵıs* dep ataladı.

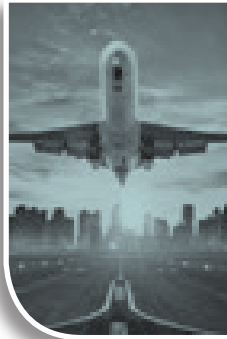


3.1-súwret

Laminar (lat. *lamina* - plastinka, qatlam) aǵısta suyıqlıq yama-sa gaz bóleksheleri bir-biriniń jolların kespesten tuwrı baǵıtta aǵa-dı. Sol sebepli suyıqlıq yamasa gaz qatlamları basqa qatlamlardıń qozgálısına tásir etpeydi (3.1-súwret). Suyıqlıq yamasa gaz qanday da bir tútikshede aqqanda suyıqlıq yamasa gazdıń tútikshe diywalla-rına súykeliwi sebepli qatlamlardıń jılıwı tútiksheniń orta bólegin-de tezirek, shetki bóleklerinde ástelew boladı. Bul hal laminar aǵıs qatlamları bir-birinen bólek kóriniste aǵıwına alıp keledi. Laminar aǵısqa tamırımızdağı qan aǵısın, suwdıń terektegi kapillyar tútik-sheler boyınsha kóteriliwin, ásten esip atırǵan samaldı hám usıǵan uqsas qubılıslardı misal keltiriw múmkin.

2. Turbulent aǵıs

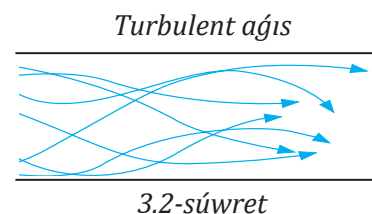
Suyıqlıq yamasa gaz tez aqqanda onıń bólekleri bólek qatlam kó-rinisinde bolmasta, girdob yaǵnıy iyrım kórinisindegi qozgálislardı payda etedi.



Suyıqlıq yamasa gazlerdiń iyrım,girdob payda etiw aǵısı turbulent aǵısı delinedi.

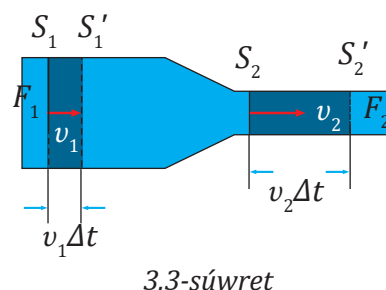
Turbulent (lat. *turbulentus* – tez, tártipsiz) aǵısta suyıqlıq yamasa gaz bóleksheleri hár qıylı baǵıt boyınsha tártipsiz qozǵaladı. Sol sebepli suyıqlıq yamasa gaz bólek qatlamları tásirlesip óz ara aralasıp ketedi (3.2-súwret).

Turbulent aǵıstı teńiz, darya hám okeanlardagı tornadolarda, qumlı sahralarda qum boranlarında, iyrimlerde, atmosferadagı ıssı hám suwıq hawa aǵımları almasıwları nátiyjesinde júzege kelgen iyrimli samallarda hám usıǵan uqsas qubılıslarda baqlawımız múmkin.



3. Aǵımniń úzliksizligi

Suyıqlıq yamasa gazdiń tútikshelerdegi aǵısın úyreneyik. Suyıqlıq yamasa gaz benen tútikshe diywalı arasındagı súykeliwi júdı kishi bolsın. Bunda súykeliwdi esapqa almaymız, sol sebepli tútikshe kesimi maydanınıń barlıq noqatlarında aǵıs tezligi birdey boladı. Kesim maydanı hár qıylı bolǵan tútikshe arqalı qısılmaytuǵın suyıqlıqtı tútiksheniń hár qıylı jerlerindeki aǵıs tezligi nelerge baylanıslılıǵın anıqlaymız. 3.3-súwrette kórsetilgen tútiksheniń S_1 maydangá iye bólegine suyıqlıq v_1 tezlik penen kirip, S_2 maydanlı bóleginen v_2 tezlik penen shıǵıp ketedi. Belgili bir Δt waqıt ishinde S_1 maydannan m_1 massalı suyıqlıq, S_2 maydannan bolsa m_2 massalı suyıqlıq aǵıp ótedi. Suyıqlıq qısılmaytuǵın bolǵanlıǵı sebepli ol tútiksheniń qandayda bir jerlerinde toplanıp qalmaydı hám tútiksheniń qálegen kesim maydanı arqalı birdey Δt waqıt ishinde aǵıp ótetuǵın suyıqlıqlar massası teń boladı. Yaǵnıy: $m_1 = m_2$. Suyıqlıq massasın onıń tıǵızlıǵı ρ hám kólem V arqalı anlatıp ($m = \rho V = \rho S v \Delta t$), tómendegi teńlikni payda etemiz



$$\rho_1 S_1 v_1 \Delta t = \rho_2 S_2 v_2 \Delta t$$

bul jerde $\rho_1 = \rho_2$ bolǵanı ushın

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

teńlemege iye bolamız.

Bul teńleme suyıqlıq aǵımınıń **úzliksizlik teńlemesi** dep ataladı. Vodoprovod shlangasınan suw sewip atırǵanda suwdı uzaq aralıqqa sewiw ushın shlanga ushı qısıladı. Sonda suw úlken tezlik penen atılıp shıǵadı (3.4-súwret).



3.4-súwret

Hár qıylı kesim maydanlı tútikshede aǵıp atırǵan qısılmaytuǵın suyıqlıq tezlikleriniń san mánisi, suyıqlıq kesim maydanına keri proporcional boladı. Bul qısılmaytuǵın suyıqlıq ushın aǵımniń úzliksizligi delinedi.

III BAP. GIDRODINAMIKA HÁM AERODINAMIKA

4. Qozgálstađı suyıqlıqlar yamasa gazlarda basımnıń bólistiriliwi

Ağıp atırđan suyıqlıqtıń ıdıs dıywallarına beretuğın basımı suyıqlıqtıń ağıs tezligine baylanıslı boladı. Bunı tájiriybede baqlawımız múmkin. Joqarı bóleklerine jıńışke ólshew tútiksheleri jalđanđan, hár qıylı maydanğa iye tútikshe boyınsha suyıqlıq ağısın baqlaymız. (3.5-súwret). Suyıqlıqtıń bir tegis ağısında hár bir ólshew tútiksheleri boylap suyıqlıq kóteriledi. Suyıqlıq bađanalarınıń biyikliklerine qarap suyıqlıq tútikshesiniń dıywallarına beretuğın basımın anıqlaw múmkin. Tájiriybeler sonı kórsetedi, tútiksheniń keń bólegindegi basımı onıń tar bólegine salıstırđanda úlken boladı. Suyıqlıq ađımınıń úzlik-sizligi teńlemesine muwapıq tútiksheniń keń bólegindegi ağıs tezligi kishi, tar bóleginde úlken boladı. Suyıqlıq basımı ağıs tezligine baylanıslılıđınıń matematikalıq anlatpasıń 1738-jılı D. Bernulli anıqlağan.

Bernulli teńlemesi tómendegishe boladı:

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{yamasa } p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const} \quad (3)$$

Bul jerde p – statikalıq basım, ρgh – suyıqlıqtıń gidrostatikalıq basımı, $\frac{\rho v^2}{2}$ – suyıqlıq ađımınıń gidrodinamikalıq basımı.

Bernulli teńlemesine tiykarlanıp, suyıqlıq ađıp atırđan tutikshe-niń keń bóleginde gidrodinamikalıq basım kishi, gidrostatikalıq basım bolsa úlken boladı. Sol sebepli joqarıdađı tájiriybede (3.6-súwret) ıdıs tıń keń bóleginde ornatılđan tútikshe tar bólegine ornatılđan tútikshege salıstırđanda úlkenirek basımdı kórsetedi.

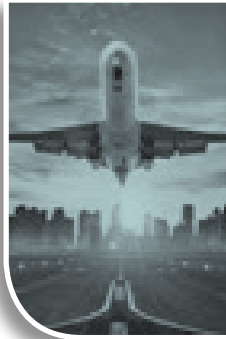


Daniyel Bernulli
(1700–1782)

Másele sheshiw úlgisi

Ózgermeli kesimli trubanıń kesimi 50 cm^2 bolđan bóleginde ađıp atırđan suwdıń tezligi 4 m/s qa teń bolsa, kesimi 10 cm^2 bolđan bólegindegi suwdıń tezligin anıqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$S_1 = 50 \text{ cm}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $S_2 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $v_1 = 4 \text{ m/s}$ $v_2 = ?$	$S_1 v_1 = S_2 v_2$ $v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2}$	$v_2 = \frac{50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Juwabı: $v_2 = 20 \text{ m/s}$.



17-shinigiw

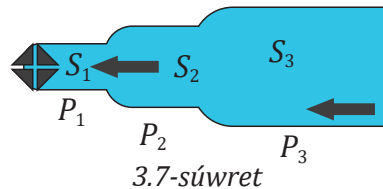


1. Eger boyaw pultinen 25 m/s tezlik penen suyuq boyaw agip shigip atirgan bolsa, kompressor boyaw pultine qanday basim payda etedi? Boyawdin tigiqligi $0,8 \text{ g/cm}^3$ qa teñ.

2. Bir trubadan ekinshi trubağa ótkende suyuqliqtin agis tezligi 2,8 ese artsa, trubanın kese kesimi maydanı qanday ózgeriwin anıqlań.

3. 3.7-súwrettegi jalğanğan suw agip atirğan waqıtta K kranik jawıldı. Bunda trubanın hár qıylı diametrli bóleklerindegi basımlar arasında $p_1 = p_2 = p_3$ qatnası júzege keldi. Suw agip atirğan waqıtta bul basımlar arasında qanday qatnas bolğan?

4. Neft qudıqtan diametri 60 mm bolğan truba arqalı kóteriledi. Hár saatta 9,12 t neft kóterilip atirğan bolsa nefttin agis tezligin ta- bın. Nefttin tigiqliğı 800 kg/m^3 .



1. *Suyuqliqtin dinamikalıq basımı degende neni túsinesiz?*
2. *Ózińiz jasaytuğın jerde suwlar qanday kóriniste ağıwın táriyp- lep berin.*
3. *Ne sebepten suyuqlıq tezligi artsa, onıń basımı kemeyedi?*



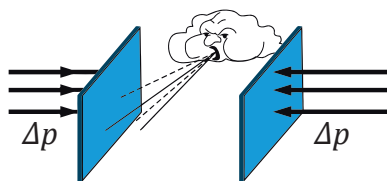
22-TEMA

QOZGÁLISTAGÍ GAZLAR HÁM SUYÍQLIQLARDA
BASÍMNÍŇ TEZLIKKE BAYLANÍSLÍLÍGÍNAN
TEXNIKADA PAYDALANÍW

1. Samolyot qanatın kóteriwshi kúsh.
2. Magnus effekti.
3. Ídistağı sańlaqtan atılıp shıǵıp atırǵan suyıqlıqtıń tezligin esaplaw.



Ne ushın tez qozǵalıwshı poezd qasında tu-rıw qáwiplı? Juwabıńızdı túsindirıń.

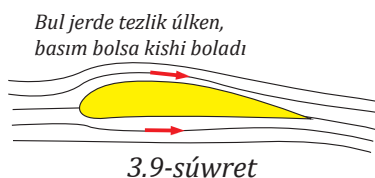


3.8-súwret

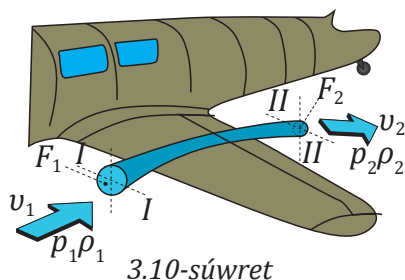
Suyıqlıq tınısh halda turǵanına salıstırǵanda qozǵalıw halında bolǵanında basım ózgeriwi menen tanıstıq. Basımńıń bul ózgerisi dinamikalıq basım, suyıqlıq yamasa gazdıń tezligine baylanıslı bolıwın baqlaw ushın tómendegishe tájiriye ótkeriyik. Eki bet qaǵaz alıp, tik halatta uslayıq. Keyin qaǵazdıń arasına úpleyik. (3.8-súwret). Sonda qaǵazlar bir-birine umtılıp jaqınlasadı. Bunıń sebebi son-da, qaǵazlar arasındagı hawa úplew nátiyjesinde qozǵalısqı keledi hám olar arasındagı basım kemeyedi. Qaǵazlardıń sırtqı tárepindegi basım, ishki bóleginen úlken bolǵanlıǵı sebepli qaǵazlardı qısıwshı kúsh payda boladı. Bir tárepke qaray qozǵalıp atırǵan eki keme gey-de hesh qanday sebeplersiz soqlıǵısqı ketkenligi baqlanǵan. Bunıń sebebi de dál eki qaǵaz beti arasına úplegende basımlar parqı payda bolıwına uqsas.

1. Samolyot qanatın kóteriwshi kúsh

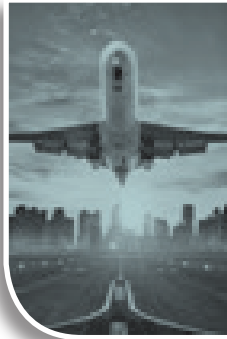
Samolyotlardıń párwazı onıń qanatlarınıń arnawlı dúzilisine baylanıslı. (3.9-súwret). Samolyot qanatı “súyir” kórinisine iye boladı. Qanatlarına kelip urılıp atırǵan samal eki aǵımǵa ajıraladı. Qanatınıń tómengi hám ústińgi tárepleri boyınsha ótker samal aǵısları qanat-tan ótip bir waqıtta ushırasadı. Ústińgi bóleginde samal ótiwi kerek bolǵan jol tómengi bóleginen kóbirek bolǵanı sebepli ústińgi bóle-gindegi samal tezligi tómengi bólegindegi samal tezliginen úlkenirek mániske iye boladı. Bernulli teńlemesine muwapıq qanatınıń ústińgi bóleklerinde hawanıń statikalıq basımı (p) kishi, tómengi bóleginde-gi basım (p_2) bolsa úlkenlew boladı. Qanatıń tómengi hám ústińgi bóleklerindegi basım kúshleri $F_1 = p_1 S_1$ va $F_2 = p_2 S_2$ hár qıylı mániske iye bolıp, olap tómennen joqarıǵa baǵıtlanǵan juwmaqlawshı basım kúshin júzege keltiredi. Usı juwmaqlawshı basım kúshi:



3.9-súwret



3.10-súwret



$$F_k = p_2 S_2 - p_1 S_1$$

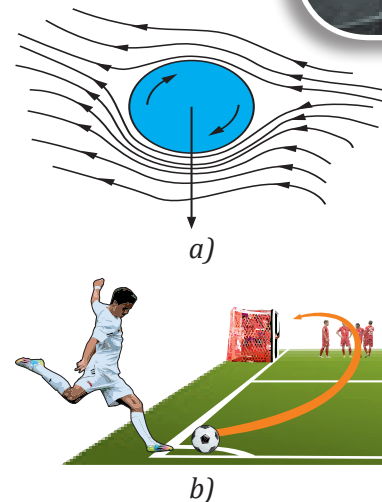
samolyotti kóteriwshi kúsh wazıypasın atqaradı (3.10-súwret).

2. Magnus effekti

Futbol maydanında múyeshten tebilgen top tuwrı bağıtınan burılıp dárwazağa kirgenin baqlağanbız. Sheber futbolshılardıń topqa bergen soqqısı nátiyjesinde ol ilgerilemeli qozǵalıwı menen bir waqıtta sheńber boyınsha da qozǵaladı. Top sheńber boyınsha qozǵalıwı nátiyjesinde onıń shep hám oń táreplerinen ótiwshi hawa aǵımınıń tezligi ózgeredi hám basımlardıń parqı payda boladı. Basımlar parqı bolsa top dárwaza tárepke burılıwına sebep boladı. (3.11-súwret).

Suyıqlıq yamasa gaz aylanıwshı dene átirapınan aǵıp ótkende payda bolatuǵın fizikalıq qubılıs *Magnus effekti* dep ataladı.

Bul qubılısta aǵımǵa tik bağıtlangan denegе tásir etiwshi kúsh payda boladı. Sol sebepli qozǵalıp atırǵan dene bir tárepke qaray burılardı. Bul effektti 1853-jılı nemis fizigi Henrix Magnus oylap tapqan.



3.11-súwret

3. ıdistaǵı sańlaqtan atılıp shıǵıp atırǵan suyıqlıqtıń tezligin esaplaw

Qaptal bóleginde sańlaǵı bolǵan ıdısqa suyıqlıq quyılǵanda sańlaqtan suyıqlıq qanday tezlik penen atılıp shıǵıwın anıqlayıq. Sańlaq suyıqlıq qáddinen vertikal boyınsha h aralıqta jaylasqan bolsın (3.12-súwret). Sańlaq maydanı ıdısstıń kesim maydanınan júdá kishi bolǵanlıǵı sebepli ıdistaǵı suyıqlıq betiniń páseyiw tezligi suyıqlıqtıń sańlaǵınan atılıp shıǵıw tezliginen júdá kishi boladı. Sol sebepli suyıqlıq betiniń tezligin esapqa almaymız. ıdistaǵı suyıqlıqtıń ústińgi betindegi basım, atmosfera basımı p_0 ǵa teń. Suyıqlıq shıǵatuǵın sańlaqtıń sırtqı bólegindegi basım hám atmosfera basımı p_0 ǵa teń. Sańlaqtan shıǵıwshı suyıqlıq tezligin v menen belgilep, bul eki jaǵday ushın Bernulli teńlemesin qollanamız:

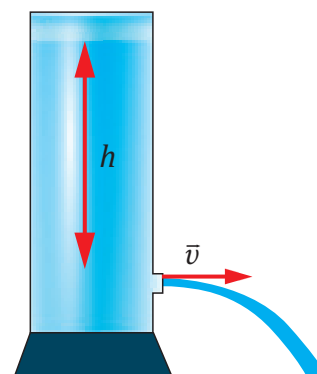
$$p_0 + \rho \frac{v_1^2}{2} = p_0 + \rho gh \text{ formuladan:}$$

$$v = \sqrt{2gh} \text{ payda boladı.}$$

Bul ideal suyıqlıq ushın *Torrichelli formulası* delinedi.



Henrix Gustav Magnus
(1802–1870)



3.12-súwret



1. Magnus effektinen jáne qaysı jerlerde paydalanıw múmkin?
2. Pátpelek qanday kúshler tásirinde joqarıǵa kóteriledi?
3. 3.12-súwrettegi ıdistan atılıp shıǵıp atırǵan suyıqlıqtıń tezligi sańlaq betine baylanısh ma?

Joybar jumısı. Deneniń suyıqlıq yamasa gazlardaǵı qozǵalıshına tiyisli qurılmalar jasaw(oqıwshılar erkin orınlaydı).

23-TEMA

MÁSELELER SHESHIW

Máseleler sheshiw úlgileri

1. Trubaniń kese kesiminen yarım saatta 500 l karbonat angidrid gazı aǵıp ótkenligi belgili bolsa, trubadaǵı gazdıń aǵıw tezligin tabıń. Trubaniń diametri 2 cm ge teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$V = 500 \text{ l} = 0,5 \text{ m}^3$ $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $t = 0,5 \text{ soat} = 1800 \text{ s}$ $v = ?$	$V = \pi \frac{D^2 l}{4}; \quad v = \frac{l}{t}$ $l = \frac{4V}{\pi D^2}; \quad v = \frac{4V}{\pi D^2 t}$	$v = \frac{4 \cdot 0,5 \text{ m}^3}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 1800 \text{ s}} = 0,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Juwabi: $v = 0,88 \text{ m/s}$.

2. Trubaniń kese kesiminen yarım saatta 0,51 kg karbonat an-gidrid gazı aǵıp ótkenligi belgili bolsa, trubadaǵı gazdıń aǵıw tezligin tabıń. Gazdıń tıǵızlıǵı $7,5 \text{ kg/m}^3$ qa teń dep alıń. Trubaniń diametri 2cm ge teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 0,51 \text{ kg}$ $\rho = 7,5 \text{ kg/m}^3$ $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $t = 0,5 \text{ soat} = 1800 \text{ s}$ $v = ?$	$V = \pi \frac{D^2 l}{4} = \frac{m}{\rho}; \quad v = \frac{l}{t}$ $l = \frac{4m}{\pi \rho D^2}; \quad m = V\rho;$ $v = \frac{4m}{\pi D^2 \rho t}$	$v = \frac{4 \cdot 0,51 \text{ kg}}{3,14 \cdot (0,02 \text{ m})^2 \cdot 7,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1800 \text{ s}} = 0,12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Juwabi: $v = 0,12 \text{ m/s}$.

3. Boyı 5 m bolǵan cisternada jerden 50 cm biyiklikte kranik or-natılǵan. Kranik ashılsa, onnan suyıqlıq qanday tezlik penen atılıp shıǵadı (3.12-súwret)?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$H = 5 \text{ m}$ $h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ $v = ?$	$v = \sqrt{2g(H-h)}$	$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (5 - 0,5) \text{ m}} =$ $= \sqrt{20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,5 \text{ m}} \approx 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Juwabi: $v \approx 9,5 \text{ m/s}$.

18-shinigiw



1. Vodoprovod trubasini saqlagan suw tik joqariga 1,25 m biyiklikke shekem koterilip atirgan bolsa, suwdin truba saqlagan atilip shigiw tezligin tabin.

2. Trubani tar bolegindegi suwdin agiw tezligi 2 m/s. Diametri 2 ese ulken bolgan ken boleginde suw qanday tezligi penen agadi?

3. Suw sarp ozgermegen halda trubada suwdin agiw tezligi 1,21 ese kemeygen bolsa, trubani kese kesimi maydan qalay ozgeredi?

4. Kesimi ozgermeli, gorizontallaylasqan trubadan suw agadi. Trubani diametri ken boleginde suwdin tezligi 20 cm/s bolsa, diametri onnan 1,5 ese kishi bolgan tar boleginde suwdin tezligin aniq-lan?

5. Gorizontallaylasqan trubani ken boleginde nefttin agiw tez-ligi 2 m/s. Eger trubani ken ham tar boleklerindegi statikalik ba-simlar parqi 6,65 kPa bolsa, trubani tar bolegindegi nefttin tezligin aniq-lan?

6. Qanatlarini maydan 40 m² qa tein bolgan samolyot gorizon-tal ushqan waqitta qanatlari astinda hawa basimi 98 kPa, qanatlari ustindegisi bolsa 97 kPa ga tein bolsa, olardin koteriw kushi qansha (kN) ga tein boladi?

7. Darya suwi onin qaysi boleginde tez agadi? Suwdin sirtqi bo-leginde me yamasa daryani belgili bir terej yerlerinde me? Darya ortasında ma yamasa qirgaqqa jaqin boleginde me?

8. Suw trubasi tesilip, joqariga suw atilip shiga basladi. Eger sañ-laq maydan 4 mm², suwdin atilip shigiw biyikligi 80 cm bolsa, bir sutkada qansha (kg)suw ısırap boladi?

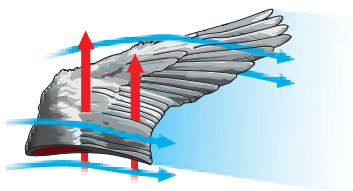
9. Boyi 5 m bolgan cisterna tubine kranik oınatılğan. Kranik ashılsa, suyıqlıq qanday tezlik penen atilip shigadi?



III BAP. GIDRODINAMIKA HÁM AERODINAMIKA



BAP BOYÍNSHA LOGIKALÍQ PIKIRLEWGE TIYISLI TAPSÍRMALAR



1. Eki janıp turğan sham qatarlasıp jaylasqan, olar arasına tútikshe arqalı úplense, jalın japıraqları bir-birine jaqınlasadı. Sol tájiriybeni orınlań hám juwmaq shıǵarın.

2. Súwretten paydalanıp qustın qanatına tásir etiwshi faktorlardı dápterińizge jazın.

III BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Suyıqlıq aǵıp atırǵan tútiksheniń hár qıylı kesim maydanları arasındaqı qatnası $S_2 = 5S_1$ bolsa, bul kesimlerdegi aǵım tezliklerdiniń salıstırmalıǵın tabın.

2. Trubanıń keń bóleginde suwdıń aǵıw tezligi 2 m/s bolsa, onıń diametri 2 ese kishi bolǵan tar bóleginde suwdıń aǵıw tezligi qansha boladı (m/s)?

3. Trubadaǵı suw aǵımınıń tezligi 2 m/s. Trubadan hár saatta 7200 kg suw aǵıp ótse, onıń kese kesiimi maydanı neshe cm^2 qa teń?

4. Trubadaǵı 5 mm^2 tesikten suw joqarıǵa tik atılıp, 80 cm biyiklikke kóterilmekte. Tesikten 10 saatta neshe kg suw aǵıp shıǵadı?

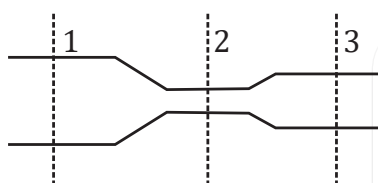
5. Kese kesim maydanı ózgermeli (hár qıylı) trubadan suyıqlıq aǵıp atır. Bul suyıqlıqtıń qaysı kesiminde basımı eń kishi boladı (3.13-súwret)?

6. Bir trubadan ekinshi trubaga ótkende suwdıń aǵıw tezligi 5,6 ese artsa, trubanıń kese kesimi maydanı qalay ózgergen?

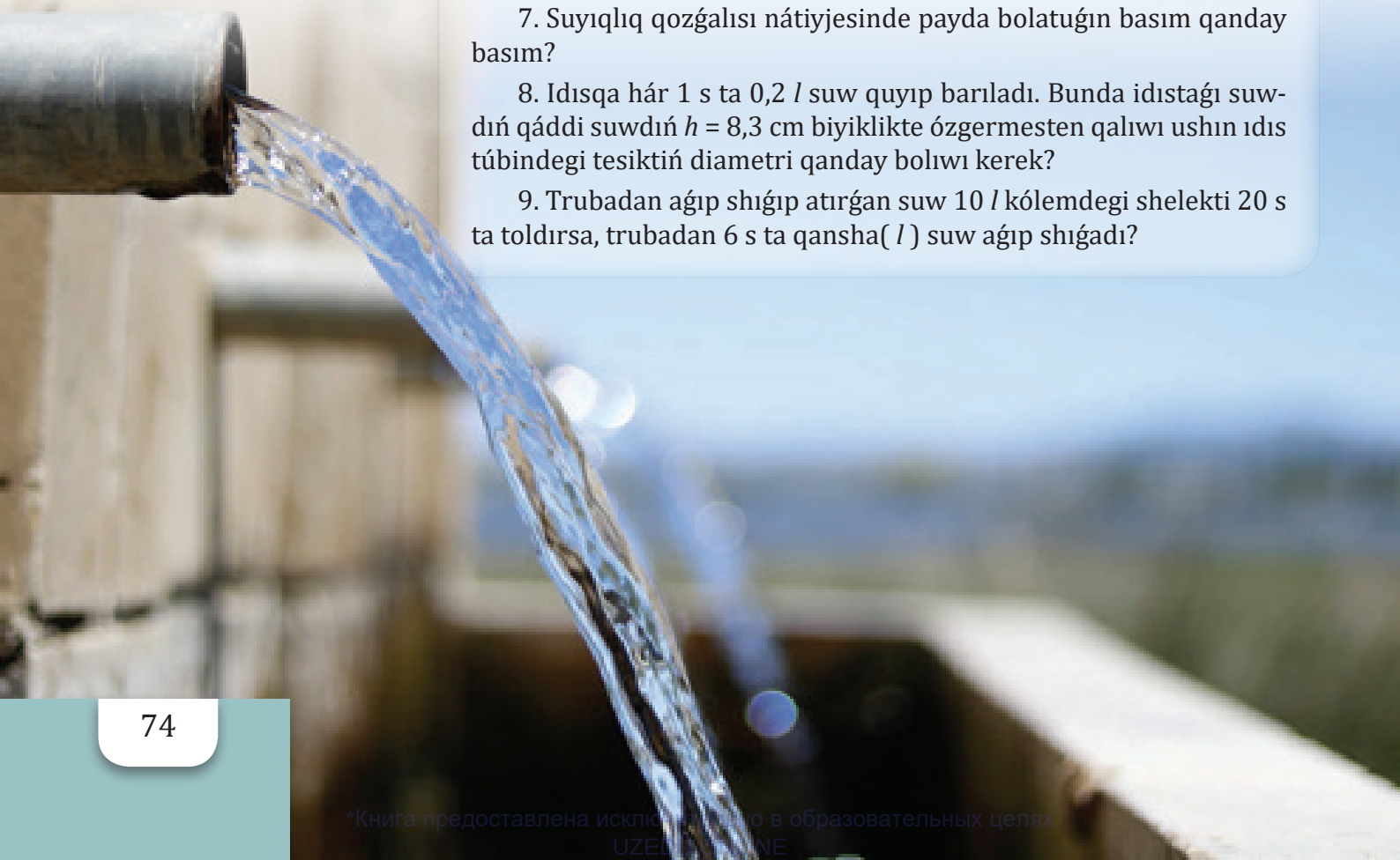
7. Suyıqlıq qozǵalıǵı nátiyjesinde payda bolatuǵın basım qanday basım?

8. Idisqa hár 1 s ta 0,2 l suw quyıp barıladı. Bunda idistaǵı suwdıń qáddi suwdıń $h = 8,3$ cm biyiklikte ózgermesten qalıwı ushın idis túbindegi tesiktiń diametri qanday bolıwı kerek?

9. Trubadan aǵıp shıǵıp atırǵan suw 10 l kólemdegi shelekti 20 s ta toldırsa, trubadan 6 s ta qansha (l) suw aǵıp shıǵadı?



3.13-súwret

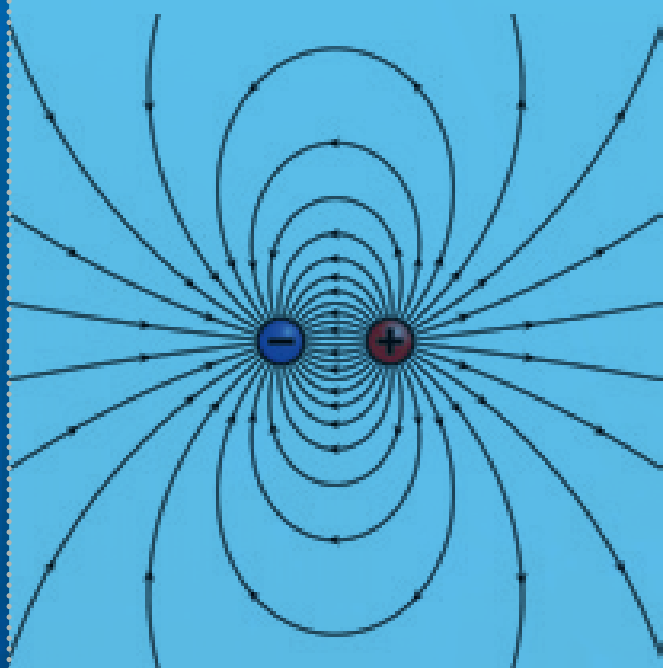


IV BAP

ELEKTROSTATIKALÍQ MAYDAN

Siz bul bapta tóمندegi temalar bo-yinsha maǵlıwmatlar alasız:

- elektr maydan kernewiliginiń su-perpoziciya prinsipi;
- zaryadlanǵan shardıń elektr may-danı;
- elektrostatikalıq maydanda noqatlıq zaryadtı kóshiriwde atqarılǵan jumıs;
- elektr maydanda jaylasqan noqatlıq zaryadtıń potencial energiyası;
- elektr maydan energiyası.



24-TEMA

ELEKTR MAYDAN KERNEWLIGINÍ
SUPERPOZICIYA PRINCIPI

1. Elektrostatikaliq maydan.
2. Elektrostatik maydan kernewliligi.
3. Elektr maydanní superpoziciya principi.
4. Juwmaqlawshí elektr maydan kernewliligi.

Sintetikaliq materiallardan tayarlangan kiyimlerde shesh-kende ushqin shiqqanın qanday túsindiriw múmkin?

Awiz járdeminde úplep isirilgen hawa sharın shashınızğa yamasa sintetikaliq gezlemege jaqsılap ısıqlap jiberip qalsańız joqarığa háreket etkenin kóresiz. Nege tek joqarığa háreket etedi?



1. Elektrostatikaliq maydan

Eki zaryadnıń óz-ara tásirin, bir-birine tiygizilgende olardıń zaryadları óz-ara ótiwin Kulon nızamı járdeminde bilip alǵansız. Bul nızam hátteki zaryadlar bir-birine tiygizilmegen jaǵdayda belgili bir aralıqta turıpta tásirlesiwı hár bir zaryad átirapında maydan bar ekenin bildiredi. Bul maydan elektr maydanı bolıp esaplanadı. Elektr zaryadları atirapında elektr maydanı payda boladı.

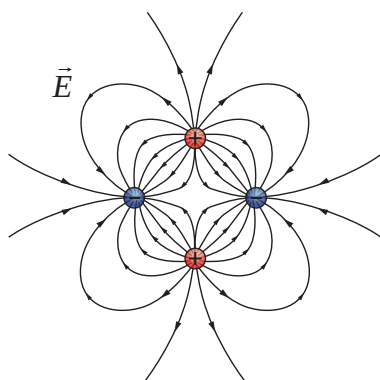
Qozǵalmaytuǵın zaryadlar átirapında payda bolatuǵın elektr maydanı elektrostatikaliq maydan delinedi.

2. Elektrostatikaliq maydan kernewliligi

Siz tómengi klaslarda elektr maydanı haqqında ulıwmalıq maǵlıwmatlarğa iye bolǵansız.

Elektr maydandı kúsh jaǵınan xarakterlewshı shama sıpatında elektr maydan kernewlilik vektorı – $\vec{E}$ kiritilgen.

Elektr maydangá kiritilgen birlik oń sinawshı zaryadı (q_s) maydan tárepinen tásir etiwshı kúsh san jaǵınan teń bolǵan shama elektr maydan kernewlilik delinedi.



4.1 a-súwret

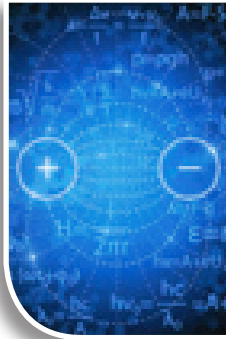
Yaǵnıy:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_s}$$

Elektr maydan kernewliligi birliği $[E] = 1 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ǵa teń.

Elektr maydan kernewlilik vektorınıń baǵıtı sıpatında oń zaryadqa tásir etiwshı kúsh baǵıtı tańlap alınǵan. Teris zaryadqa tásir etiwshı kúsh baǵıtı kernewlilik vektorınıń baǵıtına qarama-qarsı baǵıtta boladı. Birdey belgidegi zaryadlar bir-birinen iyterisedi, hár qıylı belgidegi zaryadlar bir-birine tartıladı. (4.1 a-súwret).

4.1 b-súwrettegi $+2q$ zaryadтан shıqqan elektr maydan kúsh sızıqlarınıń tek yarımı $-q$ zaryadta tamamlanadı. Qalǵan kúsh sızıq-



lar sheksizlikte dep boljaw etilgen zaryadlarda tamamlanadi. Elektr maydan kúsh sızıqları payda etken “nağıs” noqatlıq zaryadlar payda etken elektr maydan sızğan sızıqlarğa qusaydı. Bul sızıqlardıń nağısına qarap, maydan qay jerde kúshli, qay jerde kúshsiz hám zaryadlardıń shaması haqqında túsindirme beriw múmkin.

3. Elektr maydanniń superpoziciya prinsipi

Elektr maydanın noqatlıq zaryadta payda ete aladı, biraq kópshilik jaǵdaylarda elektr maydandı tiykarınan zaryadlar sisteması payda etedi. Eger $q, q_2, \dots, q_n$ zaryadlar sisteması payda etken maydanniń qandayda bir noqatına q_s sinawshı zaryadın kiritsek, oǵan hár bir zaryad tárepinen $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ kúshler tásir etedi. Sinawshı zaryadına tásir etip atırǵan barlıq kúshlerdiń teń tásir etiwshisi tómendegige teń boladı:

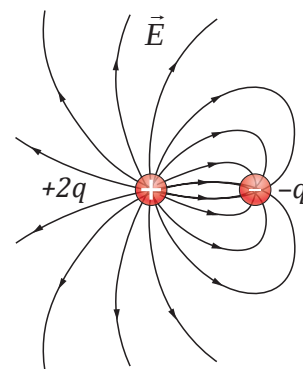
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Bul jaǵdayda zaryad kiritilgen noqattaǵı maydanniń kernewliliǵı tómendegishe boladı:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_s} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{q_s} = \frac{\vec{F}_1}{q_s} + \frac{\vec{F}_2}{q_s} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{q_s} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (1)$$

bul formula **elektr maydanniń superpoziciya prinsipi** delinedi hám ol tómendegishe táriyplenedi:



4.1 b-súwret

Zaryadlar sistemasınıń belgili bir noqatında payda etilgen elektr maydanı kernewliliǵı, sistemaǵa kırıwshı hár bir zaryadtıń sol noqattaǵı maydan kernewlilikleriniń vektorlıq jıyındısına teń.

(Superpoziciya sózi qosılıw yamasa ústpe-úst túsiw degen mánislerdi bildiredi.)

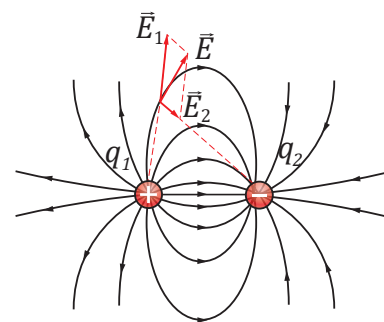
Noqatlıq zaryadlardıń elektr maydan kernewliliǵı tómendegi formula járdeminde tabıladı:

$$E = k \cdot \frac{|q|}{r^2} \quad (2)$$

Bul jerde: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$.

Elektr maydan kúsh sızıqları, onıń hár bir noqatına ótkerilgen urınba sol noqattaǵı maydan kernewliliǵı menen sáykes túsedı (4.2-súwret).

Elektr maydanniń bir tekli bolıw shárti koordinataǵa baylanıslı bolmastan, turaqlı saqlanadı: $\vec{E} = \text{const}$.



4.2-súwret

Kernewlilik vektorı hámme noqatlarda birdey bolsa bunday maydan bir tekli elektr maydanı delinedi.

IV-BAP. ELEKTROSTATİKALÍQ MAYDAN

4. Juvmaqlawshı elektr maydan kernewliligi

Maydandı eki noqatlıq zaryad payda etip atırğan bolsa, superpoziciya principi boyınsha, juvmaqlawshı maydan kernewliligi $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ formula menen belgilenedi.

Juvmaqlawshı elektr maydan kernewliligi tómendegi formula járdeminde tabıladı:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

Bul jerde: $E_1 = |\vec{E}_1|$; $E_2 = |\vec{E}_2|$; $E = |\vec{E}|$; α - $\vec{E}_1$ hám $\vec{E}_2$ arasındagı múyesh.

α nıń ayırım arnawlı mánisleri ushın (3) formulanı ápiwayı kóriniske keltiremiz:

1) $\alpha = 0^\circ$; elektr maydan kernewlilik vektorları birdey bağıtta bolsa: $E = E_1 + E_2$;

2) $\alpha = \pi/2 = 90^\circ$; elektr maydan kernewlilik vektorları óz-ara tik bağıtta bolsa: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$;

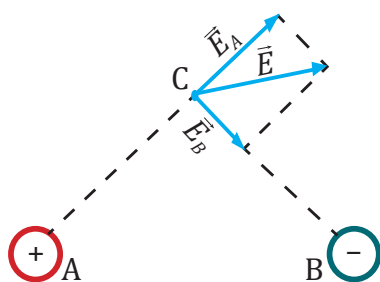
3) $\alpha = \pi = 180^\circ$; elektr maydan kernewlilik vektorları qarama-qarsı bağıtlangan bolsa: $E = |E_1 - E_2|$;

4.3-súwrette bolsa A hám B noqatlıq zaryadlar C noqatta payda etken juvmaqlawshı elektr maydan kernewliligi kórsetilgen.

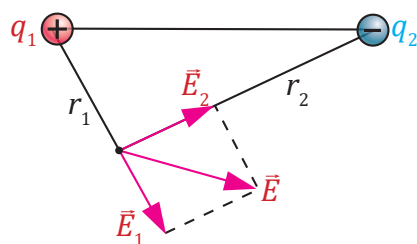
- óń zaryad maydanına teris zaryad kiritilse yamasa teris zaryad maydanına óń zaryad kiritilse, juvmaqlawshı elektr maydan kernewliligi artadı.

- óń zaryad maydanına óń zaryad kiritilse yamasa teris zaryad maydanına teris zaryad kiritilse, juvmaqlawshı elektr maydan kernewliligi kemeyedi.

Elektr maydanğa kiritilgen ótkizgish ishinde juvmaqlawshı maydan kernewliligi nólge teń boladı.



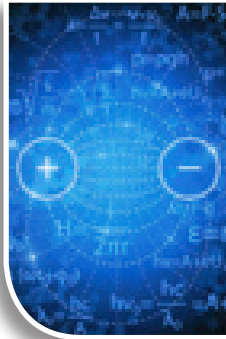
4.3-súwret



Másele sheshiw úlgisi

Eki noqatlıq zaryadnıń zaryadları $q_1 = 6 \text{ nC}$ hám $q_2 = -16 \text{ nC}$ hawada bir-birinen $r = 5 \text{ cm}$ aralıqta jaylasqan. Óń zaryadтан $r_1 = 3 \text{ cm}$ hám teris zaryadтан $r_2 = 4 \text{ cm}$ aralıqta jaylasqan noqatta elektr maydan kernewliliginiń modulnı anıqlań.

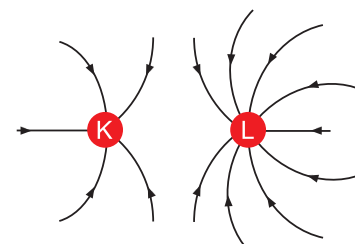
Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$q_1 = 6 \text{ nC} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $q_2 = -16 \text{ nC} = -16 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $r = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r_1 = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r_2 = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$	$(r_1)^2 + (r_2)^2 = r^2$ ekenliginen $\alpha = 90^\circ$ $E_1 = k \cdot \frac{ q_1 }{r_1^2}$ $E_2 = k \cdot \frac{ q_2 }{r_2^2}$ $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$	$E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{ 6 \cdot 10^{-9} \text{ C} }{9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 6 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ $E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{ -16 \cdot 10^{-9} \text{ C} }{16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ $E = \sqrt{(6 \cdot 10^4)^2 + (9 \cdot 10^4)^2} \approx 10,8 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 108 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$
$E = ?$	Juwabı: $E \approx 108 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$	



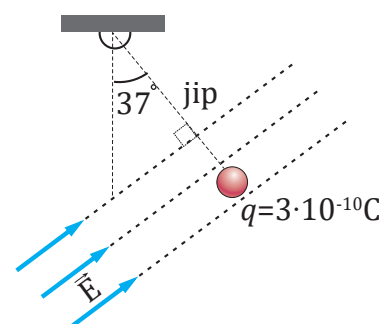
19-shinigiw



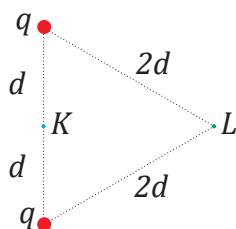
1. K hám L zaryadlardiń belgisin anıqlań. (4.4-súwret).
2. Salmaqsız jipke asılǵan zaryadlangan shar (4.5-súwrette) kórsetilgendeý turaqlı elektr maydanda teńsalmaqlılıqta turıptı. Shar dıń awırılıǵın tabıń. Elektr maydan kernewliligi 50 N/m ge, shardıń zaryadı bolsa $3 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ ǵa teń. $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$.
3. 4.6-súwrette L noqattaǵı juwmaqlawshı maydan kernewliligin tabıń. Sızılmanı sızıń.
4. Túrli belgidegi ,absolyut mánisi birdeý noqatlıq q_1 hám q_2 zaryadlar elektr maydanlarınıń A noqattaǵı juwmaqlawshı elektr maydan kernewliliginiń baǵıtın anıqlań. (4.7-súwret).
5. Zaryadları 2 nC ǵa teń bolǵan eki noqatlıq zaryad bir-birinen 1 m aralıqta turıptı. Zaryadlar arasındǵı aralıqtıń ortasındǵı noqatta maydan kernewliligin tabıń.



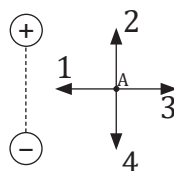
4.4-súwret



4.5-súwret



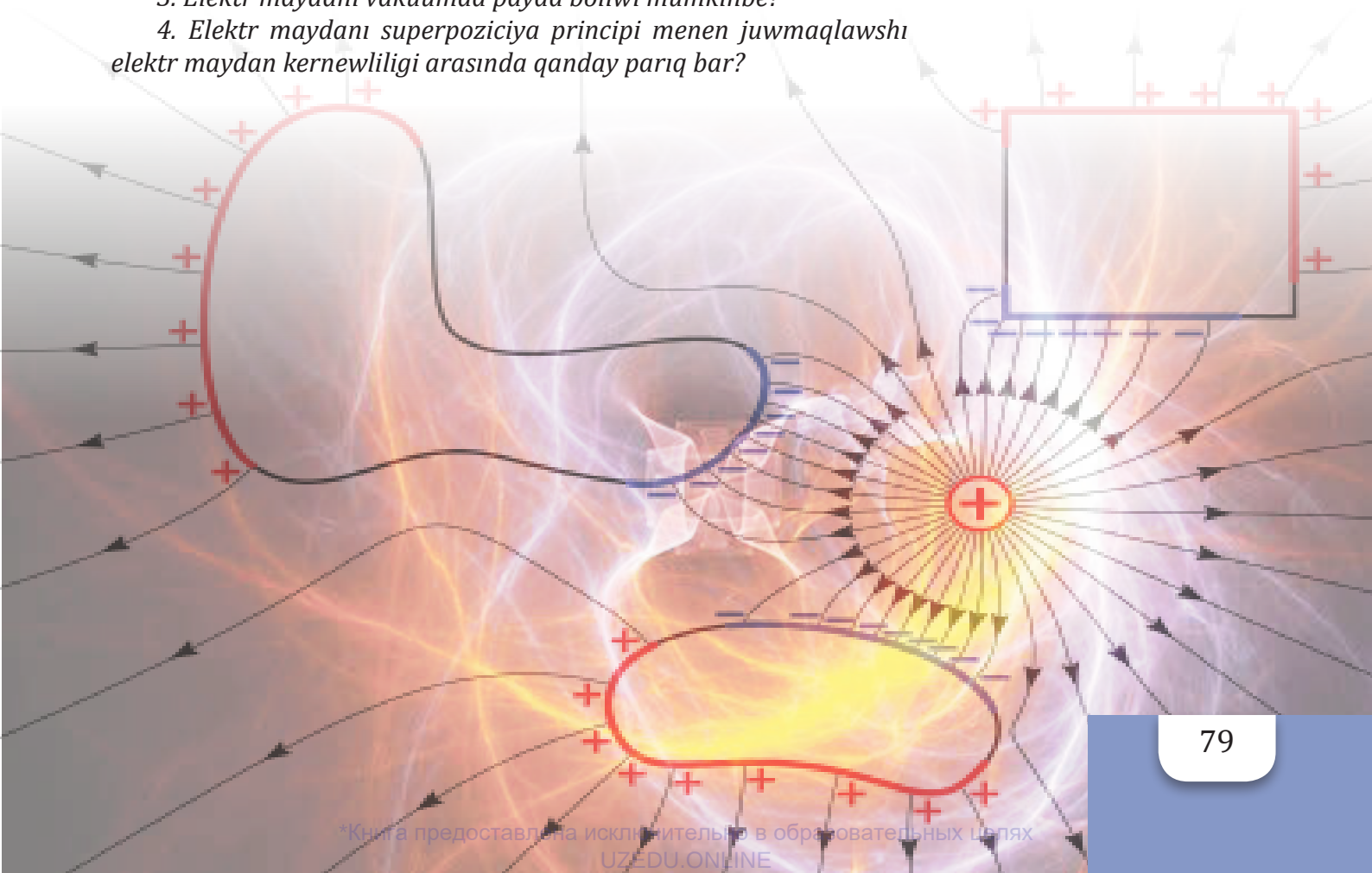
4.6-súwret



4.7-súwret



1. Elektr maydanı qalay payda boladı?
2. Ne ushın elektr maydanı sıyıqları hesh qashan bir-birin kesip ótpeydi?
3. Elektr maydanı vakuumda payda bolıwı múmkinbe?
4. Elektr maydanı superpoziciya principi menen juwmaqlawshı elektr maydan kernewliligi arasında qanday parıq bar?

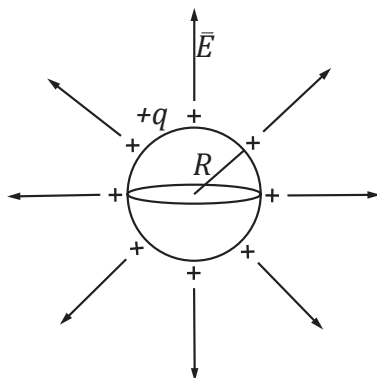
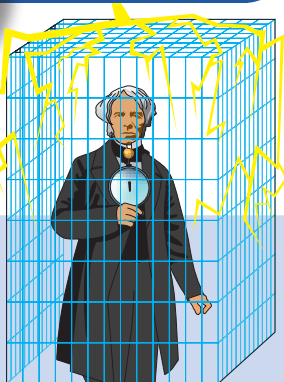


25-TEMA

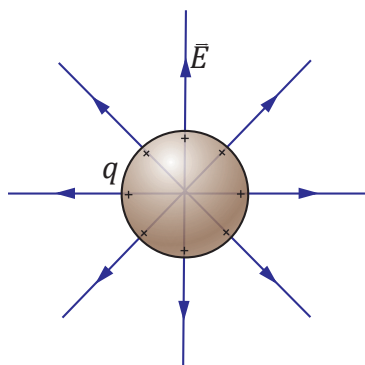
ZARYADLANGÁN SHARDÍN ELEKTR MAYDANI

1. Zaryadlangán metall shardín elektr maydaní.
2. Shar yamasa sferanıń betinen x aralıqtaǵı maydan kernewliligi.
3. Zaryadtıń betlik tıǵızlıǵı.
4. Ortalıqtaǵı dielektrik sıńdiriwsheńligi.

Sırtqı tárepten zaryadlangán metall tor ishinde turǵan Faradey qolındaǵı elektroskoptıń japıraqları ne ushın ashılmadı? Juwabınızdı túsindirip berıń.



4.8-súwret



4.9-súwret

1. Zaryadlangán metall shardín elektr maydanı

Siz noqatlıq zaryad yamasa tuwrı ótkizgish ishindegi zaryadlı bólekshelerdiń elektr maydanı menen tanıstıńız. Endi shar yamasa sfera formasındaǵı deneni zaryadlap, onıń átirapındaǵı elektr maydanı haqqında tanısamız.

Radiusı R bolǵan elektr ótkiziwshi shar q zaryad penen zaryadlangán bolsın (4.8- súwret). Zaryadlangán bunday shar (sfera) nıń payda etip atırǵan elektr maydan kernewliliginiń mánisi onıń orayında, betinde hám sırtındaǵı qalegen bir noqatta qanday bolıwın anıqlayıq.

Eger shar bir tekli bolsa, zaryad shar beti boylap bir tegiste bólistiriledi. Sol sebepli shar (sfera) betindegi elektr maydan kúsh sızıqlarınıń keńisliktegi bólistiriliwi tap noqatlıq zaryadtıń kernewlilik sızıqları bólistiriliwi sıyaqlı boladı, (4.9-súwret). Ol jaǵdayda zaryadlangán shar hám sfera payda etken elektr maydan kernewliligi noqatlıq zaryad payda etken elektr maydan kernewliligi formulası sıyaqlı anlatıladı, yaǵnıy:

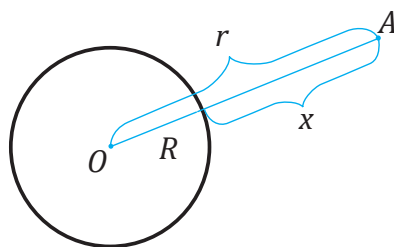
$$E = k \cdot \frac{|q|}{R^2} \quad (1)$$

2. Shar yamasa sferanıń betinen x aralıqtaǵı maydan kernewliligi

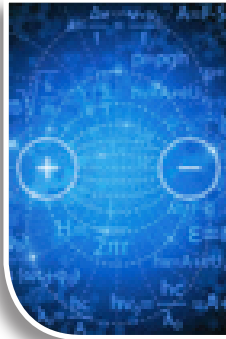
Shar yamasa sferaga berilgen zaryad óz-ara iyterisiw kúshi sebepli tek olardıń beti boylap bólistirilgenligi ushın olardıń ishindegi ($r < R$) elektr maydan kernewliligi barlıq waqıtta nólge teń ($E_{\text{ishki}} = 0$). Shar yamasa sferadan sırtında ($r > R$) jaylasqan qálegen noqattaǵı maydan kernewliligi tap shar yamasa sfera orayında jaylasqan q zaryadtıń maydanı sıyaqlı boladı hám tómendegishe esaplanadı. (4.10-súwret):

$$E = k \cdot \frac{|q|}{r^2} \quad r = R + x$$

$$E = k \cdot \frac{|q|}{(R + x)^2} \quad (2)$$



4.10-súwret



3. Zaryadtnıń betlik tıǵızlıǵı

Eger belgili bir ΔS beti boylap Δq zaryad tegis bólistirilgen bolsa, sol bettiń birlik maydangá tuwrı keletuǵın zaryad muǵdarı menen ólshenetuǵın shama zaryadtnıń betlik tıǵızlıǵı dep ataladı. Zaryadtnıń betlik tıǵızlıǵı σ (sigma) háribi menen belgilenedi.

$$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S} \text{ yamasa } \sigma = \frac{q}{S} \quad (3)$$

Shar yamasa sferanıń betlik tıǵızlıǵı:

$$\sigma = \frac{q}{S} = \frac{q}{4\pi R^2} \quad (4)$$

XBS da zaryadtnıń betlik tıǵızlıǵı birliǵı etip C/m² qabıl etilgen.

4.11-súwrette tegis zaryadlangan sheksiz tegislik payda etken elektr maydan kernewiligi súwretlengen.

Tegis zaryadlangan sheksiz tegislik bir tekli elektr maydan payda etedi, onıń maydan kernewiligi:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (5)$$

boladı hám shaması tegislikke shekem bolǵan aralıqqa baylanıslı emes, yaǵnıy q_s sinawshı zaryadın bir tekli zaryadlangan tegislikten hár qıylı uzınlıqtaǵı aralıqlarǵa jaylastırsaq, oǵan tásir etiwshi elektr kúshiniń san mánisi birdey boladı.

(4) formulaǵa tiykarlanıp R radiuslı tegis oń zaryadlangan sferalıq betin (+a) betlik tıǵızlıǵı menen belgileymiz. Sferanıń betindegi zaryadtnıń ulıwma muǵdarı tómendegige teń boladı:

$$q = 4\pi R^2 \cdot \sigma$$

Bul jerde $S = 4\pi R^2$ – sfera yamasa shar betiniń maydanı. Ol jaǵdayda shardıń betindegi elektr maydan kernewiligi:

$$E = \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{4\pi R^2 \epsilon_0}; \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (6)$$

boladı (4.12-súwret).

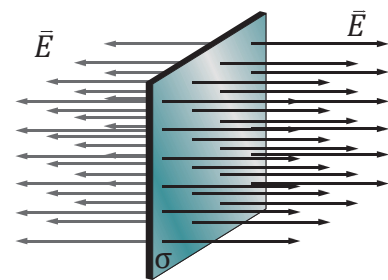
Shar yamasa sfera betinen qandayda bir aralıqtaǵı noqatta elektr maydan kernewiligi:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{R^2}{r^2} \quad (7)$$

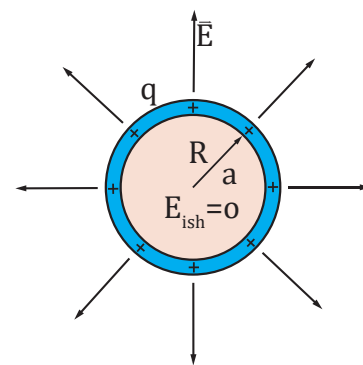
qa teń boladı. Bunnan kórinip turıptı, tegis zaryadlangan sferalıq bettiń elektr maydan kúsh sıızıqları sferadan sırtta jaylasadı eken.

4. Ortalıqtıń dielektrik sińdiriwsheńligi

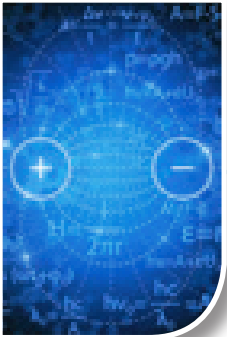
Ortalıqtıń dielektrik sińdiriwsheńligi zattıń elektr qásiyetlerin xarakterleytuǵın hám zaryadlardıń sol ortalıqtaǵı elektr maydan kernewilikleri olardıń vakuumdıǵı elektr maydan kernewiliginen neshe ese kishkene ekenligin kórsetetuǵın fizikalıq shama bolıp esplanadı.



4.11-súwret



4.12-súwret



IV-BAP. ELEKTROSTATIKALÍQ MAYDAN

Ortalíqtıń elektrlik qásiyetin táriypleytuǵın koefficient ortalıqtıń salıstırmalı dielektrik sıńdırıwsheńligi dep ataladı hám grekshe ϵ (epsilon) hárıbi menen belgilenedi.

Dielektrik sıńdırıwsheńlik ólshem birlıksız shama bolıp esaplanadı. Táriypleniwi boyınsha:

$$\epsilon = \frac{E_0}{E} \quad (8)$$

teńlikten bir tekli dielektrik ishine jaylastırılǵan noqatlıq zaryadtıń elektr maydan kernewlıligi

$$E = \frac{E_0}{\epsilon}$$

bolıp, ϵ márte kemeyedi. Sebebi zaryadlanbaǵan dielektrik óziniń ishinde sırtqı maydangá qarsı baǵıtlanǵan maydan payda boladı. Dielektrik ishinde payda bolǵan ishki maydan sırtqı maydandı hál-sizlendiredi. Ol jaǵdayda, dielektrik ishinde jaylastırılǵan noqatlıq zaryadtan r aralıqta turǵan noqattaǵı maydan kernewlıligi tómendegishe esaplanadı:

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot r^2} \quad (9)$$

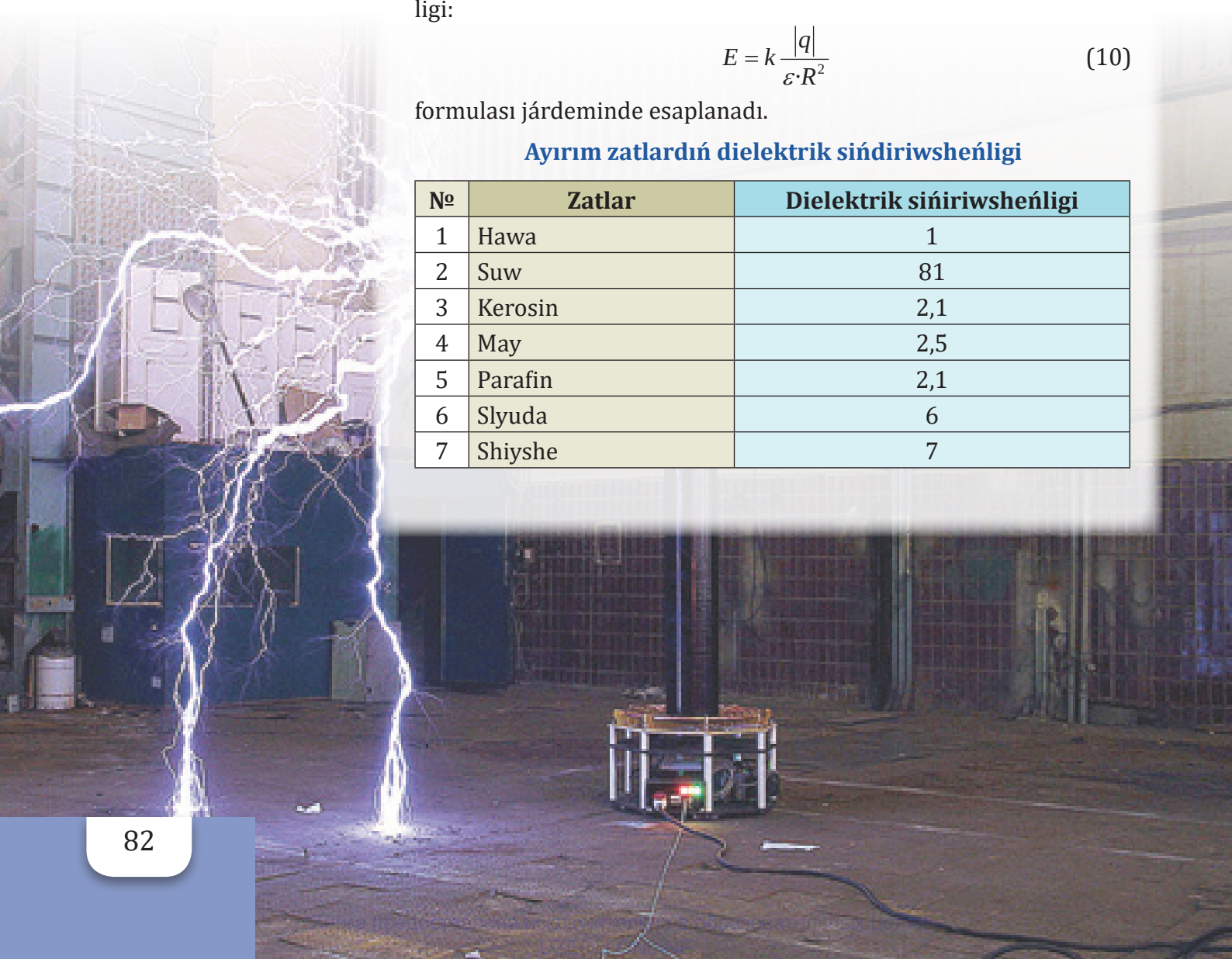
Qandayda bir ortalıqta turǵan shardıń elektr maydan kernewlıligi:

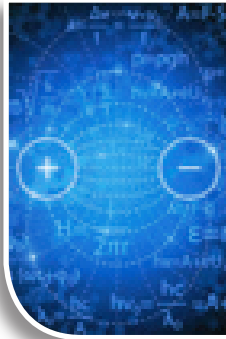
$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot R^2} \quad (10)$$

formulası járdeminde esaplanadı.

Ayırım zatlardıń dielektrik sıńdırıwsheńligi

№	Zatlar	Dielektrik sıńdırıwsheńligi
1	Hawa	1
2	Suw	81
3	Kerosin	2,1
4	May	2,5
5	Parafin	2,1
6	Slyuda	6
7	Shiyshe	7





1. Zaryadlangan metall shar ishinde, betinde hám betinen qandayda bir aralıqta elektr maydan payda bolganın qalay tekseriw múmkin?
2. Shardıń maydan kernewliligi onıń betlik tıǵızlıǵına qalay baylanıslı?
3. Qanday kórinistegi ótkizgishte elektr zaryadı tegis bólistiriledi?
4. Ne sebepten zaryadlangan shardıń ishinde elektr maydanı nolge teń boladı?
5. Zaryadlangan shardıń betinde hám sırtında elektr maydanı qalay esaplanadı?

Másele sheshiw úlgisi

Qandayda bir ortalıqta turǵan radiusı 4 cm ge teń bolǵan shar betinen onıń diametrine teń aralıqta elektr maydan kernewliligi 123 V/m ge teń. Eger shargá 16 nC zaryad berilgen bolsa, ortalıqtıń dielektrik sińdiriwsheńligin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$E = 123 \text{ V/m}$ $q = 16 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $R = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r = 3R = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	$E = k \cdot \frac{ q }{\varepsilon r^2}$ $\varepsilon = k \cdot \frac{ q }{E r^2}$	$\varepsilon = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{144 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 123 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \approx 81$ Juwabı: $\varepsilon = 81$.
$E = ?$		

20-shınıǵıw



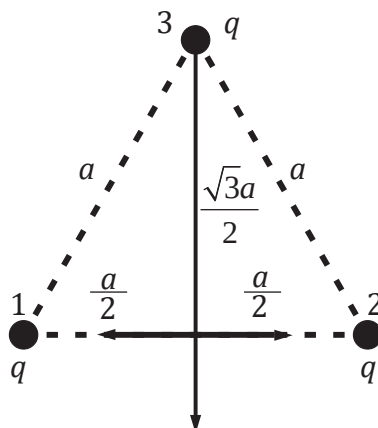
1. Radiusı 50 cm bolǵan metall shargá 5 nC zaryad berildi. Shar beti jaqınındaǵı elektr maydan kernewliligin tabıń.
2. Eger kerosinde turǵan sfera zaryadınıń betlik tıǵızlıǵı 4,2 ese kemeytirilse, sfera betindegi elektr maydan kernewliligi qalay ózgeredi? Kerosinniń salıstırmalı dielektrik sińdiriwsheńligi 2,1 ge teń.
3. Jerge jalǵanǵan hám polattan islengen sferalıq bet ishine q zaryadqa iye bolǵan shar betine tiygizilmesten jaylastırıldı. Bet ishinde (E_1) hám onıń sırtında (E_2) elektr maydan kernewlilikleri nege teń?
4. Zaryadınıń betlik tıǵızlıǵı σ bolǵan shar betinen onıń diametrine teń uzınlıqtaǵı maydan kernewliligin tabıń.
5. Tárepi a bolǵan kvadrattıń ushlarına birdey noqatlıq q zaryadlar jaylastırılǵan. Kvadrat orayındaǵı hám qandayda bir tárepiniń ortasındaǵı elektr maydan kernewliligin tabıń.

26-TEMA

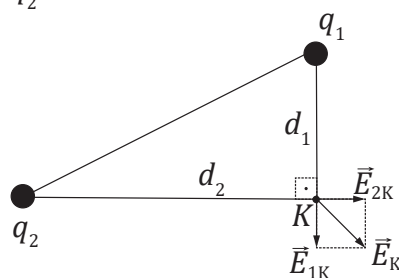
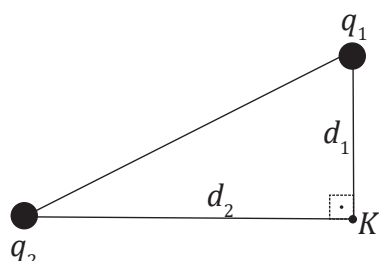
MÁSELELER SHESHIW

Másele sheshiw úlgisi

1. Tárepleri a bolgan teń tárepli úshmúyeshlik úshlarına úsh bir-dey q zaryadlar jaylastırılğan. Úshmúyeshliktiń qandayda bir tárepi ortasındaǵı elektr maydan kernewliligini hám onıń baǵıtların anıqlań.



Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$q_1 = q_2 = q_3 = q$ $r_1 = r_2 = a/2$ $E = ?$	$E = \frac{k \cdot q}{r^2}$	$E_1 = E_2$ $r = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}a}{2}$ $E = \frac{k \cdot q}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\right)^2} = \frac{k \cdot q}{\frac{3a^2}{4}} = \frac{4kq}{3a^2}$ Juwabi: $E = \frac{4kq}{3a^2}$; úshmúyeshlik tárepine tik hám sırtına baǵıtlangan.

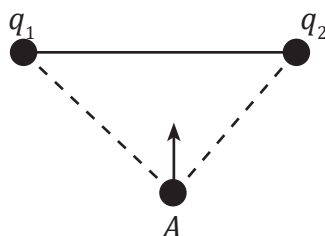


2. Biriniń zaryadı $3q$, ekinshisiniki $16q$ bolğan zaryadlar súwrette kórsetilgendeı jaylasqan. K noqattaǵı maydan kernewliligini tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$q_1 = 3q$ $q_2 = +16q$ $d_1 = d$ $d_2 = 2d$ $E_K = ?$	$E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ $E = k \cdot \frac{q}{d^2}$	$E_1 = k \cdot \frac{3q}{d^2} = 3E$ $E_2 = k \cdot \frac{16q}{(2d)^2} = k \cdot \frac{16q}{4d^2} = 4E$ $E_K = \sqrt{(3E)^2 + (4E)^2} = \sqrt{25E^2} = 5E$ Juwabi: $E_K = 5E = \frac{5kq}{d^2}$



21-shınıǵıw



1. Tómendegi sıızılmada A noqattaǵı q_1 hám q_2 zaryadlar payda bolğan juwmaqlawshı maydan kernewliliginiń vektóri kórsetilgen. q_1 hám q_2 zaryadlarınıń belgisin anıqlań.

2. 16 nC hám 36 nC zaryadlar bir-birinen 4 cm aralıqta jaylasqan. Sol zaryadlardı tutastırıwshı kesindide maydan kernewliligi nolge teń bolğan noqat birinshi zaryadtan qansha aralıqta jaylasqan?

3. Suwdaǵı noqatlıq zaryadtan 10 m aralıqtaǵı kernew 1 N/C qa teń bolsa, zaryad muǵdarın anıqlań.

4. Suwda elektron bir tekli elektr maydan tásirinde $1,6 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$ tezleniw aldı. Elektr maydan kernewliligini tabıń.

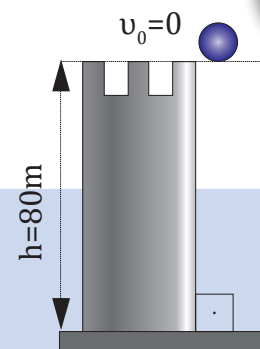
5. Vertikal jipke baylangan oń zaryadlangan sharik bir tekli elektr maydanda vertikaldan oń tárepke awıstı. Elektr maydan kernewliligi baǵıtın anıqlań.

ELEKTROSTATIKALÍQ MAYDANDA NOQATLÍQ ZARYADTÍ KÓSHIRIWDE ORÍNLANGÁN JUMÍS

27-TEMA

1. Konservativ hám konservativ emes kúshler.
2. Elektrostatik maydanda noqatliq zaryadti kóshiriwde orinlangan jumis.

Mexanika bóliminde qandayda bir biyiklikten erkin taslap jiberilgen dene jerge túsiwde qanday energiyalarǵa iye boladı? Mexanika bóliminde jumis qanday anıqlanadı?



1. Konservativ hám konservativ emes kúshler

Mexanika bóliminen belgili, atqarılǵan jumis denege tásir etip atırǵan kúsh hám sol kúsh baǵıtında dene kóshiwinin kóbeymesi menen anıqlanadı. Bul jerde tásir kúshi deneni háreketlendiriwshi kúshler bolıp esaplanadı. Bul kúshler eki toparǵa bólinedi: konservativ hám konservativ emes kúshler.

Eger kúshniń atqarǵan jumisi traektoriya kórinisine baylanisli bolmasa, bul kúsh **konservativ kúsh** delinedi. Awırlıq kúshi, serpimlilik kúshi, gravitaciyalıq kúsh, elektrostatikalıq kúshler konservativ kúshlerge misal boladı.

Eger kúshniń atqarǵan jumisi traektoriya kórinisine baylanisli bolsa, bul kúsh **konservativ emes kúsh** delinedi. Konservativ emes kúshke súykeliw kúshi, elektr maydanındaǵı iyrimli kúshler hám basqalar misal boladı.

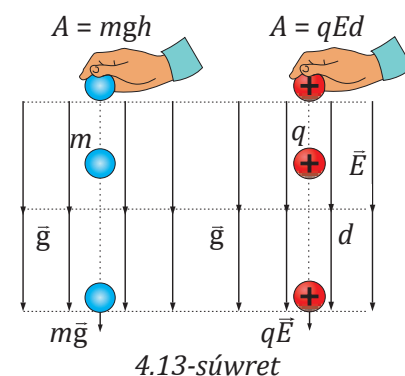
2. Elektrostatikalıq maydanda noqatliq zaryadti kóshiriwde orinlangan jumis

Elektrostatikalıq maydanda noqatliq zaryadti kóshiriwde orinlangan jumis gravitaciyalıq maydanda, yaǵnıy qandayda bir biyiklikten qoyıp jiberilgen dene Jerdiń , tartıw kúshi tásirinde kóshiriwde orinlangan jumis sıyaqlı bolıp esaplanadı. Dene qandayda bir biyiklikten erkin túskende onıń potencial energiyasınıń ózgeriwi, Jerdiń , tartıw kúshi atqarǵan jumisqa teń. Elektr maydanında zaryadti kóshiriwde orinlangan jumis ta tap soǵan uqsas boladı. (4.13-súwret).

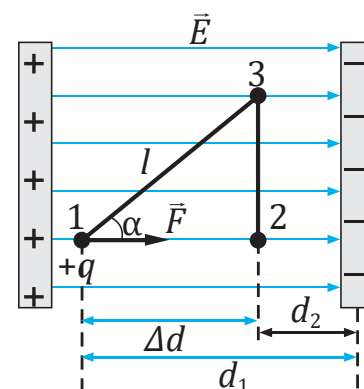
Elektr maydangá kiritilgen zaryadqa maydan tárepinen elektrostatikalıq kúshi tásir etedi. Bul kúsh tásirinde zaryad elektr maydanı bapıtında ($q>0$ bo'lganda) yamasa oǵan keri baǵıtta ($q<0$ bo'lganda) kóshedi hám bunda elektr maydanı jumis atqaradı. Elektr zaryadı bir tekli elektr maydanında jaylasqan bolsın. Zaryadniń qozǵalıstı traektoriyasını anıqlaw maqsetinde 4.14-súwretten paydalanıp, elektr maydanındaǵı zaryad $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ kúsh tásirinde gorizontál kósher boyınsha 1-noqattan 2-noqatqa kóshiriwde elektr maydanınıń atqarǵan jumisi tómendegishe esaplanadı:

$$A = F \cdot l \cdot \cos \alpha = q \cdot E \cdot \Delta d; \quad \Delta d = l \cdot \cos \alpha$$

4.14-súwrette (1-2-3) noqatlar arasında atqarǵan jumislar tómendegige teń: Δd -zaryadniń maydan baǵıtı boyınsha kóshiwi.



4.13-súwret



4.14-súwret

IV-BAP. ELEKTROSTATIKALÍQ MAYDAN

$$\begin{aligned} A_{1-2} &= q \cdot E \cdot \Delta d; \cos \alpha = 1 \\ A_{2-3} &= 0; (\cos \alpha = 0) \\ A_{1-2-3} &= A_{1-2} + A_{2-3} = q \cdot E \cdot \Delta d \\ A_{2-1} &= -q \cdot E \cdot \Delta d; (\cos \alpha = -1) \\ A_{1-2-3-1} &= 0 \text{ J} \end{aligned}$$

Demek, bunnan tómendegishe juwmaq kelip shıǵadı:

Bir tekli elektr maydanda noqatlıq zaryadtı kóshiriwde orınlangan jumıs zaryadtıń qozǵalısh traektoriyası kórinisine baylanışlı bolmay, tek zaryadtıń maydan baǵıtındaǵı baslanǵısh hám aqırǵı halı menen anıqlanadı. Bul juwmaq hár qanday elektrostatiikalıq maydanlar ushın orınlı boladı.

Konservativ kúshlerdiń tásir maydan potencial maydanı sıyaqlı payda boladı. Sonıń ushın elektrostatiikalıq maydanda zaryadtı jabıq kontur boyınsha kóshiriwde orınlangan jumıs barlıq waqıtta nólge teń boladı. Elektrostatiikalıq maydanniń noqatlıq zaryadqa tásir kúshi gravitaciyalıq kúsh sıyaqlı konservativ kúsh bolıp esaplanadı.



1. Gravitaciyalıq hám elektrostatiikalıq maydanda orınlangan jumıstıń uqsas tárepleri nede?
2. Elektrostatiikalıq maydanda noqatlıq zaryadtı kóshiriwde orınlangan jumıs traektoriyası kórinisine qalay baylanışqan?
3. Elektrostatiikalıq maydan ne ushın konservativ kúsh bolıp esaplanadı?

Másele sheshiw úlgisi

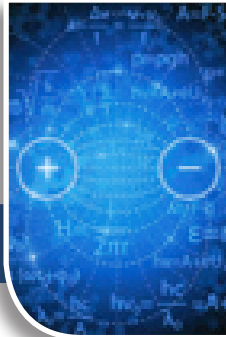
Noqatlıq zaryad maydan kernewliligi 4 kN/C bolǵan bir tekli elektr maydanda 100 μC zaryadlı bólekshe 4 cm ge kóshkende elektrostatiikalıq maydan 8 mJ jumıs orınladı. Maydan kúsh sıızıqları hám kóshiw vektorı arasındaǵı múyeshti tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$q = 100 \text{ } \mu\text{C} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ $E = 4 \text{ kV/m} = 4 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ $S = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $A = 8 \text{ mJ} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	$A = q \cdot E \cdot S \cdot \cos \alpha$ $\cos \alpha = \frac{A}{q \cdot E \cdot S}$	$\cos \alpha = \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{10^{-4} \text{ C} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}} = \frac{1}{2}$ $\alpha = 60^\circ$ Juwabı: $\alpha = 60^\circ$.
$\alpha = ?$		



22-shınıǵıw

1. Eki 8 nC hám -6 nC noqatlıq zaryadlardı tutastırıwshı kesindiniń ortasındaǵı elektr maydan kernewliligin tabıń. Zaryadlar arasındǵı aralıq 10 cm ge teń, $\epsilon = 1$.
2. Zaryadları 2 nC ǵa teń bolǵan eki noqatlıq zaryad bir-birinen 1 m aralıqta turıptı. Zaryadlar arasındaǵı aralıqtıń ortasında maydan kernewliligin anıqlań (V/m).
3. Radiusı 6 cm bolǵan metall sharǵa 24 nC zaryad berilgen. Shar orayınan 24 cm aralıqtaǵı maydan kernewliligi qanshaǵa teń (kV/m)?



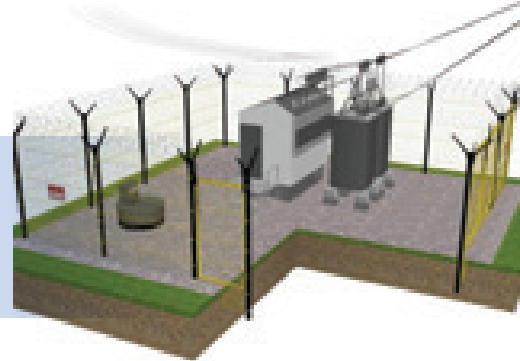
ELEKTR MAYDANDA JAYLASQAN NOQATLIQ ZARYADTIŇ POTENCIAL ENERGIYASI

28-TEMA

1. Elektr maydanda jaylasqan noqatliq zaryadtiŇ potencial energiyasi.
2. Noqatliq zaryad maydaniniŇ potenciali.
3. Potenciallar ayirmasi.
4. Ekvipotencial betler.

Joqari kernewli (10000 V hám onnan úlken) transformatorlardiŇ atirapı metall torlı tosiq penen orap qorshalanadı.

Soraw: Bul qorshalğan tosiq qanday maqsette hám qanday qáwipli jaǵdaylardıń júz beriwiniŇ aldın alıw ushın ornatiladı?



1. Elektr maydanda jaylasqan noqatliq zaryadtiŇ potencial energiyasi

Elektr maydanǵa sıawshı zaryadın kiritiwge tiykarǵı zaryad elektr maydan qarsılıq qıladı. Sonlıqtan, tiykarǵı zaryad elektr maydan kúshlerine qarsı jumıs orınlaydı.

Elektr maydanniŇ orınlangan jumısı esabına zaryadtiŇ potencial energiyası kemeyedi. Sonıń ushında elektr maydanda q_0 zaryadti bir noqattan ekinshi noqatqa kóshiriw ushın orınlangan jumıs sol noqatlardaǵı zaryadlar potencial energiyalariniŇ ayirmasına teń boladı, yaǵniy:

$$A_{1.2} = -\Delta W_p = -(W_{p2} - W_{p1}) = (W_{p1} - W_{p2}) \quad (1)$$

Gravitaciyalıq potencial energiya hám elektr potencial energiyası júdá uqsas, q_1 hám q_2 zaryadlardıń óz-ara tásir potencial energiyası:

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r} \quad (2)$$

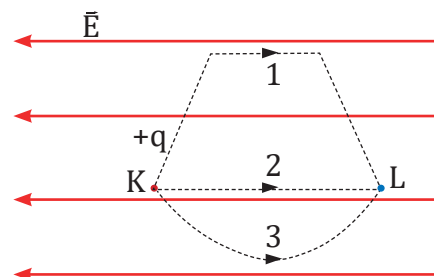
q zaryadтан r_1 aralıqta turǵan q_0 zaryadti r_2 aralıqqa kóshiriwde orınlangan jumıs tómendegishe tabıladı:

$$A = k \frac{qq_0}{r_1} - k \frac{qq_0}{r_2} \quad (3)$$

2. Noqatliq zaryad maydaniniŇ potenciali

Elektr maydandı xarakterleytuǵın fizikalıq shamalardan jáne biri maydan potencialı bolıp esaplanadı. Bul túsinik penen tanısıwda elektr maydan energetikalıq xarakterde ekenliginen paydalanamız. Elektr maydanǵa kiritilgen zaryadtiŇ maydan menen óz-ara tásir energiyası tek maydanǵa baylanıslı bolmastan, kiritilip atırǵan zaryad muǵdarında baylanıslı bolıp esaplanadı.

Elektr maydaniniŇ qandayda bir noqatına jaylasqan hár qıylı sıawshı zaryadlariniŇ potencial energiyalarıda hár qıylı, biraq potencial energiyasiniŇ sıawshı zaryadına bolǵan qatnası maydanniŇ tap sol noqatı ushın turaqlı fizikalıq shamadan ibarat boladı. Bul fizikalıq shama potencial delinedi hám ol φ háribi menen belgilenedi. Yaǵniy:



$$W_p = \varphi \cdot q_0$$

Bul formulağa tiykarlanıp elektr maydan potensialın tómendegishe túsindiriw múmkin:

Elektr maydanniń qandayda bir noqatındaǵı potencialı maydanniń sol noqatındaǵı kiritilgen bir birlik oń sınawshı zaryadınıń potensial energiyasına san jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama bolıp esaplanadı.

Yaǵnıy:

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0} \quad (4)$$

Noqatlıq q zaryad payda etken maydanniń qandayda bir noqatındaǵı potencial tómendegi formula menen anıqlanadı:

$$\varphi = k \cdot \frac{q}{r} \quad (5)$$

3. Potenciallar ayırması

Energiyada, zaryadta skalyar shama, sol sebepli potencialda skalyar shama boladı.

(3) hám (4) formulalarǵa tiykarlanıp, elektrostatikalıq maydanda q_0 zaryadtı kóshiriwde orınlangan jumıs tómendegishe anıqlanadı:

$$A = W_1 - W_2 = q_0 \cdot \left(k \cdot \frac{q}{r_1} - k \cdot \frac{q}{r_2} \right) = q_0 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (6)$$

Bunnan elektr maydanniń eki noqatı arasındaǵı potenciallar parqı (ayırması):

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = \frac{A}{q_0} \quad (7)$$

boladı.

(7) formulağa tiykarlanıp potenciallar parqı (ayırması)n tómendegishe táriyplew múmkin:

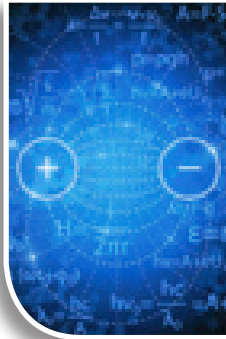
Bir birlik oń zaryadtı maydanniń bir noqatınan ekinshi noqatına kóshiriwde orınlangan jumısqa muǵdar jaǵınan teń bolǵan fizikalıq shama elektr maydanınıń eki noqatı arasındaǵı potenciallar ayırması delinedi.

Potenciallar ayırmasınıń birligide potencial sıyaqlı Volt(V) birliğinde belgilenedi. $[\Delta\varphi] = \frac{[W]}{[q_0]}$ dan $1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$ ǵa teń.

Eger elektr maydandı bir emes, bir neshe zaryadlar sisteması payda etken bolsa, noqatlıq maydanniń qandayda bir noqatındaǵı potencialı zaryadlardıń erkin payda etken maydanlar potenciallarınıń algebralıq jıyındısına teń:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$

Bul qatnaslar maydanlar superpoziciya principin ańlatadı.



4. Ekvipotencial betler

Noqatliq zaryadan birdey uzunliqta joylasqan noqatlarning potentsiallari φ boladi. Eger usi noqatlar birlashtirilip shig'lsa, payda bolgan bet **ekvipotencial bet** delinedi.

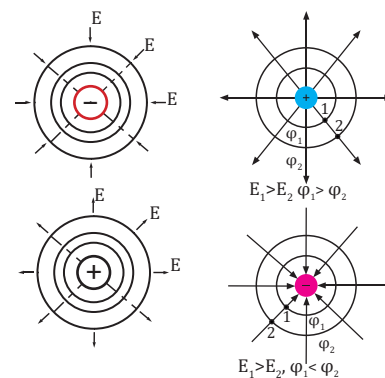
Potentsiallari birdey bolgan noqatlarning geometriyalikorni **ekvipotencial bet** delinedi.

Noqatliq zaryad payda etken maydanning ekvipotencial betleri orayi zaryadta joylasqan konsentrik sferalardan ibarat bolip, oning qalegen noqatida elektr maydan kush sızıqlari sol sferalarga perpendikulyar ravishte bagitlangan bolip esaplanadi (4.15-súwret).

Elektr maydan kernewiligi ham potentsiallar ayirmasi arasindagi qatnas tomondegishe:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$

Bul jerde d – potentsiallari φ_1 ham φ_2 bolgan noqatlar arasindagi araliq. Bunnan maydan kernewiligi olishem birligi [V/m] ge φ ten ekenligi kelip shigadi.



4.15-súwret



1. Elektrostatikaliq kushning atqargan jumasi menen elektr maydanda koship atirgan zaryad potentsial energiyasi arasindagi baylanisni jazini?

2. Elektr maydanida turgan zaryadning potentsial energiyasi qalay aniqalanadi?

3. Elektrostatikaliq maydan kushleri konservativ bolmasa, potentsial energiyasi maznunina φ bolama?

Masele sheshiw ulgisi

Hawada turgan 5 cm radiusli metall sferaqa 30 nC zaryad berildi. Zaryadlangan sfera orayinan 2 cm, sfera betinde ham sfera betinen 5 cm araliqta noqatta maydan potentsialini aniqlani.

Berilgeni:	Formulasi:	Sheshiliwi:
$q = 30 \text{ nC} = 30 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $r = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r_1 = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r_2 = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$	$\varphi_{ishinde} = \varphi_{betinde} = k \cdot \frac{q}{r}$ $\varphi_{sirtinda} = k \cdot \frac{q}{r + r_2}$	$\varphi_{ishinde} = \varphi_{betinde} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{30 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 5400 \text{ V}$ $\varphi_{sirtinda} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{30 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{(5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2}) \text{ m}} = 2700 \text{ V}$
$\varphi_{ishinde} - ?$ $\varphi_{betinde} - ?$ $\varphi_{sirtinda} - ?$		Juwabi: 5400 V; 2700 V.

IV-BAP. ELEKTROSTATİKALÍQ MAYDAN



23-shinóiw

1. Protonnan $5,3 \cdot 10^{-11}$ m uzaqlíqta elektr maydan potencialnı tabıń. Protonnan sonday uzaqlíqta jaylasqan elektronnıń potencial energiyasın tabıń.

2. Massası 1 g bolǵan kishkene shar potencialı 600 V bolǵan A noqattan potencialı nólge teń B noqatqa kóshirildi. Shardıń zaryadı 10 nC, A noqattaǵı tezligi 20 cm/s bolsa, B noqattaǵı tezligin tabıń.

3. Diametri 2 cm bolǵan metall shar -150 V potencialǵa shekem zaryadlangan. Shar betindegi artıqsha elektronlar sanın tabıń.

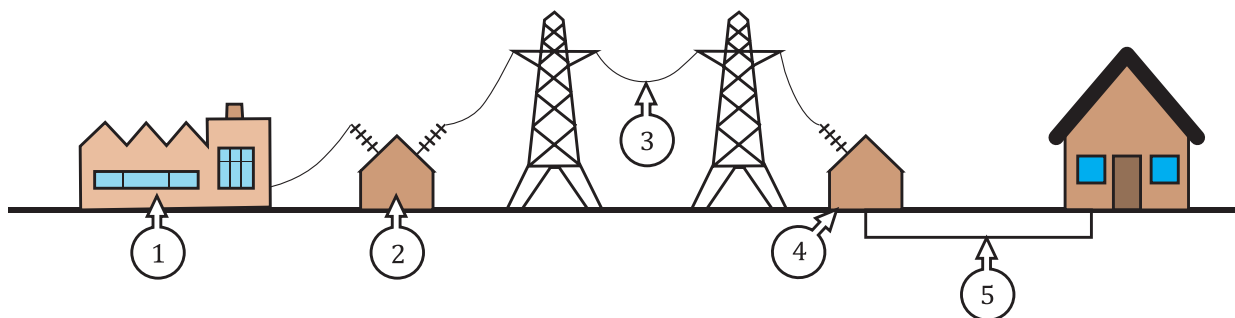
4. Zaryadları 20/3 nC hám 40/3 nC bolǵan eki shar bir-birinen 40 cm aralıqta turıptı. Olardı bir-birinen 25 cm ge shekem jaqınlastırw ushın qansha jumıs orınlaw kerek?

5. Massası 40 mg, zaryadı 1 nC bolǵan shar 10 cm/s tezlik penen qozǵalıp, 4 nC ǵa teń bolǵan noqatlıq zaryadqa minimal qansha aralıqqa jaqınlasıwı mımkin?



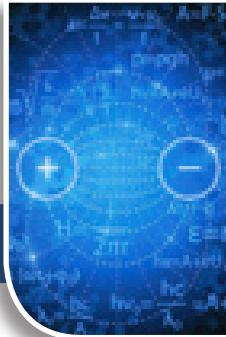
Qosımsha tapsırmalar

1. Súwrette elektr toǵı islep shıǵarıwdan baslap tutınıwshılardı jetip barǵanına shekem bolǵan processler 1, 2, 3, 4 hám 5 sanları menen belgilep kórsetilgen. Olardıń wazıypaların túsindirip berıń.



2. Elektrovoz ózgermeli elektr toǵı menen támiyinlengen hawa kabellerinen ótiwshi elektr energiyası járdeminde qozǵaladı. Lokomotivtiń maksimal tezligi 140 km/h, dvigateldiń quwatlılıǵı bolsa 4,7 MW bolsa, lokomotiv dvigatelinde ótip atırǵan tok kúshin esaplań. Hawa kabellerindegi kernew 25 kVqa teń.



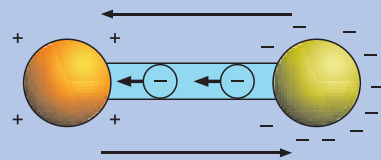


ELEKTR MAYDAN ENERGIYASI

29-TEMA

1. Elektr maydan energiyasi.
2. Kondensatordin elektr maydan energiyasi.
3. Elektr maydan energiyasining tizligi.

Bul zaryadlangan sharlar oz ara otkizgish simlar orqali jalganganda qanday process juz beredi? Juwabinizdi tusindirin.

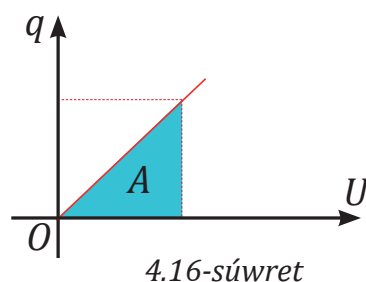


1. Elektr maydan energiyasi

Aldingi temalarda aytqanimizday otkizgishti zaryadlaw ushin zaryadlaw arasindagi oz-ara iyerisiw kushin jeniwde jumis atqariladi. Bul jumis esabina zaryadlangan har qanday otkizgish belgili bir energiyaga iye boladi. Zaryadsizlaniv waqtinda bolsa otkizgish sol energiyani sarıplaydi. Zaryadlangan otkizgish algan energiyasi mugdar jaginan (W_{el} - bul energiya elektr maydan energiyasi dep ataladi) oni zaryadlawda orinlangan jumistin mugdarına teń boladi, yagniy

$$W_{el} = A$$

Otkizgishti zaryadlawda orinlangan jumis qalay esaplanadi? Daslep dene zaryadlanbağan bolsa, onin potenciali nolge teń boladi. Ogan q zaryad berilse, onin potenciali nolden φ ge shekem ozgeredi. Otkizgishti zaryadlawda orinlangan jumis mugdar jaginan 4.16-súwrettegi belgilengen maydanga teń boladi. Deneni zaryadlawda orinlangan jumis:



$$A = q \cdot \varphi_{ort} \quad (1)$$

boladi. Dene potencialinin ortasha manisi onin baslangish ham aqirgi manisleriniń ortasha arifmetikaliq manisine teń boladi, yagniy:

$$\varphi_{ort} = \frac{0 + \varphi}{2} = \frac{\varphi}{2} \quad (2)$$

φ_{ort} nin manisi (1) teńlikke qoyıp, tómendegi formulani payda etemiz:

$$A = \frac{q \cdot \varphi}{2} \quad (3)$$

Demek, deneni zaryadlawda orinlangan jumis onin zaryadı menen potenciali kóbeymesinin yarımına teń boladı eken.

Izoliyaciyalangan otkizgishtin elektr maydan energiyasi

$A = W_{el}$ qatnası boyınsha izoliyaciyalangan otkizgishtin elektr maydan energiyasin tómendegishe jazamız:

$$W_{el} = \frac{q \cdot \varphi}{2} = \frac{C \cdot \varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (4)$$

2. Kondensatordín elektr maydan energiyası

Eger zaryadlangan dene kondensatordan ibarat bolsa, onıń elektr maydan energiyasın (W_{el}) esaplawda (4) formuladağı zaryad muğdarın kondensatordın zaryadı menen, potencialın bolsa onıń qaplamaları arasındagı potenciallar ayırması menen almasırlıw ke-rek, yağniy:

$$W_{el} = \frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = \frac{C \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (5)$$

bolğanlıgı ushın zaryadlangan kondensatordın elektr maydan ener-giyası formulasın

$$W_{el} = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (6)$$

kórinisinde jazıw múmkin.

Zaryadlangan deneniń energiyası onıń átirapında payda bolğan elektr maydanında toplanğan bolıp, energiyanın mánisi elektr may-danı tarqalğan keńisliktiń kólemine hám maydannıń kernewliligine baylanıslı boladı. Jeke halda zaryadlangan tegis kondensatordı kórip shıǵayıq. Tegis kondensator qaplamalarındagı zaryad payda etken elektr maydanı onıń qaplamaları arasında toplanğan boladı. Kon-densator qaplamaları arasındagı kólemdi $V = S \cdot d$ formulası arqalı ań-latamız.

Zaryadlangan tegis kondensatordın sıyımlılıgı $C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$ hám kondensator maydan kernewliligi menen qaplamaları arasındagı po-tenciallar ayırması arasındagı baylanıs hám de (6) formulaǵa tiykar-lanıp tómendegige iye bolamız:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S \cdot d^2 \cdot E^2}{2d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot E^2}{2} \cdot V \quad (7)$$

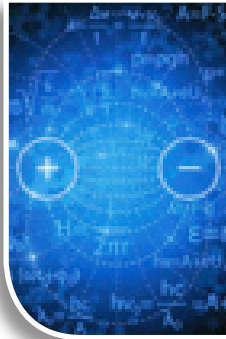
Zaryadlangan tegis kondensatordın energiyası onıń payda etken elektr maydanı kernewliliginiń kvadratına hám sol may-dan iyelegen keńisliktiń kólemine tuwrı proporcional.

3. Elektr maydan energiyasınıń tıǵızlıǵı

Maydannıń kólem birligine tuwrı kelgen energiyası **energiya tıǵızlıǵı** dep ataladı. Ańlatılıwı boyınsha:

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot E^2}{2V} \cdot V = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot E^2}{2} \quad (8)$$

Hár bir kondensator ózinde zaryad penen birge elektr maydan energiyasın toplaw qásiyetine de iye. Bul energiyanı kondensatordı uzaq waqıt dawamında saqlap bolmaydı. Kondensator alğan zaryad waqıt ótiwi menen qaplamaları arasında razryadlanadı.



1. Zaryadlangan deneniń elektr energiyası qanday shamalarğa baylanıslı?
2. Kondensatordı zaryadlawda qanday jumıs orınlanadı?
3. Zaryadlangan kondensator energiyası qay jerde toplanadı?

Másele sheshiw úlgisi

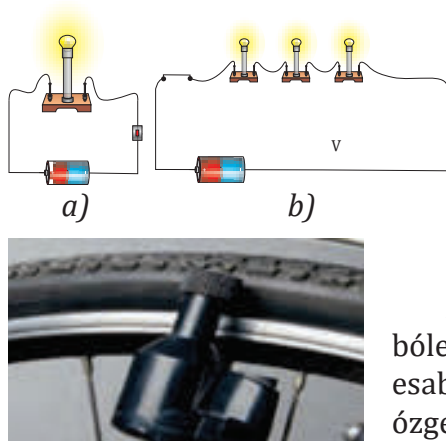
Tegis hawa kondensatordıń sıyımlılıǵı $0,1 \mu\text{F}$ ǵa teń bolıp, 200 V potenciallar ayırmasına iye. Kondensatordaqı elektr maydan energiyasın esaplań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi :
$C = 0,1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ $\varphi_2 - \varphi_1 = 200 \text{ V}$ $W = ?$	$W = \frac{C \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)^2}{2}$	$W = \frac{10^{-7} \text{ F} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ V}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ mJ}$ Juwabı: 2 mJ.

24-shınıǵıw



1. Massası 10^{-8} g bolǵan zaryadlangan shań bólekshesiniń potenciallar ayırması 5 kV bolǵan eki parallel plastinkalar arasındaqı bir tekli elektrostatalıq maydanda teń salmaqlılıqta turıptı. Eger plastinkalar arasındaqı aralıq 5 cm bolsa, bóleksheniń zaryadın tabıń.
2. Zaryadlangan sheksiz tegislik jaqınındaqı 2 nC noqatlıq zaryad maydanınıń tásirinde kúsh sıızıqları boyınsha 2 cm jılısadı. Bunda elektr maydan 5 mJ jumıs orınladı. Tegisliktegi zaryadtıń betlik tıǵızlıǵın tabıń.
3. 40 mg massalı, 1 nC oń zaradlı shar 10 cm/s tezlik penen háreketlenedi. Bul shar 8 nC ǵa teń bolǵan noqatlıq zaryadqa minimal qansha aralıqqa jaqınlasıwı múmkin?
4. Hár biri $\varphi_0 = 25 \text{ V}$ ge shekem zaryadlangan 64 birdey shar sıyaqlı sinap tamshılarınıń qosılıwınan payda bolǵan úlken sinap tamshısınıń potencialı φ nı tabıń.



Qosımshsa tapsırmalar



1. *a*-súwrettegi lampochkaniń qasına tap sonday lampochkadan jáne ekewi izbe-iz jalǵansa, *b*-súwrettegi sıyaqlı boladı. Birinshi lampochkaniń jaqtılıǵı qalay ózgeredi? Juwaplarıńızdı túsindiriniń.
2. Velosipedtiń ballonına ornatilǵan qurılma (dinam)niń aylanıw bólegi aylanǵanda oǵan simlar arqalı jalǵanǵan lampochka neniń esabınan janadı? Eger velosiped tezirek júirse lampochkaniń jaqtılıǵı ózgereme? Juwaplarıńızdı túsindiriniń.

30-TEMA

ÁMELIY SHÍNÍGÍW.

ENERGIYANÍŇ BIR TÚRDEN BASQA TÚRGE AYLANÍWÍ

Qáwipsizlik qağıydaları:

- Elektr kepserlew procesinde abaylı bolıń.
- Jelimlew procesinde abaylı bolıń.

Shınıǵıwdıń maqseti: energiyanıń saqlanıw hám aylanıw nı-zamların úyreniw.

Kerekli asbap-úskeneler: 2 ağash bólegi (birewiniń tómengi ólshemi 25x5x2 cm, birewine sıızǵıstı paydalansa da boladı), 2 DVD disk, 2 plastik ıdıs (baklashka) qaqpası, 2 bolt-gayka hám shayba, ruchkanıń ústki plastmassa bólimi, 1 dana elektr dvigatel, jaqtılıq di-odi, termojelim, elektr kepserlegish, karton.

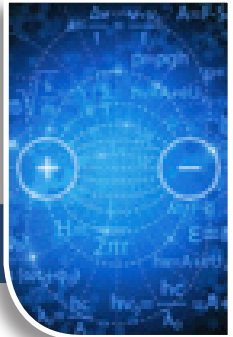
Jumıstı orınlaw tártibi

1. Sızǵıstıń bir tárepinen 5 sm aralıqta noqat belgileń hám sol noqattan bolt sıyatıǵın keńlikte tesik ashıń.
2. Jelim járdeminde sıızǵıstı ağash brusokqa bekkemleń.
3. Kartondı disk kórinisinde qıyıp, eki disk arasındadı jelimlew (bunda kartonnan qırqıp alıńǵan disk diametri DVD disk diametri-nen kishirek boladı).
4. Eki diskniń sırtqı tárepi ortasına plastik ıdıs qaqpasını jelimleń.
5. Qaqpasıń ortasınan tesik ashıń hám bolt-gayka járdeminde sıızǵıshqa bekkemleń.
6. Diskti qálegen jerinen tesip, ekinshi bolt-gaykanı bekkemleń. Boltıń artıqsha bólegi ústine ruchkanıń plastmassa bólegin kiydirip, gayka járdeminde bekkemleń (bunda plastmassa bólegi bolt ústinde erkin aylana alsın).
7. Elektr dvigateldi ağash brusoktıń ekinshi tárepine jelimleń.
8. Jalǵawshı simlar járdeminde elektr dvigateldiń eki polyusine jaqtılıq diodın elektr kepserlegish járdeminde jalǵań.
9. Rezina saqıynanıń bir tárepin elektr dvigateldiń shkıfli ballo-nına, ekinshi tárepin bolsa diskler arasındadı karton disk ústine kiy-dirıń.
10. Bolt ústine ruchkanıń plastmassa bólegi kiydirilgen uslaǵı-shınan uslap aylandırıń.
11. Disklerdi aylandırǵanda dvigatelge bekkemlengen jaqtılıq di-odtıń janıwın baqlań hám juwmaq shıǵarıń.



1. Siz energiyanıń bir túrden basqasına ótiwin qanday ámeliy shı-nıǵıw járdeminde kórsete alasız?
2. Qanday energiya basqa qanday túrdegi energiyaǵa aylanıwın baqlaǵansız?
3. Joqarıda orınlanǵan ámeliy jumıslarınızdadı ásbaplardan qaysı-ların basqa ásbap penen almasırısa da, ámeliy jumıstı orınlasa boladı?
4. Joqarıdadıǵı ámeliy shınıǵıwlarda qanday energiya basqa qanday energiyaǵa aylanadı?





MÁSELELER SHESHIW

31-TEMA

Másele sheshiw úlgisi

1. Massası 10 g bolğan shar potentsialı 100 V bolğan A noqattan potentsialı nólge teń B noqatqa kóshirilmekte. Shardıń zaryadı 10 nC, A noqattağı tezligi 2 cm/s. Shardıń B noqattağı tezligin anıqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 10 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}$ $\varphi_A = 100 \text{ V}$ $\varphi_B = 0$ $q = 10^{-8} \text{ C}$ $v_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$	$A = q(\varphi_A - \varphi_B)$ $\Delta E_k = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2}$	Zaryadlangan shar elektr maydan kúsh tásirinde kóshiriledi. Elektr kúshlerdiń shardı kóshiriwde orınlağan jumısı shardıń kinetikalıq energiyasınıń ózgeriwine teń, yaǵnıy: $A = \Delta E_k$. Eger $A = q(\varphi_A - \varphi_B)$ hám $\Delta E_k = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2}$ qatnaslardan paydalansaq, B noqattağı tezlik tómendegi kóriniske iye boladı: $v_B = \sqrt{v_A^2 - \frac{2q(\varphi_A - \varphi_B)}{m}};$ $v_B = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} - \frac{2 \cdot 10^{-8}(100 - 0)}{10^{-2}}} \approx 1,4 \text{ cm/s.}$ Juwabı: $v_B \approx 1,4 \text{ cm/s.}$
$v_B = ?$		

25-shimǵıw



1. $2,22 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ zaryadqa iye bolğan sabın kóbikshesi gorizontalgis kondensatordıń maydanında teńsalmaqlılıqta turıptı. Kóbiksheniń massası 0,01 g hám plastinkalar aralıǵı 5 cm. Kondensator plastinkaları arasındağı potentsiallar ayırmasın anıqlań.

2. 792 V potentsialǵa shekem zaryadlangan shar zaryadınıń betiniń tıǵızlıǵı $3,33 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$. Shardıń radiusın anıqlań.

3. Elektr maydanniń tási astında elektron qozǵalıp, tezligin $v_1 = 10 \text{ Mm/s}$ dan $v_2 = 30 \text{ Mm/s}$ ǵa shekem asırdı. Kóshiwdiń baslanǵısh hám aqırǵı noqatları arasındağı $\varphi_1 - \varphi_2$ potentsiallar ayırmasın tabıń. Elektronniń massası $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, zaryadı bolsa $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ǵa teń.

4. Plastinkalarınıń maydanı 1 m^2 , arasındağı aralıq 1,5 mm bolğan tegis hawa kondensatorınıń sıyımlılıǵın anıqlań.

5. Jer sharınıń sıyımlılıǵın anıqlań. Jer sharınıń radiusın 6400 km dep alń.

IV BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Radiusı 20 cm bolğan izoliyaciyalanğan metall shardıń vaku-um ($\epsilon_1 = 1$) dağı hám suw ($\epsilon_2 = 81$) ğa túsirilgen haldağı elektr sıyım-lılıqları C_1 hám C_2 ni tabıń.

2. -16 nC hám 36 nC zaryadlar bir-birinen 10 cm aralıqta jay- lasqan. Maydan kernewliligi nólge teń bolğan noqat 2-zaryadtan qansha aralıqta jaylasqan?

3. Tárepleri 10 cm bolğan durıs úshmúyeshliktiń eki ushında -4 nC hám 4 nC bolğan eki noqatlıq zaryad jaylasqan. Úshmúyeshliktiń úshinshi úshındağı elektr maydan kernewliligin tabıń.

4. Potenciallar ayırması 100 V bolğan eki noqat arasındağı noqat- lıq zaryadtı kóshiriwde maydan 5 μ J jumıs orınlangan bolsa, zaryad muğdarın anıqlań.

5. Elektrostatikalıq maydannıń qandayda bir noqatındağı 50 nC zaryad $7,5$ μ J potencial energiyağa iye. Sol noqattağı elektr maydan potencialın tabıń.

6. Eki $0,4$ μ C hám $-0,6$ μ C noqatlıq zaryadlar bir-birinen 12 cm aralıqta jaylasqan. Zaryadlardı tutastırıwshı kesindi ortasındağı elektr maydan potencialın tabıń.

7. Zaryadı 3 nC bolğan eki noqatlıq zaryad hawada bir-birinen 50 cm aralıqta turıptı. Olardı 20 cm ge shekem jaqınlastırıw ushın orınlangan jumıstı tabıń.

8. Eger zaryadlangan eki parallel plastinka arasındağı aralıq 12 cm, potenciallar ayırması 180 V bolsa, plastinkalar arasındağı maydan kernewliligin anıqlań.

9. Kernewliligi 6000 V/m bolğan bir tekli elektr maydanda alınğan eki noqat arasındağı aralıq 2 cm ge teń bolsa, potenciallar ayırmasın tabıń.

10. Tegis kondensator qaplamaları arasındağı kernewlilik 150 V, zaryadı bolsa 80 μ C bolsa, kondensatordağı elektr maydan energiya- sını tabıń.

11. Tegis kondensatorğa 40 μ C zaryad berilgende onıń energiya- sı 20 mJ ğa teń boldı. Kondensator qaplamaları arasındağı kernewli- likti tabıń.

12. Dielektrik sińdiriwsheńligi 4 hám kernewliligi $3 \cdot 10^3$ V/m bolğan ortalıqtağı elektr maydannıń energiya tıǵızlıǵın tabıń. Orta- lıqtıń dielektrik sińdiriwsheńligi 4 ke teń.

13. Kernewliligi $27,3$ kV/m bolğan elektr maydanda qozǵalıp atırǵan elektronniń tezleniwi nege teń (m/s^2)?

14. Radiusı 6 cm bolğan metall shargá 24 nC zaryad berilgen. Shar orayınan 3 cm, betinen 4 cm uzınlıqtağı kernewlilikti tabıń (kV/m).

V BAP



TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

Siz bul bapta tómendegi temalar bo'yinsha maǵlıwmatlar alasız:

- tok kúshi hám toktıń tıǵızlıǵı;
- tolıq shınjır ushın Om nızamı;
- metallarda elektronlardıń tártipli qozǵalıǵı tezligi;
- metall ótkizgishler qarsılıǵınıń temperaturaǵa baylanıslılıǵı.

32-TEMA

TOK KÚSHI HÁM TOKTÍN TÍGÍZLÍGÍ

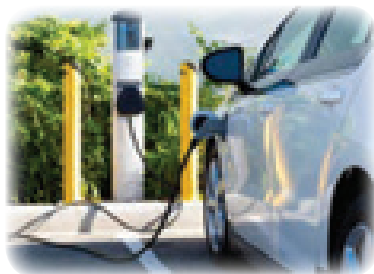
1. Tok kúshi hám onín birligi.
2. Toktín tígízlígi hám onín birligi.
3. Sanaatta hám texnikada toktín tígízlíginín áhmiyeti.



1. Elektr togi payda bolıw shártlerin aytıp berin.
2. Kúndelikli turmısta paydalanılatuǵın galvanikalıq element hám akkumulyatorlarǵa mısallar keltirin.
3. Úyińizde paydalanıp atırǵan elektr ásbaplarınín qaysıları turaqlı, qaysıları ózgermeli tokta isleydi?

1. Tok kúshi hám onín birligi

Kúndelikli turmısımızdı elektr energiyasız kóz aldımızǵa keltire almaymız. Azanda turıp, elektr shıraǵın jaǵamız, elektr utyugte kiyimlerimizdi utyugleyemiz, muzlatqısha turǵan ónimlerdi alıp, mikrotolqınlı pesh járdeminde ısıtamız, uyalı baylanıs qurallarımızdı hám noutbuklarımızdı quwatlaymız, mektepke barsaq, sabaqqa kiriw hám shıǵıwda qońıraw qaǵıladı, jaqtılı xanalarda oqıymız. Házirgi kúnde elektr togi járdeminde qozǵalıwshı avtomobil (elektromobil) lerge pútkil dúnyada talap artıp barmaqta. Itibar berilse, joqarıdaǵılardıń hámмесinde elektr togınıń xızmeti bar.



Elektr togi metallarda, elektrolitlerde, yarım ótkizgishlerde, gazlarda, vakuumda qozǵalıwshı elektronlar yamasa ionlar sıyaqlı zaryadlangan bólekshelerdiń tártipli qozǵalıw aǵımınan ibarat boladı.

Erkin qozǵalıwshı zaryadlangan bóleksheler zaryad tasıwshılar dep ataladı, Hár qıylı ortalıqlarda elektr togin hár qıylı bóleksheler tasıydı:

Sonıń ishinde, erkin elektronlar, gazlarda erkin elektronlar hám de oń hám teris ionlar, yarım ótkizgishlerde elektronlar hám gewekler, elektrolitlerde ionlar.

Elektr togınıń bar ekenligin tásirleri arqalı biliw múmkin. Toktín tásirinde júz beretuǵın qubılıslarǵa qarap olardı tómendegi túrlerge ajıratamız:

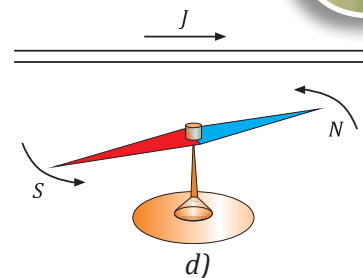
- a) Toktín jıllılıq tásiri-ótkizgishten elektr togi ótkende ol qızadı (5.1 a-súwret);
- b) Toktín ximiyalıq tásiri-elektrolit arqalı tok ótkende zat ajıraladı (5.1 b-súwret);
- d) Toktín magnit tásiri- toklı ótkizgish átirapında jaylasqan magnit strelkası burıladı (5.1 d-súwret).

Vakuumnán hám asa ótkizgishlerden elektr togi ótkende onıń jıllılıq tásiri baqlanbaydı.

Elektr togınıń ximiyalıq tásiri tek ǵana elektrolitlerde baqlanadı

The diagram illustrates an electrochemical cell (Daniell cell) with two half-cells. The left half-cell contains a zinc electrode (anode, labeled '+') in a solution of zinc ions (Zn²⁺). The right half-cell contains a copper electrode (cathode, labeled '-') in a solution of copper ions (Cu²⁺). An external circuit connects the two electrodes, with a label 'Tok mengalir' (Current flows) indicating the direction of electron flow from the anode to the cathode. Inside the cell, arrows show the movement of ions: Zn²⁺ ions move towards the anode, and Cu²⁺ ions move towards the cathode. The overall cell reaction is: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$.

5.1-súwret



Ótkizgishtiń kese-kesim maydanınan birlik waqıt ishinde aǵıp ótken zaryad muǵdarına san jaǵınan teń bolǵan shama tok kúshi delinedi.

Анлатпа бойынша ток кúshi:

(1)

Tok kúshi hám elektr zaryadı sıyaqlı skalyar shama.

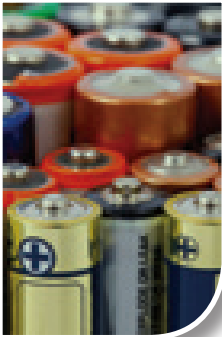
Diagram showing a closed circuit with a light bulb, a voltmeter, and an ammeter. The voltmeter is connected in parallel across the light bulb, and the ammeter is connected in series with the bulb. The circuit is powered by a battery.

d)

Bul jerde: I_0 – baslang'ish vaqitdagi, $I - t$ vaqittan keyingi tok kúshi.



5.2 *b*-súwret hám 5.2 *d*-súwretlerde siz tómen-degi (silteме) арқалы вертикал кóринисте орынлап, тоқ-тің hám электронлардың қозғалыс бағытын кóриwiңиз мýмкин.



V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

2. Toktín tıǵızlıǵı hám onıń birligi

Metallardan elektr toǵınıń ótiwin qarap shıǵayıq.

Kese kesim maydanı S , uzınlıǵı Δl bolǵan ótkizgish bólegin ajıratıp alamız (5.3-súwret). Tok tasıwshı bir bóleksheniń saryadı q_0 ǵa teń.

Ajıratıp alıńǵan 1 hám 2- betler arasındaǵı bóleksheler sanı:

$$N = n \cdot V = n \cdot S \cdot \Delta l \quad (3)$$

ǵa teń boladı. Bunda n – zaryadlı bóleksheler konsentraciyası. Ajıratılǵan bóleginde tok payda etiwshi ulıwma zaryad muǵdarı tómendegige teń boladı:

$$q = q_0 \cdot N = q_0 \cdot n \cdot S \cdot \Delta l \quad (4)$$

Tok kúshi ańlatpasınıń formulasına tiykarlanıp, tómendegige iye bolamız:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q_0 \cdot N}{t} = \frac{q_0 \cdot n \cdot S \cdot \Delta l}{t} = n \cdot S \cdot v \cdot q_0 \quad (5)$$

Bul jerde v – zaryadlı bóleksheniń tártipli qozǵalı (dreyf) tezligi. Ótkizgishte toktıń tarqalıw tezligi degende zaryadlı bólekshelerdiń tártipli qozǵalı tezligi emes, elektr maydanınıń ortalıqtaǵı tarqalıw tezligi haqqında sóz boladı. Elektr maydanınıń tarqalıw tezligi jaqtılıqtıń vakuumdagı tezligi ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)ne jaqın mániste boladı.

Ótkizgish kese kesim maydanı birliginen ótip atırǵan tok kúshine san jaǵınan teń bolǵan shama elektr toǵınıń tıǵızlıǵı delinedi. Toktın tıǵızlıǵı (j) háribi menen belgilenedi.

$$j = \frac{I}{S}$$

Toktın tıǵızlıǵı $[j] = \frac{A}{m^2}$ larda ólshenedi:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{n \cdot q_0 \cdot v \cdot S}{S} = n \cdot q_0 \cdot v$$

Toktın tıǵızlıǵı vektorlıq shama bolıp, onıń baǵıtı oń zaryadlı bólekshelerdiń tártipli qozǵalı tezlik v vektorı baǵıtı menen sáykes túsedı.

3. Sanaatta hám texnikada toktın tıǵızlıǵınıń áhmiyeti

Ótkizgishtegi tok tıǵızlıǵı ótkizgish qanshelli dárejede elektr energiyası menen támiyinlengenligin kórsetedi. Ótkizgishte artıqsha shıǵınlarǵa jol qoymaw, yaǵnıy qárejetlerdi kemeytiw ushin ondaǵı toktın tıǵızlıǵın optimal halda tańlaw kerek boladı.

Toktın tıǵızlıǵı shamasına ótkizgish materialı tásir etpese de, texnikada ótkizgishtiń salıstırmalı qarsılıǵı hám uzınlıǵına qarap tańlanadı. Turmıslıq maqsetlerde qollanılatuǵın ótkizgishler toqtın únemli rejimine sáykeslep tańlanadı.



1. Elektr togi degenimiz ne?
2. Eñ ápiwayı tok deregi haqqında túsınık berıń.
3. Neniń tásirinde zaryadlar ótkizgish boyınsha qozǵaladı?
4. Elektr togınıń tásirlerin túsindirip berıń.
5. Elektr shınjırında energiya qalay ózgeredi?
6. Elektr shınjırı sxemalarındaǵı shártli belgiler haqqında nelerdi bilesiz?
7. Toktıń tıǵızlıǵınıń turmıstaǵı hám sanaattaǵı áhmiyeti nede?

Másele sheshiw úlgileri

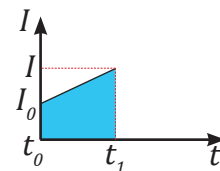
1. Diametri 1 mm bolǵan ótkizgishten 5A tok ótpekte. Ótkizgish-tegi toktıń tıǵızlıǵın esaplań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$D = 1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $I = 5 \text{ A}$	$j = \frac{I}{S}$ $S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$S = \frac{3,14 \cdot (1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2}{4} = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $j = \frac{5 \text{ A}}{0,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} \approx 6,37 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ Juwabı: $j \approx 6,37 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$.
$j = ?$		

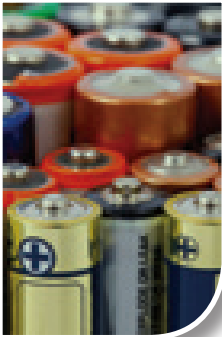
2. Kese kesim maydanı 1 mm² bolǵan ótkizgishten 1 A tok otip atırǵan bolsa, elektronlardıń dreyf qozǵalı tezligi qanday? Ótkizgish-tegi erkin elektronlar konsentratsiyasın $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$ dep alıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $I = 1 \text{ A}$ $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$	$v = \frac{I}{enS}$	$v = \frac{I}{enS} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{28} \cdot 10^{-6}} = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ Juwabı: $v = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.
$v = ?$		

3. Ótkizgishten ótiwshi tok kúshi $I = 4 + 3t$ hızamı boyınsha ózge-rip atırǵan bolsa, 2 s waqt ishinde ótkizgishtıń kese kesim maydanı-nan neshe elektron aǵıp ótedi?



Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$I_0 = 4 \text{ A}$, $k = 3 \text{ A/s}$, $t_0 = 0$ $t_1 = 2 \text{ s}$	$I = I_0 + k \cdot t$ $I_{\text{ort}} = (I_0 + I_1)/2$ $q = I_{\text{ort}} \cdot t$	$I = (4 + 3 \cdot 2) \text{ A} = 10 \text{ A}$ $I_{\text{ort}} = (4 + 10)/2 = 7 \text{ A}$ $q = 7 \cdot 2 = 14 \text{ C}$ Juwabı: $q = 14 \text{ C}$.
$q = ?$		



V BAP. TURAQLI TOK NIZAMLARI



26-shinigiw

1. Eger galvanometrden $1,6 \mu\text{A}$ tok ótip atirgan bolsa, onnan 10 s da neshe elektron agip ótedi?
2. Zaryadi 7 nC bolgan noqatliq zaryad kerosin ishinde turipti. Onnan 10 cm uzaqliqtagi elektr maydan kernewliligin tabin. Kerosinni dielektrik siindiriwshenligi 2,1 ga teñ dep alin.
3. Elektr shinjirdagi lampochkadan 5 minutta 30 C zaryad ótken bolsa, shinjirdagi tok kushi nege teñ?
4. Elektr shinjirga jalangan lampochkadan 0,1 A tok ótpekte. Lampochka spirali arqali 8 minutta qansha zaryad ótedi? Sol waqit dawaminda lampochkadan ótken elektronlar sanin esaplañ.
5. Akkumulyator 25 minut dawaminda 4 A tok berip tura aladi. Bunday akkumulyator qansha elektr zaryadin toplay aladi?

Úyge tapsirmalar

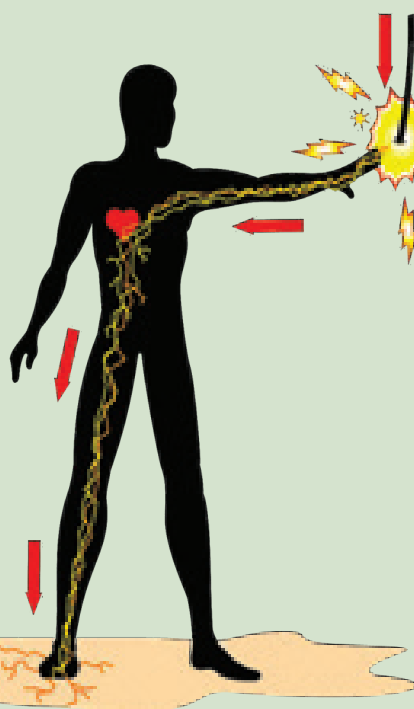
Qawipsizlik qagiydalarina qatan turde amel etin!

1. Kalkulyator, qalta fonari, oynshiq pistolet, basqariliwshi mashina ham sol siyaqli galvanikalik element (batareya)larin alip koriñ ham neshe amper tok ham neshe volt kernew beriwlerin dapterleriñizge jazin.
2. Galvanikalik element ham eki lampochkanı ótkizgishler arqali aldın izbe-iz, soñ parallel jalgañ. Har eki halda lampochkalardıñ janıwına itibar beriñ. Sebebin túsindiriwge hareker etin.

PAYDALI MAGLIWMAT

Toktan ziyanlanıw 1862-jılı eñ dáslep dizimge alingan. Bunda insan tok ótiwshi simniñ ashıq jerine tiyip, qaytis bolgan. Bazı bir elektr simlarına tiyip, ziyanlı tásir alıwıñız múmkin. Bunıñ sebebi qurgaq teriniñ qarsılıǵı 100000Ω yamasa onnan úlkenirek. Sonday eken, 100000Ω qarsılıqlı teri, 9 voltlı galvanikalik elementke tiyiwi qawipsiz bolmayma. Om nızamı boyınsha, $9\text{V} \div 100000 \Omega$ nan tek gana 0,00009 amper agım (tok) ótedi. Bul ziyanlı bolıwı ushın jeterli agım emes. Diywaldaǵı rozetkada 120V kernewli tok teri arqalı qawipli 0,0012 amper agımın ($120\text{V} \div 100000 \Omega$) payda etetuǵın boladı. Bul bolsa galvanikalik elementte payda etiletuǵın toktan 13 ese kóp.

Geyde teriñizge suw tiyedi. Ígal teri qurgaq terige qaraǵanda kóbirek kishi qarsılıqqa iye. Kishi qarsılıq har qanday kernewde deneñizden kóbirek agım (tok) ótiwine imkan beredi. Suw ham 120 voltlı elektr togınıñ kombinaciyası ásirese qawipli bolıp esaplanadı. Sebebi deneñizde joqarı kernew ham tómén qarsılıq úlken (qawip qáteri) tok agıwına sebep boladı. Sol sebepli onnan paydalanıw ushın ásbaplardı tok dereklerine tuwrı jalǵawın úyrenip alıwımız kerek. Ámeliyatta 42 V tan joqarı bolgan kernew insan denesi ushın qawipli bolıp esaplanadı.



TOLÍQ SHÍNJÍR USHÍN OM NÍZAMÍ

33-TEMA



1. Tok dereginde sirtqí kúshlerdiń zaryadtı kóshiriwde atqargan jumısı.
2. Derektiń elektr qozǵawshı kúshi.
3. Tok dereginiń ishki qarsılıǵı.
4. Toliq shınjır ushın Om nızamı.
5. Tok dereginde qısqa tutasıw.

1. Shınjırdıń bir bólegi ushın Om nızamı formulasın aytıń.
2. Voltmetr hám ampermetr shınjırǵa qalay jalǵanadı?
3. Eger voltmeter tok dereginiń polyuslerine jalǵansa, neni kórsetedi?



1. Tok dereginde sirtqí kúshlerdiń zaryadtı kóshiriwde atqargan jumısı

Ótkizgishlerde elektr togın júzege keltiriw ushın ótkizgish ishinde elektr maydan payda etiw kerek. Bul wazıypanı tok derekleri atqaradı. Tok derekleri hár qıylı bolıp, olardıń hámмесinde óń hám терis zaryadları ajratıw jumısı atqarıladı. Ajratılǵan zaryadlar tok dereginiń polyuslerinde toplanadı.

Polyus derektiń klemma (qısqıshlar) arqalı ótkizgishlerge jalǵanatuǵın ornı. Tok dereginiń bir polyusı óń, ekinshi polyusı терis zaryadlanıp, olar arasında ishki elektr maydan payda boladı.

Demek, derektiń ishinde tabiyatı menen elektrostatikalıq kúshlerden parıqlanıwshı kúshler bar bolıwı kerek. Bul kúshler sirtqı kúshler dep ataladı. Olar zaryadqa tok dereginiń ishinde tásir etip, sol kúshler energiyanı elektr shınjırına jetkerip beredi. Sirtqı kúshler tásirinde tok dereginiń ózinde zaryadlar bir-birinen ajıraladı, buni biz derektiń polyuslarında kóremiz. Yaǵnıy óń polyuske óń zaryad, терis polyuske терis zaryad toplanadı.

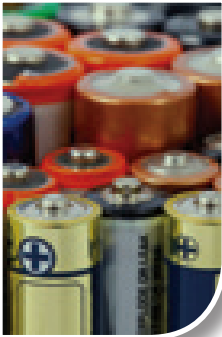
Eger tok dereginiń polyusleri ótkizgish penen jalǵansa, ótkizgishte sirtqı kúshler payda etken elektr maydan tásirinde ótkizgish boyınsha erkin elektronlar qozǵaladı hám elektr toǵı payda boladı. Sirtqı kúshlerdiń tábiyatı hár qıylı bolıwı múmkin.

Tok dereklerinde zaryadları ajratıw procesinde mexanikalıq, ximiyalıq, ishki hám basqa túrdegi energiyalar elektr energiyasına aylanadı. Sonday etip, hár qanday tok dereginde elektr energiya basqa kórinistegi energiya esabınan payda etiledi.

Mısalı, elektrofor mashinasında mexanikalıq energiya, termoelementte ishki energiya, fotoelementte jaqtılıq energiyası, galvanikalıq elementte hám akkumulyatorda ximiyalıq energiya elektr energiyaǵa aylanadı.

Galvanikalıq elementlerdiń jumısı dawamında elektrodlar jemi-rilip, eritpe sarıplanadı. Sonıń ushın belgili waqıt ótip, olardı almastırıwǵa tuwrı keledi.





V BAP. TURAQLI TOK NIZAMLARI

Akkumulyatorlarda bolsa elektrodlar jemirilmeydi. Eñ ápiwayı akkumulyator sulfat kislota eritpesine batırılğan eki qorǵasın plastinkadan ibarat.

Akkumulyator zaryadlanǵanda elektr togı jumıs atqaradı, bunıń hátıyjesinde akkumulyatordıń ximiyalıq energiyası artadı. Akkumulyator zaryadsızlanǵanda ximiyalıq energiya elektr energiyasına aylanadı.

2. Derektiń elektr qozǵawshı kúshi

Tok dereginde sırtqı kúshler erkin zaryadlardı elektrostatika-lıq maydan kúshlerine qarsı kóshiriwde (A_{sirt}) jumıs atqaradı. Tuyıq elektr shınjırında tok bolıwı ushın sırtqı kúshler ótkizgish ishinde zaryadtı kóshiriwde álbette jumıs atqarılwı kerek.

Sırtqı kúshlerdiń tuyıq shınjır boyınsha birlik oń zaryadtı kóshiriwde atqarǵan jumısına teń bolǵan fizikalıq shama derektiń elektr qozǵawshı kúshi (EQK) dep ataladı. EQK $\mathcal{E}$ (epsilon) háribi menen belgilenedi.

Anıqlama boyınsha EQK ti tómendegishe jazamız:

$$\mathcal{E} = A_{sirt} / q$$

Bunda: $\mathcal{E}$ – EQK, A_{sirt} – sırtqı kúshlerdiń atqarǵan jumısı, q – zaryad. Derektiń EQKi shınjır ashıq bolǵanda onıń polyusindegi potenciallar ayırmasına teń boladı. Sonıń ushın da elektr qozǵawshı kúsh birli-gi potenciallar ayırması sıyaqlı volt (V) birliginde ólshenedi, yaǵnıy $1 \text{ V} = 1 \text{ J} / 1 \text{ C}$

3. Tok dereginiń ishki qarsılıǵı

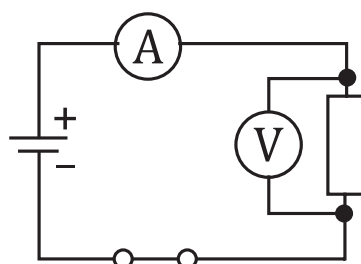
Elektr shınjır bir-birinen túpten parıq qılıwshı bóleklerden qu-ralǵan. Elektr togınıń tutınıwshıları, elektr ólshew ásbapları, tok ótkiziwshı sımlar shınjırdıń sırtqı bólegin, tok dereginiń ózi bolsa shınjırdıń ishki bólegin payda etedi. Tuyıq elektr shınjırınıń sırtqı bóliminiń qarsılıǵın R menen, onda tásir etiwshı tok dereginiń EQK-ti $\mathcal{E}$ menen, onıń ishki qarsılıǵın r menen belgileymiz (5.4-súwret).

4. Tolıq shınjır ushın Om nızamı

Tok deregine qandayda bir R qarsılıqlı rezistor jalǵap, jabıq shın-jır payda etemiz. Tok dereginiń EQKi $\mathcal{E}$, onıń ishki qarsılıǵı r bolsın. Generatorlarda r ishki qarsılıq dep oramlar qarsılıǵı, galvanikalıq elementte bolsa elektrolit eritpesi hám elektrodlardıń qarsılıǵı tú-siniledi.

Tuyıq shınjır ushın Om nızamı shınjırdaǵı toktıń kúshi I di, EYK $\mathcal{E}$ hám shınjırdıń tolıq qarsılıǵı $(R+r)$ di bir-birine baylanıstıradı. Tuyıq elektr shınjırınıń bóleklerine Om nızamı qollanılsa, shınjırdıń sırtqı hám ishki bóleklerindegi kernewleriniń jıyındısı derektiń elektr qozǵawshı kúshine teń boladı, yaǵnıy:

$$\mathcal{E} = I \cdot R + I \cdot r = U_R + U_r$$



5.4-súwret



Bunda

$$I = \mathcal{E} / (R + r)$$

Bul teńlik **tuyiq (tolıq) shınjır ushın Om nızamınıń** matemati-
kalıq ańlatpası bolıp, ol tómendegishe táriyplenedi:

Tuyiq shınjırdan ótip atırǵan tok kúshi derektiń elektr qozǵawshı kúshine tuwra proporcional hám shınjırdıń tolıq qarsılıǵına kerı proporcional boladı.

5. Tok dereginde qısqa tutasıw

Eger sırtqı shınjırdı ajratıp, derek polyusleri óz ara jalǵansa ($R = 0$ bolǵanda), qısqa tutasıw payda boladı. Qısqa tutasıw toǵı $I_{q.t}$ EQKi $\mathcal{E}$ hám ishki qarsılıǵı r bolǵan tok deregi bere alatuǵın eń úlken tok:

$$I_{q.t} = \mathcal{E} / r$$



1. EQK degenimiz ne?
2. Tok dereginiń ishki qarsılıǵı neni bildiredi?
3. Shınjırdıń bir bólegi hám tolıq shınjır ushın Om nızamınıń ayır-
mashılıǵı nede?
4. EQK ti nege uqsatıw múmkin?
5. Qısqa tutasıw bolǵanın baqlaǵansız ba?
6. Tok dereginiń ishki qarsılıǵı áhmiyetke iye shamama?

Másele sheshiw úlgisi

Derektiń EQKi hám ishki qarsılıǵın anıqlaw ushın aldın onıń qısqıshlarına 2Ω , soń 4Ω qarsılıqlı rezistorlar gezek penen jalǵa-
nadı. Birinshi halda tok kúshi $0,5 \text{ A}$, ekinshi halda bolsa $0,3 \text{ A}$ ge teń
bolǵan bolsa, derektiń ishki qarsılıǵı hám EQKi nege teń?

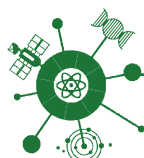
Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$R_1 = 2 \Omega$ $R_2 = 4 \Omega$ $I_1 = 0,5 \text{ A}$ $I_2 = 0,3 \text{ A}$	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$ $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}$	$0,5 = \frac{\mathcal{E}}{2 + r}; 0,3 = \frac{\mathcal{E}}{4 + r}$ Bul ańlatpadan: $r = 1 \Omega$; $\mathcal{E} = 1 + 0,5 r = 1,5 \text{ V}$ ekenligin tabamız. Juwabı: $r = 1 \Omega$; $\mathcal{E} = 1,5 \text{ V}$.
$r = ? \mathcal{E} = ?$		

V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

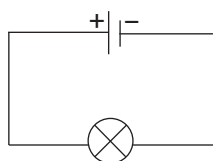


27-shinóiw

1. Eger akkumulyatordín ishki qarsılıǵı $0,2 \Omega$, EQKi 5 V , oǵan jalǵanǵan ótkizgishtegi kernewliginiń túsiwi $4,5 \text{ V}$ bolsa, ótkizgishtiń qarsılıǵı (Ω) qanshaǵa teń boladı?
2. Ishki qarsılıǵı 2Ω bolǵan tok deregi 5Ω sırtqı qarsılıq jalǵanǵanda derek qısqıshlarındaǵı kernew 10 V ǵa shekem azayadı. Derektiń EQKin tabıń.
3. Shinjirdín sırtqı qarsılıǵı $1,5 \Omega$ bolǵanda tok kúshi I ǵa, 4Ω bolǵanda bolsa $I/2$ ge teń boldı. Derektiń ishki qarsılıǵın tabıń (Ω).
4. Shinjır qarsılıǵı 4Ω bolǵan rezistordan hám EQKi 6 V , ishki qarsılıǵı 2Ω bolǵan tok dereginen dúzilgen. Rezistordaǵı kernew túsiwi qansha (V) ǵa teń?
5. EQKi 3 V hám ishki qarsılıǵı $0,6 \Omega$ bolǵan batareyanıń qısqıshlarıniń qarsılıǵı júdá kishi bolǵan metall ótkizgish penen tutastır-saq,onnan qanday tok kúshi (A) ótedi?

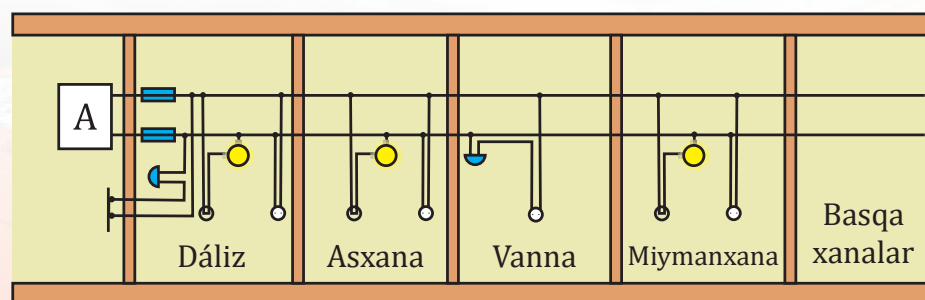


Qosımsha tapsırmalar



1. Usı sxemanı qaytalap sıziń hám oǵan toktı ólshew ushın am-permetrdi, lampochkadaǵı kernewdi ólsheytuǵın voltmetrđi qosıń.

2. Usı bólmede elektr ásbaplarıniń jalǵanıw sxemasına qarap, olar qanday jalǵanǵanlıǵın, shártli belgiler arqalı bolsa qaysı elektr ásbapları qollanılganın aytıń!





MÁSELELER SHESHIW

34-TEMA

Másele sheshiw úlgisi

1. Tok deregi $R = 1,8 \Omega$ sirtqi qarsiliqqa jalgánganda $I_1 = 1,7$ A tok beredi. Sirtqi qarsiliq $R_2 = 2,3 \Omega$ bolganda tok kúshi kemeyip, $I = 0,56$ A bolgan bolsa, derektiń EQKi $\mathcal{E}$ in hám ishki qarsiligi r di tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$R_1 = 1,8 \Omega$ $I_1 = 1,7$ A $R_2 = 2,3 \Omega$ $I_2 = 0,56$ A $\mathcal{E} = ?$, $r = ?$	$\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r$ $\mathcal{E} = I_2 R_2 + I_2 r$	$I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r \quad r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$ $r = \frac{(0,56 \cdot 2,3 - 0,7 \cdot 1,8) \text{ A} \cdot \Omega}{(0,7 - 0,56) \text{ A}} = 0,2 \Omega$ $\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r = I_1 (R_1 + r) = 0,7 \text{ A} \cdot (1,8 + 0,2) \Omega = 1,4 \text{ V}$ Juwabi: $r = 0,2 \Omega$; $\mathcal{E} = 1,4 \text{ V}$.

2. Diametri 2 mm bolgan ótkizgishten 3,14 A tok ótken bolsa, ondağı toktiń tıgızlıgı tabıń (A/m^2).

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$D = 2$ mm $I = 3,14$ A $j = ?$	$j = \frac{I}{S}$ $S = \pi R^2$; $D = 2R$ $j = \frac{I}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$	$j = \frac{I}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}} = \frac{3,14 \text{ A}}{3,14 \cdot \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \text{ m}^2} = \frac{4000000 \text{ A}}{4 \text{ m}^2} = 1000000 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ Juwabi: $j = 1 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$.

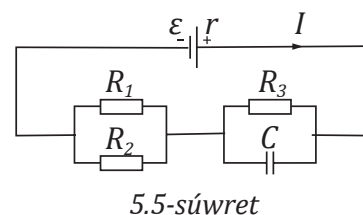
28-shınıgıw

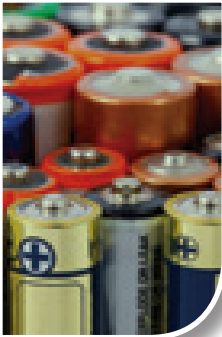


1. Batareya polyuslerge jalgángan $R_A = 2 \Omega$ ishki qarsiliqlı ampermetr $I = 5$ A toktı kórsetedi. Sol batareya polyusleri $R_V = 150 \Omega$ ishki qarsiliqlı voltmeter $U = 12$ V kernewdi kórsetse, qısqa tutasıw togın tabıń.

2. Mıs sımdağı erkin elektronlar konsentraciyası $8 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ hám olardıń tártipli qozgalıw tezligi $5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ bolsa, toktıń tıgızlıgı nege teń (A/m^2)?

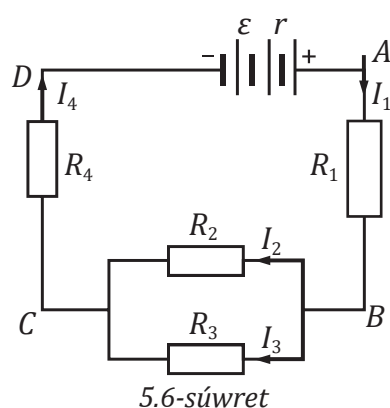
3. Ishki qarsiligi $r = 3 \Omega$ bolgan galvanikalıq element támiyinlep turğan shınjır 5.5-súwrette kórsetilgendey óz ara parallel jalgángan. $R_1 = R_2 = 28 \Omega$ qarsiliqlı rezistor hám $R_3 = 40 \Omega$ qarsiliqlı rezistorlardan ibarat bolıp, R_3 rezistorğa $C = 5 \mu\text{F}$ sıyımlıgı kondensator parallel jalgánganda $q = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ elektr zaryadı benen zaryadlangan. Elementtiń EQKi $\mathcal{E}$ in tabıń.





V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

4*. Hár biriniń EQK $\mathcal{E}=1,5$ V, ishki qarsılıǵı $r = 0,5 \Omega$ bolǵan 3 elementten payda etilgen batareya 5.6-súwrette kórsetilgenindey sırtqı shınjırǵa jalǵanǵan. Eger sırtqı shınjırdaǵı qarsılıqları $R_1 = 1,2 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 1 \Omega$ bolsa, hár bir qarsılıqtan ótip atırǵan I_1 , I_2 , I_3 , I_4 toklar hám olardaǵı kernew U_1 , U_2 , U_3 , U_4 lerdı tabıń.



5. Hár biriniń EQKi $\mathcal{E} = 1,2$ V, ishki qarsılıǵı $r = 0,5 \Omega$ bolǵan 2 element óz ara parallel jalǵanıp payda etken batareya 5.7-súwrette kórsetilgenindey sırtqı shınjırǵa jalǵanǵan. Shınjırdaǵı qarsılıqlar $R_1=2,75 \Omega$, $R_2= 6 \Omega$, $R_3= 3 \Omega$, hám $R_4= 20 \Omega$ ǵa teń bolsa, R_3 qarsılıqtan ótip atırǵan tok kúshin tabıń.

6. EQKi 12 V, ishki qarsılıǵı 1Ω bolǵan turaqlı tok dereǵine qarsılıǵı 2Ω bolǵan rezistor jalǵanǵan. Derekten ótip atırǵan tok kúshin esaplań (A).

7. Elektr shınjırınıń sırtqı qarsılıǵı derektiń ishki qarsılıǵınan 4 ese úlken. Eger derektiń EQKi 12,5 V bolsa, sırtqı qarsılıqtaǵı kernewdiń túsiwin anıqlań (V).

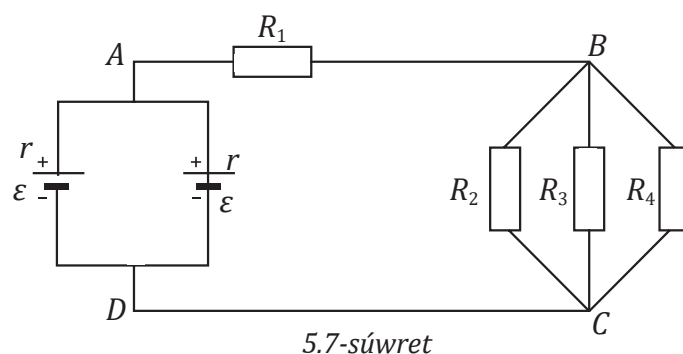
8. EQKi 5 V, ishki qarsılıǵı $0,5 \Omega$ bolǵan akkumulyatorǵa qarsılıǵı $19,5 \Omega$ bolǵan lampochka jalǵanǵan. Qısqa tutasıw júz berse, tok kúshi qanshaǵa teń boladı?

9. Ishki qarsılıǵı $0,01 \Omega$ bolǵan tok dereǵi qısqa tutasqanda tok kúshi 1200 A boldı. Tok dereǵiniń EQKin tabıń (V).

10. Ishki qarsılıǵı 2Ω , EQKi 12 V bolǵan akkumulyatorǵa qarsılıǵı 4Ω bolǵan lampa jalǵandı. Akkumulyator polyusindegi kernewdi tabıń.

11. Kese kesim maydanı 4 mm^2 bolǵan ótkizgishlerdegi tok kúshi $5 \mu\text{A}$ bolsa, toktıń tıǵızlıǵın tabıń.

12. Kese kesim maydanı 10 mm^2 bolǵan sımdaǵı ótkiziwsheńlik elektronlardıń konsentraciyası $5 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$. Tok kúshi 10 A bolǵanda, elektronlar ilgerlemeli qozǵalıswınıń ortasha tezligi qanday boladı?





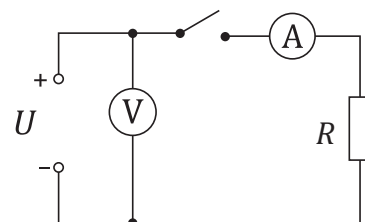
LABORATORIYA JUMÍSÍ

35-TEMA

TOK DEREGINÍŇ ELEKTR QOZĠAWSHÍ KÚSHI HÁM ISHKI QARSÍLÍĠÍN ANÍQLAW

Jumístıń maqseti: ampermetr hám voltmetr járdeminde tok dereginiń elektr qozǵawshı kúshin hám ishki qarsılıǵın anıqlaw.

Kerekli ásbaplar: laboratoriya universal tok deregi yamasa akkumulyator batareyası, ampermetr, voltmetr, gilt, ótkizgish sımlar, 10 Ω va 20 Ω qarsılıqqa iye bolǵan rezistorlar.



Jumıstı orınlaw tártibi

1. Súwrette keltirilgen elektr shınjırı jıynaladı. Shınjırǵa 10 Ω qarsılıqlı rezistordı jalǵań.
2. Gilt ashıq halda voltmetr kórsetkishi U_v nı jazıp alıń. $U_v = \mathcal{E}$ ge teń dep alıń.
3. Gilt jalǵanadı hám ampermetr kórsetkishi I_A nı jazıp alıń.
4. Nátiyjelerdi kestege kóshiriń.

Nº	U_v , (V)	U_2 , (V)	I_A , (A)	$\mathcal{E}$, (V)	r , (Ω)

5. Tok dereginiń ishki qarsılıǵın $r = \frac{\mathcal{E} - U_2}{I}$ formuladan esaplań hám nátiyjeni kestege jazıń.

6. Shınjırǵa 20 Ω qarsılıqlı rezistordı jalǵań hám tájiriybenı tákirarlań.

7. 1- hám 2-tájiriybelerde tabılǵan r_1 hám r_2 lerdi salıstırıń.

1. Elektr shınjırdıń qaysı bólegi ishki, qaysı bólegi sırtqı shınjır delinedi?

2. Derektiń EQKi degende neni túsinesiz?

3. Deretiń ishki qarsılıǵı neniń esabınan payda boladı?



36-TEMA

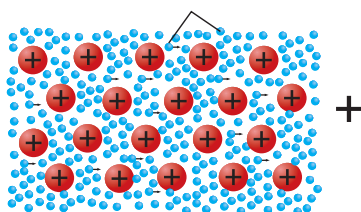
METALL ÓTKIZGISHLER QARSÍLÍGÍNÍN TEMPERATURAĞA BAYLANÍSLÍLÍGÍ

1. Metall ótkizgishler qarsılıgınıń temperaturağa baylanıslığı.
2. Asa ótkizgishlik.



1. Elektr energiyasın islep shıǵaratuǵın qanday dereklerdi bilesiz?
2. Elektr togın jetkerip beriw liniyalarında qanday ótkizgishler (sımlar) den kóbirek paydalanıladı?
3. Sım aǵashlarında qanday ótkizgishlerdi kórgensiz hám olardı basqa túrdegi ótkizgish penen almasırsa bolama?

1. Metall ótkizgishler qarsılıgınıń temperaturağa baylanıslılıǵı



5.8-súwret

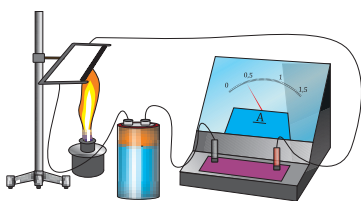
Tómengi klaslarda fizikanı úyrengenińizde siz metall ótkizgishlerdiń qarsılıǵı (R) zatlardıń túrine hám onıń geometriyalıq ólshemlerine (uzınıǵı l hám kese kesim maydanı S) baylanıslılıǵın bilip alǵansız. Metallarda temperaturanıń artıwı erkin elektronlar tezliginiń hám soqlıǵısıwlar sanınıń artıwına alıp keledi. Bunnan tısqarı, kristall reshıyotka túyinlerindeki ionlardıń terbeliw amplitudası hám onıń qozǵalıstaǵı elektronlar menen soqlıǵısıwlar sanı artadı. Nátiyjede zaryadlangan bólekshelerdiń tártipli qozǵalı tezligi kemeyedi, al bul tok kúshiniń kemeyiwine alıp keledi. (5.8-súwret).

Qarsılıq ótkizgishtiń temperaturasına da baylanıslı ma?

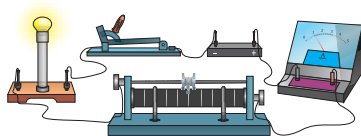
Keliń, bir tájiriybe ótkereyik. Galvanometr, metall sımlı spiral hám tok dereginen ibarat bolǵan elektr shınjırın jıynaymız (5.9 a-súwret). Bul tájiriybe spiral qızdırlıǵanda onıń qarsılıǵı artqanın kórsetedi. Tájiriybe jáne sonı kórsetedi, metall ótkizgishti qızdıraqımızda galvanometr kórsetkishi tómeydi.

Yamasa 5.9 b-súwrettegi elektr shınjırın jıynap, tájiriybe ótkersek te boladı. Dáslep lampochka jarqırıp janıp turadı. Spiral qızdırsaq, lampochkanıń jarqırawı kemeyedi. Eger olarǵa izbe-iz ampermetr jaǵansa, ótiwshi tok kúshiniń kemeygenligin kórsetedi. Bul tájiriybelerden juwmaq shıǵarsaq, temperatura artıwı menen metallardıń qarsılıǵı artadı. Metall ótkizgish zattıń salıstırmalı qarsılıǵı erkin zaryad tasıwshılarınıń konsentraciyasına hám olardıń turǵın teńsalmaqlıq halı átirapında terbeletuǵın kristall reshıyotka ionları menen soqlıǵısıwlar sanına baylanıslı boladı..

Metall ótkizgishlerde erkin elektronlardıń konsentraciyası belgili bir ótkizgish ushın ámelde turaqlı bolıp, temperaturağa baylanıslı emes. Biraq kristall reshıyotkanıń ionları menen erkin elektronlardıń soqlıǵısıwlar sanı temperatura artıwı menen artadı. Bul temperatura artıwı menen metall ótkizgish qarsılıgınıń artıwına alıp keledi.



a)



b)

5.9-súwret



Ótkizgishler qarsılıgınıń temperaturaǵa baylanıslılıǵın xarakterlewde qarsılıqtıń temperaturalıq koefficienti (α) kiritiledi. Bunda α – qarsılıqtıń temperaturalıq koefficienti delinedi.

α – koefficient, temperatura 1 °C ǵa ózgergende ótkizgish qarsılıgınıń ózgeriwi 0 °C daǵı qarsılıgınıń qansha bólegin quraytuǵının kórsetedi:

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 \cdot (T - T_0)} \quad (1)$$

Bul jerde ρ_0 hám ρ ótkizgish materialınıń $T_0 = 273 \text{ K}$ (0 °C) hám berilgen (T) temperaturadaǵı salıstırmalı qarsılıǵı. Anıq isleytuǵın elektron sxemalarda ótkizgish qarsılıgınıń temperaturaǵa baylanıslılıǵın esapqa alıw zárur boladı. Onı esapqa almaw qosımsha qáteliklerdiń júzege keliwine sebepshi bolıwı múmkin.

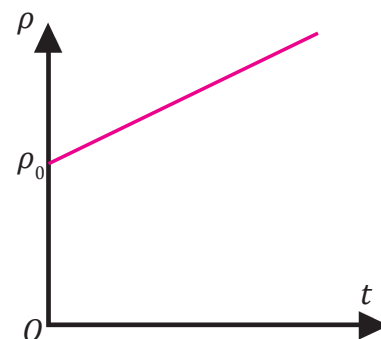
Formuladan ótkizgish materialınıń (T) temperaturadaǵı salıstırmalı qarsılıǵı (ρ)n tapsaq:

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (2)$$

formulaǵa iye bolamız. Bunda $\Delta T = T - T_0$. Ótkizgishtiń absolyut temperaturadaǵı ósiwi Selsiy shkalası boyınsha temperaturanıń artıwı menen birdey boladı, yaǵnıy: $\Delta T = \Delta t$. Solay etip, metall ótkizgish materialınıń qarsılıǵı temperatura artıwı menen artadı.

Bul baylanıslılıqtıń grafigi 5.10-súwrette kórsetilgen.

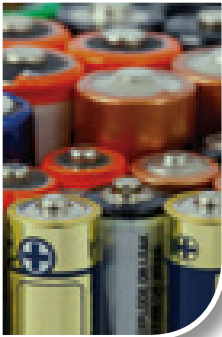
Tómenдеgi kestede ayırım metallardıń salıstırmalı qarsılıqtıń temperatura koefficienti keltirilgen:



5.10-súwret

Metall yamasa aralaspa	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	Metall yamasa aralaspa	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$
Alyuminiy	0,0042	Nikel	0,0065
Vismut	0,0046	Niobiy	0,003
Volfram	0,0045	Nixrom	0,0002
Temir	0,0062	Qalayı	0,0044
Altın	0,0040	Platina	0,0039
Indiy	0,0047	Sınap	0,0010
Kadmiy	0,0042	Qorǵasın	0,0042
Kobalt	0,0060	Gúmis	0,0040
Mıs	0,0039	Xrom	0,0059
Molibden	0,0050	Xromal	0,000065
Natriy	0,0055	Cink	0,0042

V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ



5.11-súwret

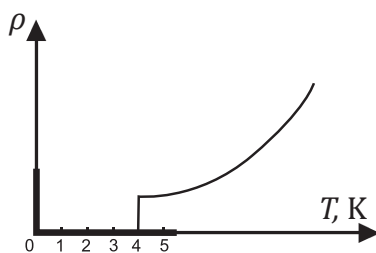
Ótkizgishler qızdırılğanda olardıń geometriyalıq ólshepleri az ózgeredi. Ótkizgishtiń qarsılıǵı tiykarınan salıstırmalı qarsılıqtıń ózgeriwi menen ózgeredi. Ótkizgishtiń $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturadaǵı qarsılıǵı $R_0 = (\rho_0 \cdot l)/S$, $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturadaǵı qarsılıǵı $R = (\rho \cdot l)/S$ ekenliginen paydalanıp, eki formulanı aǵzama-aǵza bólıp, R di tapsaq:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (3)$$

formulaǵa iye bolamız.

Metall ótkizgishler ushın bul formulalar $T > 140\text{ K}$ temperaturada qollanıladı. Barlıq metallar ushın olardıń qarsılıǵı temperatura artıwı menen artadı, yaǵnıy qarsılıqtıń temperatura koefficienti α oń mániste boladı. Kóp ǵana metallar ushın (biraq quymalar emes) 0 den $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ǵasha bolǵan temperaturada qarsılıqtıń termik koefficientiniń ortasha mánisi: $\alpha \approx 1/273\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Metallar qarsılıǵınıń temperaturaǵa baylanıslıǵın ólshewde arnawlı ásbaplar qarsılıq termometrleri qollanıladı (5.11-súwret).



5.12-súwret

2. Asa ótkizgishlik

Metallardıń salıstırmalı qarsılıǵı ρ temperaturanıń tómenlewi menen (2) formulaǵa tiykarlanıp 5.12-súwrettegi iymek sıziq boyınsha kemeyiwi kerek edi. Biraq tajiriybe nátiyjeleri ρ nıń T ǵa baylanıslıǵı 5-súwrettegi iymek sıziq boylap payda bolıwın kórsetti. Ayırım sap metallardıń (Al, Pb, Zu hám basqalar) salıstırmalı qarsılıǵı absolyut nolge jaqın temperaturada ($T_k = 0,14-20\text{ K}$) keskin túrde, nolge shekem kemeyiwi (5.12-súwret) hám olar asa ótkizgish bolıp qalıwı baqlanǵan. Bul qubılıstı birinshi márte 1911-jıl 28-aprelde gollandiyalıq fizik G. Kamerling Onnes tájiribe tiykarında oylap taptı. Ol sinaptı suyıq geliyde suwıtqanda sinaptıń qarsılıǵı basında aste-aqırın kemeyip, soń temperatura $4,1\text{ K}$ ge jetkende keskin túrde nolge túsip qalǵanlıǵın anıqladı. Eger asa ótkizgishilik jaǵdayda bolǵan saqıyna kórinisindegi ótkizgishte tok payda bolsa, keyin derek úzip qoyılsa, qálegeninshe uzaq waqıt dawamında bul toktıń kúshi ózgermey qala beredi. Haqıyqatında da Kamerling Onnes 7 K temperaturadaǵı qorǵasında EQK tásiiri toqtaǵannan keyin 4 sutka dawamında elektr toǵı ótip turǵanlıǵın baqlaǵan. Asa ótkizgishlik qubılısınan ámelde paydalanıw kritik temperaturanıń tómenligi nátiyjesinde qıyınshılıqlar tuwdırılmaqta. Keyingi izleniwlerde bunday jaǵday kóp ǵana metallar hám aralaspalarda 25 K nen tómen temperaturalarda baqlanadı. 1957-jıl da Kollinz tárepinen tájiriybede tok deregi bolmaǵan jabıq shınjırda tok $2,5\text{ jıl}$ dawamında toqtawsız aǵıp turǵan. 1986-jıl da metallokeramika materiallarında joqarı temperaturalı (100 K) asa ótkizgishlik processı baqlanǵan. Asa ótkizgishlik qubılısın ámelde qollaw júdá ulken qárejetti tejewdi itibarǵa alıp, bul tarawda kóplep izertlewler ótkerilmekte. Qarsılıq termometrleriniń islew principi metallar elektr qarsılıǵınıń temperaturaǵa baylanıslı-



lígina tiykarlangan. Bunday termometrler temperaturani 0,003 K ge shekem anıqlıqta ólshewge imkan beredi. Ásirese, suyıqlıq termometrlerdi qollanıw qıyın bolgan jaǵdayda olardıń xızmeti sheksiz.



1. Metallarda temperatura artıwı menen olardıń qarsılıǵı qalay ózgeredi?
2. Metallar qarsılıǵınıń temperaturaǵa baylanısh jaǵdayda ózgeriwinen qalay paydalanıladı?
3. Asa ótkizgishlik halınan sanaat, transportta paydalanıwdıń keleshegi qanday?
4. Ótkizgishtiń qarsılıǵı qanday shamalarǵa baylanıshı?
5. Ótkizgishtiń qarsılıǵı qalay esaplanadı?

Másele sheshiw úlgisi

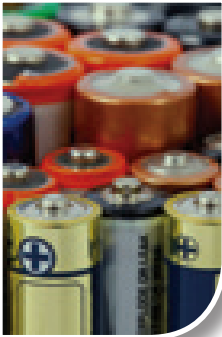
Elektr lampochkasındaǵı wolframnan jasalǵan spiralınıń 20 °C daǵı qarsılıǵı 30 Ω ǵa teń. Lampochka 220 V turaqlı tok dereǵı jalǵanganda onnan ótiwshi tok kúshi 0,6 A ge teń boldı. Lampochka janiw waqtındaǵı spiral temperaturasını anıqlań. Wolfram ushın temperaturanıń termik koefficienti $\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$t_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $R_1 = 30 \text{ } \Omega$ $U = 220 \text{ V}$ $I = 0,6 \text{ A}$ $\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$R_1 = R_0 (1 + \alpha \cdot t_1)$ $R = \frac{U}{I}$ $R = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$	$R_0 = \frac{30 \text{ } \Omega}{1 + 0,005 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C}} \approx 27 \text{ } \Omega$ $R = \frac{220 \text{ V}}{0,6 \text{ A}} \approx 367 \text{ } \Omega$ $\Delta t = \frac{(367 - 27) \text{ } \Omega}{27 \text{ } \Omega \cdot 0,005 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}}} \approx 2518 \text{ } ^\circ\text{C}$
$\Delta t = ?$		Juwabı: $\Delta t = 2518 \text{ } ^\circ\text{C}$.

29-shınıǵıw



1. Mıs sterjennen 0,5 s dawamında tıǵızlıǵı 9 A/mm² bolgan tok ótkende onıń temperfturası qalay ózgeredi? Mısıń salıstırmalı qar-sılıǵı 1,7·10⁻⁸Ω·m, tıǵızlıǵı 8900 kg/m³, salıstırmalı jılılıq sıyımlılıǵı 380 J/(kg·K)
2. Niobiyden jasalǵan spiral 100 C ǵa qızdırılsa, onıń salıstırmalı qar-sılıǵı neshe márte ózgeredi? Niobiy ushın $\alpha = 0,003 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ

3. Nikelin sımnnıń 20 °C daǵı qarsılıǵı 20 Ω ǵa teń. Ol 120 °C ge shekem qızdırılса, qarsılıǵı nege teń boladı? Nikelin ushın $\alpha = 0,0001 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

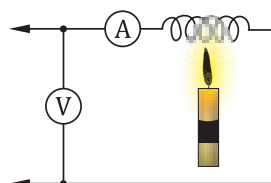
4. Mıs sımly katushka oramnnıń qarsılıǵı 20 °C de 10 ǵa teń. Tok qa jalǵangannan keyin oramnnıń qarsılıǵı 16,2 Ω ǵa teń boldı. Oram qansha temperaturaǵa shekem qızadı? Mıs qarsılıǵnnıń temperatura koefficienti $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ge teń.

5. 0 °C temperaturadaǵı alyuminiydiń qarsılıǵın 2 ese arttırıw ushın onı qanday temperaturaǵa shekem qızdırıw kerek. (°C). Alyuminiy ushın qarsılıqtıń termik koefficienti $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.



Qosımsha tapsırmalar

1. Joqarıdaǵı maǵlıwmatlarǵa tayanıp 5.13-súwretti túsindirıń.



5.13-súwret

2. Elektr stanciyalarınan qalalarǵa hám uzaq aralıqlarǵa elektr energiyası jetkerip beriledi. Ádette elektr energiyası hawa elektr jetkerip beriw liniyalarında ámelge asırıladı. Biraq sońǵı jıllarda elektr kabellerin jer astına kómp qoyıw talapları kóbeymekte.

Soraw:

a) Jer astı elektr jetkerip beriw kabelleri kómpiliwi múmkin bolǵan eki aymaqtı aytıń.

b) Jer astı kabelleri menen salıstırǵanda hawa elektr jetkerip beriw liniyalarınıń eki artıqmashılıǵın aytıń.

d) Hawa elektr jetkerip beriw jiniyalarına salıstırǵanda jer astı kabelleriniń eki artıqmashılıǵın aytıp berıń.



MÁSELELER SHESHIW

37-TEMA

Máseleler sheshiw úlgileri

1. Qizariwshı lampochka wolfram spiralınıń qarsılıǵı $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada $R_1 = 40\text{ }\Omega$ ǵa, onıń $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturadaǵı qarsılıǵı R_0 di tabıń. Qizariwshı lampochka $U = 120\text{ V}$ kernewli tok dereǵine jalǵanganda wolfram spiralınan $I = 0,3\text{ A}$ tok ótse, qalǵan wolfram spiralınıń R_2 qarsılıǵı va t_2 temperaturasını tabıń. Wolfram ushın qarsılıqtıń temperatura koefficienti $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R_1 = 40\text{ }\Omega$ $U = 120\text{ V}$ $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $I = 0,3\text{ A}$ $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$	$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = \frac{40\text{ }\Omega}{1 + 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 36,63\text{ }\Omega$ $R_2 = \frac{U}{I} = \frac{120\text{ V}}{0,3\text{ A}} = 400\text{ }\Omega$ $t_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \cdot \alpha} = \frac{(400 - 36,63)\text{ }\Omega}{36,63\text{ }\Omega \cdot 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}} = 2157\text{ }^{\circ}\text{C}$ Juwabı: $R_0 = 36,63\text{ }\Omega$, $R_2 = 400\text{ }\Omega$, $t_2 = 2157\text{ }^{\circ}\text{C}$.
$R_0 = ?$ $R_2 = ?$ $t_2 = ?$		

2. Elektr lampochkadaǵı wolfram spiralınıń qarsılıǵı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada $35,8\text{ }\Omega$ ǵa teń. Lampochka 120 V kernewli tarmaqqa jalǵanganda spiralınan $0,33\text{ A}$ tok aǵıp ótse, spiraldıń temperaturasını anıqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R_1 = 35,8\text{ }\Omega$ $I = 0,33\text{ A}$ $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $U = 120\text{ V}$	$R_1 = R_0 (1 + \alpha t_1)$ $R = R_0 (1 + \alpha \Delta t_2)$ $R_2 = U/I$	$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}$ $\frac{U}{I} = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} (1 + \alpha t_2)$ $t_2 = \frac{U(1 + \alpha t_1) - IR_1}{\alpha IR_1}$ $t_2 = \frac{120\text{ V} (1 + 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 20\text{ }^{\circ}\text{C}) - 0,33\text{ A} \cdot 35,8\text{ }\Omega}{4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 0,33\text{ A} \cdot 35,8\text{ }\Omega} = 1935\text{ }^{\circ}\text{C}$ Juwabı: $t_2 = 1935\text{ }^{\circ}\text{C}$.
$t_2 = ?$		



30-shiníw

1. Elektr lampochkadağı wolfram spiralınıń 0 °C dağı qarsılıǵı 300 Ω, lampochka jańǵanda onıń qarsılıǵı 2400 Ω boladı. Spiraldıń qızarıw temperaturasını anıqlań. Wolfram ushın qarsılıqtıń termik koefficienti 0,005 °C⁻¹.

2. Mıs simnan islengen elektromagnit oramınıń qarsılıǵı 20 °C da 2 Ω edi, uzaq múddet islengennen soń 2,4 Ω bolıp qaldı. Bunda oram qanday temperaturaǵa shekem qızǵan.

3. Temir simnan islengen reostat, milliampermetr hám tok de-regi izbe-iz jalǵanǵan. Temperatura 0 °C bolǵanda reostat qarsılıǵı $R = 200 \text{ } \Omega$ ǵa teń. Milliampermetrdıń qarsılıǵı $r = 20 \text{ } \Omega$ ǵa, kórsetiwi $I_0 = 30 \text{ mA}$ ǵa teń. Eger reostat 50 °C ǵa qızdırılса, milliampermetr qanday mánisti kórsetedi? Temir qarsılıǵınıń termik koefficienti $\alpha = 6 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ǵa teń. Derektiń ishki qarsılıǵın itibarǵa almań.

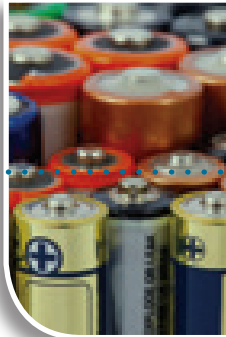
4. Temperatura $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ dan $t_2 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ǵa shekem ózgergende oramı mıs simnan islengen elektromagnit paydalanatuǵın quwatlılıq neshe payız ózgeredi? Mıs qarsılıǵınıń termik koefficienti $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ǵa teń.

5. Mıs simlı katushka oramınıń qarsılıǵı 14 °C da 10 Ω ǵa teń. Tokqa jalǵanǵannan keyin oramnıń qarsılıǵı 12,2 Ω ǵa teń boldı. Oram qansha temperaturaǵa shekem qızadı? Mıs qarsılıǵınıń temperatura koefficienti $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ǵa teń.

6. Elektr lampa ballonına 220 V, 100 W jazıwı jazılǵan. Suwıq halda (0 °C) qızarıw spiralınıń qarsılıǵın ólshew ushın lampaǵa 2 V kernew berildi, bunda tok kúshi 54 mA ǵa teń boldı. Qızarıw temperaturasını tabıń. Wolfram ushın qarsılıqtıń termik koefficienti $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

7. Platina simınıń 20 °C temperaturadağı qarsılıǵı 20 Ω, 500 °C dağı qarsılıǵı bolsa 59 Ω ǵa teń. Platina ushın qarsılıqtıń termik koefficientin tabıń.

8. 0 °C temperaturadağı alyuminiydiń qarsılıǵın 3 ese arttırıw ushın onı qanday temperaturaǵa shekem qızdırıw kerek (°C). Alyuminiy ushın qarsılıqtıń termik koefficienti $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.



JOYBAR JUMÍSÍ

HÁR QÍYLI ELEKTR DEREKLERI

Maqset: hár qiyli energiya dereklerin úyreniw.

Elektr energiyası payda etetuǵın “kúndelikli bolmaǵan” energiya derekleri: Quyash, samal, geotermal, vodorod hám basqalar.

Quyash energiyası. Quyash energiyası – Quyashta bolıp ótetuǵın yadro reakciyalari sebepli payda bolatuǵın nurlanıwdıń energiyası bolıp esaplanadı.

Quyash nurlanıwınan elektr hám jıllıq energiyasın alıw usılları

1. Fotoelement járdeminde elektr energiyasın alıw.
2. Geliotermal energiya - quyash nurları tásirinde dene betiniń qızıwı.
3. "Quyash jelqomları" – hawasız boslıqta quyash nurlarınıń kinetikalıq energiyaǵa aylanıwı.
4. Hawa termik elektrostanciyası quyash energiyasın hawa aǵımı energiyasına aylandırıw.
5. Quyash aerostat elektrostanciyası - aerostat betiniń qızıwı nátiyesinde aerostat ballonı ishindegi hawanı generaciyalaw.

Quyash paneli modulleri

Samal energiyası. Samal energiyası - hawa massasınıń qozǵalıwı sebepli payda bolatuǵın energiya.

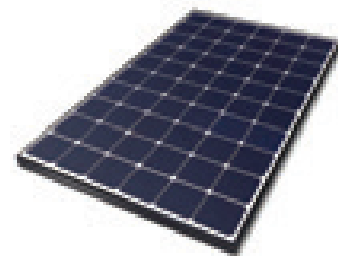
Samal tásirinde aylanǵan pátpelekler val arqalı qozǵalıstı elektr generatorına jetkerip beredi. Bul jerde óz nábwetinde elektr energiyası islep shıǵarıladı.

Tómende samal energiyası járdeminde elektr energiyasın payda etiwın úyrenemiz

Kerekli ásbaplar: konserva ıdıwı, elektr dvigatel, aǵash sıǵısh, penoplast ultan (qurılma astına qoyılǵan dene) tutastırıwshı sımlar, shash keptirgish (fen), elektr lampochka, termojelim, qayshı, elektr kepserlew úskenesi.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Qayshı járdeminde konserva ıdıwı yamasa plastik ıdıstan úsh yamasa tórt pátpelekli aylanıw bólegin jasań.
2. Elektr dvigateldi sıǵıshqa jelim járdeminde jabıstırıń.
3. Pátpelekti elektr dvigatelinıń aylanıw kósherine jelim járdeminde jabıstırıń.
4. Sıǵıshtı, penoplast ultan (qurılma astına qoyılǵan dene) ǵa tik halda jelim járdeminde bekkemleń.



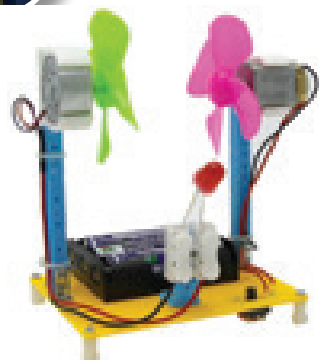
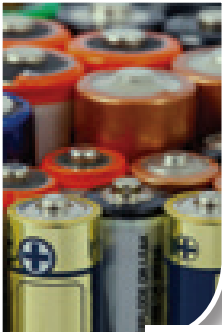
Standart panel



Iyiliwshi panel



V BAP. TURAQLÍ TOK NÍZAMLARÍ



5. Elektr dvigateliniń eki polyusine jalǵawshı sımlardı elektr kepslerlew úskenesi járdeminde jalǵań. Eger elektr kepslerlew úskenesi bolmasa, qısqısh járdeminde biriktiriń.

6. Jalǵawshı sımlardıń ekinshi ushına qısqısh járdeminde jaqtılıq diodın jalǵań.

7. Tayar bolǵan qurılmanı samalda sınap kóriń hám jaqtılıq diodınıń janıwın baqlań.

8. Eger samal bolmasa, shash keptirgish járdeminde jasalma samal payda etip, pátpelekti aylandırıń hám juwmaq shıǵarıń.

Tájiriybede qaysı túrdegi energiya basqa qanday túrdegi energiyaǵa aylandı?

Samal járdeminde qanday da bir energiya alıw ushın nelerge itu-bar qaratıw múmkinligin anıqlań.

Tómende berilgen grafiklerde 4 túrli jerde bir jıl dawamında samaldıń ortasha tezligi mánisleri berilgen.

1-wazıypa. Qaysı grafikte samaldan energiya alınatuǵın generator qurıw ushın eń sáykes jay tańlangan?

2-wazıypa. Neft, taskómir hám basqa qazıp alınatuǵın energiya dereklerine qaraǵanda samaldan energiya alıwdıń bir artıqmashılıǵın hám bir kemshiligin jazıń.

Artıqmashılıǵı: _____

Kemshiligi: _____

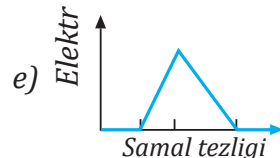
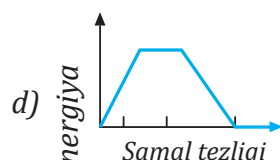
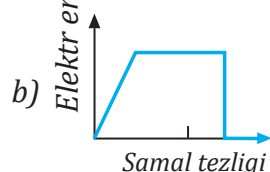
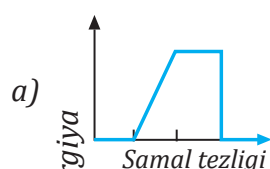
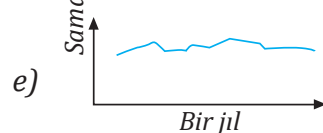
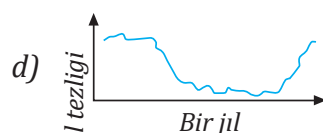
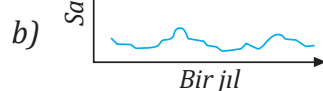
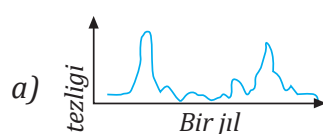
3-wazıypa. Samal qansha kúshli bolsa, samal generatorı pátpelekleri tez aylanadı hám kóbirek elektr energiyasın islep shıǵaradı. Biraq samal tezliginiń islep shıǵarılǵan elektr energiyası quwatı menen ulıwma baylanısı joq.

Tómende samal járdeminde energiya islep shıǵarılǵan tórt shárt bar.

- Samal tezligi- v_1 ge teń bolǵanda pátpelek aylanadı.
- Samal tezligi v_2 den joqarı bolǵanda qáwipsizlik kóz qarastan pátpeleklerdiń aylanıw tezligi aspaydı.
- Samal tezligi v_2 ge teń bolǵanda elektr energiya maksimal boladı.
- Samal tezligi v_3 ge teń bolǵanda pátpelekler aylanıwdan toqtaydı.

Qaysı grafikte samal tezligi hám islep shıǵarılǵan elektr energiyası ortasındaǵı qatnaslar jaqsıraq kórsetip berilgen?

4-wazıypa. Samal generatorları Jer betinen qanshelli biyiklikte bolsa, olardıń hámme qanatları birdey tezlikte aylanadı?





Jer betinen joqarı biyikliklerde jaylasqan samal generatorlarınıń pátpelekleri ne ushın birdey tezlikte aylanıp atırǵanın túsindiriwshi eń durıs juwaptı belgileń.

- a) Jer betinen qanshelli biyiklikte bolsa, hawa tıǵızlıǵı tómen boladı.
- b) Jer betinen qanshelli biyiklikte bolsa, temperatura tómen boladı.
- d) Jer betinen qanshelli biyiklikte bolsa, hawa ıǵallıǵı úlkenirek boladı.
- e) Jer betinen qanshelli biyiklikte bolsa, tez-tez jawın jawadı.



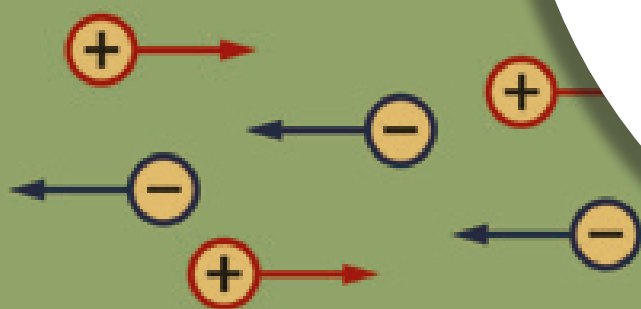
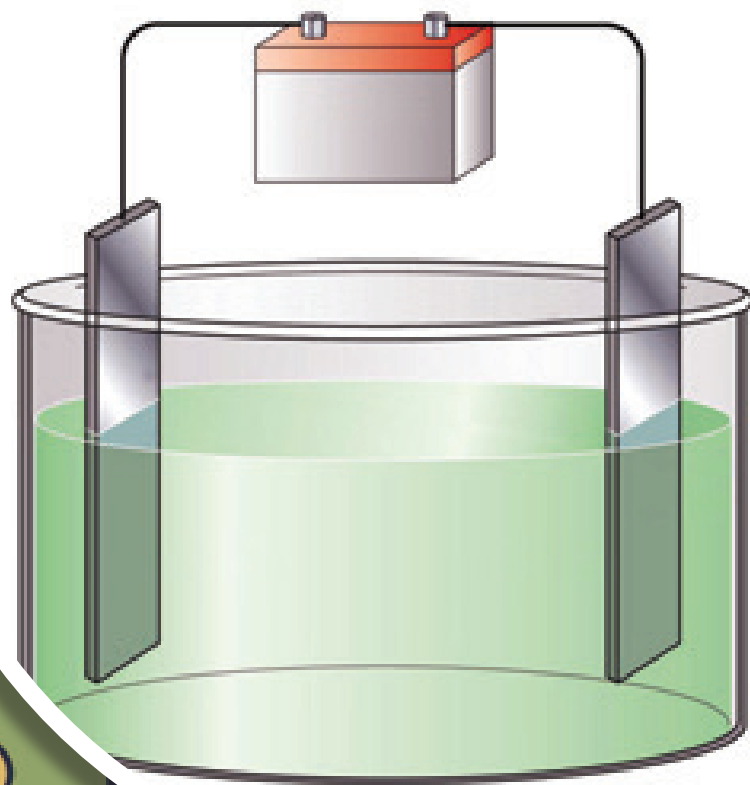
1. Samal digirmanlarında qalayınsha energiya bir túrden basqasına aylandırıladı?
2. Alınatuǵın energiya samalınıń tezligine qanday baylanısqa?
3. Siziń jasaw ornıńızda samaldan energiya alınatuǵın generator qurıw ushın sáykes jer barma?
4. Sizińshe, Ózbekstannıń qaysı aymaǵı samaldan energiya alınatuǵın generatorlar qurıw ushın qolaylı?
5. Samaldan energiya alınatuǵın generator qurıw ushın mámleketimizdiń rawajlanıwına qanday úles qosadı dep oylaysız?



V BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Maydan kernewliligi 800 V/m bolgan noqatqa joylasqan $5 \text{ } \mu\text{C}$ zaryadqa qansha elektrostatikaliq kúsh (N) tásir etedi?
2. Radiusi 6 cm bolgan metall shargá 24 nC zaryad berilgen. Shar orayinan 9 cm uzaqliqtaǵı noqatta kernewlilik qanshaǵa teń boladı (kV/m)?
3. Radiusi 12 cm bolgan shardıń betinde $0,18 \text{ } \mu\text{C}$ oń zaryad tegis bólistirilgen. Shardıń orayındaǵı maydan potencialın tabıń (V).
4. Noqatlıq q zaryad potenciallar ayırması 100 V bolgan eki noqat arasında kóshirilgende, 5 mJ jumıs atqarılǵan. q zaryad muǵdarı (μC) qanshaǵa teń bolǵan?
5. Batareyanıń EQKi $1,55 \text{ V}$. Ol qarsılıǵı $3 \text{ } \Omega$ bolǵan sırtqı qarsılıqqa jalǵanganda batareya qısqıshlarındaǵı kernew $0,95 \text{ V}$ qa teń boldı. Batareyanıń ishki qarsılıǵı nege teń?
6. EQKi 30 V bolǵan batareya jalǵangan tok shıńırdaǵı tok kúshi 3 A ǵa teń. Batareya qısqıshlarındaǵı kernew 18 V . Batareyanıń ishki qarsılıǵın hám sırtqı shıńır qarsılıǵın tabıń.
7. Tok dereǵı $5 \text{ } \Omega$ lı qarsılıqqa jalǵanganda shıńırdaǵı tok kúshi 5 A ge, $2 \text{ } \Omega$ lı qarsılıqqa jalǵanganda shıńırdaǵı tok kúshi 8 A ge teń boldı. Derektiń ishki qarsılıǵın hám EQK in tabıń.
8. Tok dereǵınıń EQKi $1,5 \text{ V}$. Qısqa tutasıw toǵı 30 A . Derektiń ishki qarsılıǵı nege teń? Eger element qarsılıǵı $1 \text{ } \Omega$ bolǵan katushka jalǵansa, element polyuslerindegi kernew qanshaǵa teń boladı?
9. EQKi $1,5 \text{ V}$ hám 2 V bolǵan elementler birdey belgidegi polyusleri menen jalǵangan. Batareya klemmalarına jalǵangan voltmetr $1,7 \text{ V}$ kernewdi kórsetti. Dereklerdiń ishki qarsılıqları qatnasın tabıń.
10. EQKi $1,3 \text{ V}$ hám 2 V bolǵan elementlerdiń ishki qarsılıqları sáykes rawishte $0,1 \text{ } \Omega$ hám $0,25 \text{ } \Omega$ ǵa teń. Olar parallel jalǵangan. Shıńırdaǵı tok kúshi hám dereklerdiń qısqıshlarındaǵı kernewdi tabıń.
11. Tegis kondensator qaplamalarındaǵı kernew 150 V , zaryadı $80 \text{ } \mu\text{C}$ bolsa, kondensatordaǵı maydan energiyası nege teń?
12. Tegis kondensator $2 \text{ } \mu\text{C}$ zaryad alıp, $0,5 \text{ } \mu\text{J}$ maydan energiyasına iye boldı. Kondensator sıyımlılıǵı qanday bolǵan?
13. Tegis kondensatorǵa $4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ zaryad berilgende onıń energiyası 20 mJ ge teń boldı. Kondensator qaplamaları arasındaǵı kernewdi tabıń.
14. Kernewliligi $3 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ bolǵan noqattaǵı elektr maydanniń energiya tıǵızlıǵın tabıń ($\mu\text{J/m}^3$). Ortalıqtıń dielektrik sińdiriwshenligi 4 ke teń.

VI BAP



HÁR QÍYLI ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

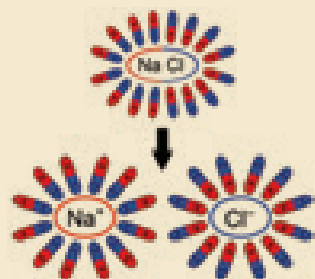
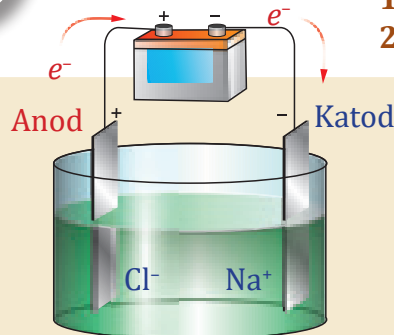
Siz bul bapta tómendegi temalar boyinsha maǵlıwmatlar alasız:

- suyuqlıqlarda elektr togı;
- Faradeydiń birinshi hám ekinshi nızamı;
- gazlarda elektr togı;
- yarım ótkizgishler hám olardıń metalardan parqı;
- yarım ótkizgishlerdiń elektr ótkizgishligi;
- yarım ótkizgishli ásbaplar hám olardıń texnikada qollanılıwı.

38-TEMA

SUYIQLILARDA ELEKTR TOGI

1. Ionli baylanis.
2. Elektrolitler.

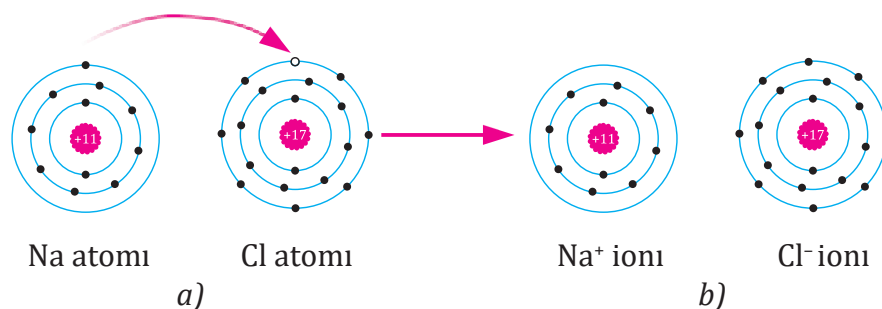


Ne ushın elektrolitte hár qıylı belgidegi ionlar óz ara tartısıw nátiyjesinde birlesip, neytral molekulalarǵa aylanıp qalmaydı? Qanday sebepke baylanışlı elektrolitte molekulalar bárqul-la ionlarǵa ajiralıp turadı?

Kanaldan aǵıp atırǵan suw, duz ya-masa kislota aralastırılǵan suw, mashina ak-kumulyatorı ishindegi suyıqlıqlar ionlı ótkiz-gishlikke iye bolıp, ular elektrolit bolıp esapla-nadı.

1. Ionli baylanis

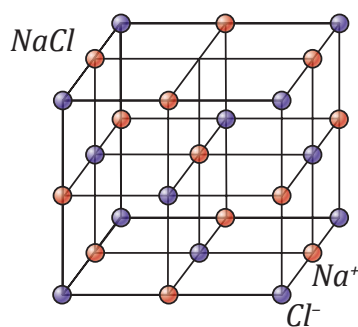
Bizge belgili, kópshilik zatlardıń atomları bir-biri menen tiykarınan úsh túrli: metallıq baylanis, kovalentlik baylanis hám ionlı baylanisqa bolıwı múmkin. Ionlı baylanisqa mısál etip as duzı – natriy xlor (NaCl)dı keltiriwimiz múmkin. Natriy (Na) atomında 11 elektron bolıp, olardan 1 sırtqı elektron qabıǵında boladı. Xlor (Cl) atomında bolsa 17 elektron bolıp, olardan 7 sırtqı elektron qabıǵında aylanadı. (6.1 a-súwret).



6.1-súwret

Barlıq ximiyalıq elementlerdiń bólek alınǵan atomı elektro-neytral bolıp tabıladı. Sebebi atom yadrosındaǵı oń zaryadlı pro-tonlar sanı yadro átirapında aylanıp júriwshi teris zaryadlı elekt-ronlar sanına teń boladı. Soǵan baylanışlı, Na hám Cl atomları elektrneytral bolıp tabıladı.

Xlor hám natriy atomları bir-birine jaqınlasqanda elektronlar almasıwı júz beredi. Xlor atomı natriy atomınıń sırtqı elektron qabıǵınan 1 elektrondı tartıp aladı. Nátiyjede xlor atomı teris zaryadlı xlor ionına (Cl^-), yaǵnıy $\text{Cl}^0 + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$ ǵa, natriy atomı bolsa oń zaryadlı natriy ionına (Na^+), yaǵnıy $\text{Na}^0 - e^- \rightarrow \text{Na}^+$ ǵa aylanıp qaladı (6.1 b-súwret). Hár qıylı belgige iye bolǵan natriy hám xlor ionları bir-biri menen (Kulon kúshi tásirinde) tartısıp, NaCl kristall reshıyotkasın payda etedi. (6.2-súwret). Bunda as duzı molekulası payda bolıw reaksiyası tómendegishe ańlatıladı:



6.2-súwret



Ionlar arasında Kulon kúshi sebepli júzege keletuğın ximiyalıq baylanıs ionlı baylanıs dep ataladı.

2. Elektrolitler

Bazı bir suyıqlıqlar elektr togın ótkiziwi, ayırımları bolsa ótkizbewi múmkin. Bazı bir suyıqlıqlar elektr togın ótkizbeydi, misalı taza (distirillengen) suw . Bazı bir suyıqlıqlar misalı duzlar, siltler hám kislotalardıń suwdağı eritpesi elektron ótkizgishlikke iye bolmasa da elektr togın jaqsı ótkizedi. Bunday eritpeler ionlı ótkizgishlikke iye boladı.

Suyıqlıqlardıń elektr togın ótkiziwi yámasa ótkizbewin 6.3-súwrette súwretlengen ápiwayı ásbaplar járdeminde anıqlaw múmkin. Bular tiykarınan shiyshe ıdıs hám ođan túsirilgen eki kómir sterjen-elektrodlar ,lampochka, gılt, tok deregi hám jalǵaw simlarınan ibarat.

Elektrodlı shiyshe ıdısqa distillengen suw quyılıp, gılt jalǵanǵanda lampochka janbaǵanlıǵına guwa bolamız. Demek distirillengen suw elektr togın ótkizbeydi. Gıltti ajratamız hám ıdısdağı suwǵa azǵana as duzı (NaCl) dı salıp gılt jalǵanǵanda lampochka janǵanın kóremiz. Demek duz salınǵan suw elektr togın ótkeredi eken. Buǵan sebep ne?

As duzı suwǵa salınǵanda suw molekuları as duzı kristall reshetskası betinde jaylasqan Na^+ hám Cl^- ionların orap aladı. (6.4 a-súwret). Suw molekularınıń teris zaryadqa iye bolǵan tárepi kristall reshetskadağı Na^+ ionların, suw molekularınıń oń zaryadqa iye bolǵan tárepi bolsa Cl^- ionların orap aladı hám olardı Kulon kúshi menen ózine tartadı. Nátiyjede NaCl kristall reshıyotkası jemirilip, suw ishinde Na^+ hám Cl^- ionları payda boladı. Olar suw molekularınıń qorshawında bolıp tártipsiz hám erkin qozǵaladı.

Eritpelerde zatlardıń oń hám teris ionlarǵa ajıralıw processi elektrolitlik dissociaciya dep ataladı.

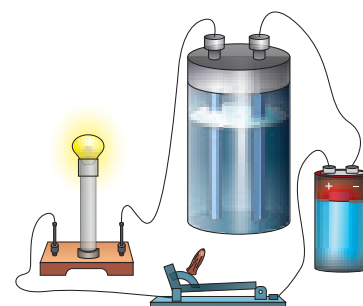
Elektrolitik dissociyaciya processinde ionlar payda bolǵanlıǵı sebepli bul process **ionlar generaciya** dep te ataladı. Generaciya processin as duzınıń suwdağı eritpesi misalında tómendegi reakciya arqalı ańlatamız:



Joqarıda 6.3-súwrette kórsetilgen shınjırdıń gılti jalǵanǵanda oń Na^+ ionları teris zaryadlanǵan katodǵa tartıladı sonıń ushın oń zaryadlanǵan ionlar **kationlar** dep ataladı. Teris Cl^- ionları bolsa teris zaryadlanǵan anodqa tartıladı, sol sebepli teris zaryadlanǵan ionlar **anionlar** dep ataladı (6.4 b-súwret). Nátiyjede shınjırdan tok óte baslaydı.

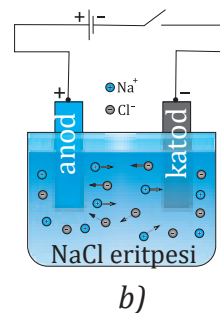
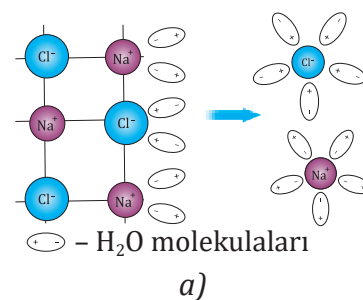
Elektrolitte ionlar qansha kóp bolsa, ol elektr togın sonsha jaqsı ótkeredi.

Tábiyatta kópshilik zatlar ionlı baylanısqa iye. Bularǵa duzlar, siltler, kislotalar misal boladı.



6.3-súwret

Elektr dereginiń oń polyusına jalǵanǵan elektrod anod dep, teris polyusına jalǵanǵan elektrod bolsa katod dep ataladı.



6.4-súwret

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ



Ionlarga dissociaciyalanıwı nátiyjesinde ózinen elektr togın ótkizetuǵın silti, kislota, duz hám basqa birikpelerdiń eritpelerine elektrolitler dep ataladı.



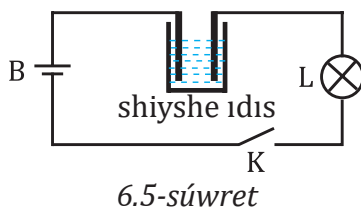
Ámeliy tapsırma

Maqseti: as duzınıń suwdaǵı eritpesinen elektr togınıń ótiwin úyreniw.

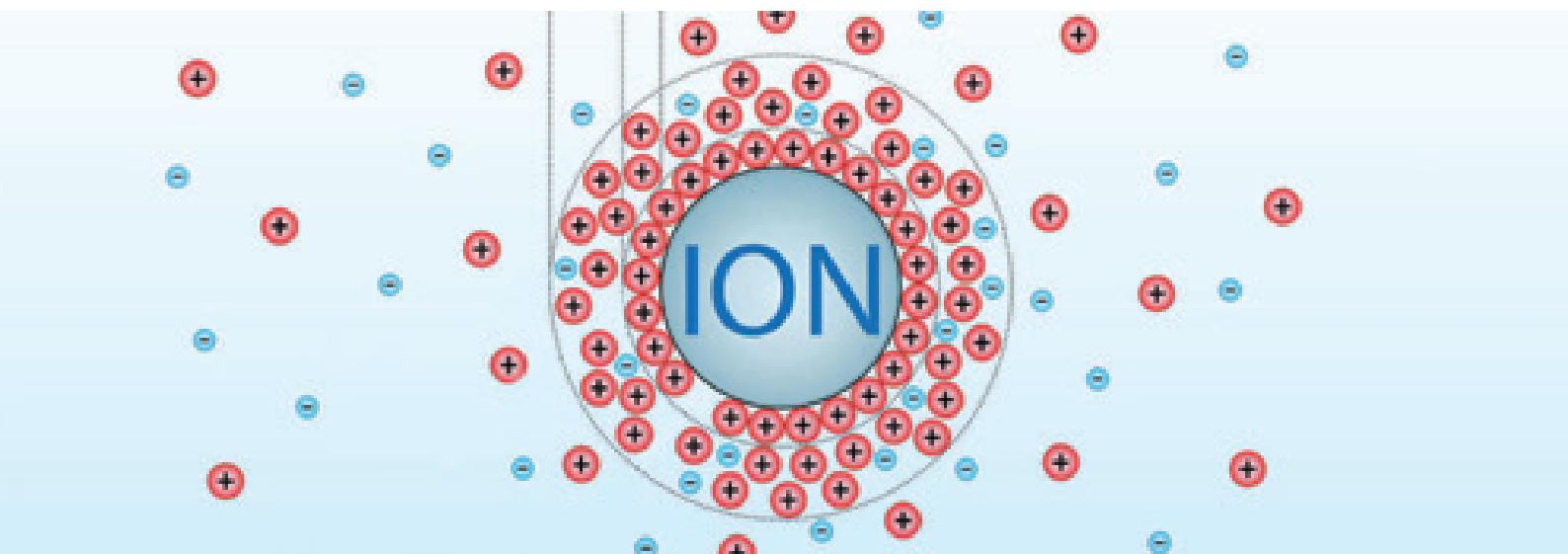
Kerekli ásbaplar: shiyshe ıdıs, distirillengen suw, as duzı, eki elektrod, kontaktlı stol lampası, 9 V lı akkumlyator yamasa galvanikalıq element, gıltı, jalǵaw sımları.

Ameliy tapsırmanıń orınlanıw tártibi

1. Berilgen elektr sxema (súwretke qarań) tiykarında elektr shın-jırın jıynań.
2. Shiyshe ıdısqa distillengen suw quyıp, gıltı jalǵań. Lampochka nıń janıwı yamasa janbawın baqlań. Soń gıltı ajırań.
3. Suw quyılǵan ıdısqa azǵana as duzı salıń hám gıltı jalǵań. Lampochkanıń janıwın baqlań. Soń gıltı ajırań.
4. Suw quyılǵan ıdısqa jáne biraz as duzın salıń hám gıltı jalǵań. Lampochkanıń janıwın baqlań. Soń gıltı ajırań.
5. (4)bánt tájiriyesin jáne bir-eki márte tákirarlań. Tájiriye nátiyjesi tiykarında juwmaq shıǵarıń.



1. Ion hám neytral atom arasındaqı ayırmashılıq nede?
2. Ionlı hám elektronlı ótkizgishlikte zattıń kóshiwi júz bereme?
3. Ionlı baylanısqa mısallar keltiriń.
4. Suyıq halda elektr togın ótkiziwshi barlıq zatlar elektrolit bolama? Juwabıńızdı túsindiriń.





FARADEYDIŇ BIRINSHI HÁM EKINSHI NÍZAMÍ

39-TEMA

1. Elektroliz qubılısı.
2. Faradeydiñ birinshi nızamı.
3. Faradeydiñ ekinshi nızamı.

Siziñshe, galvanikalıq element hám akkumlyator islew principinde nesi menen parıqlanadı?



Aldıngı paragrafda elektrolittiñ payda bolıwı hám onnan tok ótiwi menen tanıstıq. Endi elektrolit arqalı tok ótkende qanday qubılıslar júz beriwı menen tanısamız.

1. Elektroliz qubılısı

Shiyshe ıdıs alıp, oğan distillengen suw hám mıs sulfat duzın (CuSO_4) salıp elektrolit payda eteyik. Mıs sulfat duzı suwda erip onıñ molekulları ionlarğa ajıralıwı (dissociaciyalanıwı) nátiyjesinde Cu^{2+} hám SO_4^{2-} ionları payda boladı. Cu^{2+} ionı óziniñ sırtqı electron qabıgındağı eki elektronın joǵaltqan hám oń 2 elementar zaryadqa iye bolǵan mıs atomınıñ ionı bolıp tabıladı. SO_4^{2-} ionı bolsa 2 qosımsha elektron biriktirip alǵan hám nátiyjesinde teris 2 elementar zaryadqa iye bolǵan sulfat ionı bolıp esaplanadı. Elektrolitke eki elektrod-anod hám katod túsirip, 6.6-súwrette kórsetilgendey etip shınjır dúzemiz. Giltti jalǵasaq, ampermetr elektrolit arqalı tok ótip atırǵanlıǵın kórsetedi. Cu^{2+} oń ionlar katodqa qarap, SO_4^{2-} teris ionlar bolsa anodqa qarap tártipli háreketke keledi. Cu^{2+} kationlar katodqa kelip, onnan 2 elektron aladı hám neytral Cu atomlarına aylanıp, katodta otırıp qaladı, yaǵnıy $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ reaksiyası júz beredi. Elektrolit arqalı tok ótiwi menen katodta mıs atomları jıynalıp baradı. SO_4^{2-} anionlari anodga jetip kelgenda SO_4^{2-} niñ qorshawında kelgen suw molekulları óziniñ elektronların anodqa beredi. Bunda suw molekulları bóleklenedi hám anodta kislorod gazı ajıralıp shıǵadı.

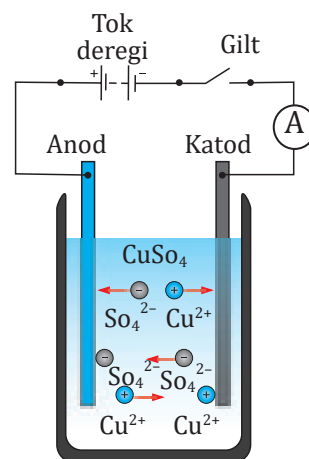
2. Faradeydiñ birinshi nızamı

Inglis fizigi M. Faradey ótkergen tájiriybeler elektroliz procesinde elektrodta ajıralıp shıqqan zat massası elektrod tárepke háreketlenip atırǵan ionlar sanına, yaǵnıy elektrolit arqalı ótip atırǵan zaryad muǵdarına baylanıslı bolıwın kórsetken.

Elektroliz waqtında elektrodta ajıralıp shıqqan zat massası elektrolitten ótken zaryad muǵdarına tuwrı proporcional:

$$m \sim q$$

Elektrolitten elektr toǵı ótkende elektrod-larda zat ajıralıp shıǵıw qubılısına elektroliz dep ataladı.



6.6-súwret

Elektrolitten elektr toǵın ótkerip, aralaspa zatlar quramınan taza zat (metall yamasa gaz) ajıratıp alıw múmkin.

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

Usı baylanıslılıq Faradeydiń birinshi nızamı delinedi, bul qatnas-tı tómende keltirilgen teńlik arqalı ańlatamız:

$$m = k \cdot q \quad (1)$$

bunda m – elektroliz waqtında ajıralıp shıqqan zattıń massası, q – elektrolitden ótken zaryad muǵdarı, k – proporcionallıq ko-efficienti bolıp, zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti dep ataladı.

Zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti elektrolitten bir kulon zaryad ótkende elektrodta ajıralıp shıqqan zat massasına san jaǵınan teń bolǵan shama bolıp esaplanadı:

$$k = m/q \quad (2)$$

XBS da elektroximiyalıq ekvivalent birliǵı $[k] = \text{kg/C}$ qabıl etilgen. Hár qıylı zatlardıń elektroximiyalıq ekvivalenti tájiriyybede anıqlanǵan, mısalı, gúmis ushın $k = 1,118 \text{ mg/C}$, xlor ushın $k = 0,367 \text{ mg/C}$, mıs ushın $k = 0,329 \text{ mg/C}$, nikel ushın $k = 0,304 \text{ mg/C}$, alyuminiy ushın $k = 0,094 \text{ mg/C}$.

Elektrolit arqalı ótken zaryad muǵdarınıń tok kúshi (I) hám toktıń ótiw waqtı (Δt) arqalı ańlatılıp, yaǵnıy $q = I \cdot \Delta t$ ekenligin inabatqa alıp, elektrodta ajıralıp shıqqan zat massası ushın tómendegi ańlatpanı payda etemiz:

$$m = k \cdot I \cdot \Delta t. \quad (3)$$

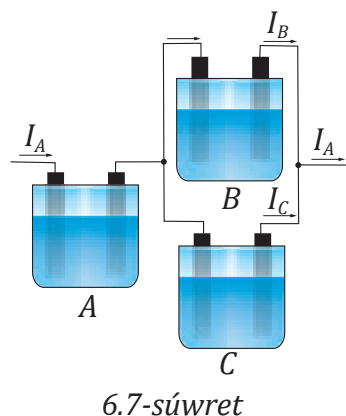
Faradeydiń birinshi nızamın tómendegi tájiriyybe tiykarında tekserip kóriw múmkin. Úsh A , B hám C vannalarǵa birdey elektrolitler quyılıp, olardıń elektrodları bir-biri menen 6.7-súwrette kórsetilgendey jalǵanadı. Súwret boyınsha, A elektrolitlik vannadan ótip atırǵan I_A tok kúshi B hám C elektrolitlik vannalardan ótip atırǵan I_B hám I_C tok kúshleriniń jıyındısına teń boladı: $I_A = I_B + I_C$. (4) formula boyınsha, A , B hám C elektrolitlik vannalarda elektroliz waqtında ajıralıp shıqqan zatlardıń massaları $m_A = k \cdot I_A \cdot \Delta t$, $m_B = k \cdot I_B \cdot \Delta t$ hám $m_C = k \cdot I_C \cdot \Delta t$ ushın $m_A = m_B + m_C$ qatnası orınlı boladı. Bul tájiriyybede tastıyqlanǵan.

3. Faradeydiń ekinshi nızamı

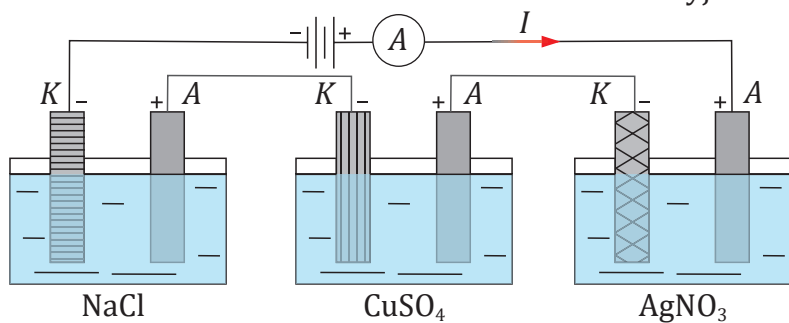
Faradey bir qatar tájiriyybelerde hár qıylı elektrolitlerden hár qıylı muǵdarda zaryad ótkergen. Ol elektrodlarda ajıralıp shıqqan zattıń massasın ólshew nátiyjelerine tiykarlanǵan halda 1833-1834-jıllarda elektrolizdiń ekinshi nızamın oy-lap tapqan.

Valentlik (Z) – element atom-larınıń ximiyalıq baylanıslar payda etiw qábiletin kórsetiwshi xarakte-ristikası bolıp esaplanadı.

Zat muǵdarı (v) – zat qura-mındaǵı birdey túrdegi bóleksheler (atomlar yámasa molekulalar) sanı-nıń 0,012 kg atomlar sanına qatnasın ańlatıwshı fizikalıq shama.



6.7-súwret



6.8-súwret



Molyar massa (M) – muğdarı 1 mol bolğan zattıń massası bolıp esaplanadı. Tájiriybe qurılmasına itibar qaratsaq. Úsh elektrolitlik vanna alıp, olardıń birinshisine natriy xlorid (NaCl), ekinshisine mis sulfatı (CuSO_4), úshinshisine gúmis nitrat (AgNO_3) duzları eritpele-rin quyamız. Elektrolitlerge batırılğan elektrodlardı ótkizgish sım-lar menen 6.8-súwrette kórsetilgendey izbe-iz tutastırıp, tok dere-gine jalğaymız. Bunda birinshi vannanıń katodında natriy (Na) hám anodında xlor (Cl_2), ekinshi vannanıń katodında mis (Cu) hám anodında kislorod (O_2), úshinshi vannanıń katodında gúmis (Ag) hám anodında kislorod (O_2) ajralıp shıǵadı..

Vannalar izbe-iz jalǵanǵanı ushın hár-bir elektrolitten ótip atırǵan tok kúshi I birdey boladı. Demek Δt waqıt ishinde elektrolitler arqalı ótip atırǵan zaryad muǵdarları $q = I \cdot \Delta t$ hám birdey boladı. Biraq katodlarda ajralıp shıqqan natriy, mis hám gúmis zatlarınıń massaları hár qıylı boladı. Buǵan Na, Cu hám Ag lerdiń molyar mas-saları hám olardıń valentligi túrlishe bolǵanlıǵı sebep bolıp tabıladı. Bul tájiriybe elektroliz waqtında hár bir vannadaǵı katodta ajralǵan zatlardıń massaları $\frac{M \text{ (molyar massa)}}{Z \text{ (valentlik)}}$ – na tuwrı proporcional ekenli-gin tastıyıqlaydı.

Zattıń molyar massasınıń valentligine qatnası $\left(\frac{M}{Z}\right)$ zattıń xi-miyalıq ekvivalenti dep ataladı.

Bir valentli zattıń ximiyalıq ekvivalenti san jaǵınan onıń molyar massasına teń. Faradeydiń ekinshi nızamı zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti menen onıń ximiyalıq ekvivalenti arasındaǵı baylanıstı ań-latadı. Bul nızamdı ol tájiriybeler tiykarında anıqlaǵan. Faradeydiń ekinshi nızamı tómendegishe táriyplenedi:

Zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti onıń ximiyalıq ekviva-lentine tuwrı proporcional:

$$k \sim \frac{M}{Z} \text{ yamasa } k = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} \quad (4)$$

Bul jerde $1/F$ proporcionallıq koefficienti bolıp, ol barlıq zatlar ushın turaqlı shama bolıp esaplanadı. Bul ańlatpadaǵı F shaması Faradey turaqlısı dep ataladı hám onıń san mánisi $F \approx 96500 \text{ C/mol}$ ǵa teń.

Faradeydiń I hám II nızamların ulıwmalastırıw ushın $m = k q$ formuladaǵı k nıń ornına onıń (5) teńliktegi ańlatpasın qoysaq, tómendegi teńlik payda boladı:

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} q \quad (5)$$

(5) ańlatpa boyınsha elektroliz waqtında valentligi 1 ge teń bolǵan 1 mol zat ajralıwı ushın elektrolit arqalı ótip atırǵan zaryad muǵdarı san jaǵınan Faradey turaqlısına (96500 kulonga) teń bolıwı kerek. Elektrolitte valentligi Z ge teń bolǵan bir mol zat ajralıp shıǵıwı ushın bolsa elektrolit arqalı $Z \cdot 96500$ kulon zaryad ótiwı kerek eken.

Elektroliz waqtın-da ajralıp shıqqan zattıń massası zattıń elektroximiyalıq ekvi-valenti hám de elektro-liz waqtında ótken zar-yad muǵdarına tuwrı proporcional boladı.

Elektroliz qubılı-sında ajralıp shıǵa-tuǵın zat massası aǵıp ótetuǵın zaryad muǵ-darına, zat atomları-nıń molyar massası hám valentligine bay-lanışlı boladı eken.

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

Másele sheshiw úlgisi

Sulfat kislotası eritpesinen 0,1 A tok ótkerip 1 g vodorod aliw ushin qansha waqit kerek? Vodorodtıń (atom halındaǵı) molyar mas-sası 1 g/mol, valentligi 1 ge teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 1 \text{ g} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $M = 1 \text{ g/mol} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $I = 0,1 \text{ A}$ $Z = 1$ $F \approx 96500 \text{ C/mol}$ $t = ?$	$m = k \cdot q; q = I \cdot t$ $k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z}$ $t = \frac{F}{M} \cdot \frac{Z \cdot m}{I}$	$t = \frac{96500 \text{ C/mol}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{0,1 \text{ A}} =$ $= 9,65 \cdot 10^5 \text{ s} \approx 268 \text{ saat}$ Juwabı: $t \approx 268 \text{ saat}$.



31-shınıǵıw

1. Elektrolitlik vannadaǵı duzlı eritpeden ótip atırǵan tok kúshi 4 ese artqanda, katodta waqıt birliginde ajıralıp shıǵatuǵın zattıń mas-sası qalay ózgeredi?

2. Eger elektroliz waqtında CuSO_4 eritpesinen 100 C elektr zarya-dı ótken bolsa, katodta qansha mıs ajıraladı?

3. Metall buyımlardı cink penen qaplaw ushin elektrolitlik van-naǵa massası 0,01 kg bolǵan sink elektrod qoyılǵan. Elektrod pútkil-ley sarıplanıwı ushin vanna arqalı qansha zaryad ótiwi kerek? Cink-tıń elektroximiyalıq ekvivalenti $3,4 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$.

4. Elektrolitten átip atırǵan toktıń tıǵızlıǵı $4 \cdot 10^4 \text{ A/m}$. Elektro-litte 100 s dawamında ajıralıp shıqqan xromnıń qalınlıǵın esaplap tabıń. Xromnıń tıǵızlıǵı $7,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, elektroximiyalıq ekvivalenti $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ ǵa teń.

5. Quwatlılıǵı 30 kW hám kernewi 30 V bolǵan qurılmanıń to-lıq energiyası elektroliz ushin isletilse, elektroximiyalıq ekvivalenti $3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ bolǵan zattan 10 minutta qansha ajıraladı?



1. Zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti qanday fizikalıq mániske iye?

2. Mıs sulfat duzı eritpesinen elektr togı ótkende ne sebepten SO_4^{2-} ionları anodta júz beretuǵın reakciyada qatnaspaydı?

3. Elektroliz qubılısında ajıralıp shıǵatuǵın zattıń massası sol zattıń molyar massasına tuwrı proporcional ekenligi tájiriybede qalay tiykarlanadı?

4. Elektroliz qubılısında ajıralıp shıǵatuǵın zattıń massası sol zattıń valentligine baylanışlılıǵın tájiriybede qalay tekseriw múmkin?



MÁSELELER SHESHIW

40-TEMA

Másele sheshiw úlgileri

1. Bet maydanı 25 cm^2 bolğan temir qasıqtı qalınlığı $0,08 \text{ mm}$ bolğan gúmis penen qaplaw ushın gúmis duzı eritpesi arqalı qansha zaryad ótiwi kerek? Gúmis tıgızlıǵı $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ qa teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$S = 25 \text{ cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $d = 0,08 \text{ mm} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ $k = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $q = ?$	$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot d;$ $m = k \cdot q;$ $q = \frac{\rho \cdot S \cdot d}{k}$	$q = \frac{10,5 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}}{1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}} \approx 1878 \text{ C}$ Juwabı: $q = 1878 \text{ C}$.

2. 42 V kernewge mólsherlengen, paydalı quwatlılıǵı 10 kW bolğan elektroliz qurılmasında 2 saatta qansha mıs jıynaladı?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$U = 42 \text{ V}$ $P = 10 \text{ kW} = 10^4 \text{ W}$ $t = 2 \text{ h} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}$ $k = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ $m = ?$	$A = q U; A = P t;$ $q = \frac{Pt}{U}; m = kq = k \frac{Pt}{U};$	$m = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot \frac{10^4 \text{ W} \cdot 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}}{42 \text{ V}} = 0,564 \text{ kg}$ Juwabı: $m = 0,564 \text{ kg}$.

32-shınıǵıw



1. 2 saat dawam etken elektrolizde katodta 20 mg nikel jıynalğan bolsa, elektroliz waqtında elektrolitten ótken tok kúshi qanday bolğan?

2. 12 V kernewge mólsherlengen 6 kW quwatlı elektroliz qurılmasında 2 saat dawamında qansha gúmis jıynaladı?

3. Buyumdı nikellewde 3 saat dawamında elektrolitten 5 A tok ótip turǵanda nikel qatlamınıń qalınlıǵı $0,1 \text{ mm}$ bolğan. Nikel qaplangan maydan qansha bolğan? Nikel tıgızlıǵı 8900 kg/m^3 qa teń.

4. Qasıqtı eki valentli nikel menen qaplaw ushın 20 minut dawamında elektrolit arqalı 15 A tok ótkerip turıldı. Qasıq betine toplanıp qalğan nikel qatlamınıń massasın tabıń.

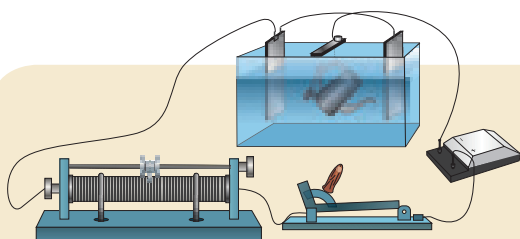
5. Elektrolit sıpatında CuSO_4 eritpesinen paydalanılğan. Mıstıń elektroximiyalıq ekvivalentin anıqlań.

6. Mıskuporosınıń suwdagı eritpesinen ibarat bolğan elektrolitten $12,5 \text{ C}$ zaryad ótti. Elektrolitke batırılğan katodta qansha muǵdarda mıs jıynalğan?

41-TEMA

ELEKTROLIZDEN TURMÍSTA HÁM TEXNIKA
PAYDALANÍW

1. Mıs ajratıp alıw.
2. Galvanostegiya.
3. Galvanoplastika.



Quramalı kórinistegi zatlardıń beti qanday jol menen nikel, gúmis, altın sıyaqlı metallardıń juqa qatlamı menen qaplanadı?

1. Mıs ajratıp alıw

Elektrotexnikada sap mıs kóp isletiledi. Mıstıń joqarı elektr ótkizgishlikke iye ekenligi úlken áhmiyetke iye. Biraq mıs quramına azgana muǵdarda basqa zatlardıń kititiliwi, onıń elektr ótkizgishligin páseyiwine alıp keledi. Sap mıs hár qıylı aralaspalardan tómen-degi usıl menen ajratıp alınadı.

Úlken kólemli elektrolit vanna mıs kuporasınıń eritpesi menen toltırıladı. Onıń ishine sap mıstan tayarlanǵan juqa plastinkalar parallel halda túsiriledi. (6.9-súwret). Elektr dereginiń teris polyusına jalǵanatuǵın bunday sap mıs plastinkaları katod wazıypasın atqaradı. Katodlar arasına parallel rawishte qalıń anod plastinkalar túsiriledi. Anod wazıypasın atqaratuǵın plastinkalar tazalanbaǵan mıstan tayarlanadı. Waqıt ótiwi menen katod plastinkalar qalıńlasıp baradı, anod plastinkalar bolsa juqalasadı. Vannadan shıǵarıp alınǵan qalıń plastinka sap mıstan ibarat boladı.

Mıstan tısqarı alyuminiy, magniy, natriy, kaliy, kalciy, sıyaqlı metallar hám elektroliz usılında alınadı. Olardan eń kóp isletiletuǵını alyuminiy bolıp esaplanadı. Eger alyuminiy laboratoriya usılı menen alınsa, ol altın sıyaqlı júdá qımbatqa túser edi.

2. Galvanostegiya

Temirden islengen zatlardıń beti oksidleniwi nátiyjesinde olar tez tat basadı. Tat bolsa áste aqırın metalldı jemiredi hám onnan tayarlanǵan zatlardıń tesilip qalıwına sebepshi boladı. Ádette, ańsat oksidlenetuǵın metallardan tayarlanǵan zatlardıń beti qıyın okislenetuǵın basqa metallar, sonıń ishinde nikel, cink, gúmis, altın sıyaqlıların juqa qatlamı menen qaplanadı. Nikellengen qasıq, pıshaq, sháynek sıyaqlı hár qıylı ıdıs-tabaqlardan turmista kóp paydalana-mız.



6.9-súwret



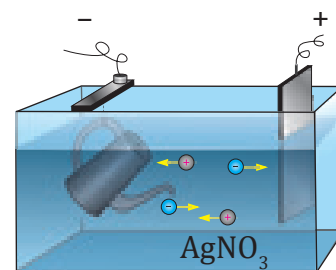
Elektrolizden paydalanıp, zatlardıń betin qıyın oksidlenetuǵın metallar menen qaplaw galvanostegiya dep ataladı.

6.10-súwrette kórsetilgen elektrolitlik vannalar arqalı belgili waqıt dawamında tok ótkerip turılsa, zatlar beti gúmis qatlamı menen qaplanadı. Zat betine gúmis juwırtırǵısh ushın elektrolit sıpatında gúmis duzları eritpesi, anod sıpatında gúmis plastinka alınadı. Altın juwırtırǵısh bolsa elektrolit ushın altın duzları eritpesi, anod ushın altın plastinka isletiledi.

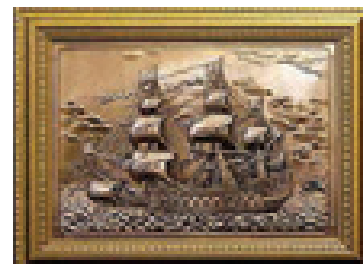
3. Galvanoplastika

Elektroliz járdeminde quramalı kórinistegi betleriniń hám zatlarınıń anıq nusqaların alıw múmkin. Mısalı, taxtaǵa oyıp islengen naǵıstıń nusqasın alıw kerek bolsın. Bunıń ushın taxtanıń naǵıs salınǵan bólegine júdá juqa etip grafit súrtiledi, nátiyjede onıń bul bólegi tok ótkeretuǵın bolıp qaladı. Tayarlangan taxa mıs kuporosi eritpesine túsiriledi. Taxta betindegi grafit ótkizgish sim arqalı tok dereginiń oń polyusine jalǵanadı, yaǵnıy grafit qatlamı katod wazıypasın atqaradı. Anod sıpatında bolsa elektrolitke túsirilgen mıs plastinkasınan paydalanıladı. Grafit ústi jeterli qalıńlıqtaǵı mıs qatlamı menen qaplangannan soń elektroliz processı toqtatıladı hám mıs qatlam taqtadan ajratıp alınadı. Bunda mıs qatlamınıń kórinisi taqta betindegi naǵıstıń jorımal (keri)súwretleniwden ibarat boladı. Taqtadaǵı tereń jerler mıs jorımalda dónes bolıp, dónes jerler bolsa jorımalda oyıs bolıp shıǵadı. Jorımal súwretleniw naǵıstıń haqıyqıy súwretleniwın payda etiw ushın qalıp bolıp esaplanadı.

Bunday tárizde alınǵan jorımal súwretleniw matrica dep ataladı. (Matrica latinsha sóz bolıp, ana degen mánisti ańlatadı.) Matrica baspaxanalarda háriplerdiń nusqasın quyıw, medall, tıyın, shtamp sıyaqlılardı tayarlaw ushın isletiletuǵın qalıp bolıp esaplanadı.



6.10-súwret



Kórinis payda etiw ushın zatlar betine elektrolitlik usılda metall juwırtırǵısh galvanoplastika dep ataladı.



1. Elektroliz járdeminde ajratıp alınatuǵın taza mıs quramında basqa zatlardıń atomları bolıwı múmkin be? Juwabıńızdı túsindirıń.

2. Ne sebepten ıdıs-buyımlardıń beti qıyın oksidlenetuǵın metallar menen qaplanadı?

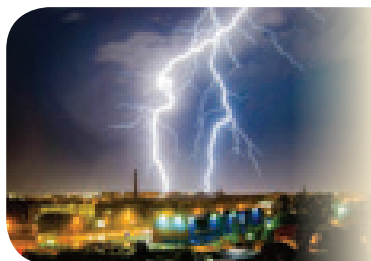
3. Galvanostegiyada elektrolit sıpatında kislota yamasa siltiilerdiń suwdaǵı eritpesinen paydalansa bolama?

4. Galvanoplastika ushın qanday metallardan paydalanıw maqsetke muwapıq?

42-TEMA

GAZLARDA ELEKTR TOGI

1. Gazlarda elektr razryadi.
2. Gazlardin ionlanivi.
3. Gaz razryadlarinin túrleri.



*Jasin hám shaqmaqtiń ayirmashılıǵı nede?
Ne sebepten shaqmaq kóbirek kóp qabatlı imáratlarǵa
túsedı?*

Gaz arqalı elektr togınıń ótiw processı gaz razryadı dep ataladı.

Ápiwayı shárayatta gaz elektr togın ótkizbeydi, yaǵnıy dielektrik esaplanadı. Qızdırıw, kúshli nurlanıw, elektr maydanı tásirinde gaz elektr togın ótkiziwshi ortalıqqa aylanadı.

Gazlarda elektr togınıń ótiw processı metallar hám elektrolitlerdegi tok ótiw processlerinen qanday parıq qıladı? Gazlarda tok tasıwshı bóleksheler nelerden ibarat? Gazlardan tok ótiw qubılısınan kúndelikli turmısta qalay paydalanıw múmkin? Usı temada sol sıyaqlı sorawlarǵa juwap tabamız.

1. Gazlarda elektr razryadı

Tegis hawa kondensatorın alıp, onıń astarların elektrometrge jalǵayıq hám kondensatordı zaryadlayıq. Bunda elektrometr strelkasınıń kórsetkishı waqıt ótiwi menen derlik ózgermeydi, yaǵnıy kondensator astarlarındagı zaryad kemeymeydi (6.11 *a*-súwret). Bul bolsa kondensator astarları arasındagı hawa arqalı elektr zaryadı ótpegenligin kórsetedi. Demek, qurǵaq hawanı bólme temperaturasında dielektrik dep esaplaw múmkin.

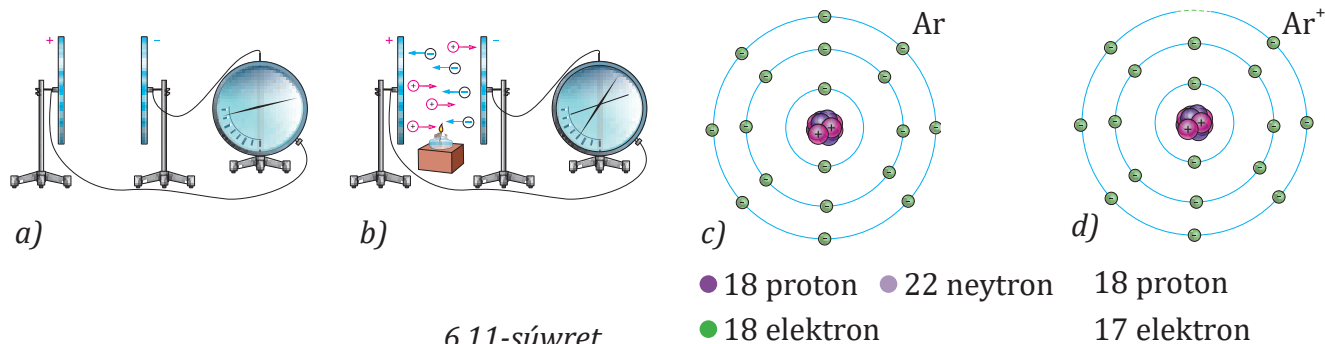
Sham jaǵıp, kondensator astarları arasındagı hawanı qızdırayıq. Sol zamatı elektrometr strelkasınıń kórsetkishı kemeye baslaydı, yaǵnıy kondensator astarları zaryadsızlanadı (6.11 *b*-súwret). Buǵan sebep kondensator astarları arasındagı hawadan elektr zaryadınıń aǵıp ótiwi. Demek, qızdırılǵan hawadan tok ótedi. Qızdırılǵan hawa ótkizgish bolıp qaladı.

2. Gazlardin ionlanivi

Atmosfera hár qıylı túrdegi gazlardın aralaspasınan ibarat bolıp, atmosferanıń tómén qatlamındagı hawanıń quramında kólemi boyınsha azot (N_2) ~ 78,08%, kislorod (O_2) ~ 20,94%, argon (Ar) ~ 0,93% hám basqa gazlar, atap aytqanda, iyis gazı (CO_2), neon (Ne), geliy (He), kripton (Kr), vodorod (H_2), suw puwı (H_2O) sıyaqlı gazlar bar. Bólme temperaturasında hawadagı hámme atom hám molekular neytral jaǵdayda boladı. Hawa qızdırılǵanda neytral atom hám molekularlar ionlasadı. Bul process qanday ámelge asıwın argon inert gaz misalında kórip shıǵayıq. Argon atomınıń yadrosı átirapında 18 elektron aylanıp júredi. Argon atomlarınıń sırtqı elektron qabıǵında 8 elektron bolıp, olar toyınǵan qabıq bolıp esaplanadı (6.11 *c*-súwret). Argon atomı yadrosı hám elektron qabıǵında sáykes ráwishte +18e



hám $-18e$ zaryad bar. Bólek alingán Ar atomları elektr tárepinen neytral bolıp esaplanadı. Qızdırılğanda Ar atomınıń sırtqı elektron qabıgında bolğan elektronlardıń energiyası artadı hám olardan biri atomın taslap ketedi: $Ar^0 \rightarrow Ar^+ + e^-$. Bir elektronın bergén Ar atomı bolsa óń Ar^+ io nına aylanadı. (6.11 *d*-súwret). Sol jol menen gazda óń hám teris ionlar hám erkin elektrleniwshi elektronlar payda boladı.



6.11 *b*-súwrette keltirilgen kondensator qatlamları arasındağı hawa qızdırılğanda tap sonday Ar^+ ionları sıyaqlı payda bolğan óń ionlar elektr maydanı tásirinde kondensatordıń teris zaryadlangán astarları tárep teris ionlar hám atomlarınan ajralıp shıqqan erkin elektronlar bolsa kondensatordıń óń zaryadlangán astarları tárepke qozğaladı. Nátiyjede hawadan tok ótedi. Demek, gazlarda elektr togın payda etiw ushın onıń atom yamasa molekulalarınıń ionlastırıw hám payda bolğan ionlar hám erkin elektronlardı tártipli qozğalısqqa keltiriw ushın gazge sırtqı elektr maydanın qoyıw kerek boladı.

Gazlardıń elektr ótkizgishliginde, bir tárepten, ionlar qatnasıwı elektrolitlerdiń elektr ótkizgishligine, ekinshi tárepten elektronlardıń qatnasıwı metallardıń elektr ótkizgishligine uqsaydı.

Gazlardıń elektr ótkizgishligi óń hám teris ionlar hámde erkin elektronlardıń elektr maydanındağı tártipli qozğalısqınan ibarat.

Gazdağı erkin elektron hám óń ionlardıń birlesiwı nátiyjesinde jáne neytral atomlar payda bolıwıda múmkin.

Gazdı ionlastırıwshı sırtqı tásir toqtatılğan waqıtta zaryadı bólekshelerdiń rekombinaciyası sebepli gazdağı ionlar neytral bólekshelerge aylanadı hám gaz jáne dielektrik bolıp qaladı. Gaz atomların tek gana qızdırıw jolı menen, bálkim oğan nur tásir etip yamasa kúshli elektr maydanı tásir etip te ionlanıwı múmkin. Elektr maydanısız gazdıń atom yamasa molekulaların ionlastırıwshı sırtqı derek sırtqı ionizator dep ataladı.

3. Gaz razryadlarınń túrleri

Gaz razryadı tabiyatına qaray gárezsiz emes hám gárezli razryadlarğa ajratıladı. Gárezsiz emes razryad elektr maydan kernewligi joqarı bolmağan gárezli razryad bolsa kernewligi bolğan elektr maydanlarında júzege keledi.

Elektron hám óń zaryadlı ionlardıń qosılıwı nátiyjesinde neytral atomlardıń payda bolıw processı gazlarda zaryadlardıń rekombinaciya dep ataladı.

Qızdırıw kúshli nurlanıw, elektr maydanı tásirinde gazde óń hám teris ionlar hám de erkin elektronlar payda boladı. Bular gazlarda elektr zaryadın tasıwshı bóleksheler bolıp esaplanadı.

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ



Tek ana sirtqí ionizator tásirinde bar bolıp, sirtqí ionizator tásiri toqtatılǵanda sónetuǵın gaz razryadı ǵarezsiz emes razryad, sirtqí ionizator tásiri bolmaǵanda da bar bolatuǵın gaz razryadı ǵarezsiz razryad delinedi.



a)



b)

6.12-súwret

Gaz razryadı júzege keliwi shárayatına qaray ǵarezsiz razryad bir neshe kóriniste kórinetuǵın boladı: jiltildamalı razryad, ushqınlı razryad, elektr duga razryad, ayqulaq razryad.

Jiltildamalı razryad. Yabıq shiyshe tútıkshe alıp, onıń ishine eki elektrod-anod hám katod ornatamız. Elektrodlarǵa bir neshshe júz volt kernew beremiz. Tútıkshe ishindegi hawanıń basımı atmosfera basımı ($\sim 10^5$ Pa) ǵa teń bolǵanda gaz arqalı elektr togı ótpeydi. Nasos járdeminde tútıkshe ishindegi hawanı áste aqırın sorıp alıp, gaz basımın 10 márte kemeytkenimizde ($\sim 10^4$ Pa) gaz razryadı sezile bas laydı, gazdan tok óte baslaydı. Gaz basımı 20 márte kemeygende ($\sim 5 \cdot 10^3$ Pa) katod hám anod aralıǵında jaqtılanıwshı shnur payda boladı. Basım 250-350 márte kemeygende ($\sim 300-400$ Pa) elektrodlar aralıǵındaǵı tútıksheńiń tolıqkólemin jiltildamalı jaqtılıq qaplaydı. Sonıń ushın bunday razryad jiltildamalı razryad dep ataladı. Jiltildama razryadta gaz arqalı ótip atırǵan tok tıǵızlıǵı $1-5 \text{ mA/cm}^2$ átirapında boladı. Hár qıylı gazlar hár qıylı reńde jaqtılanıwshı jiltildamalı razryadtı payda etedi. (6.12 a-súwret). Jiltildamalı razryad-tan túngi reklama lampochkalarında paydalanıladı (6.12 b-súwret).

Ushqınlı razryad. Hawada bir-birinen ajratılǵan eki elektrod alıp, olardı joqarı kernew dereğine jalǵayıq. Kernewdi arttırıp bar-saq, onıń belgili bir mánisinde elektrodlar arasında jarqıldaw payda boladı (6.13-súwret). Bunday jarqıldaw ushqın razryad dep ataladı. Ushqın razryad waqtında tısrılǵan ses esitiledi hám ayqın jaqtılıq shıǵadı.

Ádettegi shárayatta hawada elektrodlar aralıǵında elektr maydan kernewliligi $30\,000 \text{ V/cm}$ ge jetkende ushqın razryad payda boladı.

Ushqınlı razryad tábiyatta bultlar arasında (6.14-súwret) yamasa bult penen jer beti arasındaǵı (6.15-súwret) shaqmaq tárizinde júz beredi. Bultlar arasındaǵı kernew $100\,000\,000 \text{ V}$ dan asıwı múmkin. Shaqmaq waqtında bunday bultlar arasında hawa arqalı ótken tok kúshi $10\,000 \text{ A}$ ge baradı. Ushqın razryadtıń dawam etiw waqtı $1-20 \text{ ms}$ aralıǵında boladı.

Elektr duga razryadı. Elektr maydan kernewliligi keskin ózgeriwshı ótkir ushlı elektrodlar átirapında elektr duga razryadı payda boladı (6.16-súwret). Elektr duga razryadı gúldirmama yámasa boranlı kúnde tábiyiy halda úlken imaratlardıń joqarı bóleginde or-



6.13-súwret



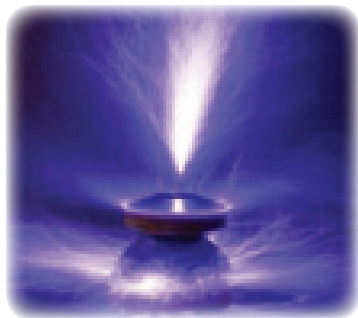
6.14-súwret



6.15-súwret



natilgan otkir ushli metal deneler, atirapinda (6.17-súwret), teńiz-de júzip atirgan keme joqarisiniń otkir ushli bólekleri atirapinda (6.18-súwret), uship atirgan samalyottıń otkir ushli bólekleri atirapında (6.19-súwret) baqlaw múmkin. Elektr duga razryadın tek ǵana otkir ushli elektrodlar atirapında emes, joqarı kernewli elektr liniyalarında ornatilgan otkizgish sımları atirapında da baqlaw múmkin.



6.16-súwret



6.17-súwret

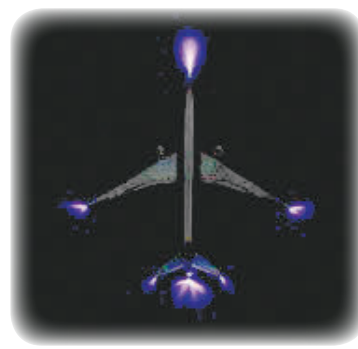


6.18-súwret

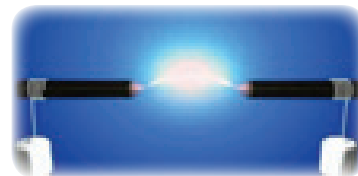
Elektr duga razryadı júzege keliwiniń tiykarǵı shárti: elektrodtıń otkir ushı atirapında payda bolǵan elektr maydan kernewliligi elektrodlar atirapındaǵı ortalıqtıń basqa bólegine salıstırǵanda ádewir úlken mániske iye bolıwı kerek. Hawa ushın normal shárayatta elektr kernewliginiń 30 000 V/cm mánisinen baslap elektrodtıń otkir ushı atirapında elektr duga kórinisinde jarılıw payda bola baslaydı. Bunday razryadta ionlanıw processı tek ǵana elektr duga elektrodı jaqınında júz beriwı menen xarakterlenedi, ekinshi elektrodta bolsa elektr duga razryadı payda bolmaydı.

Ayqulaq razryadı. Eki kómir elektrod alıp, olarǵa 40-50 V kernew bereyik. Olardıń ushların bir-birine tiygizip, soń biraz uzaqlastırayıq. Bunda elektrodlar ushları arasındaǵı kózdi qamastıratuǵın jarılıw-elektr ayqulaq razryadı payda boladı. (6.20-súwret).

Elektr ayqulaq razryadı júdá quwatlı jaqtılıq dereǵı bolıp esaplanadı. Bunday elektr ayqulaqlarınan projektlarda, mayaklarda, proekcion apparatlarda (6.21-súwret) hám basqa qurılmalarda paydalanıladı. Ayqulaq razryadınıń temperaturası júdá joqarı bolǵanlıǵı ushın metallardı eritiw hám sabıwda (6.22-súwret) paydalanıladı. Joqarı sortlı polat alıwda kúshli elektr ayqulaq razryadı qollanıladı.

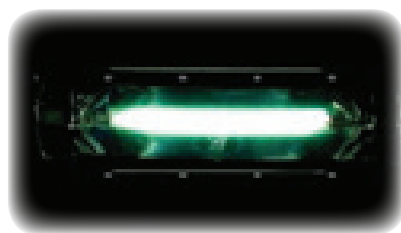


6.19-súwret

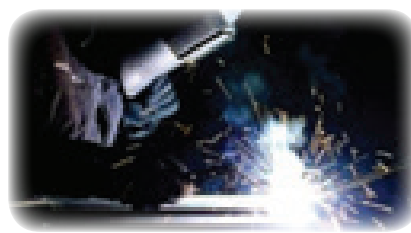


6.20-súwret

Gaz arqalı elektr togınıń ótiwi gaz razryadı dep ataladı. Payda bolıw shárayatına qarap gaz razryadı eki túrge bólinedi: ǵárezli razryad ǵárezsiz dep razryadlar. Ǵárezli gaz razryadları bir neshshe kóriniste kórinetuǵın boladı: jıltıdamalı razryad, ushqınlı razryad, elektr duga razryadı, ayqulaq razryadı.



6.21-súwret



6.22-súwret



VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

Másele sheshiw úlgisi

Tegis kondensator 6 kV kernewli derekke jalǵanǵan. Eger maydan kernewliligi 3 MV/m bolǵanda hawanın tásiiri nátiyjesinde ionlasıwı baslansa, plastinkalar arasındagı aralıq qanday bolǵanda hawanın tesiliwi júz beredi.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$U = 6 \text{ kV} = 6 \cdot 10^3 \text{ V}$ $E = 3 \text{ MV/m} = 3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$	$E = \frac{U}{d}$ $d = \frac{U}{E}$	$d = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ V}}{3 \cdot 10^6 \text{ V/m}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}$
$d = ?$		Juwabı: $d = 2 \text{ mm}$.



33-shınıǵıw

1. Elektrodlarǵa iye bolǵan shiyshe kolba siyreklesken argon gazı menen toltırılǵan. Argon atomın ionlastırıw ushın oǵan soqqı menen urılatuǵın elektron energiyası $\approx 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ bolıwı kerek. Elektrodlarǵa berilgen kernew tásirinde háreketlenip atırǵan elektron Ar atomın ionlastırıw ushın qanday potenciallar ayırmasın ótiwi kerek?

2. Jasınnıń dawamlılıǵı 1 ms bolıp, bir shaqnaw dawamında kóshekken zaryad muǵdarı 20 C hám kernewi 2 GV ǵa teń bolǵan. Jasınnıń bir shaqnawında tok kúshi hám quwatlılıǵı qansha boladı? Jasın 5 shaqnawdan ibarat bolsa, qansha energiya ajıraladı?

3. Bultlı kúnde qısqa múddetli shaqmaq bolǵanda hawadaǵı gaz razryadınıń tok kúshi $5 \cdot 10^3 \text{ A}$ ge jetedi. Bunda kóshken zaryad muǵdarı 6 C bolǵan bolsa, shaqmaqtań dawamlılıǵın tabıń.

4. Vakuumda jaylasqan katod hám anod elektrodlarǵa berilgen kernew tásirinde anodqa hár sekunda $4 \cdot 10^{16}$ elektron jetip barsa, anod togı neshe amperge teń boladı?



1. Gazlarda elektr togınıń júzege keliwin túsindirıń.

2. Gaz atomı yamasa molekuların qanday jollar menen ionlastırıw múmkin.

3. Gaz razryadınan turmista hám texnikada qanday maqsetlerde paydalanıladı?

4. Ğarezsiz emes hám ğarezli razryadlarınń tábiyatın túsindirıń.

5. Gaz razryadı Om nızamına boysınama? Pikirińizdi tiykarlap beriń.

YARIM ÓTKIZGISHLER HÁM OLARDÍN METALLARDAN PARQÍ

43-TEMA



1. Yarimótkizgishlerdín metallardan parqı.

2. Yarimótkizgishli zatlar.

1. *Temperatura kóterilgende metallardín qarsılıǵı ne sebepten artadı?*

2. *Yarimótkizgishlerdín temperaturası kóterilgende qarsılıǵı kemeyiwine ne sebep dep oylaysız?*

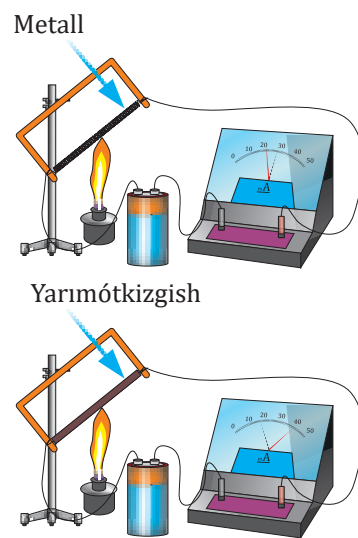


Yarimótkizgish zatlardín elektr ótkiziwshilik tábiyatın biliw ushın olar qanday zatlar ekenin qanday dúziliske iye ekenligi, tok tasıwshı bóleksheleri nelerden ibarat ekenligi, elektr ótkizgishligi nelerge baylanışlı ekenligin biliw zárúr.

1. Yarimótkizgishlerdín metallardan parqı

Tábiyatta sonday zatlar bar: olarda ádettegi shárayatta zaryad tasıwshı erkin elektronlar konsentraciyası, yaǵnıy kólem birligindegi erkin elektronlar sanı ótkizgishlerge salıstırǵanda júdá kishi, biraq dielektrikler (izolyatorlar) ǵa salıstırǵanda júdá úlken mániske iye boladı. Sol sebepli olardıń elektr ótkizgishligi ótkizgishlerdinkinen bir qansh kishi, biraq dielektriklerdikinen bir qansha úlken boladı. Bunday zatlar *yarimótkizgishler* dep ataladı. Elektr ótkizgish tábiyatı hám qásiyetleri boyınsha yarimótkizgishler metallardan parıqlanadı. Sırtqı tásirler, misalı, qızdırıw, jaqtılıq tásir etiwı yámasa quramında basqa ximiyalıq element atomların kiritiw arqalı yarimótkizgishlerdín elektr ótkizgishligin keskin ózgertiw múmkin. Metallardín elektr ótkizgishligi bolsa bunday tásirge sezgirliǵı júdá tómén, Yarimótkizgishlerdín sırtqı tásirlerge sezgirliǵı joqarılıǵınan paydalanıp olardan hár qıylı elektron ásbaplar atap aytqanda, diodlar, tranzistorlar, mikrosxemalar, basqarıw elementleri, termorezistorlar-fotoelementler, fotodatchikler, fotorezistorlar, jaqtılıq diodları hám soǵan uqsas ásbaplar islep shıǵarılmaqta.

Metallar hám yarimótkizgishler elektr ótkizgishligi temperaturaǵa baylanışlıǵın 6.23-súwrette súwretlengen qurılma járdeminde tekseriwimiz múmkin. Bunıń ushın metall ótkizgish hám yarimótkizgishlerdi milliampermetr arqalı batareykaǵa jalǵaymız hám olardı qızdıramız. Metalldı qızdırǵanıımızda shınjırdaǵı milliampermetrdín kórsetkishi kemeyedi, yarimótkizgishti qızdırǵanıımızda milliampermetrdín kórsetkishi artadı. Demek qızdırılǵanda metalldıń elektr ótkizgishligi kemeyedi, yarimótkizgishtiki bolsa artadı.



6.23-súwret

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

2. Yarimótkizgishler

Házirgi kúnde yarimótkizgishli elektronika ásbapların islep shıǵarıwda eń kóp qollanılátuǵın zatlardan biri kremniy elementi bolıp esaplanadı. Sebebi kremniy tábiyatta keń tarqalǵan bolıp Jer qabıǵınıń ~ 27,6 payızın quraydı. Sonıń menen birge kremniy zıyanlı element emes oǵan texnologiyalıq islew beriw ańsat.

Kúndelikli turmısta isletilip atırǵan kompyutrler, qol telefonları smartfonlar, elektron saatlar, lazerler, radio, televizor, electron basqarıw qurılımları yarimótkizgishler tiykarında islep shıǵarıladı. Yarimótkizgishlersiz házirgi zaman texnikasınıń rawajlanıwın kóz aldımızǵa keltirip bolmaydı.

**Ámeliy tapsırma**

Maqset: yarimótkizgishli fotoelement islewin uyreniw.

Kerekli ásbaplar: fotoelement, milliampermetr, jaqtılıq deregi, hár qıylı reńli shiysheleler, jalǵaw sımları.

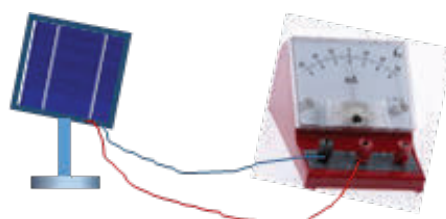
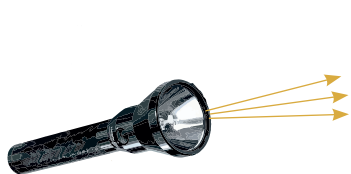
Jumıstı orınlaw tártibi

1. Fotoelementti tómengge ornatıp jalǵaw sımları járdeminde onı milliampermetrge jalǵań (súwretke qarań). Fotoelement qısqışları menen milliampermetr qısqışlarınıń "+" hám "-" polyusları sáykesligine itibar beriw.

2. Fonar (jaqtılıq deregi) dı jaǵıp, fotoelementlerdiń betin jaqtılandırıń. 3. Fotoelementtiń maydanın kúshli hám kúshsiz jaqtılıq nurları menen jaqtılandırıp, milliampermetrdiń kórsetkishin baqlań.

4. Fotoelementti hár qıylı reńdegi nurlar menen jaqtılandırıp (buniń ushın jaqtılıq jolına hár qıylı reńdegi shiyshelelerdi jaylastırıw múmkin), milliampermetrdiń kórsetkishin baqlań.

Tájiriybe nátiyjeleri boyınsha juwmaq shıǵarıń.



reńli shiysheleler



1. Temperatura artıwı menen yarimótkizgishniń elektr qarsılıǵı qalay ózgeredi? Juwabıńızdı tiykarlap beriw.

2. Elektr qásiyetleri boyınsha yarimótkizgishler metallardan parıqlı bolıwına sebep nede?

3. Qanday qásiyetleri boyınsha bazı bir zatlar yarimótkizgishler dep ataladı?



YARIMÓTKIZGISHLERDÍŇ ELEKTR ÓTKIZGISHLIGI

44-TEMA

1. Elektron ótkizgishlik.
2. Gewek ótkizgishlik.
3. Aralaspalı yarımótkizgishler.

Yarımótkizgishler elektr ótkizgishligi kórinisi, ólshemleri, denesiniń túri, temperatura hám jaqtılıqqa baylanıslı.

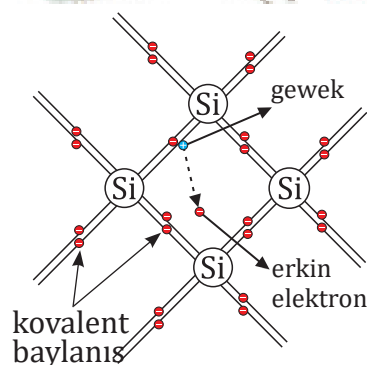
1. Elektron ótkizgishlik

Kremniy atomındaǵı kovalent baylanıslar kúshli bolıp, tómén temperaturalarda olardaǵı elektronlar atomlar qorshawında boladı. Sol sebepli tómén temperaturalarda kremniyde erkin elektronlar derlik bolmaydı, nátiyjede kremniy elektr togın ótkermeydi. Temperatura kóterilgende kovalent baylanıslardaǵı elektronlardıń kineikalıq energiyası artadı. Ayırım kovalent baylanıslar úzile baslaydı. Elektronlar atomnan ajırılıp, erkin háreketleniwshi elektronǵa aylanadı. (6.24-súwret). Erkin elektronlar belgili bir atomǵa emes, pútkil bir kristall reshıyotqaǵa tiyisli bolıp, kólem boyınsha erkin háreketlene aladı. Elektr maydan bolmaǵanda erkin elektronlar kólem boyınsha tártipsiz háreket etedi. Eger kremniyge sırtqı elektr maydan berilse, maydan tásirinde erkin elektronlardıń tártipli orın awıstırıwı júzege keledi hám elektr togın payda etedi. (6.25-súwret). Yarımótkizgishlerde erkin elektronlardıń orın awıstırıwı sebepli tok payda bolıwına **elektron ótkizgishlik** yámasa ***n*-túrdegi ótkizgishlik** delinedi (latinsha negativus – teris).

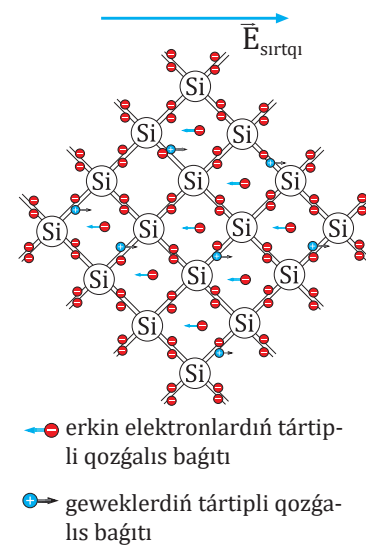
2. Gewek ótkizgishlik

Kremniydiń kovalent baylanısındaǵı jup elektronlardan biriniń shıǵıp ketiwi nátiyjesinde bos jay-gewek payda boladı. (6.24-súwret). Neytral atomnan teris zaryadlı elektronnıń shıǵıp ketiwinen payda bolǵan gewek oń zaryadqa iye boladı. Gewek zaryadınıń muǵdarı (q_p) elementar zaryad muǵdarına teń: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Solay etip, gewek yarımótkizgishtiń kovalent baylanısı da elektron iyelewi múmkin bolǵan bos jayı bolıp esaplanadı. Tazadan payda bolǵan gewekti basqa kovalent baylanıstaǵı elektron kelip toltıradı hám gewek orın awıstıradı. Solay etip gewek yarımótkizgishtiń pútkil kólemi boylap kóship júredi. Elektr maydan bolmasa gewektiń bunday orın awıstırıwı tártipsiz halda júz beredi. Yarımótkizgishge sırtqı elektr maydan berilse, gewekler maydan baǵıtında orın awıstıradı hám elektr togın payda etedi. (6.25-súwret). Yarımótkizgishlerde gewekler qatnasıwındaǵı elektr ótkizgishlik **gewekli ótkizgishlik** yámasa ***p* túrdegi ótkizgishlik** dep ataladı (latin pozitivus – oń).

Solay etip sap (hesh qanday aralaspalarsız) yarımótkizgishlerde erkin elektronlardıń qozǵalısları menen baylanıslı elektron ótkizgishlik, geweklerdiń qozǵalısları menen baylanıslı gewekli ótkizgishlik boladı. Sap yarımótkizgishlerde bir erkin elektron payda bolǵanda álbette bir gewekte payda boladı. Sonıń ushın sap yarımótkizgishlerde erkin elektronlar sanı gewekler sanına teń boladı.



6.24-súwret



6.25-súwret

Yarımótkizgishlerde zaryad tasıwshı bóleksheler elektronlar hám gewekler bolıp esaplanadı.

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

Yarımótkizgishten ótip atırǵan tok kúshi (I) elektronlar (I_e) hám gewekler (I_k) payda etken tok kúshleriniń jıyındısına teń:

$$I = I_e + I_k \quad (1)$$

Sap yarımótkizgishlerde erkin elektronlar hám gewekler sanı kem bolǵanlıǵınan olardıń elektr ótkizgish qábileti kishi boladı.

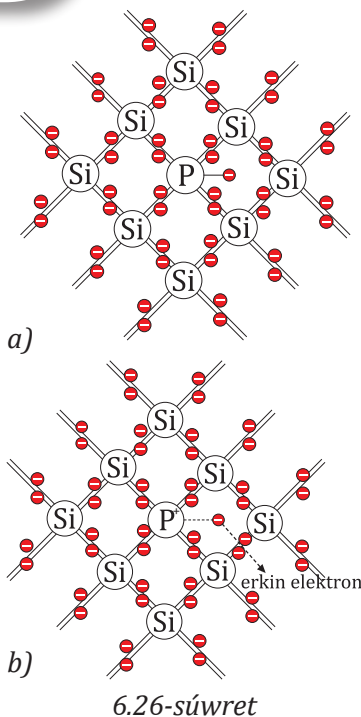
Yarımótkizgish quramına kiritilgende elektronın beretuǵın aralaspaǵa donor aralaspa delinedi.

Aralaspalı yarımótkizgishler

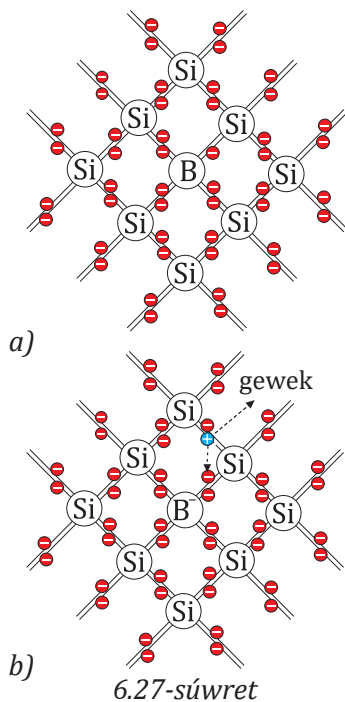
Donorlı aralaspalar. Endi sap kremniyǵa azǵana aralaspa kirgizeyik. Dáslep kremniy kristall reshıyotkasına ximiyalıq elementler dáwirlik kestesiniń besinshi toparında jaylasqan fosfor (P) elementiniń atomların kirgizeyik. Fosfor atomınıń sırtqı elektron qabıǵında 5 valent elektron bar. Fosfor atomı kremniydiń kristall reshıetkasına kirgizilgende ol reshıyotka túyinińde jaylasıp, qońsı 4 kremniy atomı menen toyıǵan kovalent baylanıslardı payda etedi. (6.26 a-súwret). Bunda fosfordıń 4 valentli elektronı qatnasadı, besinshi elektron bolsa ximiyalıq baylanısta qatnaspastan bos qaladı hám atomın taslap ketedi. Bul elektron pútkil kólem boylap háreketleniwshi erkin elektronǵa aylanadı (6.26 b-súwret). Bir elektronın bergen fosfor atomı oń ionǵa aylanadı. Fosfor ionları kremniy atomları menen bekkem kovalent baylanısta bolǵanlıǵı sebepli bir orınnan basqa orıńǵa kóship júrmeydi hám tok ótkiziwde qatnaspaydı. Demek bunday kiritpe atomları tek ǵana erkin elektronlardı payda etedi. Kristall reshıyotka quramında kóplep fosfor atomların kirgizsek, kremniyde erkin elektronlar sanı gewekler sanınan keskin artıp ketedi. Yarımótkizgishitiń qarsılıǵı bolsa keskin kemeydi.

Ximiyalıq elementler dáwirlik kestesiniń V topar element atomları (P, As, Sb, Bi) kremniy hám germaniylar ushın donor aralaspalı wazıypasın óteydi. Donorlı aralaspaǵa iye bolǵan yarımótkizgishlerde tiykarǵı tok tasıwshı bóleksheler elektronlar bolǵanlıǵı ushın olar n túrdegi yarımótkizgishler dep ataladı.

Akceptor aralaspalar. Sap kremniy quramında bor (B) elementi niń atomların kirgizeyik. Bor elementi dáwirlik kestesiniń III toparında jaylasqan bolıp, atomınıń sırtqı electron qabıǵında 3 valent electron bar bolıp esaplanadı. Bor atomı kremniydiń kristall reshıyotkasına kirgizilse, ol reshıyotka túyinińde jaylasadı hám ózine qońsı bolǵan 4 kremniy atomı menen kovalent baylanıs payda etedi. Biraq hámme baylanıslar toyıǵan jup elektronlı bolıwı ushın bor atomında bir elektron jetispeydi. (6.27 a-súwret). Bul jetispegen elektrondı bor atomı átirapında jaylasqan kremniy atomlarınan aladı. Nátiyjede kremniy atomlarında gewek payda boladı (6.27 b-súwret). Bir elektrondı biriktirip alǵan bor atomı teris ionǵa aylanadı Kristall reshıyotka túyinlerinde jaylasqan bunday ionlar zaryad tasıwda qatnaspaydı, sebebi olar turǵan jerinen kóshpeydi. Demek bor atomları tek gewekler sanın asıradı erkin elektronlar sanı bolsa ózgermey qaladı. Kremniy atomı quramına qansha bor atomı kirgizilse, sonsha gewek payda boladı.



Yarımótkizgish quramına kiritilgende elektronın beretuǵın aralaspaǵa donor aralaspa delinedi.





Yarımótkizgish quramına kirgizilgende gewekli ótkizgishlikti payda etetuğın aralaspalar akceptorlı aralaspalar dep ataladı.

Ximiyalıq elementler dáwirlik sistemasınıń III topar element atomları (B, Al, Ga, In) kremniy hám germaniylar ushın akceptor aralaspası wazıypasın óteydi. Akceptor aralaspalı yarımótkizgishlerde gewekler erkin elektronlarǵa salıstırǵanda júdá kóp boladı. Sonıń ushın bunday yarımótkizgishlerde gewekler tiykarǵı zaryad tasıwshı, elektronlar bolsa tiykarǵı bolmaǵan zaryad tasıwshı bóleksheler bolıp esaplanadı. Tiykarǵı zaryad tasıwshılar geweklerden ibarat bolǵan aralaspalı yarımótkizgishler p túrdegi yarımótkizgishler dep ataladı.

Yarımótkizgishler quramına hár qıylı ximiyalıq element atomların kiritip, olardıń elektr ótkizgishligin basqarıw múmkin.

1. Aralaspasız sap yarımótkizgishler qanday túrdegi ótkizgishlikke iye?
2. Yarımótkizgishlerde elektron hám gewek ushırasqanda qanday qubılıs júz beredi?
3. Yarımótkizgish tiykarınan tesikli ótkizgishlikke iye. Kristallda qanday aralaspası bar?
4. Germaniy quramına mıshyak atomları kiritilgen. Onda qanday zaryad tasıwshılar tiykarǵı bolıp esaplanadı?



Ámeliy tapsırma

Maqset: yarımótkizgish elektr qarsılıǵın temperaturaǵa baylanıslılıǵın úyreniw.

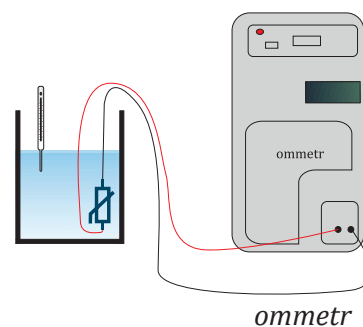
Kerekli ásbaplar: termorezistor (yarımótkizgish), ommetr, shıyshe ıdıs, termometr, jalǵaw sımları.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Shiyshe ıdısqa azıraq suw quyıń. Suwǵa termometr hám termorezistor túsiriń.
2. Termorezistordı ommetrge jalǵań.
3. Termometr hám ommetrlerdiń kórsetkishlerin baqlań.
4. Shiyshe ıdısqa izbe-iz ıssı suw quyıp, soń temperatura artqan sayın termometr hám ommetrlerdiń kórsetkishi qanday ózgergenligin baqlań.
5. Shiyshe ıdısqa suwdı suwıq suwǵa almasıń.
6. Shiyshe ıdısqa termorezistordı metal ótkizgish (mısalı jıltıqshı plıtasınıń spiralı) na almasıń.
7. Shiyshe ıdısqa suwǵa izbe-iz ıssı suw qosıp suw ısıtqan sayın termometr hám ommetrlerdiń kórsetkishi qalay ózgerip atırǵanlıǵın baqlap barıń.

Esletpe. Yarımótkizgish hám metall ótkizgishlerdiń temperaturası shıyshe ıdısqa suwdıń temperaturası menen teńlesiwı ushın tájiriybeni ástenirek orınláń.

Tájiriybe nátiyjeleri tiykarında juwmaq shıǵarıń.



termorezistor



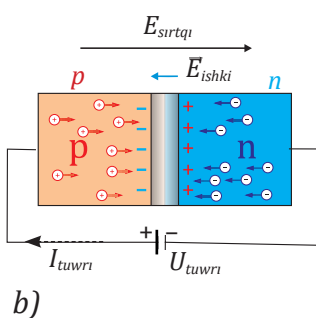
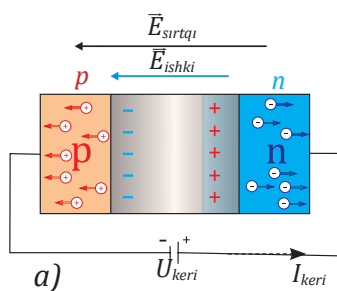
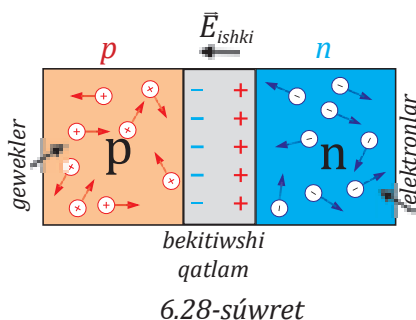
termorezistordıń belgileniwı

45-TEMA

YARIMÓTKIZGISHLI ÁSBAPLAR HÁM OLARDÍN TEXNIKADA QOLLANÍLÍWÍ

1. Yarimótkizgishlerde p - n ótiw.
2. Yarimótkizgishli diod.
3. Tranzistor haqqında túsiniq.
4. Integral mikrosxemalar.

Yarimótkizgishtiń qarsılıǵı onıń kórinisi, ólshemleri, zatınıń túri, temperaturası hám jaqtılıqqa baylanıslı. Yarimótkizgish qızdırılǵanda qarsılıǵı qalay ózgeredi? Ne sebepten ózgeredi?



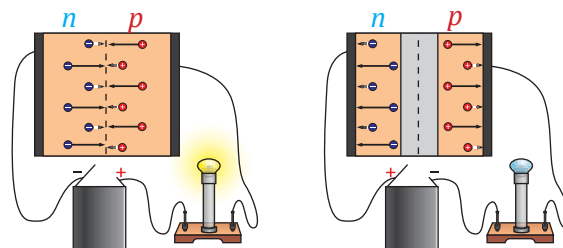
6.29-súwret

Házirgi kúnde elektronika hám radiodetallarınıń tiykarǵı elementleri yarimótkizgish zatları tiykarında islep shıǵarıladı. Bunday elementler qanday isleydi? Olarda elektron processlerin ámelge asırıwshı bólimler qanday dúziliske iye? Sol temada sol sıyaqlı sorawlarǵa toqtalıp ótemiz.

1. Yarimótkizgishlerde p - n ótiw

Qanday da bir yarimótkizgish kristalınıń bir tárepinde n túrdegi, ekinshi tárepinde p túrdegi yarimótkizgishti payda eteyik (6.28-súwret). p hám n oblastlardıń óz ara tutasqan shegara bóleginde erkin elektronlar geweklerdi toltıradı, yaǵnıy elektron-gewek rekombinatsiyası júz beredi. Nátiyjede yarimótkizgishtiń usı bóleginde zaryad tasıwshıları derlik bolmaǵan, qásiyetleri dielektriktikine uqsas oblast payda boladı. Bul oblast erkin elektronlar p tárepke, gewekler bolsa n tárepke ótiwine tosqınlıq etedi. Sol sebepli bul oblast bekitiwshi qatlam delinedi. Bekitiwshi qatlamda p túrdegi yarimótkizgishke tiyisli bóleginde erkin kóshe almaytuǵın, teris zaryadlangan akceptor atomları n -túrdegi yarimótkizgishke tiyisli bóleginde erkin kóshe almaytuǵın, oń zaryadlangan donor atomları ishki elektr maydanın (E_{ishki}) payda etedi. Ishki elektr maydan kúsh sıızıqları n túrdegi yarimótkizgishten p túrdegi yarimótkizgish tárepke qaray baǵıtlanǵan boladı (6.28-súwret).

Bul yarimótkizgishti tok dereğine jalǵayıq. Dáslep yarimótkizgishtiń p - oblastın derektiń teris polyusine, n - oblastın derektiń oń polyusine jalǵayıq (6.29 a-súwret). Bunda elektronlar derektiń oń polyusine, gewekler derektiń teris polyusine tartıladı. Nátiyjede bekitiwshi qatlam keńeyedi hám onıń qarsılıǵı artadı. Yarimótkizgish arqalı tok derlik ótpeydi. Bunday jaǵday kerı p - n ótiw dep ataladı.





Endi yarımótkizgishtiń p - oblastına tok dereginiń oń polyusın, n - oblastına teris polyusın jalǵayıq. Bunda elektronlar tok dereginiń teris polyusınan iyterilip, oń polyusqa jalǵanǵan p - oblastqa tartıladı. Gewekler bolsa oń polyustan iyterilip, n - oblastqa tartıladı. Nátiyjede bekitiwshi qatlam tarayadı, onıń qarsılıǵı kemeyedi hám onnan tok óte baslaydı (6.29 b -súwret). Bunday jaǵday tuwrı p - n ótiw delinedi. Tuwrı p - n ótiwde yarımótkizgishtiń elektr qarsılıǵı, kerı p - n ótiwge salıstırǵanda bir neshe oń, geyde bir neshe júz márte kishi boladı. p - n ótiwge iye bolǵan yarımótkizgishte elektr togı tek bir tárepleme ótiwin 6.30-súwrette kórsetilgen elektr shınjırı járdeminde baqlaw múmkin. 6.30 a -súwrette p - n ótiw tuwrı baǵıtta jalǵanǵan bolıp, shınjırda tok bar ekenligin lampochkanıń janıwınan anıqlaymız. 6.30 b -súwrette bolsa p - n ótiw kerı baǵıtta jalǵanǵan bolıp, bunda yarımótkizgish arqalı tok ótpey atırǵanlıǵın lampochkanıń janbaǵanlıǵınan bilip alamız.

p - n ótiwli yarımótkizgishlerdiń elektr togın bir tárepleme ótkiziw qásiyetinen yarımótkizgishli ásbaplarda paydalanıladı.

2. Yarımótkizgishli diod

Yarımótkizgishlerde p - n ótiwin payda etiw ushın p hám n túrdegi ótkizgishlikke iye bolǵan eki yarımótkizgishti mexanikalıq tárizde jalǵaw jeterli bolmaydı. Sebebi bul jaǵdayda olardaǵı aralıq úlken boladı. p hám n oblastlar arasındaqı qalıńlıq atomlar arasındaqı aralıqqa teń bolatuǵın dárejede kishi bolıwı kerek. Bunıń ushın donor aralaspaǵa iye bolǵan n túrdegi yarımótkizgish, máselen, germaniy (n -Ge) monokristalın alayıq. Germaniy ústine p túr ótkizgishlikti payda etiwshi, ximiyalıq elementler periodlıq sistemasınıń III grupp elementlerinen, máselen, indiy (In)diń kishi bólekshesin jaylastıramız (6.31 a -súwret). Soń onı vakuum shárayatında 400-500°C temperatura aralıǵında (In diń eriw temperaturası 157°C, Ge diń eriw temperaturası bolsa 938°C ǵa teń) qızdıramız. Namuna suwıtılǵanda germaniydi In menen kontaktta bolǵan oblastı átirapında germaniy monokristalınıń ishine In atomlarınıń kirip qalıwı sebepli p túrdegi germaniy (p -Ge) qatlamı payda boladı (6.31 b -súwret). Germaniy monokristalınıń indiy atomları kirmegen oblastı aldınıǵıday n túrdegi ótkizgishlikke iye boladı. Nátiyjede p -Ge hám n -Ge qatlamları arasında p - n ótiw oblastı payda boladı (6.31 b -súwret).

Bir p - n ótiwge iye bolǵan yarımótkizgishli ásbapqa yarımótkizgishli diod delinedi.

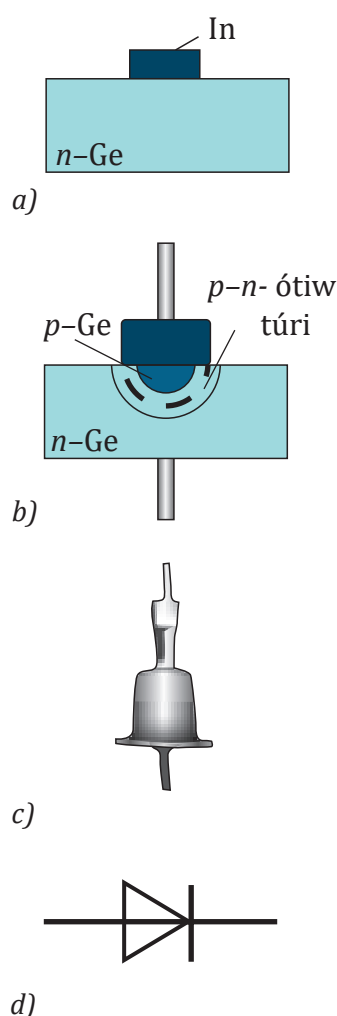
Yarımótkizgishli diodqa jaqtılıq, hawa hám sırtqı elektr, magnit maydanlarınıń tásirlerin kemeytiw ushın germaniy kristalı germetik tuyıq metall qabıqqa jaylastırıladı (6.31 c -súwret).

Yarımótkizgishli diodtıń shártli belgisi 6.31 d -súwrette kórsetilgen.

Yarımótkizgishli diod bul toktı bir tárepleme ótkiziwshi p - n ótiwge iye bolǵan elektron qurılma bolıp esaplanadı.

p - n ótiwge iye bolǵan struktura toktı bir tárepleme ótkeriw qásiyetine iye boladı

Yarımótkizgishli diod bul toktı bir tárepleme ótkeriwshi p - n ótiwge iye bolǵan elektron qurılma bolıp esaplanadı



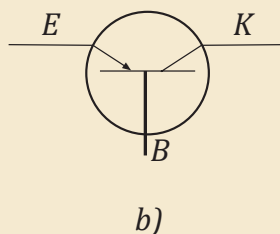
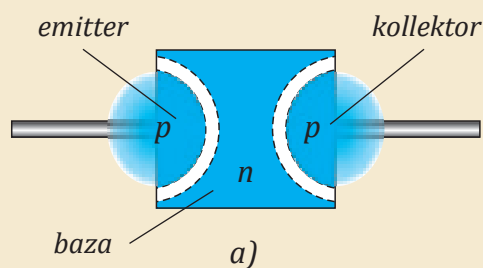
6.31-súwret

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

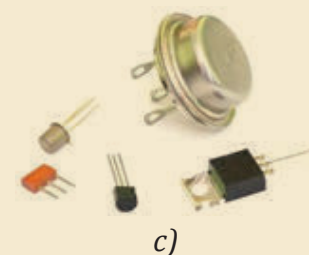
3. Tranzistor haqqında túsínik

Eki p - n ótiwge iye bolğan yarımótkizgishli sistemanı tranzistor dep qaraw múmkin. Tranzistor járdeminde ózgermeli elektr signal-ları kúsheytiledi, elektr terbelisleri payda etiledi hám basqarıladi.

Tranzistordı tayarlaw ushın elektron ótkizgishlikke iye bolğan germaniy kristallınıń qarama-qarsı táreplerine indiy kepserlenedi. Dál usınday yarımótkizgishli diodtı tayarlawğa uqsas vakuumda qızdırıw jolı menen n -Ge diń eki tárepinde p -Ge qatlamları alına-dı. Germaniy kristallınıń qalınlığı júdá kishi boladı (bir neshe mik-rometr). Mine usı qatlam tranzistordıń tiykırı, yaǵnıy bazası dep ataladı (6.32 a -súwret). Onıń gewekli ótkizgishlikke iye bolğan eki tárepinen shıǵarılğan ushları emitter hám kollektor delinedi. Bun-day túrdegi tranzistor p - n - p strukturalı tranzistor dep júritiledi (6.32 a -súwret).



6.32-súwret



Tranzistor eki p - n ótiwden ibarat bolğan úsh elektrodli (emitter, baza, kollektor) elektron ásbap bolıp, ol elektr signalların payda etiw, kúsheytiw hám basqarıw wazıy-paların atqaradı.

Tranzistordıń emitter oblastındaǵı gewekler koncentraciyası, bazadaǵı erkin elektronlar koncentraciyasına qaraǵanda bir neshe márte úlken etip tayarlanadı. p - n - p strukturalı tranzistordıń shártli belgisi 6.32 b -súwrette keltirilgen. Sırtqı tásirlerdiń aldın alıw maq-setinde tranzistorlar sırtqı tárepten hár qıylı qabıqlar menen qorǵa-ladı (6.32 c -súwret).

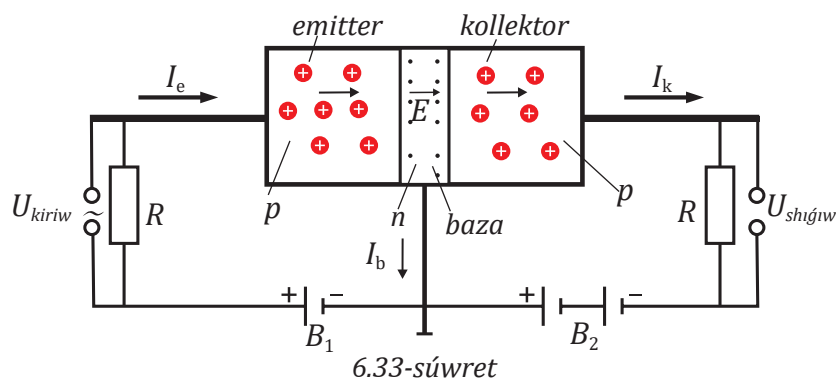
Tranzistordıń islewi menen tanısayıq (6.33-súwret). Emitter-ba-za aralıǵına jalǵanǵan B_1 batareya kernewi tuwrı p - n ótiwin payda etedi hám emitter togın (I_e) júzege keltiredi. Baza-kollektor aralıǵın-daǵı B_2 batareya keri p - n ótiwin payda etedi. Bul jaǵdayda kollektor-da tok qanday payda boladı? Emitter-baza aralıǵına qoyılǵan ker-new tásirinde gewekler bazaǵa kirip keledi. Bazanıń qalınlığı júdá kishi bolǵanlıǵı hám de ondaǵı erkin elektronlar koncentraciyası az bolǵanlıǵı ushın geweklerdiń júdá az bólegine ǵana elektronlar me-nen birigip, neytrallasadı. Kópshilik gewekler bolsa kollektor oblas-tına ótip aladı.

Kollektorǵa B_2 batareyanıń teris polyusı jalǵanǵanlıǵı ushın gewekler oǵan tartılıp, kollektor togın (I_k) payda etedi. Emitter-baza shınjırındaǵı tok kúshi (I_b), qanday ózgerse, emitter-kollektor baǵı-tında ótip atırǵan tok kúshi (I_k) de tap sonday ózgeredi. Emitter-baza



bağıtındağı tok kúshi (I_b) shınjırdıń kırıw bólimine berilgen ózgermeli kishi kernew (U_{kir} – kırıw kernewi) arqalı basqarıladı. Shınjırdan shıǵıwda bolsa ózgermeli úlken shıǵıw kernewi ($U_{shıǵ}$) payda boladı. Sonlıqtan, tranzistordan ózgermeli tok signalların kúsheytıwde paydalanıladı.

Tranzistordı tayarlawda baza sıpatında p túrdegi yarımótkizgish alınıwı da múmkin. Bul jaǵdayda emitter hám kollektor oblastı n túrdegi yarımótkizgishten tayarlanadı. Bunday tranzistor $n-p-n$ strukturalı tranzistor delinedi. Bunday túrdegi tranzistorlardıń islew principı $p-n-p$ túrdegi tranzistordan parıq qılmaydı. Tek ǵana olarda tok kollektordan emitter tárepke baǵtlanǵan boladı.



a)



b)

6.34-súwret

Integral mikrosxemalar

Ótken ásirdiń 70-jıllarında diametri 1 cm bolǵan yarımótkizgishli plastinkalarda mińlap mikroskopiyaq tranzistorlar jaylastırılǵan mikrosxemalar oylap tabıldı. Olarda tranzistorlar menen birgelikte diodlar, kondensatorlar, rezistorlar hám basqa radioelektron elementler de jaylastırılǵanlıqtan olar *integral mikrosxema* dep ataldı. 6.34 a-súwrette mikrosxemalardıń sırtqı kórinisi, 6.43 b-súwrette bolsa elektron qurılma platasına ornatılǵan hár qıylı mikrosxemalar súwretlengen. Integral mikro sxemalardıń jaratılıwı kishi bir kólemde quramalı sxemalardı jaylastırıw hám stol kompyuterlerin jaratiw imkaniyatın tuwdırdı. Dáslepki dáwirde radioelementler yarımótkizgishli plastinkanıń betinde jasalǵan bolsa, keyin ala olar plastinkanıń pútkil kóleminde payda etile baslandı. Olar **mikrochipler** dep atala baslandı. Mikrochipler tiykarında qol telefonları, kóterip júriletuǵın kompyuter (noutbuk), h.b. kishkene radioelektron qurılmalar jasalmaqta. Házirgi kúni teńgedey keletuǵın mikrochipte júz millionlap tranzistor hám radioelementler jaylastırılmaqta. Bul degen sóz, radioelement ólshemi $\sim 10^{-9}$ m átirapında degeni esaplanadı. 10^{-9} m bir nanometrge teń. Sonlıqtan, bunday mikrosxemalardı joybarlaw, jasaw jumısları menen shuǵıllanatuǵın taraw nanotexnologiya delinedi.

Mikrosxemalar, mikrochipler házirgi zaman kompyuterleri, elektron basqarıw qurılmalarınıń tiykarı bolıp esaplanadı.

VI BAP HÁR QÍYLÍ ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ



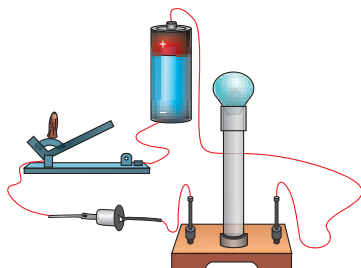
Ámeliy tapsırma

Maqset: yarımótkizgishli diodtıń elektr togın bir tárepleme ót-kiziwin baqlaw.

Kerekli ásbaplar: yarımótkizgishli diod, tok deregi, lampochka, gilt, jalgaw simlari.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Ásbaplardan paydalanıp súwrette keltirilgen sızilma boyınsha shınjır dúziń.
 2. Dáslepki halda gilt qosılmağan boladı.
 3. Giltti jalgań hám lampochkanıń janıwın baqlań.
 4. Giltti ajratıń hám shınjırğa jalğan tok deregi polyusların ózgertiń.
 5. Giltti jalgań hám lampochkanıń janıwın baqlań.
- Tájiriybe nátiyjeleri tiykarında juwmaq shıgarıń.



1. *p-n ótiwde qanday bóleksheler zaryad tasıydı?*
2. *p-n ótiwde qarsılıq oğan qoyılğan kernewge qanday baylanış?*
3. *Tranzistorda tuwrı hám keri p-n ótiwler onıń qaysı oblastlarında boladı?*
4. *p-n-p hám n-p-n túrdegi tranzistorlar nesi menen parıqlanadı?*
5. *Yarımótkizgishli diodtıń islew principı qanday?*
6. *Tranzistor qalay dúzilgen?*
7. *Integral sxemalar haqqında nelerdi bilesiz? Olar qollanılatuğın tarawlardı aytıń.*



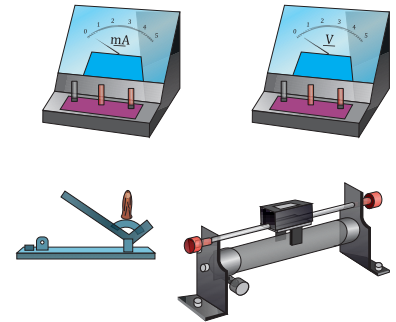
LABORATORIYA JUMÍSÍ

46-TEMA

YARIMÓTKIZGISHLI DIODTÍN VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASÍN ÚYRENIW

Jumistıń maqseti: yarımótkizgishli diodtan ótiwshi tok kúshi oǵan qoyılǵan kernewge baylanıslılıǵın úyreniw.

Kerekli ásbaplar: yarımótkizgishli diod (kolodkada); turaqlı tok deregi (36–42 V); gılt; ótkizgish sımları; milliampermetr; reostat; voltmetr (1-súwret).



Jumistıń orınlanıw tártibi

1. Kerekli ásbaplar toplanıp, 2-súwrettegi sızılma boyınsha elektr shınjırı jıynaladı. Sızılmada tómendegi belgilewler keltirilgen: M – turaqlı tok deregi; R - reostat; V - voltmetr; mA - milliampermetr; D - diod; K - gılt.

2. Ashıq (shınjır úzilgen) halǵa keltiriledi.

3. Reostat jılıǵışın jılastırıp, voltmetrdiń kórsetkishi 0 V bolatúǵın halǵa qoyıladı.

4. Gılt jalǵanadı.

5. Reostat jılıtqışın jılastırıp, sırtqı shınjırǵa beriletúǵın kernew arttırıp barıladı. Voltmetr hám milliampermetr kórsetkishleri jazıp barıladı.

6. Ólshew nátiyjeleri tómendegi kestege kiritiledi.

U, V									
I, mA									

7. Gılt ashıq(shınjır úzilgen) halǵa keltiriledi.

8. Tok dereginiń polyusları almasııp jalǵanadı hám tájiriybe joqarıda keltirilgen 3-6-kórsetpeler boyınsha tákirarlanadı.

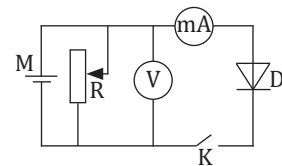
9. Nátiyjeler boyınsha, yarımótkizgishli diodtan ótiwshi tok kúsi- niń qoyılǵan kernewge baylanıslılıq grafigi sızıladı.

10. Yarımótkizgishli diodtan tuwrı p-n ótiw hám keri p-n ótiw baǵıtında ótetúǵın tok kúshiniń qoyılǵan kernewge baylanıslılıǵı 3-súwrettegi grafikte keltirilgen.

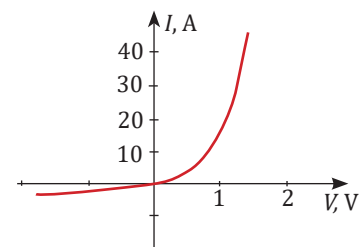
Diodqa keri baǵıttaǵı kernew qoyılǵanda diod pasportında ja- zılǵan mánisten úlken kernew qoyıw múmkin emes.



1-súwret.



2-súwret.



3-súwret.

1. Diod tuwrı jalǵanǵan jaǵdayda tok kúshiniń qoyılǵan kernewge baylanıslılıǵı tuwrı sıziqtan ibarat emes ekenligine itibar berıń hám sebebin túsindiriwge háreket etiń.

2. Ne sebepten keri baǵıtta kernew qoyılsa, onnan belgili muǵdar- da bolsa da tok ótedi?

3. Alınǵan maǵlıwmatlardan paydalanıp diodtıń tuwrı hám keri ótiw baǵıtları ushın elektr qarsılıqların tabıń.





VI BAP HÁR QÍYLI ORTALÍQLARDA ELEKTR TOGÍ

VI BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Cink sulfat eritpesin 1 saat dawamında elektrolizlewde onnan 2,45 g cink ajralıp shıqtı. Eger elektrolitlik vannağa izbe-iz jalğanğan qarsılıqtağı kernewdın túsiwi 6 V ға teń bolsa, bul qarsılıqtın shamasın tabıń. Cinktnı elektroximiyalıq ekvivalenti $0,338 \cdot 10^{-6}$ kg/C ға teń.

2. CuSO_4 duzınıń suwdağı eritpesi arqalı alıp barılğan elektroliz processinde anodqa 10^{20} elektron jetip bargan bolsa, ajralıp shıqqan mıstın massasın anıqlań.

3. ZnSO_4 eritpesinen cink ajratıp alıw ushın 2 kWh energiya sarıplangan. Elektrodlar arasındagı potenciallar ayırması 2 V ға teń bolsa, elektrodta qansha cink massası ajraladı?

4. Eki ajratılğan vannada buyımlarğa elektrolitlik jol menen birdey tok kúshinde mıs hám gúmis qaplanbaqta. Birdey waqıt aralıgında gúmis qatlamınıń massası 40,78 g bolsa, mıs qatlamınıń massası qanday boladı?

5. Eki saatta 8,049 g gúmis ajralıp shıgıwı ushın elektrolit arqalı ótip atırğan tok kúshi qanday bolıwı kerek? Gúmistin elektroximiyalıq ekvivalenti $1,118 \cdot 10^{-6}$ kg/C ға teń.

6. Eger Jer menen bult arasındagı potenciallar ayırması 10^8 V, razryad energiyası $2 \cdot 10^9$ J bolsa, razryad waqtında ótken zaryad muğdarın tabıń.

7. Geliy atomınıń ionlanıw potentsiali 24,5 V qa teń. Geliy atomın ionlaw ushın elektron neshe joul energiyağa iye bolıwı kerek? 1 V potenciallar ayırması ótken elektron $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J energiyağa iye boladı.

8. Azot atomın ionlaw ushın elektron qanday minimal tezlikke iye bolıwı kerek. Azot atomınıń ionlanıw energiyası $23,2 \cdot 10^{-19}$ J ge teń.

9. Krypton atomınıń ionlanıw energiyası $22,2 \cdot 10^{-19}$ J ға teń. Krypton atomın ionlaw ushın elektr maydanda tezlesip atırğan elektron qanday potenciallar ayırmasınan ótiwi kerek?

10. Qarsılıqları teń bolğan eki termistor turaqlı tok dereğine parallel jalğandı. Termistorlardan biri suwıtılğanda shınjırdın tarmaqlanbağan bólegindegi tok kúshi 1,5 márte kemeygen bolsa onıń (termistordın) qarsılıgı neshe márte ózgergen?

VII BAP



MAGNIT MAYDANÍ

Siz bul bapta tómendegi temalar bo'yinsha maǵlumatlar alasiz:

- magnit maydan indukciyası. Toklı ótkizgishlerdiń magnit maydanı;
- magnit maydanınıń toklı ótkizgishke tásiiri;
- toklı ótkizgishlerdiń óz ara tásiiri;
- toklı ótkizgishti magnit maydanda kóshiriwde orınlanǵan jumıs;
- magnit maydanda zaryadlı bóleks-helerdiń qozǵalıısı;
- turaqlı tok elektr dvigateli;
- elektromagnitlik indukciya;
- ózlik indukciya, induktivlik;
- toktiń magnit maydan energiyası;
- zatlardıń magnit qásiyetleri.

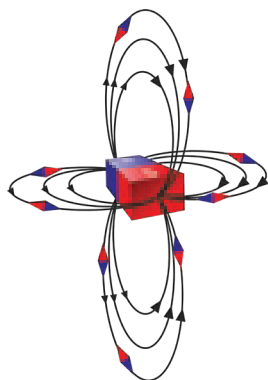
47-TEMA

MAGNIT MAYDANI INDUKSIYASI. TOKLI OTKIZGISHLERDIN MAGNIT MAYDANI

1. Magnit maydanı indukciyası.
2. Toklı tuwrı ótkizgishtiń magnit maydanı indukciyası.
3. Aylanba tok orayındaǵı ótkizgishtiń magnit maydanı indukciyası.
4. Toklı katushkanıń magnit maydanı indukciyası.
5. Toklı toroidtıń magnit maydanı indukciyası.



Súwrette keltirilgen qaysı deneler magnitke tartıladı?



7.1-súwret

1. Magnit maydanı indukciyası

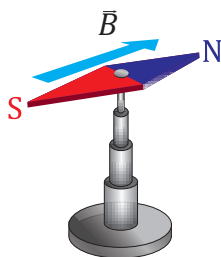
Bizge belgili, turaqlı magnitler hám toklı ótkizgishler arasında óz ara tásir kúshleri bar. Magnit maydanǵa kiritilgen magnitke yamasa toklı ótkizgishke magnit maydanı qandayda bir kúsh penen tásir etedi. Magnit maydanǵa kiritilgen magnit strelkaları qandayda bir baǵıt boyınsha jaylasadı. (7.1-súwret).

Magnit maydanı magnit maydanı indukciyası hám magnit aǵımı sıyaqlı fizikalıq shamalar menen xarakterlenedi.

Magnit aǵımı menen keyingi temalarda tanısamız.

Magnit indukciyası vektorlıq shama bolıp, magnit maydanınıń kúsh xarakteristikası bolıp esaplanadı.

Magnit maydanına kiritilgen 1 A tok kúshine iye bolǵan 1m uzınlıqtaǵı tuwrı ótkizgishke maydan tárepinen tásir etiwshi maksimal kúshke san jaǵınan teń bolǵan shama magnit indukciyası dep ataladı.



7.2-súwret

Magnit maydanı indukciya vektorı $\vec{B}$ háribi menen belgilenedi. Indukciya vektorınıń baǵıtın magnit maydanına kirgizilgen hám erkin qozǵalatuǵın magnit strelkasınıń jaylasıwınan paydalanıp anıqlaw múmkin.

Magnit indukciyası vektorınıń baǵıtı sıpatında magnit maydanına kiritilgen hám erkin qozǵalatuǵın magnit strelkası arqa polyusiniń kórsetiw baǵıtı qabıl etilgen. (7.2-súwret).

Turaqlı magnit maydanınıń indukciya sıızqları magnittiń arqa polyusı (N) nan shıǵıwshı, qubla polyusı (S) na bolsa kiriwshı baǵıtta boladı. (7.3 a-súwret).

Magnit maydanınıń qálegen noqatında indukciya vektorı maydan kúsh sıızqlarına urınba baǵıtında boladı. (7.3 b-súwret).



Magnit maydanı indukciyasınıń birligi ushın XBSda Serbiya fizigi Nikola Teslanıń húrmetine Tesla (T) qabıl etilgen.

Eger magnit maydanınıń barlıq noqatlarında indukciya vektorı turaqlı birdey bağıtqa hám birdey mániske iye bolsa bunday magnit maydanğa bir tekli magnit maydanı delinedi.

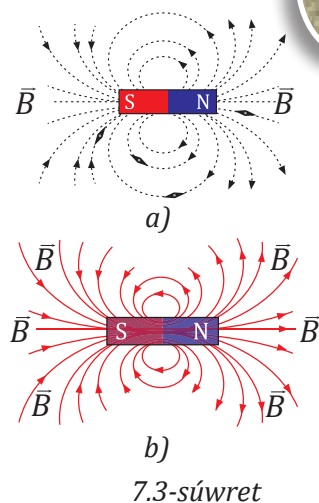
2. Toklı tuwrı ótkizgishtiń magnit maydanı indukciyası

Toklı tuwrı ótkizgish maydanınıń kúsh sıızqlarınıń bağıtı oń vintli burǵı qádesinen paydalanıp anıqlanadı.

Tuwrı tok payda etken magnit indukciyası vektorı ($\vec{B}$) nıń bağıtı, aylanbadan ibarat bolǵan kúsh sıızqlarına urınba boyınsha bağıtlanǵan boladı (7.4-súwret). Sheksiz uzın toklı tuwrı ótkizgishten d uzaqlıqta jaylasqan noqatta magnit indukciyasınıń san mánisi ótkizgishtegi tok kúshine tuwrı, aralıqqa kerı proporcional bolıp, tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı:

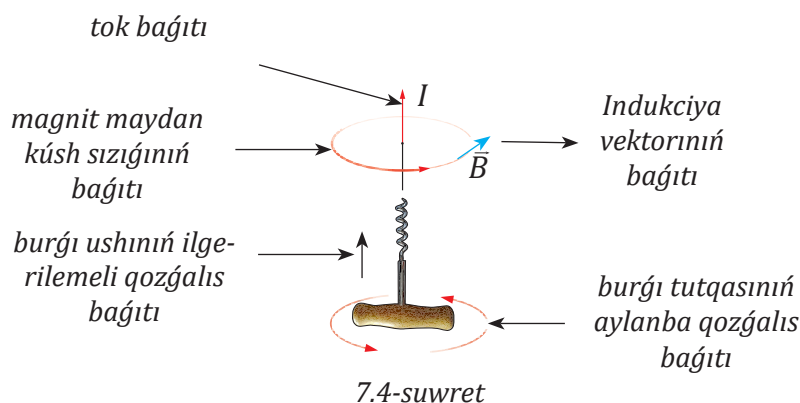
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} \quad (1)$$

Bunda μ_0 – skalyar shama bolıp, **vakuumnıń magnit turaqlısı** delinedi, onıń san mánisi $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ qa teń.

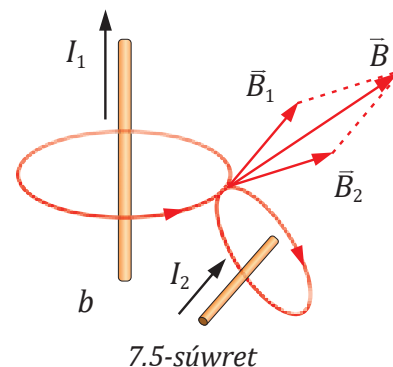


7.3-súwret

Eger burǵı ushınıń ilgerilemeli qozǵalıstı tok bağıtı menen birdey bolsa, burǵı tutqasınıń aylanıw bağıtı magnit indukciya sıızqlarınıń bağıtın kórsetedi (7.4- suwret).



7.4-suwret



7.5-súwret

Kópshilik jaǵdaylarda magnit maydanın bir ótkizgish emes, eki yamasa onnan da kóp toklı ótkizgishler sisteması payda etedi (7.5-súwret). Bunday jaǵdaylarda keńisliktiń qanday da bir noqatındaǵı juwmaqlawshı maydan indukciyası hár bir toklı ótkizgishtiń sol noqatındaǵı magnit maydan indukciyaları vektorlıq jıyındısına teń boladı, yaǵnıy:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n \quad (2)$$

Bul juwmaq magnit maydanı ushın **superpoziciya prinsipi** dep ataladı. Demek, magnit maydanı superposiciya prinsipi, elektr maydanı superpoziciya prinsipi sıyaqlı boladı.

3. Aylanba tokli ótkizgishtegi magnet maydan indukciyasi

Aylanba tokli ótkizgish magnet maydanini kúsh sızıqlari ótkizgish átirapın orap alıwshı jabıq sızıqlardan ibarat boladı. Sheńber orayınan ótiwshı kúsh sızıqlariniń bağıtı oń burǵı qádesinen paydalanıp anıqlanadı. Burǵı tutqasınıń aylanıw bağıtı ótkizgishtegi tok bağıtı menen birdey bolsa, burǵı ushınıń ilgerilemeli qozǵalı bağıtı indukciya vektoriniń bağıtın kórsetedi (7.6 a, b-súwretler)

Aylanba tokli ótkizgishtiń orayındaǵı magnet maydan indukciyasınıń san mánisi tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2R} \quad (3)$$

Bul jerde R – aylanba ótkizgishtiń radiusı, I – tok kúshi.

4. Tokli katushkaniń magnet maydan indukciyasi

Ótkizgishti spiral kóriniside orap katushka payda eteyik (7.7 a-súwret). Katushkadan tok ótkende onıń hár bir oramı elektr maydanın payda etedi. Katushkaniń oramları kóp bolǵanlıǵı sebepli katushka ishindegi juwmaqlawshı magnet maydanı jekkelengen bir ótkizgish payda etken magnet maydanınan bir neshe ese kúshli boladı.

Tokli katushka magnet maydaniniń kúsh sızıqları katushkaniń ishki bóleginde parallel tuwrı sızıqlardan ibarat boladı. Kúsh sızıqlariniń bağıtın oń vintli burǵı qádesi tiykarında anıqlaw múmkin.

Eger burǵı tutqasınıń aylanıw bağıtı katushkadaǵı tok bağıtı menen birdey bolsa, burǵı ushınıń ilgerilemeli qozǵalı bağıtı kúsh sızıǵınıń, yaǵniy indukciya vektoriniń bağıtın kórsetedi (7.7 b-súwret).

Katushkaniń uzunlıǵı l ge, oramları sanı N ǵa, diametri d onıń uzunlıǵınan kóp ese kishi bolsın $d \ll l$ (7.8-súwret). Ol jaǵdayda tokli katushka ishinde payda bolǵan magnet maydandı bir tekli magnet maydanı dep qaraw múmkin. Katushka orayında magnet maydan indukciyasınıń san mánisi tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı:

$$B = \mu_0 \frac{IN}{l} \quad (4)$$

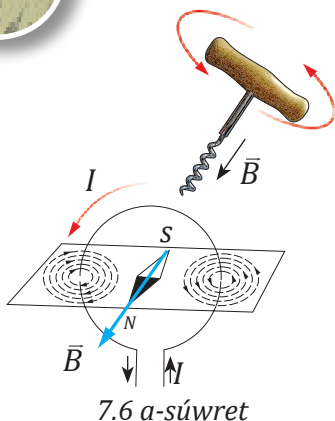
5. Tokli toroidtiń magnet maydan indukciyasi

Saqıyna tárizli yadroǵa oralǵan spiral ótkizgishten quralǵan sistema toroid dep ataladı (7.9-súwret).

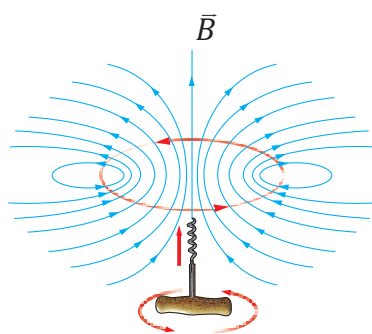
Toroidqa tok berilgende onıń ishinde hám sırtında magnet maydanı payda boladı. Toroid ishinde magnet kúsh sızıqları orayı bir noqatta bolǵan óz ara parallel sheńberlerden ibarat boladı. Toroid ishinde magnet maydan indukciyasınıń san mánisi tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R} \quad (5)$$

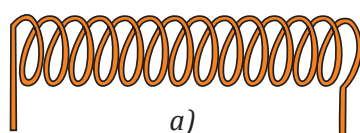
Bul jerde: N – oramlar sanı, I – tok kúshi, R – toroidtiń radiusı.



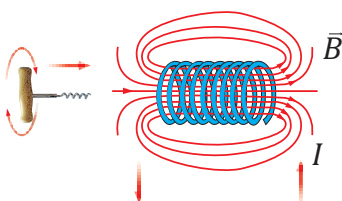
7.6 a-súwret



7.6 b-súwret

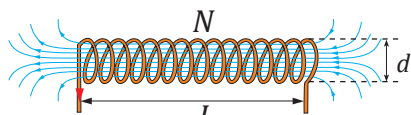


a)



b)

7.7-súwret



7.8-súwret



Másele sheshiw úlgisi

Oramlar sanı 2000 kósheriniń radiusı 15 cm bolǵan toroiddan ótiwshi tok kúshi 3 A bolsa, toroid kósherinde jatiwshi noqatlardaǵı magnit indukciyasınıń san mánisin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$N=2000$ $R = 0,15 \text{ m}$ $I = 3 \text{ A}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ $B = ?$	$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R}$	$B = \frac{2000 \cdot 3 \text{ A} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}}{2\pi \cdot 0,15 \text{ m}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ Juwabı: $B = 8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

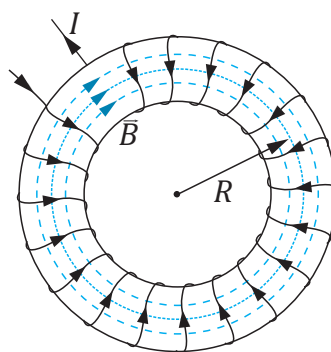
34-shınıǵıw

1. Hawada jaylasqan sheksiz uzın ótkizgishten 14 A tok ótip atırǵan bolsa, ótkizgishten 10 cm uzınlıqta jaylasqan noqatta magnit maydan indukciyasınıń san mánisin esaplań.

2. Eger radiusı 6,28 cm bolǵan sheńber kórinisindegi toklı ótkizgishtiń orayında payda bolǵan magnit mayanınıń indukciyası $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ǵa teń bolsa, ótkizgishten ótiwshi toktıń kúshin tabıń.

3. Indukciya vektorınıń san mánisi 3 mT bolǵan hám qubladan arqaǵa qaray baǵıtlanǵan magnit maydanı menen, indukciya vektorı 4 mT bolǵan hám batıstan shıǵısqa qaray baǵıtlanǵan magnit maydanı keńisliktiń qandayda bir tarawında qosıladı. Juwmaqlawshı maydan induksiya vektorınıń shamasın hám baǵıtın anıqlań.

4. Radiusı 5 cm bolǵan aylanba ótkizgishten (sım oramnan) 2 A tok ótpekte. Sol oram orayındaǵı noqatta payda bolǵan magnit maydanı indukciyası vektorınıń san mánisin tabıń.



7.9-súwret

1. Magnit maydanı indukciyası degende neni túsinesiz hám ol qanday birlikte ólshenedi?

2. Tuwrı hám taǵa tárizli magnitlerdiń magnit maydanı kúsh sı-zıqları qanday kóriniske iye?

3. Tok baǵıtı birdey hám qarama-qarsı bolǵan parallel tuwrı sheksiz uzın ótkizgishler payda etken magnit maydanı kúsh sı-zıqların sı-zıl-mada kórsetiń.

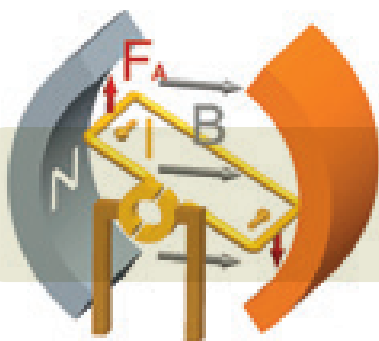
4. Sizge biri turaqlı magnit, ekinshisi tap usınday ólshemge iye bolǵan temir bólegi berilgen. Tek ǵana berilgen denelerden paydalanıp, olardan qaysı biri magnit hám qaysı biri temir ekenligin qanday anıqlaw múmkin?



48-TEMA

MAGNIT MAYDANININ TOKLI OTKIZGISHKE TASIRI

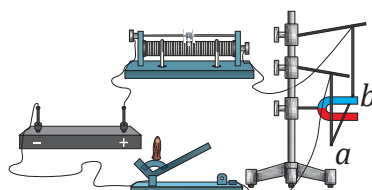
1. Amper kúshi.
2. Shep qol qağıydası.
3. Bir tekli magnet maydanda toklı ramkanı aylandırıwshı moment.
4. Elekt ólshew ásbapları.



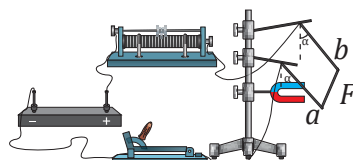
Qanday kúsh magnet maydanda jaylasqan toklı ramkanı qozǵalısqa keltiredi?

1. Amper kúshi

Magnet maydanının toklı ótkizgishke tásirín 1820-jılı Amper tájiriybede anıqlaǵan.



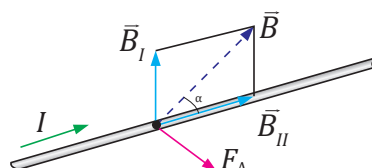
7.10-súwret



7.11-súwret

Tájiriybenı baqlaw ushın shtativke erkin ildirilgen ab tuwrı ótkizgish taǵa tárizli magnittiń ortasına jaylastırıladı. Tutastırıw sımlarınan paydalanıp ab ótkizgish gilt arqalı tok dereğine jalǵanıp, jabıq shınjır payda etiledi. Bunda ótkizgishtiń magnet maydanda jaylasqan bóleginiń uzınlıǵı Δl ge teń bolsın. Shınjır úzik bolǵanda ab ótkizgish ildirilgen sim vertikal halda boladı (7.10-súwret). Shınjırdaǵı gilt jalǵanǵanda ótkizgish qozǵalısqa keledi hám ol magnetten iyteriledi (7.11-súwret). Ótkizgishten tok ótkende oǵan magnet tárepinen F kúshi tásir etedi. Ótkizgish ildirilgen sim vertikaldan qanday da bir α múyeshke burıladı. Eger magnittiń polyusleri almastırılıp ornatılса, ótkizgishke tásir etiwshi kúsh óziniń baǵıtın ózǵertedi, nátiyjede ótkizgish taǵa tárizli magnetke tartıladı. Eger magnittiń ornın ózǵertpesten ótkizgishtegi tok baǵıtı ózǵertılса, bul halda da ótkizgishke tásir etiwshi kúshniń baǵıtı qarama-qarsı tárepke ózǵeredi.

Magnet maydanı tárepinen sol maydanda jaylasqan toklı ótkizgish bólegine tásir etiwshi kúsh (F) tok kúshi (I) ne, ótkizgishtiń uzınlıǵı (Δl) na, magnet indukciyasi (B) na hám tok baǵıtı menen indukciya vektorı baǵıtı arasındadı múyesh α nıń sinus mánisine tuwrı proporsional boladı (7.12-súwret).



7.12-súwret

$$F = I \cdot B \cdot \Delta l \sin \alpha \quad (1)$$

Bul ańlatpa menen anıqlanatuǵın kúshke Amper kúshi dep ataladı.

(1)-ańlatpa bir tekli magnet maydanı ushın orınlı, yaǵnıy ótkizgishtiń barlıq noqatlarında indukciya vektorınıń san mánisi hám baǵıtı birdey bolǵan jaǵday ushın orınlı. Eger indukciya vektorı tok baǵıtına salıstırǵanda tik ($\alpha = 90^\circ$) jaylasqan bolsa, toklı ótkizgishke tásir etiwshi Amper kúshi eń úlken mániske erisedi, yaǵnıy $F_{\max} = I \Delta l B$



boladı. Bul halda magnit indukciyası ushın tómendegi ańlatpaǵa iye bolamız:

$$B = \frac{F_{\max}}{I \cdot l} \quad (2)$$

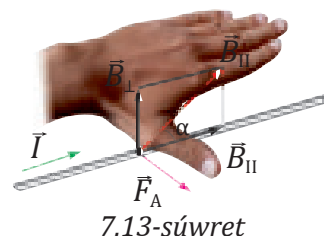
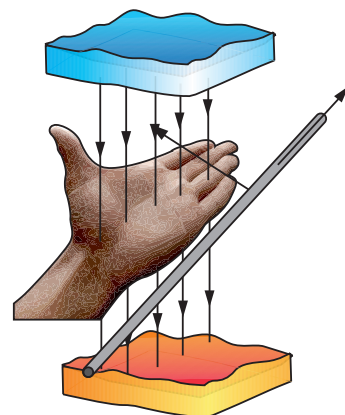
Bul ańlatpa boyınsha magnit indukciyasınıń fizikalıq mánisin táriyplewimiz múmkin: magnit indukciyası bir tekli magnit maydan kúsh sızıqlarına perpendikulyar jaylasqan, uzınlıǵı 1 m hám ótiwshi tok kúshi 1 A bolǵan tuwrı ótkizgishke magnit maydanı tárepinen tásir etiwshi kúshke san jaǵınan teń bolǵan shama bolıp esaplanadı.

$$[B] = \frac{1\text{N}}{1\text{A} \cdot 1\text{m}} = 1\text{T} \quad (\text{Tesla}).$$

2. Shep qol qaǵıydası

Magnit maydanı tárepinen toklı ótkizgishke tásir etiwshi kúsh-tiń baǵıtın shep qol qaǵıydasınan paydalanıp anıqlaw múmkin (7.13-súwret).

Magnit maydanǵa shep qolımızdı sonday jaylastıramız, bunda, qolımızdıń alaqańına magnit maydanı kúsh sızıqları kirsın. Tórt barmaq ushınıń baǵıtı ótkizgishtegi toktıń baǵıtı menen sáykes tússe, 90° qa ashılǵan bas barmaq ótkizgishke tásir etiwshi Amper kúshiniń baǵıtın kórsetedi.



7.13-súwret

3. Bir tekli magnit maydanda toklı ramkanı aylandırıwshi moment

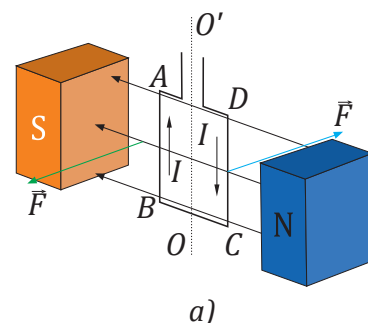
Eger magnit maydanǵa toklı ramka kiritilse, onıń qandayda bir múyeshke burılıwın baqlawımız múmkin. (7.14-súwret). Ne ushın toklı ramka magnit maydanda burıladı?

Tuwrı tórtmúyeshlik kórinisindegi ramka payda etken maydanı magnit maydanı kúsh sızıqlarına parallel halda jaylasqan bolsın. Ramkanıń uzınlıǵı l bolǵan AB hám DC táreplerinen ($l = AB = DC$) ótip atırǵan tok kúshi I ge teń bolsa (7.14 a-súwret), sol bóleklerge bir tekli magnit maydanı tárepinen tásir etiwshi Amper kúshiniń mánisi tómendegige teń boladı:

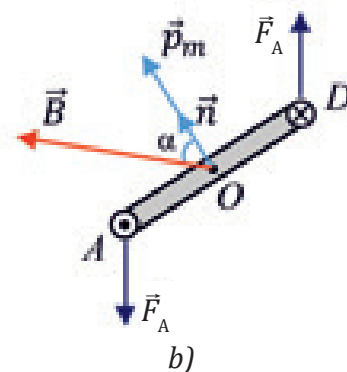
$$F_A = I \cdot B \cdot l. \quad (3)$$

Bul kúsh-tiń baǵıtı shep qol qaǵıydası járdeminde anıqlanadı. AB hám DC bóleklerine tásir etiwshi kúshlerdiń modulleri teń bolıp, qarama-qarsı tárepke baǵıtlanǵan boladı. Sonlıqtan toklı ramkaǵa magnit maydanı tárepinen jup kúsh tásir etedi. Jup kúshler tásirinde toklı ramka burıladı. Bul jup kúshler ramkanıń OO' aylanıw kósherine salıstırǵanda aylandırıwshi momentlerdi payda etedi.

7.14 a-súwrette kórinip turǵanıday, ramka tegisligi magnit indukciya vektorına parallel bolǵanda ramkanıń AB hám DC bóleklerine tásir etiwshi kúshlerdiń iyini $d/2$ ge teń ($d=AD=BC$). Eger ramka



a)



b)

7.14-súwret

VII BAP. MAGNIT MAYDANI

qandayda bir mýyeshke burilsa, kúshlerdiń iyini ózgeredi. Kúsh iyiniń ózgeriwin anıqlaw ushın ramka tegisligine tik jaylasqan normal ($\vec{n}$) vektorın ótkeremiz. (7.14 b-súwret, ramkanıń ústki bóleginen kórinetuǵın proekciyası) $\vec{n}$ vektorı menen indukciya $\vec{B}$ vektorı arasındaqı muyesh α ǵa teń bolsın. Bul halda jup kúshlerdiń iyini $d/2 \cdot \sin \alpha$ ǵa teń boladı. Ramkanı aylandırıwshı kúsh momentleri bolsa tómendegi ańlatpa menen anıqlanadı:

$$M_1 = M_2 = F_A \cdot \frac{d}{2} \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Ramkanı aylandırıwshı tolıq moment M_1 hám M_2 momentler jıyındısına teń boladı:

$$M = M_1 + M_2 = F_A \cdot d \cdot \sin \alpha = IBl \cdot d \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

Ramkanıń maydanı $S = l \cdot d$ ekenligin esapqa alsaq,

$$M = I \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

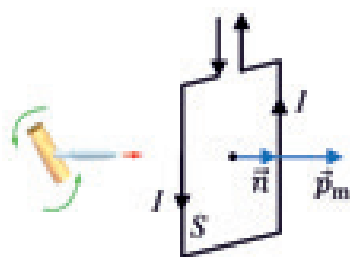
Eger $\alpha = \pi/2$ bolsa magnit maydan indukciyası tómendegige teń boladı:

$$B = \frac{M_{\max}}{IS} \quad (7)$$

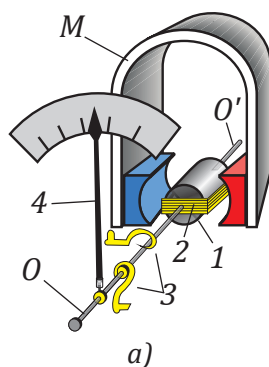
Ramkadaǵı tok kushiniń ramka payda etken maydanǵa kóbeymesi ($\vec{p}_m$) toklı ramkanıń magnit momenti dep ataladı:

$$p_m = I \cdot S. \quad (8)$$

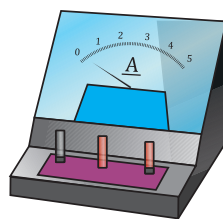
Toklı ramkanıń magnit momenti vektorlıq shama bolıp, onıń baǵıtın oń vintli burǵı qaǵıydası tiykarında tabıw múmkin. Burǵı tutqasınan aylanba qozǵalısh baǵıtı ramkadaǵı tok baǵıtı menen birdey bolsa, burǵı ushınıń ilgerilemeli qozǵalısh baǵıtı toklı ramkanıń magnit momenti baǵıtın kórsetedi (7.15-súwret). Ramka tegisliginde ótkerilgen normal vektor ($\vec{n}$) dıń baǵıtı ramkanıń magnit moment $\vec{p}_m$ vektorınıń baǵıtı menen birdey boladı. (7.15-súwret). Toklı ramkanıń magnit momenti XBS de $[p_m] = A \cdot m^2$ da ólshenedi.



7.15-súwret



a)



b)

7.16-súwret

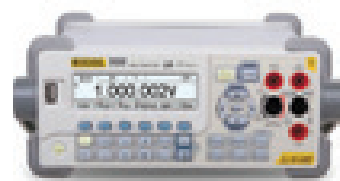
4. Elektr ólshewshi ásbapları

Kópshilik elektr asbaplarınıń islewi toklı ótkizgish penen turaqlı magnittiń óz ara tasirlesiwine tiykarlanǵan. Mine usınday elektr ólshew asbaplarınan biriniń dúzilisi 7.16 a-súwrette keltirilgen. Kúshli magnit (M) polyusleri arasına temir yadro (1) bekkemlengen bolıp onıń ústine sımly ramka (2) kiydirilgen. Sımly ramka 00' kósherge biriktirilgen. Sonıń menen birge 00' kósherine metall prujinalar (3) hám strelka (4) biriktirilgen. Bul bolsa sımly ramka bir waqıttıń ózinde strelka hám prujinalardı pútinliginshe 00' kósher átirapında aylanba qozǵalısqı keltiriw imkanın beredi. Sımly ramkaǵa elektr toǵı prujinalar arqalı beriledi. Bul prujinalar ramkaǵa tok berilmegen



vaqitda strelkanı shkalaniń nolinshi halatında uslap turadı. Ásbap elektr shınjırına jalǵanganda sımlı ramkadan tok ótedi hám magnit maydanı tásirinde burıladi. Ramkanin burılıwı hám strelkanıń awısıwı prujinaniń serpimlilik kúshi hám Amper kúshleri teńleskenge shekem dawam etedi. Ásbap elektr shınjırına izbe-iz jalǵanganda, shınjırdan hám ásbaptıń katushkasınan ótetuǵın tok kúshleri óz ara teń bolǵanlıqtan strelkanıń burılıw múyeshi tok kúshine proporcional boladı. Bul jaǵdayda ásbap ampermetr sıpatında isletiledi (7.16 b-súwret)

Házirgi kúnde sanlı signallar menen isleytuǵın elektr ólshew ásbaplarınan keń túrde qollanıladı. Olar yarım ótkizgishli p-n- ótiwine tiykarlangan mikrosxemalar qurılmasında analog signalların sanlı signallarga aylandırıw principini tiykarında isleydi. Bunday ásbaplar kóp funkciyalı bolıp, bir qurılmanıń ózi ózgermeli hám turaqlı toktıń kúshi, kernewi, tutınıwshıda ajratılǵan toktıń quwatlılıǵı, elektr qarsılıq, elektr sıymılılıǵı, jiyiligi sıyaqlı shamalardı ólshew imkaniyatına iye. Olar multimetrler dep te ataladı. 7.17-súwrette usınday qurılımlardan biriniń sırtqı kórinisi keltirilgen.



7.17-súwret



1. Ne ushın bir tekli magnit maydanǵa kiritilgen toklı tuwrı ótkizgish ilgerilmeli, toklı ramka bolsa aylanba qozǵalısqı keledi?
2. Bir tekli magnit maydanǵa kirgizilgen toklı ramkaǵa tásir etiwshı kúsh qalay anıqlanadı?
3. Ne sebepten magnit maydanǵa kirgizilgen toklı ramkaǵa aйландırıwshı moment tásir etedi?
4. Toklı ramkaǵa tásir etiwshı jup kúshler momentin avtomobil roli mısasında túsindirıń?
5. Magnit maydanınıń toklı ramkaǵa táhiri tiykarında isleytuǵın qurılımlarǵa mısallar keltiriń?

Мásele sheshiw úlgisi

Maydanı 20 cm^2 , oramlar sanı 100 bolǵan sımlı ramka magnit maydanına jaylastırılǵan. Ramkadan 2 A tok ótkende onda $0,5 \text{ mN} \cdot \text{m}$ maksimal aylandırıwshı moment payda boladı. Magnit maydanınıń indukciyasın anıqlań.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$S = 20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $N = 100$ $I = 2 \text{ A}$ $M_{\text{max}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$ $B = ?$	$M_{\text{max}} = N \cdot I \cdot B \cdot S$ $B = \frac{M_{\text{max}}}{N \cdot I \cdot S}$	$B = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}}{100 \cdot 2 \text{ A} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ T} = 1,25 \text{ mT}$ Juwabı: $B = 1,25 \text{ mT}$.



35-shinigiw

1. Bir tekli magnit maydani kúsh sızıqlarına salıstırğanda 30° múyesh astında jaylasqan, uzınlığı 25 cm bolğan tuwrı ótkizgishke maydan tárepinen 3 N kúsh tásir etedi. Eger ótkizgishtegi tok kúshi 30 A bolsa, magnit maydani indukciyasınıń san mánisin tabıń. Máse- leniń sızılmasın sızıń hám vektorlıq shamalardıń bağıtların kórsetiń.
2. Bir tekli magnit maydanında turğan maydani 1 cm^2 bolğan ramkağa tásir etiwshi maksimal aylandırıwshı moment $2 \mu\text{N}\cdot\text{m}$ ga teń. Ramkadan ótiwshi tok kúshi 0,5 A ge teń. Magnit maydani induk- ciyasınıń san mánisin tabıń.
3. Bir tekli magnit maydangá jaylastırılğan 0,4 m uzınlıqtağı tuwrı toklı ótkizgishke $9 \cdot 10^{-2} \text{ N}$ Amper kúshi tásir etedi. Eger ótkizgish- tegi tok kúshi 10 A, maydan indukciyası $7,6 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ bolsa, tok bağıtı hám magnit maydani indukciya vektori bağıtı arasındagı muyeshti anıqlań.
4. Indukciyası $2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ bolğan bir tekli magnit maydani kúsh sı- zıqlarına perpendikulyar jaylasqan 0,5 m uzınlıqtağı toklı ótkizgish- ke maydan tarepinen 0,15 N kúsh tásir etip atırğan bolsa, onnan ótiwshi tok kúshin tabıń.



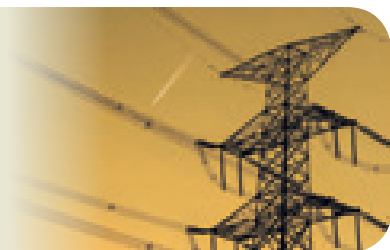
TOKLÍ ÓTKIZGISHLERDÍŇ ÓZ ARA TÁSIRI

49-TEMA

1. ToklÍ tuwrÍ parallel ótkizgishlerdÍŇ tásirlesiwi.
2. Parallel toklardÍŇ óz ara tásir kúshi.

Elektr energiyasÍŇ jetkerip beriw liniyalarÍŇdaǵÍ ótkizgish simlari arasında óz ara tásir kúshleri barma?

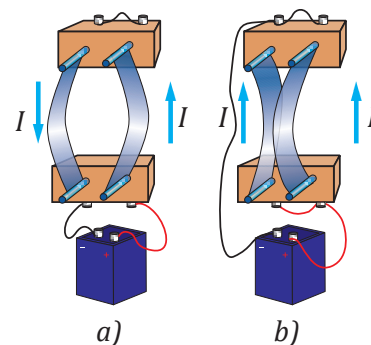
Eger bar bolsa, bular qanday kúshler hám bul tásirlesiw qanday xarakterge iye?



1. ToklÍ tuwrÍ parallel ótkizgishlerdÍŇ tásirlesiwi

Dál elektr zaryadlari sıyaqlÍ toklÍ ótkizgishler arasında da óz ara tásir kúshleri bar boladı. Biraq elektrostatikalıq kúshler menen magnitlik tásir kúshleri tábiyatÍ jaǵınan bir-birinen parÍqlanadı. BunÍ ámelde baqlaw ushÍŇ eki elastik ótkizgish alıp, olardı vertikal halda tayanishqa bekkemleymiz.

Eger ótkizgishlerdÍŇ joqarǵÍ bólegin sım arqalı jalǵasaq, ótkizgishlerden qarama-qarsÍ baǵıtta tok ótedi (7.18 a-súwret). Nátiyjede ótkizgishler bir-birinen iyterisip, arasındaǵÍ aralıq uzaqlasadı. Eger ótkizgishlerden birdey baǵıtta tok ótiwin támiyinlese, ótkizgishler bir-birine tartıladı (7.18 b-súwret).



7.18-súwret

2. Parallel toklardÍŇ óz ara tásir kúshi

Amper nızamınan paydalanıp, vakuumdǵÍ sheksiz uzÍŇ parallel toklÍ ótkizgishler arasında payda bolatuǵÍŇ óz ara tásir kúshiniŇ baǵıtı hám san mánisiniŇ shamasın anıqlayıq.

Bir-birinen d aralıqta jaylasqan, eki parallel tuwrÍ ótkizgishlerden birdey baǵıtta I_1 hám I_2 tok ótip atırǵan bolsın (7.19-súwret).

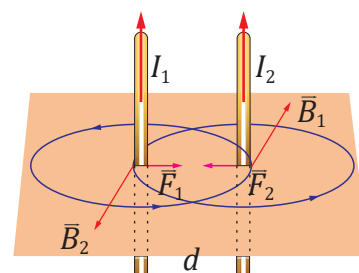
Ótkizgishlerden ótip atırǵan I_1 hám I_2 toklardÍŇ magnit maydanı indukciya vektorınıŇ sıziqlari konsentrik sheńberden ibarat boladı.

Eger I_1 tok tómennen joqarǵa ótip atırǵan bolsa, ekinshi ótkizgish-te jatırǵan noqatlarda $\vec{B}_1$ vektor (burǵı qaǵıydasına muwapıq) bizden kitap tegisligi tárepke baǵıtlanǵan boladı. $\vec{B}_1$ vektor ótkizgishke salıstırǵanda tik jaylasadı. Birinshi toktıŇ magnit maydanı tárepinen ekinshi toklÍ ótkizgishtiŇ Δl uzınlıqtaǵÍ bólegine kórsetilip atırǵan F_2 tásir kúshiniŇ baǵıtı birinshi ótkizgishke qaray baǵıtlanǵan bolıp, shama jaǵınan, Amper nızamına muwapıq tómendegige teń boladı:

$$F_2 = B_1 \cdot I_2 \cdot \Delta l \quad (1)$$

Bul formulaǵa tuwrÍ toktıŇ magnit indukciyası $B_1 = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi d}$ anlatpasın qoyıp (d – ótkizgishler arasındaǵÍ aralıq), tómendegi formulaǵa iye bolamız:

$$F_2 = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l \quad (2)$$



7.19-súwret

VII BAP. MAGNIT MAYDANI

Demek, sheksiz uzun parallel tokli ótkizgishlerdin birlik uzunligina tásir etip atirgan óz ara tásir kúshi olardan ótip atirgan tok kúshlerini kóbeymesine tuwri, arasindagi aralıqqa kerı proporcional eken. Tap usınday ekinshi toktin magnit maydanı tárepinen birinshi tokli ótkizgishti uzunlıqtağı bólegine kórsetilip atirgan F tásir kúshiniń bağıtı ekinshi ótkizgishke qaray bağıtlangan bolıp, onıń san má-nisi (2) ańlatpağa uqsas ańlatpa menen anıqlanadı:

$$F_1 = \mu_0 \frac{I_2 \cdot I_1}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l \quad (3)$$

Parallel tuwri toklardın óz ara magnit tásirinen kelip shıǵıp tok kúshiniń XBSdağı birliği – amper (A) qabıl etilgen.

1 Amperdin sıpatlaması: sheksiz uzun parallel ótkizgishler arasindagi aralıq 1 m bolǵanda ótkizgishlerdin hár bir metr uzunlıǵı $2 \cdot 10^{-7}$ N kúsh penen óz ara tásirlesse, bul ótkizgishlerden ótiwshi toktin kúshi 1 A ge teń boladı.



1. Parallel tokli ótkizgishler arasında payda bolatuǵın óz-ara tásir kúshiniń bağıtı qalay anıqlanadı?
2. Qarama-qarsı bağıtta I_1 hám I_2 tok ótip atirgan eki parallel ótkizgishtiń óz-ara tásir kúshin túsindirıń.
3. Sım áǵashtağı simlar óz-ara tásirleseme?

Másele sheshiw úlgisi

Arasindagi aralıq 1,6 m bolǵan qos (eki) sımli turaqlı elektr toǵı jetkerip beriw liniyası simlarınıń hár bir metr uzunlıǵına tuwri keletuǵın óz ara tásir kúshin tabıń. Ótkizgishlerden ótiwshi tok kúshiniń mánisin 40 A ge teń dep alıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$d = 1,6 \text{ m}$ $I_1 = I_2 = 40 \text{ A}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ $\Delta l = 1 \text{ m}$ $F = ?$	$F = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l$	$F = 4\pi 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot \frac{40 \text{ A} \cdot 40 \text{ A}}{2\pi \cdot 1,6 \text{ m}} \cdot 1 \text{ m} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ Juwabı: $F = 2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$.



36-shınıǵıw

1. Uzunlıǵı 5 m bolǵan eki sımli liniyanıń parallel simlarındağı tok kúshi 500 A. Toklar qarama-qarsı bağıtlangan. Simlar arasindagi aralıq 25 cm bolsa, olar óz ara qanday kúsh penen tásirlesedi?
2. Eki sımli jetkerip beriw liniyasınıń hár bir ótkizgishinen 5 A den tok ótedi. Simlar arasindagi aralıq 40 cm bolsa, hár bir simnıń uzunlıq birligine tásir etetuǵın kúshti tabıń.
3. Indukciyası 0,1 T bolǵan bir tekli magnit maydanı kúsh sıyıqlarına tik jaylasqan 25 cm uzunlıqtağı ótkizgishke maydannıń tásir kúshi 0,5 N ǵa teń. Ótkizgishten ótiwshi tok kúshi nege teń?

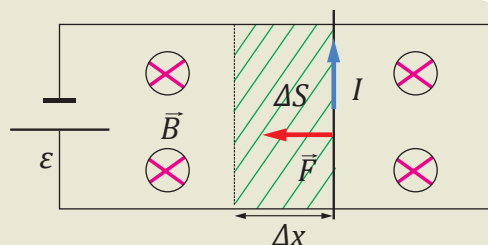


TOKLÍ ÓTKIZGISHTI MAGNIT MAYDANÍDA KÓSHIRIWDE ATQARÍLGAN JUMÍS

50-TEMA

1. Magnit maydanı aǵımı.
2. Toklı tuwrı ótkizgishti magnit maydanında kóshiriwde atqarılǵan jumıs.

Magnit maydanında toklı ótkizgishti Amper kúshi tásirinde bir orınnan ekinshi orıńǵa orın awıstırıwda jumıs atqarıladı. Bul jumıs qaysı energiya esabınan ámelge asadı?



Magnit maydanında toklı ótkizgishtiń kóshiriwde atqarılǵan jumısın anıqlawdan aldın magnit maydanı aǵımı menen tanısıp shıǵayıq.

1. Magnit maydanı aǵımı

Qanday da bir betti kesip ótiwshi magnit maydanı kúsh sıızıqlarınıń sanı kóp yamasa kem ekenligin sıpatlaw ushın magnit aǵımı degen shama kiritilgen. Qanday da bir bet arqalı ótiwshi magnit aǵımı magnit maydanı indukciya vektorı arqalı anıqlanadı.

Magnit indukciya mánisiniń bet maydanına hám de indukciya vektorı baǵıtı menen betke otkerilgen normal $\vec{n}$ vektor arasındǵı múyesh (α)tıń kosinus mánisi kóbeymesine (7.20 a-súwret) teń bolǵan shama maydanı S ke teń bolǵan bet arqalı ótiwshi magnit aǵımı delinedi. Magnit aǵımı Φ háribi menen belgilenedi. Sıpatlama boyınsha, magnit aǵımı ańlatpasın tómendegishe jazamız:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha. \quad (1)$$

Eger magnit maydanı indukciya sıızıqları betke tik baǵıtlangan bolsa ($\alpha = 0$) (7.20 b-súwret), betten ótip atırǵan magnit aǵımı tómendegishe boladı:

$$\Phi = B \cdot S. \quad (2)$$

XBSda magnit aǵımı birligi nemis fizigi D. Veber húrmetine Veber (Wb) qabıl etilgen. (2) teńleme menen magnit aǵımınıń birligi

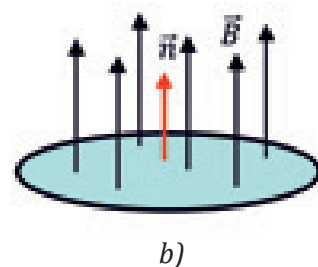
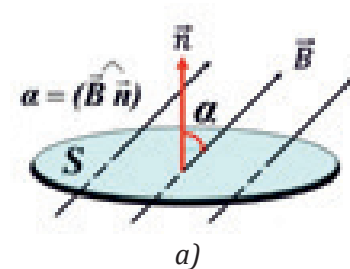
$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2 \text{ qa teń boladı}$$

Magnit maydanı indukciyası 1 T ǵa teń bolǵan magnit maydanıń indukciya sıızıqlarına tik jaylastırılǵan 1 m² maydanın kesip ótip atırǵan magnit aǵımı 1 Wb ge teń.

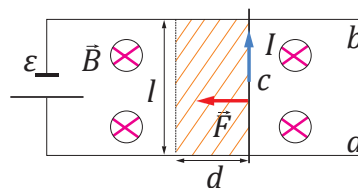
2. Toklı tuwrı ótkizgishti magnit maydanında kóshiriwde atqarılǵan jumıs

Eki parallel a hám b tegis metall sımlar bir-birinen l uzaqlıqta jaylastırılǵan bolıp, olardıń ústine jeńil c metall ótkizgish qoyılǵan haldı qarayıq. (7.21-súwret).

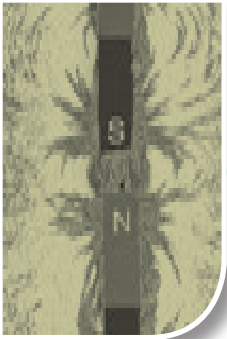
Ótkizgishler sisteması magnit indukciyası $\vec{B}$ bolǵan bir tekli maydanda jaylasqan. 7.21-súwrettegi ($\otimes$) belgisi magnit maydanı in-



7.20-súwret



7.21-súwret



VII BAP. MAGNIT MAYDANI

dukciya vektori bizden súwret tegisligi tárepke tik bağıtlanganlıgın bildiredi. a hám b ótkizgishler tok deregine jalğananda c ótkizgish arqalı tok óte baslaydı. Bunda l uzınlıqtağı toklı ótkizgishke magnit maydanı tárepinen $F=IBl$ ańlatpası menen anıqlanatuğın Amper kúshi tásir etedi. Tok bağıtı menen magnit maydanı indukciyası bağıtı arasındagı múyesh 90° ekenligin bilgen halda kúshitiń bağıtı shep qol qağıydasına muwapıq anıqlanadı. Bul kúsh, 7.21-súwrettegidey shep tárepke bağıtlangan bolıp, c ótkizgishti d aralıqqa jiljıtqanda,

$$A = Fd = IBld \quad (3)$$

jumıs atqaradı. Bul ańlatpadağı ld kóbeyme ótkizgishtiń qozğalı dawamında sızğan tórtmúyeshlik kórinisindegi maydanniń san mánisine teń, yaǵnıy $\Delta S = l \cdot d$. Qozğalı dawamında ótkizgish sızğan kórinis boyınsha kesip ótken magnit aǵımı $\Delta \Phi = B \cdot \Delta S$ ke teńliginen:

$$A = I \cdot \Delta \Phi \quad (4)$$

kórinisindegi ańlatpaǵa iye bolamız. Sonı atap ótiw kerek, bul jumıs magnit maydanı tarepinen emes, al shıńjırdı tok penen támiyinlep turıwshı derek esabınan orınlanadı.

Demek, toklı ótkizgishti magnit maydanında kóshiriwde Amper kúshiniń atqargan jumısı ótkizgishten ótip atırǵan tok kúshi hám magnit aǵımı ózgerisiniń kóbeymesine teń.

Magnit maydanında toklı ótkizgishti orın awıstırıwda atqarılǵan jumıstan ámeliyatta keń túrde paydalanıladı. Ol transport, turmıs xızmeti texnikası hám elektronika tarawlarında qollanıluwı menen ayırıqsha áhmiyetke iye. Búgingi kúnde júda keń qollanılp atırǵan elektron qılıplar buǵan mısál bola aladı.



1. Magnit maydanda toklı ótkizgishti kóshiriwde atqarılǵan jumıs qalay esaplanadı?

2. Tok bağıtı menen magnit maydan indukciyası birdey bağıtta bolsa, atqarılǵan jumıs nege teń boladı?

3. Toklı ótkizgishti magnit maydanda kóshiriwde jumıs neniń esabınan orınlanadı.

Másele sheshiw úlgisi

Uzınlıǵı 30 cm bolǵan ótkizgishten 2 A tok ótpekte. Ótkizgish indukciyası 1,5 T bolǵan bir tekli magnit maydanınıń indukciya sıızıqlarına 30° múyesh astında jaylasqan. Ótkizgish Amper kúshi bağıtında 4 cm ge kóshiriwde qanday jumıs atqarıladı?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$l = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$ $I = 2 \text{ A}$ $B = 1,5 \text{ T}$ $\alpha = 30^\circ$ $d = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $A = ?$	$A = I \cdot B \cdot l \cdot d \cdot \sin \alpha$	$A = 2 \text{ A} \cdot 1,5 \text{ T} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 1/2 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ J}.$ Juwabı: $A = 18 \text{ mJ}.$



37-shinigiw



1. Magnit indukatsiyasi 0,5 T bolgan bir tekli magnit maydani kush sızıqlarına 60° múyesh astında jaylasqan 25 cm beti arqalı ótiwshi magnit indukciya ağımin tabıń.

2. Maydani 25 cm² bolgan sim ramka bir tekli magnit maydanına aylandırılǵanda, ramkanı kesip ótiwshi magnit ağımı $\Phi = 5 \cdot 10^{-4} \cos(2\pi t)$ (Wb) nızamı boyınsha ózgeredi. Magnit maydani indukciyasınıń san mánisin tabıń.

3. Uzunlıǵı 20 cm bolgan tuwrı ótkizgish indukciyası 0,1 T bolgan bir tekli magnit maydanında 5 m/s tezlik penen kóshirildi. Eger ótkizgish qozǵalıǵı baǵıtı menen magnit kush sızıqları baǵıtı arasındaǵı múyesh 90°, ótkizgishtegi tok kúshi 50 A bolsa, magnit kushiniń quwatlılıǵı qansha boladı?

4. Indukciyası 0,5 T bolgan bir tekli magnit maydanında 10 cm uzunlıqtaǵı tuwrı ótkizgish teń ólshewli qozǵalmaqta, onnan ótiwshi tok kúshi 2 A ge teń. Ótkizgish magnit maydanına perpendikulyar baǵıtta 2 m/s tezlik penen qozǵalmaqta. Ótkizgishtiń 10 s dawamında jılıwı ushın orınlangan jumıs hám bunday jılıw ushın sarıplangan quwatlılıqtı anıqlań.

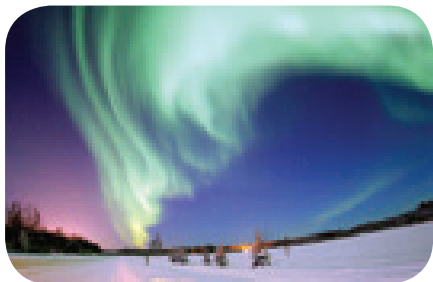
5. 0,1 m uzunlıqtaǵı tuwrı ótkizgishten 12 A tok ótpekte. Bul ótkizgish indukciyası 0,4 T bolgan bir tekli magnit maydanǵa indukciya sızıqlarına 30° múyesh astında jaylastırıldı. Ótkizgishti Amper kúshi baǵıtında 0,02 m aralıqqa kóshiriwde orınlangan jumıs nege teń boladı?

51-TEMA

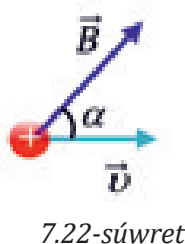
MAGNIT MAYDANDA ZARYADLI BÓLEKSHENIŇ QOZĞALÍSÍ

1. Lorenc kúshi.

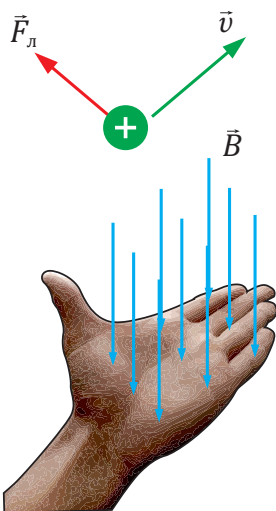
2. Bir tekli magnit maydanında zaryadlı bóleksheniŇ qozğalı.



Polyus nuri qalay payda boladı? Ne sebepten polyus nuri tek ǵana polyuste baqlanadı?



7.22-súwret



7.23-súwret

1. Lorenc kúshi

Magnit maydanına kiritilgen toklı ótkizgishke magnit maydanı tárepinen tásir etiwshi Amper kúshin, ótkizgishte tártipli qozğalıp toktı payda etiwshi hár bir zaryadlı bólekshege magnit maydanı tárepinen tásir etip atırǵan kúshlerdiŇ jıyındısınan ibarat dep qaraw múmkin. Uzunlıǵı l bolǵan toklı ótkizgishte tártipli qozğalıp atırǵan barlıq zaryadlı bóleksheler sanı N ge teń bolsa, magnit maydanında qozğalıp atırǵan bir bólekshege tásir etiwshi kúsh

$$F = F_A / N = (I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha) / N \quad (1)$$

boladı. Ótkizgishten ótip atırǵan tok kúshin erkin elektronlar koncentraciyasın n arqalı ańlatamız:

$$I = e \cdot n \cdot v \cdot S \text{ va } N = n \cdot S \cdot l, \quad (2)$$

bunda e – elektron zaryadınıŇ moduli, v – elektronlardıŇ tártipli qozğalı tezligi, S – ótkizgishtiŇ kese-kesimi maydanı. Usı ańlatpalar-dı (1) teńlikke qoysaq, bir elektrongá tásir etiwshi kúshtiŇ ańlatpası tómendegishe boladı:

$$F = evB \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

(3) teńlikti magnit maydanında jaylasqan ótkizgishke tásir etip atırǵan Amper kúshiniŇ ańlatpasınan paydalanǵan halda keltirip shıǵardıq. Bul ańlatpa indukciyası B ǵa teń bolǵan bir tekli magnit maydanında v tezlik penen qozğalıp atırǵan zaryadı q ǵa teń bolǵan qále-gen zaryadlangan bólekshe ushın orınlı. Magnit maydanında qozğalıp atırǵan zaryadlı bólekshege usı maydan tárepinen tásir etiwshi kúsh Lorenc kúshi dep ataladı, bul kúsh tómendegishe táriyplenedi:

Bir tekli magnit maydanında qozğalıp atırǵan zaryadlı bólekshege tásir etiwshi kúsh F_L bóleksheniŇ zaryadı q ǵa, onıŇ qozğalı tezligi v ǵa, magnit maydanı indukciyası B ǵa hám de tezlik vektorı menen magnit maydanı indukciya vektorları arasındaǵı múyesh sinusi kóbeymesine teń boladı: (7.22-súwret).

$$F_L = qvB \sin \alpha \quad (4)$$

Lorenc kúshiniŇ baǵıtı shep qol qaǵıydası járdeminde anıqlana-dı (7.23- súwret). **Eger shep qoldıŇ alaqańına magnit indukciyası vektorı tik tússe hám jayılǵan kórsetlkish barmaqlar baǵıtı oń zaryad qozğalısinıŇ baǵıtı menen birdey bolsa, ol jaǵdayda 90° qa ashılǵan bas barmaq Lorenc kúshiniŇ baǵıtın kórsetedi.**



7.24-súwrette kórsetilgen magnit maydanına ushıp kelip atırǵan protonǵa tásir etip atırǵan Lorenc kúshi, shep qol qaǵıydası boyınsha, oń tarepke, elektronǵa tásir etip atırǵan Lorenc kúshi bolsa shep tárepke baǵdarlanǵan boladı. Maydandaǵı elektron (teris zaryad)nıń qozǵalısn anıqlawda, tórt barmaǵımızdı elektronnıń qozǵalı baǵıtına qarama-qarsı halda jaylastıramız. Bunda elektronǵa tásir etiwshi Lorenc kúshi shep tárepke baǵtlanǵan boladı (7.24- súwret). Eger zaryadlı bólekshe magnit indukciya sızıqları boyınsha qozǵalsa ($\alpha = 0$ bolǵanda), oǵan magnit maydanı tárepinen hesh qanday kúsh tásir etpeydi.

2. Bir tekli magnit maydanında zaryadlı bóleksheniń qozǵalısları

Endi zaryadlı bóleksheniń qozǵalıslarına Lorenc kúshiniń tásirini qarap shıǵamız. Bólekshe bir tekli magnit maydanı kúsh sızıqlarına tik baǵıtta ushıp kirip atırǵan bolsın (7.25-súwret). Ol jaǵdayda bólekshe tezligi baǵıtı menen indukciya sızıqları arasındaǵı múyesh 90° qa teń bolıp, bólekshege tásir etiwshi Lorenc kúshi maksimal boladı $F_L = qvB$.

Lorenc kúshi magnit maydanında qozǵalıp atırǵan bóleksheniń qozǵalıslar baǵıtına perpendikulyar baǵıtlanǵanlıǵı ushın ol orayǵa umtılıw kúshi wazıypasın atqaradı. Nátiyjede zaryadlı bóleksheniń qozǵalıslar baǵıtı úzliksiz ózgerip, qozǵalıslar traektoriyası úzliksiz iymeklenedi hám sheńberden ibarat boladı. Lorenc kúshi jumıs atqarmaǵanlıǵı ushın, shenber boyınsha qozǵalısta júzege kelgen oraydan qashıwshı kúshtiń san mánisi Lorenc kúshine teń boladı, yaǵnıy:

$$\frac{mv^2}{R} = qvB \quad (5)$$

Bir tekli magnit maydanındaǵı zaryadlı bóleksheniń qozǵalıslar traektoriyası sheńberden ibarat bolıp, onıń radiusın tómendegi ańlatpa arqalı anıqlaymız:

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (6)$$

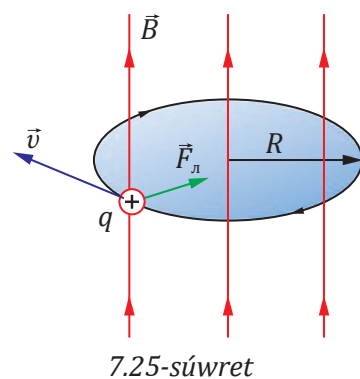
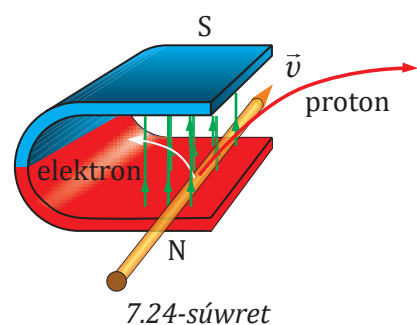
Bóleksheniń sheńberdi tolıq bir márte aylanıwı ushın ketken waqtı, yaǵnıy aylanıw dáwirin anıqlayıq. Bunıń ushın bólekshe bir márte tolıq aylanǵandaǵı jol (sheńber uzunlıǵı $2\pi R$)dı bóleksheniń tezligi (v) ǵa bólemiz:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad (7)$$

(6) hám (7) ańlatpalardan paydalanıp aylanıw dáwiri tómendegishe boladı:

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (8)$$

Magnit maydanında qozǵalıp atırǵan zaryadlı bólekshe traektoriyasınıń iymekleniw qubılısınan ámeliyatta paydalanadı. Vakuumda magnit hám elektr maydanı tásirinde qozǵalıp atırǵan zaryadlı bólekshelerdi massaları boyınsha quramlı bóleklerge ajratıwshı ásbap mass-spektrometr dep ataladı. Mass-spektrometrler ximiyalıq elementlerdiń izotopların anıqlawda, zatlardı ximiyalıq analizlewde qollanıladı.



VII BAP. MAGNIT MAYDANI



1. Lorenc kúshiniń baǵıtın shep qol qaǵıydası tiykarında túsindirín.
2. Bir tekli magnit maydanında zaryadlanǵan bóleksheni sheńber boyınsha tegis qozǵalısqqa keltiriwshi kúshti daliylleń.
3. Zaryadlı bólekshe magnit maydanına qanday baǵıtta kirgende oǵan Lorenc kúshi tásir etpeydi?
4. Lorenc kúshi tiykarında islewshi qanday qurılmalardı bilesiz?
5. Eger zaryadlı bólekshe bir tekli magnit maydanǵa kúsh sızıqlarına ótkir múyesh astında ushıp kirse, onıń qozǵalısq traektoriyası qanday boladı?

Másele sheshiw úlgisi

Elektron magnit maydanı indukciyası 12 mT bolǵan maydan indukciya sızıqlarına tik ushıp kirip, 4 cm radiuslı sheńber boyınsha qozǵalısqn dawam ettirgen bolsa, ol qanday tezlik penen maydanǵa ushıp kirgen?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$B = 12 \text{ mT} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $R = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $\alpha = 90^\circ$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $v = ?$	$F_L = qvBsina$ $F_{o.u} = \frac{mv^2}{R}$ $F_L = F_{o.u}; v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m}$	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 8,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ Juwabı: $v = 8,4 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



38-shınıǵıw

1. 1000 V tezlestiriwshi potencıalları ayırmasın ótken elektron bir tekli magnit maydanǵa indukciya kúsh sızıqlarına perpendikulyar baǵıtta ushıp kiredi. Eger magnit indukciyası 10^{-3} T ǵa teń bolsa, elektron qozǵalısq atırǵan sheńber traektoriyasınıń radiusı qanday boladı?
2. Magnit indukciyası 1 T bolǵan sıklotronında protonlar 5 MeV energiyaǵa iye bolıwı ushın olar qanday radiuslı traektoriya boyınsha qozǵalıwı kerek? Protonnıń massası $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ǵa teń. $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ dep alıń.
3. Zaryadlı bólekshe 10^6 m/s tezlik penen bir tekli magnit maydanında sheńber boyınsha qozǵaladı. Magnit maydanı indukciyası 0,3 T, sheńberdiń radiusı 4 cm ge teń. Bóleksheniń kinetikalıq energiyası 12 keV qa teń bolıwı ushın onıń zaryadı qanday bolıwı kerek?
4. Elektron bir tekli magnit maydanına indukciya sızıqlarına perpendikulyar baǵıtta ushıp kiredi. Elektronnıń tezligi $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Magnit maydanı indukciyası 10^{-3} T . Elektronnıń orayǵa umtılwshı tezleniwini tabıń.
5. Indukciyası 0,2 T bolǵan bir tekli magnit maydanınıń kúsh sızıqlarına perpendikulyar baǵıtta 10 Mm/s tezlik penen qozǵalısq atırǵan protonǵa qanday oraydan qashıwshı kúsh tásir etetuǵınlıǵın anıqlań.

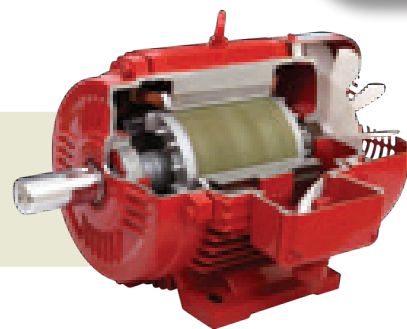


TURAQLÍ TOK ELEKTR DVIGATELI

52-TEMA

1. Elektr dvigatelinin dúzilisi.
2. Elektr dvigatelinin islew principi.

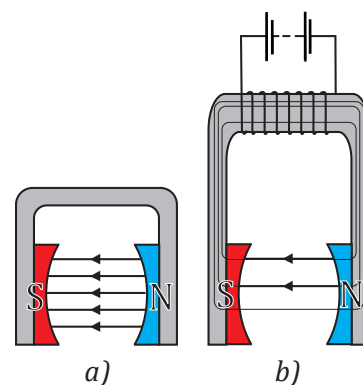
Elektr dvigatelinin valin aylanba qozǵalısq qeltiriwshi sebebin túsindiriń?



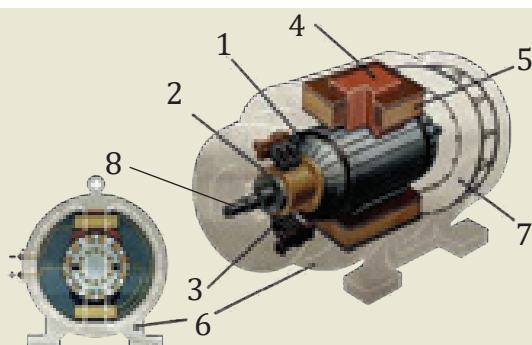
1. Elektr dvigatelinin dúzilisi

Turaqlı tok elektr dvigateli eki tiykargı bólim – stator hám rotordan ibarat qurılma bolıp, turaqlı tok elektr energiyasın mexanikalıq energiyaǵa aylandırıp beredi.

Stator latinshadan alınǵan sóz bolıp, *qozǵalmas* degen mánisti bildiredi. Stator turaqlı magnitten (7.26 a-súwret) yamasa elektromagnitten (7.26 b-súwret) ibarat bolıp, ol dvigatel korpusına bekitilgen boladı. Rotor latinshadan alınǵan sóz bolıp, *aylandırıw* degen mánisti ańlatadı. Rotor dvigateldin aylanıwshı bóleklerin quraydı. Rotordın tiykargı bólegi bir yamasa bir neshe katushkalı ramkadan, yaǵnıy yakordan (1) (7.27-súwret) hám kollektordan (2) ibarat. Yakor oramlarındaǵı sımlardıń ushları kollektor saqıynalarına jalǵanadı. Kollektor yakor menen birgelikte aylanadı. Kollektor saqıynaları sırtına qozgalmaytuǵın etip eki kómir shyotka (3) bekkemlengen. Olar arnawlı prujinalar járdeminde kollektor saqıynalarına tıǵız etip qısıp qoyıladı. Shınjırdaǵı elektr toǵı usı shyotkalar arqalı kollektor saqıynalarına ótedi.



7.26-súwret



7.27-súwret

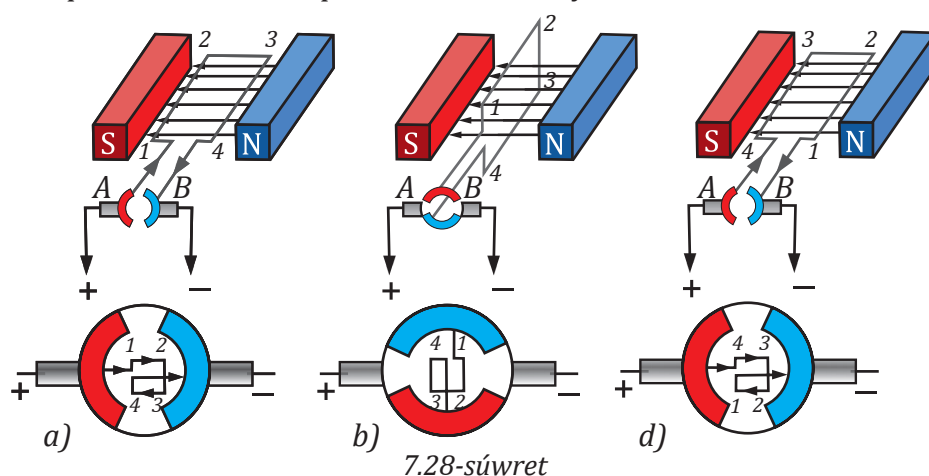
1. Yakor (temir yadrolı ramkalar)
2. Kollektor
3. Shyotkalar
4. Elektromagnit polyusiniń yadrosı
5. Elektromagnit polyusiniń oramları
6. Stator
7. Ventilyator
8. Val

2. Elektr dvigatelinin islew principi

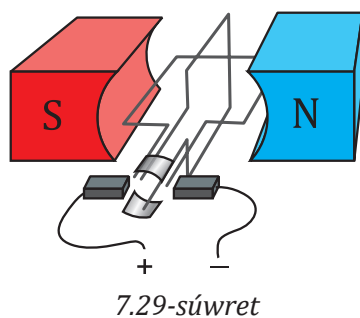
Qolaylılıq ushın bir ramkalı rotordan ibarat bolǵan eń ápiwayı dvigateldin islew principin kórip shıǵayıq. (7.28-súwret). Dvigateldin kollektori eki yarım saqıynadan ibarat bolıp, olarǵa A hám B

VII BAP. MAGNIT MAYDANI

shyotkalar taqalip turadi. Shyotkalarğa tok dereginiń eki polyusinen keliwshi simlar jalğanǵan. Tok dereginen kelip atırǵan tok shyotka, kollektor hám ramkadan A-1-2-3-4-B baǵıtında ótedi (7.28 a-súwret). Magnit maydanı tásirinde ramka magnit kúsh sızıqlarına perpendikulyar jaylasıwǵa háreket etedi. Ramka tegisligi magnit kúsh sızıqlarına perpendikulyar bolǵanda A hám B shyotkalar kollektor saqıynalarına tiymey qaladı hám ramkadan tok ótpeydi (7.28 b-súwret). Biraq ramka oz inerciyası menen aylanıwdı dawam ettirip, magnit kúsh sızıqlarına parallel jaylasıp aladı (7.28 d-súwret). Bunda shyotkalar kollektor saqıynalarına tiyip qaladı hám ramkadan A-4-3-2-1-B baǵıtında tok ótedi. Magnit maydanı tásirinde ramka jáne perpendikulyar jaǵdayǵa kelip qalıwǵa háreket etedi. Usılayınsha process dawam etip, ramka úzliksiz aylanadı.



7.28-súwret



7.29-súwret

Ámelde bir ramkalı rotordan ibarat bolǵan dvigateller qollanılmaydı. Sebebi olarda ramkanıń aylanıwı bir tegis bolmaydı hám rotor kósherin (valdı) aylandırıwǵa ramkanıń kúshi jetpeydi. 7.29-súwrette eki ramkalı elektrodvigteldiń dúzilisi kórsetilgen. Bunda ramkalar bir-birine perpendikulyar etip bir kósherge bekemlenedi. Kollektordiń qaplamaları ekew emes, tórtew boladı. Eki ramkalı rotorda magnit kúsh sızıqlarına parallel jaylasqan birinshi ramkadan tok ótkende magnit maydanı tásirinde ol perpendikulyar jaǵdayda bolıwǵa háreket etedi hám ramkanıń tegis háreketin támiyinleydi.



1. Turaqlı tok elektr dvigatelinde energiyanı bir túrden basqa túrge aylanıwın túsindiriniń.
2. Elektr dvigateliń dúzilisin túsindirip beriń.
3. Elektr dvigateliń islew principin aytıp beriń.
4. Elektr dvigateli qanday artıqmashılıqlarǵa iye?
5. Elektr dvigateliń qollanıwı haqqında nelerdi bilesiz?



MÁSELELER SHESHIW

53-TEMA

Másele sheshiw úlgileri

1. Eki parallel sheksiz uzun tuwrı ótkizgish vakuumda bir-birinen 40 cm aralıqta jaylasqan. Eger olardıń birewinen 12 A hám ekinshisinen 18 A tok ótip atırǵan bolsa sımlardıń uzınlıq birligine tásir etiwshi kúshti F/l di tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$I_1 = 12 \text{ A}$ $I_2 = 18 \text{ A}$ $d_0 = 0,4 \text{ m}$ $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ $F/l = ?$	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d_0} l$ $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d_0}$	$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot 12 \text{ A} \cdot 18 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,4 \text{ m}} = 1,08 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{m}}$ Juwabı: $F/l = 1,08 \cdot 10^{-4} \text{ N/m}$.

2. Indukciyası 0.4 T bolǵan magnit maydanında kúsh sıızıqları baǵıtında 45° múyesh astında jaylasqan 0,5 m uzınlıqtaǵı ótkizgishke 0,42 N kúsh tásir etse, ótkizgishten ótiwshi tok kúshin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$B = 0,4 \text{ T}$ $\alpha = 45^\circ$ $F_A = 0,42 \text{ N}$ $l = 0,5 \text{ m}$ $I = ?$	$F_A = IB \sin \alpha$ $I = \frac{F_A}{B \sin \alpha}$	$I = \frac{0,42 \text{ N}}{0,4 \text{ T} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,7} = 2,97 \text{ A}$ Juwabı: $I = 2,97 \text{ A}$.

3. Indukciyası 10^{-3} T bolǵan bir tekli magnit maydanında 1,5 cm radiuslı sheńber boyınsha magnit kúsh sıızıqlarına tik baǵıtta qozǵalıp atırǵan elektronń tezligin tabıń. Elektronń massası $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ hám zaryadınıń moduli $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ǵa teń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$B = 1 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $R = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $\alpha = 90^\circ$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $v = ?$	$F_L = evB \sin \alpha$ $F_{\text{oq}} = \frac{mv^2}{R}$ $F_L = F_{\text{oq}}$ $v = \frac{eBR \sin \alpha}{m}$	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 1}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 2,64 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Juwabı: $v = 2,64 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.



39-shinigiw

1. Radiusi 4 cm bolgan sim saqiynadan 0,8 A tok otpekte. Saqiyna orayindagi magnet maydani indukciyasin aniqlan.

2. Indukciyasi 0,1 T bolgan bir tekli magnet maydanida indukciya sızıqlarına parallel halda 10 cm uzunlıqta 0,5 A toklı tuwrı ótkizgish jaylastırılğan. Ótkizgishke tásir etiwshi magnet maydanınıń tásir kúshi qanday?

3. Indukciyasi 0,4 T bolgan bir tekli magnet maydanida uzunlıgı 15 m, tok kúshi 8 A bolgan tuwrı ótkizgish maydan kúsh sızıqlarına perpendikulyar halda jaylastırılğan. Ótkizgishti Amper kúshi bağıtında 0,025 m aralıqqa orın awıstırıwda orınlangan jumıstı tabıń.

4. Eger indukciyasi 0,2 T bolgan bir tekli magnet maydanida jaylasqan maydanı 2 m^2 bolgan betten ótip atırğan magnet indukciya ağımı 0,2 Wb bolsa, betke júrgizilgen normal hám indukciya vektori arasındagi múyeshti esaplan.

5. Magnet maydanı indukciya sızıqlarına perpendikulyar halda 1 km/s tezlik penen qozgalıp atırğan 0,4 C zaryadlı bólekshege 4 N teń bolgan Lorenc kúshi tásir etedi. Magnet maydanı indukciyasın tabıń.

6. Indukciyasi 4 T bolgan bir tekli magnet maydanida 10^7 m/s tezlik penen indukciya sızıqlarına perpendikulyar bağıtta ushıp kirgen elektronğa tásir etiwshi kúshniń moduli qanday?

7. Indukciyasi 0,167 T bolgan bir tekli magnet maydanida proton radiusı 10 cm bolgan sheńber boyınsha qozgalsa, onıń tezligi qanday? Protonniń massasın $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ga teń dep alıń.

8. Proton indukciyasi 40 mT bolgan bir tekli magnet maydanı kúsh sızıqlarına tik halda $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ tezlik penen ushıp kirgende ol qanday radiuslı sheńber sızadı? Protonniń massasın $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ga teń dep alıń.

9. Bir tekli magnet maydanı sızıqlarına tik bağıtta ushıp kirgen elektronniń aylanıw dáwiri $20 \cdot 10^{-12} \text{ s}$ bolsa, magnet maydanı indukciyasın aniqlan. Elektronniń massasın $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ga teń dep alıń.

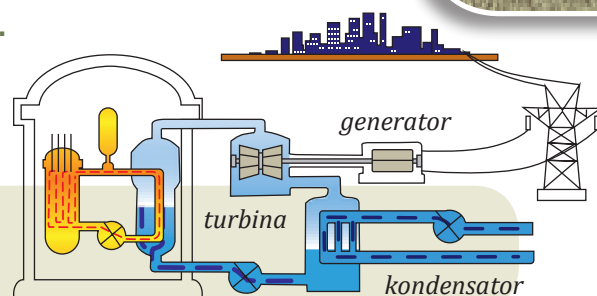


ELEKTROMAGNITLIK INDUKCIYA

54-TEMA

1. Elektromagnitlik induksiya qubılısı.

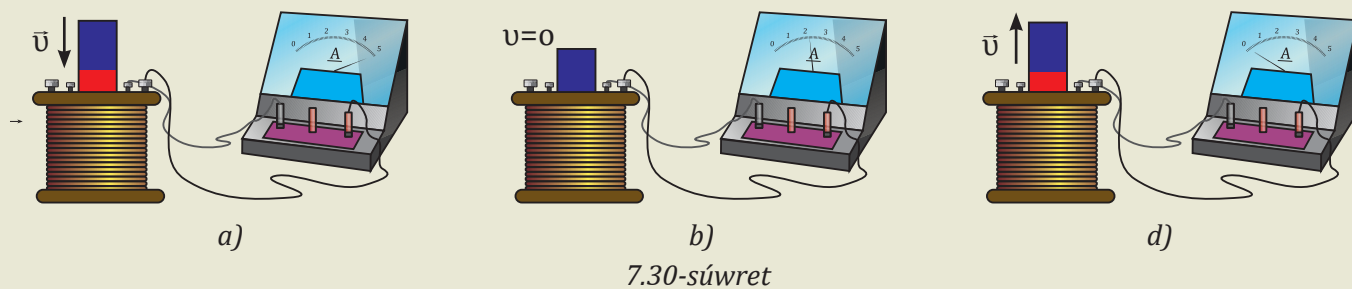
2. Indukciya elektr qozğawshı kúsh. Faradey nızamı.

Elektr energiyası qanday payda etiledi?

1. Elektromagnitlik induksiya qubılısı

1820-jılı daniyalı alım G. Ersted toktıń magnit tásirin oylap tapqannan soń, ingliz alımı Maykl Faradey magnit maydanı arqalı elektr togın payda etiwdi óz aldına maqset etti. Ol bul másele ústinde 10 jıldan artıq islep, 1831-jılı niyetine jetti.

M. Faradey katushka hám galvanometrđi izbe-iz jalğap, tuyıq shınjır payda etti (7.30-súwret). Katushka ishine turaqlı magnit kirgizilip atırğanda, galvanometr strelkasınıń burılıwı baqlanadı. Bunda katushkada tok payda boladı (7.30 a-súwret). Eger magnitti qozğaltırmaı katushka ishinde tınısh uslap turılsa, galvanometr strelkası noldi kórsetedi, yaǵnıy katushkada toktıń joǵalǵanı baqlanadı (7.30 b-súwret). Magnit katushka ishinen suwırıp alınıp atırğanda, jáne katushkada toktıń payda bolǵanlıǵı baqlanadı. Bunda galvanometr strelkası keri tárepke burıladı (7.30 d-súwret). Eger magnit tınısh halda bolıp, katushka qozǵalısqá keltirilse de, usı qubılıstı baqlaymız.



7.30-súwret

Faradey ózi ámelge asırǵan tájiriyebe nátiyjelerin analiz etip, tó-mendegi juwmaqqá keldi: tuyıq konturda indukciyalıq tok tek ǵana ótkizgish konturı menen shegaralanǵan bet arqalı ótiwshi magnit indukciya aǵımı ózgergende júzege keledi, yaǵnıy magnit aǵımı ózgerip turǵan waqıt dawamında ǵana bar boladı. Bul juwmaq elektromagnit indukciya nızamı dep te júritiledi.

2. Indukciya elektr qozğawshı kúsh. Faradey nızamı.

Bizge belgili, elektr shınjırında tok uzaq waqıt bar bolıp turıwı ushın shınjırda qanday da bir bóleginde elektr qozğawshı kúsh (EQK) deregi bolıwı kerek. Konturda turaqlı turde magnit aǵımınıń ózgerip

VII BAP. MAGNIT MAYDANI

turıwı nátiyjesinde payda bolǵan EQK onda indukciyalıq toktı payda etiwshi sırtqı derek wazıypasın atqaradı. Indukciyalıq toktı payda etiwshi toktı EQK indukciyalıq elektr qozǵawshı kúsh dep ataladı. Jabıq konturda payda bolǵan indukciyalıq elektr qozǵawshı kúsh, san mánisi jaǵınan usı konturdı kesip ótken magnit aǵımınıń ózgeriwine teń hám belgisi jaǵınan oǵan qarama-qarsı bolıp esaplanadı:

$$\varepsilon_i = -\Delta\Phi/\Delta t. \quad (1)$$

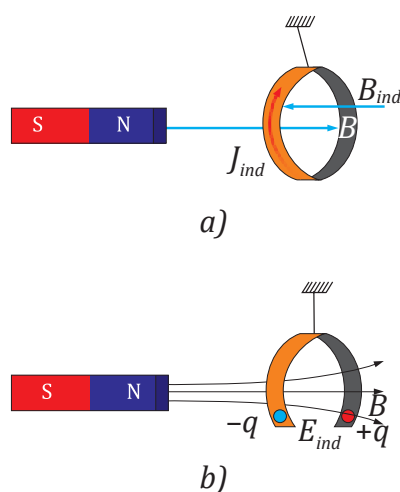
Bunda elektromagnitlik indukciya nızamı yamasa Faradey- Maksvell nızamı dep ataladı.

(1) ańlatpadaǵı (-) belgisi konturda payda bolatuǵın indukciyalıq toktıń baǵıtı menen baylanıslı bolıp, ol Lenc qaǵıydası boyınsha túsindiriledi.

XBSda indukciyalıq elektr qozǵawshı kúshinin birliǵı ushın volt (V) qabıl etilgen.

Eger kontur N oramnan ibarat bolsa, konturda payda bolatuǵın indukciyalıq EQK tómendegi ańlatpa járdeminde esaplanadı:

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (2)$$



7.31-súwret

Rus alımı X. Lenc indukciyalıq toktıń baǵıtın anıqlaw maqsetinde tómendegi tájiriýbeni ótkerdi. Ol birewi pútın hám ekinshisi kesik bolǵan jeńil alyuminiy saqıynalardı jipke baylap, tayanışqa ildiredi (7.31-súwret). Eger magnit pútın saqıynaǵa jaqınlastırılса, onda indukciyalıq tok payda boladı. Sonıń menen bul tok saqıyna ishinde óziniń magnit maydanın payda etedi. Payda bolǵan magnit maydanı bolsa magnittiń saqıynaǵa jaqınlasıwına qarsılıq kórsetedi hám onnan qashadı (7.31 a-súwret). Eger magnitti saqıynadan uzaqlastıra baslasaq, saqıyna magnitke tartılıp oǵan eredi. Magnit kesik saqıynaǵa jaqınlastırılǵanda yamasa onnan uzaqlastırılǵanda magnittiń saqıynaǵa tásiri baqlanbaydı. Bunıń sebebi kontur tuyıq bolmaǵanlıǵı ushın saqıynada indukciyalıq tok payda bolmawı bolıp esaplanağı. (7.31 b-súwret). Tájiriýbe nátiýjeleri boyınsha Lenc indukciyalıq tok baǵıtın anıqlaw qaǵıydasın taptı. Bul qaǵıyda onıń húrmetine Lenc qaǵıydası dep atalıp, tómendegishe sıpatlanadı: tuyıq konturda payda bolǵan indukciyalıq tok sonday baǵıtlanǵan bolıp, ol óziniń magnit maydanı menen usı toktı payda etip atırǵan sırtqı magnit aǵımınıń ózgeriwine qarsılıq kórsetedi.



1. Elektromagnitlik indukciya qubılısınıń áhmiyetin túsindirini.
2. Ne ushın kesik saqıynaǵa magnit jaqınlastırılǵanda olar óz ara tásirlespeydi?
3. Lenc qaǵıydasınıń áhmiyetin túsindirini.
4. Elektromagnitlik indukciya qubılısı ámeliyatta qalay paydalanıladı?



Másele sheshiw úlgisi

Ótkizgishten saqiyna arqali ótken magnit agımı 0,2 s dawamında 5 mWb ga ózgergen. Saqiyna 0,25 Ω elektr qarsılıgına iye bolsa, saqiynada payda bolgan indukciyalıq toktı tabıń?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\Delta t = 0,2 \text{ s}$ $\Delta \Phi = 5 \text{ mWb} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ $R = 0,25 \Omega$ $I = ?$	$\varepsilon_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ $I = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{\Delta \Phi}{R \cdot \Delta t}$	$I = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{0,25 \cdot 0,2 \text{ s}} = 0,1 \text{ A}$ Juwabi: $I = 0,1 \text{ A}$.

40-shınıgıw



1. 100 oramnan ibarat solenoidta magnit agımı 0,005 s dawamında $5 \cdot 10^{-3}$ nen $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ ge shekem bir tegiste ózgergen. Solenoidta payda bolgan induksiya EQK in tabıń.

2. Ótkizgish konturı menen shegaralanğan bet maydanın kesip ótiwshi magnit agımı bir tegis 0,8 Wb ge ózgergende, konturdağı indukciyalıq EQKi 1,6 V qa teń bolğan. Magnit agımınıń ózgeriw waqtın tabıń. Ótkizgishtiń qarsılıgı 0,32 Ω bolsa, indukciyalıq tok kúshi qanday bolğan?

3. 500 oramı bolğan solenoidta magnit agımı 5 ms ta 7 mWb den 9 mWb ge shekem tegis ózgerdi. Solenoidtağı indukciyalıq EQKtiń shamasın tabıń.

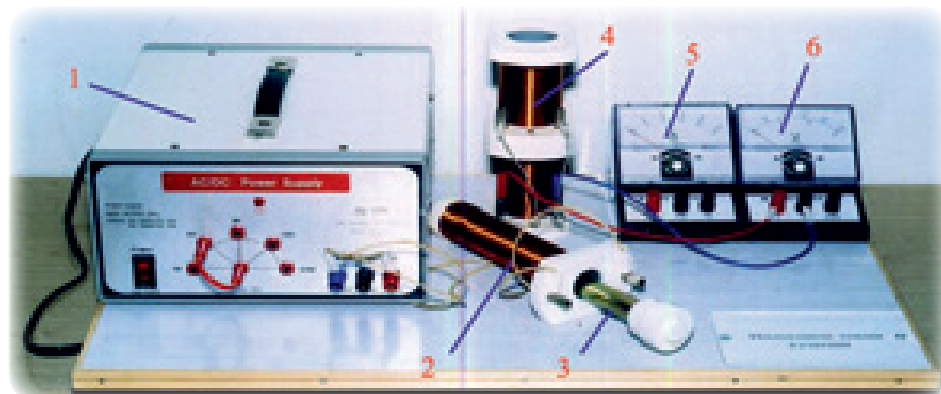
4. 2000 oramlı solenoidta 120 V indukciyalıq EQKi payda bolğanda (oyanganda) magnit agımınıń ózgeriw tezligin tabıń.

5. Jerden hám bir-birinen izolyaciyalanğan temir jol relslerine millivoltmetr jalğan. Temir jol ústinen 180 km/h tezlik penen poezd ótip baratırğanında, millivoltmetr neni kórsetedi(V)? Jer magnit maydanı indukciyasınıń vertikal qurawshısı $B = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, relsler arasındağı aralıq 1 m.

55-TEMA

AMELIY SÍNÍGÍW

ELEKTROMAGNITLIK INDUKCIYA QUBÍLÍSÍN ÚYRENIW



Jumistín maqseti: indukciya toǵı hám indukciya elektr qozǵaw-shı kúshiniń payda bolıwın baqlaw, indukciyalıq toktıń magnit aǵımına baylanıslılıǵın úyreniw.

Kerekli ásbap hám úskeneler: ózgermeli tok deregi, ózgermeli tok ampermetri hám voltmetri, kese-kesimi maydanı hár qıylı bolǵan katushkalar, temir yadro hám jalǵaw sımları.

Qurılmanıń dúzilisi hám islewi

Qurılmanıń ulıwma kórinisi usı temadaǵı 1-súwrette kórsetilgen. Qurılma ózgermeli tok deregi(1), katushkalar (2 hám 4), temir yadro (3), ózgermeli tok ampermetri (5)hám voltmetri (6)nen qurılǵan. Katushkalar hár qıylı kese-kesim maydanına iye bolıp, birewi ekinshisiniń ishine tolıǵı menen jaylastırılıwı múmkin. Kese-kesimi maydanı kishi bolǵan birinshi katushka (2) ózgermeli tok dereğine jalǵaw sımları járdeminde izbe-iz jalǵanadı. Kese-kesimi maydanı úlken bolǵan ekinshi katushka (4) bolsa ampermetr hám voltmetrlerge gezek penen jalǵanadı. Qurılma ózgermeli tok deregi elektr tarmaǵına jalǵap iske qosıladı. Birinshi katushka ózgermeli tok tarmaǵına jalǵanǵanlıǵı sebepli katushkanıń átirapında ózgermeli magnit maydanı payda boladı. Birinshi katushka ekinshi katushka ishine kiritilse, ekinshi katushkaǵa jalǵanǵan ampermetr (yamasa voltmetr) onda indukciyalıq toktıń (yamasa indukciyalıq EQK ın) júzege kelgenligin kórsetedi.

Jumistı orınlaw tártibi

1. Kese-kesimi maydanı kishi bolǵan birinshi katushkanı ózgermeli tok dereginiń klemmalarına jalǵań. Bunda birinshi katushka ekinshi katushkanıń ishinde jaylastırılmaǵan bolsın.

2. Ekinshi katushkanı ampermetrge izbe-iz jalǵan. Bunda ampermetr 0 mánisin kórsetedi.





3. Tok deregin elektr tarmagına jalğan.
4. Tok dereginiń sırtqı shınjırğa beriwshi kernewin 3 V (3 V kernew beriwshi) halına keltiriń .
5. Birinshi katushkanı ekinshi katushkanıń ishine túsiriń.
6. Ekinshi katushkada payda bolğan indukciyalıq toktıń mánisin ampermetr járdeminde belgileń.
7. Birinshi katushka ishine temir yadronı tolıq túsirip ampermetr kórsetiwın jáne belgileń.
8. Tok dereginiń sırtqı shınjırğa beriwshi kernewin 6 V (6 V kernew beriwshi) halına keltiriń hám tájiriybeni joqarıda orınlaǵanday etip tákirarlań .
9. Tok dereginiń sırtqı shınjırğa beriwshi kernewin 9 V hám 12 V (9 V hám 12 V kernew beriwshi) hallarına izbe-izlikte keltirip tájiriybeni tákirarlań.
10. Ekinshi katushkanı ampermetrden ajıratıp onı voltmetrge jalğan hám birinshi katushkaǵa berilip atırǵan kernewdiń 3 V, 6 V, 9 V hám 12 V mánislerinde katushka ishinde temir yadrosı bolmaǵan hám bolğan hallar ushın tájiriybeni orınlań. Ekinshi katushkada payda bolıp atırǵan indukciyalıq EQKleri mánislerin belgileń
11. Alınǵan nátiyjeler tiykarında tómendegi kesteni toltırıń.

№	Temir yadrosız			Temir yadrolı		
	Birinshi katushkaǵa berilgen kernew U , (V)	Ekinshi katushkadaǵı indukciyalıq tok I_p , (A)	Ekinshi katushkadaǵı indukciyalıq EQKi $\mathcal{E}$, (V)	Birinshi katushkaǵa berilgen kernew U , (V)	Ekinshi katushkadaǵı indukciyalıq tok I_p , (A)	Ekinshi katushkadaǵı indukciyalıq EQKi $\mathcal{E}$, (V)
1						
2						
3						

Tájiriybe nátiyjeleri boyınsha juwmaq shıǵarıń.

1. Ersted hám Faradeydiń elektromagnitlik indukciya qubılısına tiyisli tájiriybeler keltiriń
2. Indukciyalıq toktıń payda bolıwın túsindiriń .
3. Elektromagnitlik indukciya nızamın túsindirip, onıń matematikalıq ańlatpasın jazıń.

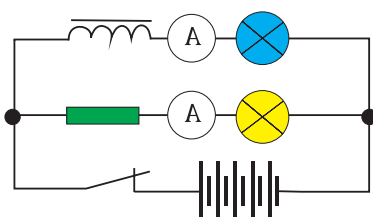


56-TEMA

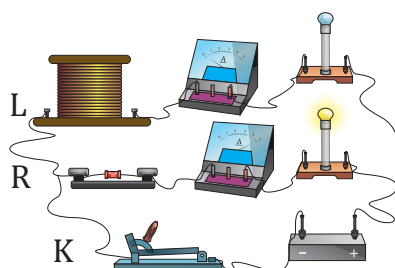
ÓZLIK INDUKCIYA QUBÍLÍSÍ. INDUKTIVLIK

1. Ózlik indukciya qubılısı.
2. Induktivlik.
3. Ózlik indukciya elektr qozgawshı kúshi.

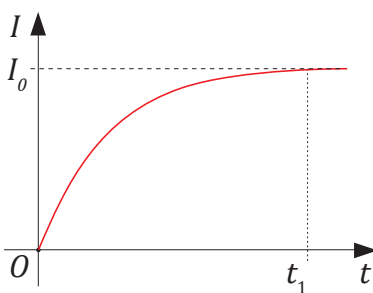
Ayırım radiolardı elektr tarmağınan ajıratqanımızda ol shıgarıp atırğan dawıs birden joğalmaydı, áste-aqırınlıq penen páseyip baradı. Ne ushın sonday qubılıs júz beredi?



a)



b)



c)

7.32-súwret

1. Ózlik indukciya qubılısı

Hár qanday konturdan ótip atırğan tok sol kontur menen shegaralangan bet maydanın kesip ótiwshi magnit ağımnı payda etedi. Eger konturdan ótip atırğan tok ózgerse, ol payda etken magnit ağımnı da ózgeredi. Nátiyjede konturda indukciyalıq EQKi payda boladı. Bul qubılıs ózlik indukciya qubılısı dep ataladı.

Ózlik indukciya qubılısın baqlaw múmkin bolğan elektr shınjırı 7.32 a-súwrette keltirilgen. Shınjır eki birdey lampa, R qarsılıq, kóp oramlı katushka, gilt hám turaqlı tok dereginen ibarat. Lampalardıń biri ishinde temir yadrosı bolğan katushka arqalı, ekinshisi R qarsılıq arqalı tok dereğine jalğanğan. Gilt jalğanğanda katushka arqalı shınjırğa jalğanğan lampa biraz keshigip, R qarsılıq arqalı jalğanğan ekinshi lampa bolsa gilt jalğanıwdan janğanlıgın kóremiz. (7.32 b-súwret). Sebebi, gilt jalğanğan waqıtta-aq katushkadan ótip atırğan tok kúshi t_1 waqıt ishinde nolden I_0 ge shekem ózgeredi (7.32 c-súwret). Bul waqıt ishinde katushkada tok deregin payda etken tokqa kerı bağıtlangan ózlik indukciya toğı júzege keledi. Bul birinshi lampanıń keshirek janıwına sebep boladı.

Tap usınday, gilt ajıratılğanda de ekinshi lampa sol zamatta-aq óship, biraq birinshi lampa áste gúńgirtlenip óshedi.

2. Induktivlik

Katushka ishinde payda bolğan magnit ağımnı qanday fizikalıq shamalarğa baylanıslı boladı?

Tájiriybe nátiyjelerin ulıwmalastırıp, tómendegi juwmaqqa kelemiz: toklı ótkizgishtiń payda etken magnit ağımnı onnan ótip atırğan tok kúshine hám katushkanıń parametrlerine de baylanıslı boladı, yaǵnıy:

$$\Phi = L \cdot I \quad (1)$$

bunda, L – katushkanıń geometriyalıq ólshemlerine hám katushka jaylasqan ortalıqtıń (katushka yadrosınıń) magnitlik qásiyetlerine baylanıslı bolğan proporcionallıq koefficienti bolıp, ol katushkanıń induktivligi dep ataladı.

XBSda induktivlik birligin ózlik indukciya qubılısın birinshi bolıp baqlağan Amerika alımı J. Henri húrmetine genri (H) qabıl etilgen.



3. Ўзлик indukciya elektr qozgawshi kúshi

(1) ańlatpa boyınsha katushkada payda bolǵan ózlik indukciya elektr qozgawshi kúshiniń ańlatpasın tómendegishe jazamız:

$$\varepsilon_i = -\Delta\Phi/\Delta t = -L \Delta I/\Delta t \quad (2)$$

Bul ańlatpadan tómendegi juwmaq kelip shıǵadı: ózlik indukciya elektr qozgawshi kúshiniń shaması konturdaǵı tok kúshiniń ózgeriw tezligine ($\Delta I/\Delta t$) tuwrı proporcional boladı.

(2) teńlikten induktivlik (yamasa ózlik indukciya koefficienti) tiń tómendegi fizikalıq mánisi hám birligi kelip shıǵadı: tok kúshiniń ózgeriw tezligi 1 A/s bolǵanda konturda bir volt ózlik indukciya EQKi júzege kelse, konturdıń induktivligi 1 H ge teń boladı, yaǵnıy:

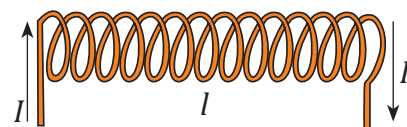
$$1\text{H} = \frac{1\text{V}}{1\text{A/s}} = \frac{1\text{V} \cdot \text{s}}{1\text{A}}$$

Uzunlıǵı l , kese-kese maydanı S , oramlar sanı N bolǵan uzun katushka yamasa solenoidtıń (7.33-súwret) induktivligi tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı:

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot N^2 \cdot S}{l} \quad (3)$$

Bunda: μ_0 – koefficienti vakuumniń magnit turaqlısı, μ – solenoid ishindegi ortalıqtıń magnit sińdiriwsheńligi.

Ózlik indukciya qubılısın mexanikadaǵı inersiya qubılısına uqsatıw múmkin. Inerciya qubılısında deneniń massası qanday áhmiyetke iye bolsa, ózlik indukciya qubılısında induktivlik te sonday áhmiyetke iye. Yaǵnıy, massa qansha úlken bolsa, dene sonsha inertlirek bolǵanı sıyaqlı, induktivlik qansha úlken bolsa, shınjırdaǵı toktıń ózgeriwi sonsha aste (inert) boladı. Joqarıda kórip otken (7.32-súwret) mısaldaǵı katushkaǵa izbe-iz jalǵanǵan lampanıń janıwı hám óshiwińiń áste-aqırın júz beriw procesin, inertlirek deneniń ornınan áste qozǵalıwı hám onıń toqtawı birden ámelge aspawı menen salıstırıw múmkin.



7.33-súwret



1. Ózlik indukciya qubılısınıń áhmiyetin túsindirip beriń.
2. Ózlik indukciya qubılısı baqlanatuǵın elektr shınjırın sıızıp, onı túsindiriń.
3. Induktivlik qanday fizikalıq shama, onıń fizikalıq mánisin aytıp beriń.
4. Ózlik indukciya toǵı qanday baǵıtlanǵan boladı?
5. Ózlik indukciya qubılısına mısallar keltiriń.

VII BAP. MAGNIT MAYDANI

Másele sheshiw úlgisi

Katushkadağı tok 0,2 s dawamında nolden 3 A ge shekem tegis ózgergende 1,5 V ózlik indukciya EQKi payda bolsa, katushkaniń induktivligi qanshaǵa teń?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\Delta t = 0,2 \text{ s}$ $\Delta I = 3 \text{ A}$ $\varepsilon_i = 1,5 \text{ V}$ $L = ?$	$\varepsilon_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \frac{\varepsilon_i \cdot \Delta t}{\Delta I}$	$L = \frac{1,5 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ s}}{3 \text{ A}} = 0,1 \text{ H}$ Juwabı: $L = 0,1 \text{ H}$.



41-shınıǵıw

1. Induktivligi 0,8 H hám kese-kesim maydanı 200 cm² bolǵan katushka arqalı 2 A tok ótpekte. Eger katushka 50 oramnan ibarat bolsa, onıń ishindegi magnit maydanı indukciyası qanday boladı?
2. Katushkadan ótip atırǵan toktı 0,1 s dawamında nolden 5 A ge shekem bir tegis arttırǵanıımızda 50 V ózlik indukciya EQKi payda boladı. Katushkaniń induktivligin tabıń.
3. Induktivligi 0,12 H bolǵan katushkada 6 V ózlik indukciya EQKi payda bolsa, tok neshe A/s tezlik penen ózgermekte?
4. Induktivligi 2 H bolǵan katushkadan ótip atırǵan tok 0,2 s ishinde 1 A den 5 A ge shekem tegis artıp barǵan bolsa, katushkadağı indukciyalıq EQK i nege teń (V)?
5. Induktivligi 10 mH bolǵan katushkadan qansha tok ótkende 20 mWb magnit aǵımı payda boladı?



MÁSELELER SHESHIW

57-TEMA

Máseleler sheshiw úlgileri

1. Solenoidtağı toktıń ózgeriw tezligi $\Delta I/\Delta t = 50 \text{ A/s}$ qa teń bolǵanda onıń ushlarında $0,075 \text{ V}$ ózlik indukciya EQKi payda bolǵan bolsa, solenoidtıń induktivligin tabıń.

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 50 \frac{\text{A}}{\text{s}}$ $\varepsilon_{\text{óz.in.}} = 0,075 \text{ V}$ $L = ?$	$\varepsilon_{\text{óz.in.}} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \frac{\varepsilon_{\text{óz.in.}}}{\left \frac{\Delta I}{\Delta t} \right }$	$L = \frac{0,075 \text{ V}}{50 \text{ A/s}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ Juwabı: $L = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.

42-shınıǵıw



1. Uzunlıǵı 20 cm hám diametri 3 cm bolǵan katushka 400 oramǵa iye bolıp, onnan 2 A tok ótedi. Katushkanıń induktivligin hám katushkanıń kese kesiminen ótip atırǵan magnit aǵımın tabıń.

2. Diametri 4 cm bolǵan katushkanıń induktivligi $0,001 \text{ H}$ bolıwı ushın $0,6 \text{ mm}$ diametrli simnan oǵan bir qabat tıǵız etip neshe oram oraw kerek?

3. Katushkadan ótip atırǵan toktı $0,1 \text{ s}$ dawamında nolden 5 A ge shekem bir tegis arttırǵanıımızda 50 V ózlik indukciya EQKi payda boladı. Katushkanıń induktivligin tabıń.

4. 250 oramǵa iye bolǵan katushka ishinde magnit aǵımı $0,4 \text{ s}$ ta 2 Wb ge ózgerdi. Katushkada payda bolǵan indukciya EQKin tabıń.

5. Solenoidtağı tok kúshi 5 A bolǵanda onda 50 mWb magnit aǵımı payda bolsa, solenoidtıń induktivligin tabıń.

6. Induktivligi $0,4 \text{ H}$ bolǵan konturda tok kúshi 2 A bolǵanda, onnan ótiwshi magnit aǵımı neshe veberge teń boladı?

7. 5 ms ta solenoidtağı magnit aǵımı 3 mWb den 9 mWb ge shekem ózgerdi. Eger solenoidta payda bolǵan EQK 60 V bolsa, solenoidtağı oramlar sanı qanshaǵa teń?

8. Magnit maydanı indukciyası vektorına tik bolǵan tegis konturdan $0,6 \text{ Wb}$ magnit aǵımı ótedi. Eger magnit indukciyası $0,2 \text{ T}$ ga teń bolsa, konturdıń maydanı qansha?

9. Maydanı 2 m^2 bolǵan hám magnit maydan indukciyası vektorına tik jaylasqan tegis konturdan 1 Wb ǵa teń magnit aǵımı ótse, magnit indukciyası neshe teslaǵa teń?

10. Induktivligi 2 mH bolǵan kontur 10 mWb magnit aǵımın payda etken bolsa, konturdan ótip atırǵan tok kúshi nege teń (A)?

58-TEMA

TOKTÍN MAGNIT MAYDNÍNÍN ENERGIYASI. ZATLARDÍN MAGNITLIK QÁSIYETLERI

1. Toklı ótkizgishtiń magnet maydanınıń energiyası.
2. Zatlardıń magnetlik qásiyetleri.
3. Ortaqlıqtıń magnet sińdiriwshenligi.



Magnet temir predmetlerin ózine tartıwın, rezina, aqash, shiyshe sıyaqlı predmetlerdi bolsa tartpaytuǵınlıǵın kórgensiz. Nege sonday boladı dep oylaysız?

1. Toktń magnet maydan energiyası

Zaryadlangan dene elektr maydanı energiyasına iye bolǵanı sıyaqlı, toklı ótkizgishtiń átirapında payda bolǵan magnet maydanı da energiyaǵa iye boladı. Magnet maydanınıń energiyasın esaplawdı tómendegi mısalda qarap shıǵamız. Induktivligi L bolǵan katushka tok dereğine reostat arqalı izbe-iz jalǵanǵan bolsın (7.34-súwret).

Katushkadan ótip atırǵan elektr toǵı energiyasınıń bir bólegi onda magnet maydanın payda etiwge sarıplanadı. Energiyanıń saqlanıw nızamı boyınsha, tok payda etken energiya magnet aǵımın payda etiw ushın sarıplanǵan jumısqa teń boladı, yaǵnıy: $W_{\text{mag}} = A$.

Reostat jılıǵıshın jılıstırıp, katushkadan ótip atırǵan toktı tegis óshiremiz. Katushkada payda bolǵan magnet aǵımı ($\Phi = L \cdot I$) onnan ótip atırǵan tokqa tuwrı proporcional, yaǵnıy tok artqan sayın magnet aǵımı da sıızqlı artıp baradı (7.35-súwret). Sızılmada keltirilgen úshmúyeshlik maydanınıń geometriyalıq mánisi atqarılǵan jumıstı túsındiredi. Bul maydannıń san mánisi:

$$A = (I \cdot \Phi) / 2 \quad (1)$$

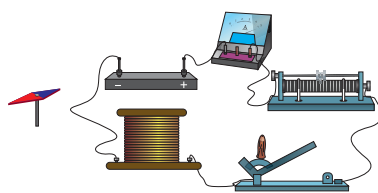
Ol jaǵdayda toklı ótkizgisht átirapında payda bolǵan magnet maydanı energiyasın esaplaw formulası tómendegi kóriniske keledi:

$$W_{\text{mag}} = A = \frac{I \cdot \Phi}{2} = \frac{L \cdot I^2}{2} \quad (2)$$

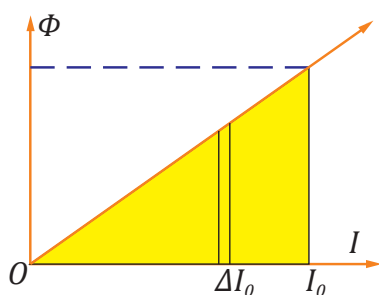
Demek, toklı konturdıń magnet maydanı energiyası onıń induktivligi menen konturdan ótip atırǵan tok kúshi kvadrata kóbeymesiniń yarımına teń eken.

Toklı solenoid magnet maydanı energiyasınıń tiykarǵı bólegi solenoid ishinde iykemlesken boladı. Solenoid ishindegi maydandı bir tekli magnet maydanı dep qaraw múmkin. Solenoid ishindegi bir tekli magnet maydanı energiyasınıń solenoid ishki kólemine qatnası menen anıqlanatuǵın shama magnet maydanı energiyasınıń tıǵızlıǵı delinedi:

$$\bar{\omega}_{\text{mag}} = \frac{W_{\text{mag}}}{V} = \frac{W_{\text{mag}}}{Sl} \quad (3)$$



7.34-súwret



7.35-súwret



Bunda S – solenoidni kesim maydani, l – solenoid uzunligi. XBS da magnit maydani energiyasi tiğizligi J/m^3 ta ólshenedi.

(2) teńlikten kórinip turıptı, tokni magnit maydani energiyasi ańlatpasın qozğalıstağı deneniń kinetikalıq energiyasi $E_k = (mv^2)/2$ ańlatpası menen salıstırıp, induktivliktin mexanikadağı massasına, tok kúshi bolsa tezlikke uqsas fizikalıq shamalar ekenligin kóremiz. Joqarıda ayılğanday, mexanikada dene massası onıń tezligin ózgeritiwde qanday rol oynasa, induktivlik te konturda tok kúshiniń ózgeriwinde sonday rol oynaydı.

Kúshli magnit maydanın payda etiwde elektromagnitler qol-lanıladı. Elektromagnitniń tiykarın solenoid katushkası quraydı. Solenoidniń ishine kiritilgen ferromagnit yadrosı onıń induktivligin keskin arttıradı. Nátiyjede elektromagnit katushka átirapında mag-nit maydani da kúsheyedi hám ol awır júklerdi arqayın kóteredi. Tok-lı katushkanıń átirapındağı magnit maydani payda bolıwına tiykar-lanıp, júklerdi kótere alatuğın elektromagnit kranlar awıl xojalıgınıń túrli tarawlarında keń qollanılmaqta (7.36-súwret).

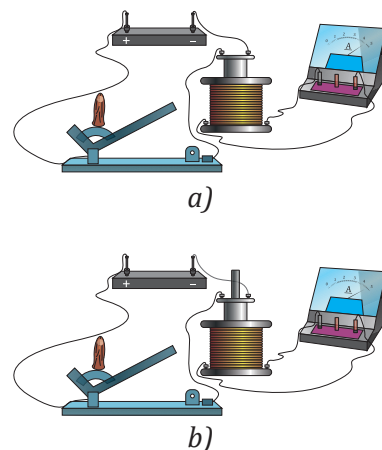


7.36-súwret

2. Zatlardıń magnitlik qásiyetleri

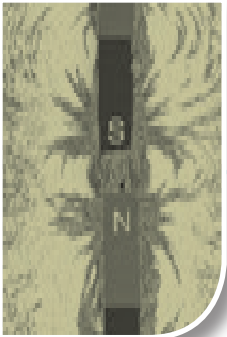
Kóplegen zatlar (mısalı, temir, nikel, kobalt sıyaqlı) magnit may-danına kiritilgende yamasa olardan tok ótkende magnitlenip qalıwı baqlanadı. Olar turaqlı magnit sıyaqlı óz átirapında magnit mayda-nın payda etedi. Magnit maydani tásirinde magnitlenip qalatuğın bunday zatlarğa magnetikler delinedi.

Biz 47-temada toklı katushka ishinde payda bolğan magnit may-danı katushkadan ótip atırğan tok kúshine proporcional ekenligin kórip ótkenbiz. Katushka ishindegi magnit maydanın bahalaw maq-setinde tómendegi kórgizbeli tájiriybeni ótkeriw múmkin. Kórgiz-beli qurılmasınıń ulıwma kórinisi 7.37 a-súwrette keltirilgen. Kór-gizbeli qurılma ózgermeli tok deregi, kese kesimi maydanı hár qıylı bolğan eki katushka, túrli zattan jasalğan yadrolar, ampermetr hám giltten ibarat. Kesim maydanı kishi bolğan birinshi katushkanı gilt arqalı tok deregine jalğaymız hám onı ekinshi katushkanıń ishine kirgizemiz. Ekinshi katushkanı bolsa galvanometrge jalğaymız. Giltti jalğasaq elektromagnitlik indukciya qubılısı sebepli ekinshi katush-kada indukciyalıq EQKi payda bolğanlıgın galvanometrniń kórsetiwi boyınsha anıqlaymız.



7.37-súwret

Katushkadağı kernewdi ózgeripesten, birinshi katushkanıń ishine gezekpe-gezek hár túrli tábiyatlı metall yadrolar kiritilip ta-jiriybe tákirlarlansa, onıń ishindegi magnit maydanı indukciyasınıń túrlishe ózgeriwi sebepli galvanometr strelkası burılıwınıń túrlishe ózgeriwin kóremiz (7.37 b-súwret) (usı tájiriybeni orınlap kóriń). Demek hár qıylı zatlar katushka ishinde hár qıylı maydandı payda etedi eken.



Ortalıqtıń magnit sińdiriwsheńligi

Katushka ishinde payda bolıp atırǵan magnit maydanı indukciyası oǵan kiritilgen zattıń tábiyatına baylanıslı eken, yaǵnıy:

$$B = \mu \cdot B_0 \quad (4)$$

Demek, toklı katushkanıń qanday da bir ortalıqta payda etken magnit maydanınıń indukciyası (B), onıń vakuumdá payda etken magnit maydanı indukciyası (B_0) na tuwrı proporcional bolıp, ortalıqtıń túrine de baylanıslı boladı. (4) ańlatpadan μ di tapsaq:

$$\mu = B/B_0 \quad (5)$$

Bul teńliktegi μ – ortalıqtıń magnit sińdiriwsheńligi dep ataladı. Ol tek ǵana ortalıqtıń tábiyatına baylanıslı bolıp ortalıqtaǵı maydan indukciyası, vakuumdáǵı magnit maydanı indukciyasınan neshe ese parıqlanatuǵınlıǵın bildiredi.

Tábiyatta ushırasatuǵın barlıq zatlar magnit sińdiriwsheńligine qarap úsh túrge bólinedi. Bular: diamagnetikler, paramagnetikler hám ferromagnetikler.

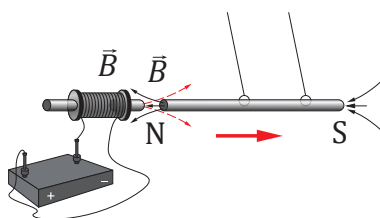
Magnit sińdiriwsheńligi birden kishi bolǵan ($\mu < 1$) zatlarǵa diamagnetikler delinedi. Altın, gúmis, vismut, mıs, cink hám ayırım gazler diamagnetikler bolıp esaplanadı. Diamagnetikler magnit maydanın kemeytedi. Bunday zatlarǵa magnit maydanı jaqınlastırılǵanda maydandan uzaqlasadı (7.38-súwret).

Magnit sińdiriwsheńligi birden biraz úlken bolǵan ($\mu > 1$) zatlar paramagnetikler delinedi.

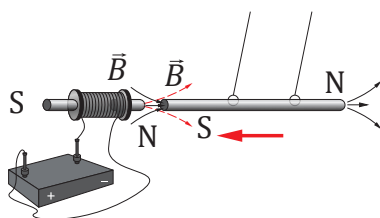
Paramagnetiklerge platina, alyuminiy, xrom, marganec, kislorod sıyaqlı zatlar kiredi. Magnit maydanına kiritilgen paramagnetikler maydandı belgili dárejede kúsheytedi.

Magnit sińdiriwsheńligi birden júdá joqarı bolǵan ($\mu \gg 1$) zatlar ferromagnetikler delinedi. Temir, nikel, kobalt hám olardıń ayırım aralaspaları ferromagnetikler bolıp esaplanadı. Magnit maydanına kiritilgen ferromagnetikler onı kúsheytedi. Bunday zatlardan jasalǵan deneler magnit maydanına kiritilgende maydanǵa tartıladı (7.39-súwret).

Ferromagnetikler tábiyatta onsha kóp bolmasada, olar házirgi zaman texnikasında keń qollanıladı. Mısalı, transformator, tok generatorı, elektrodvigatel hám basqa qurılımlardıń yadroları ferromagnit materiallardan jasaladı. Keyingi waqıtları turaqlı magnitler medicinada da keń qollanılıp kelmekte. Olardan qan basımın tómenletiwshi qurılma sıpatında qolǵa taǵılatuǵın bilezik tayarlanbaqta.



7.38-súwret



7.39-súwret



1. Katushkadan ótip atırǵan tok energiyası sarıplanıwın túsindirıń.
2. Magnit maydan energiyasın dáliylleń.
3. Magnit maydan energiyası esabına isleytuǵın qanday qurılımlardı bilesiz.
4. Magnitlilerdi táriyplep beriń.
5. Magnit sińdiriwsheńliktiń fizikalıq mánisin túsindirıń.
6. Tábiyattaǵı bolekshele magnit sińdiriwsheńligine qaray qanday túrlerge bólinedi.



Másele sheshiw ulgisi

Magnit maydanı indukciyası 0,5 T bolğan yadrosız katushkağa magnit sińdiriwshenligi 60 bolğan ferromagnit kiritildi. Katushka ishinde magnit maydanı indukciyası qanshağa ózgeredi?

Berilgeni:	Formulası:	Sheshiliwi:
$B_0 = 0,5 \text{ T}$ $\mu = 60$ $\Delta B = ?$	$B = \mu \cdot B_0$ $\Delta B = \mu \cdot B_0 - B_0$	$\Delta B = (60 \cdot 0,5 - 0,5) \text{ T} = (30 - 0,5) \text{ T} = 29,5 \text{ T}$ Juwabı: $\Delta B = 29,5 \text{ T}$.

43-shınıǵıw



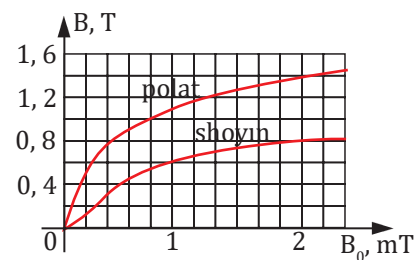
1. Katushkadan 2 A tok ótip atırǵanda payda bolatuǵın magnit maydanı energiyası 2 J bolsa, katushkanıń induktivligi nege teń (genri)?

2. Maydannıń energiyası 1 J ǵa teń bolıwı ushın induktivligi 0,5 H bolğan drossel oramındaǵı tok kúshi qansha bolıwı kerek?

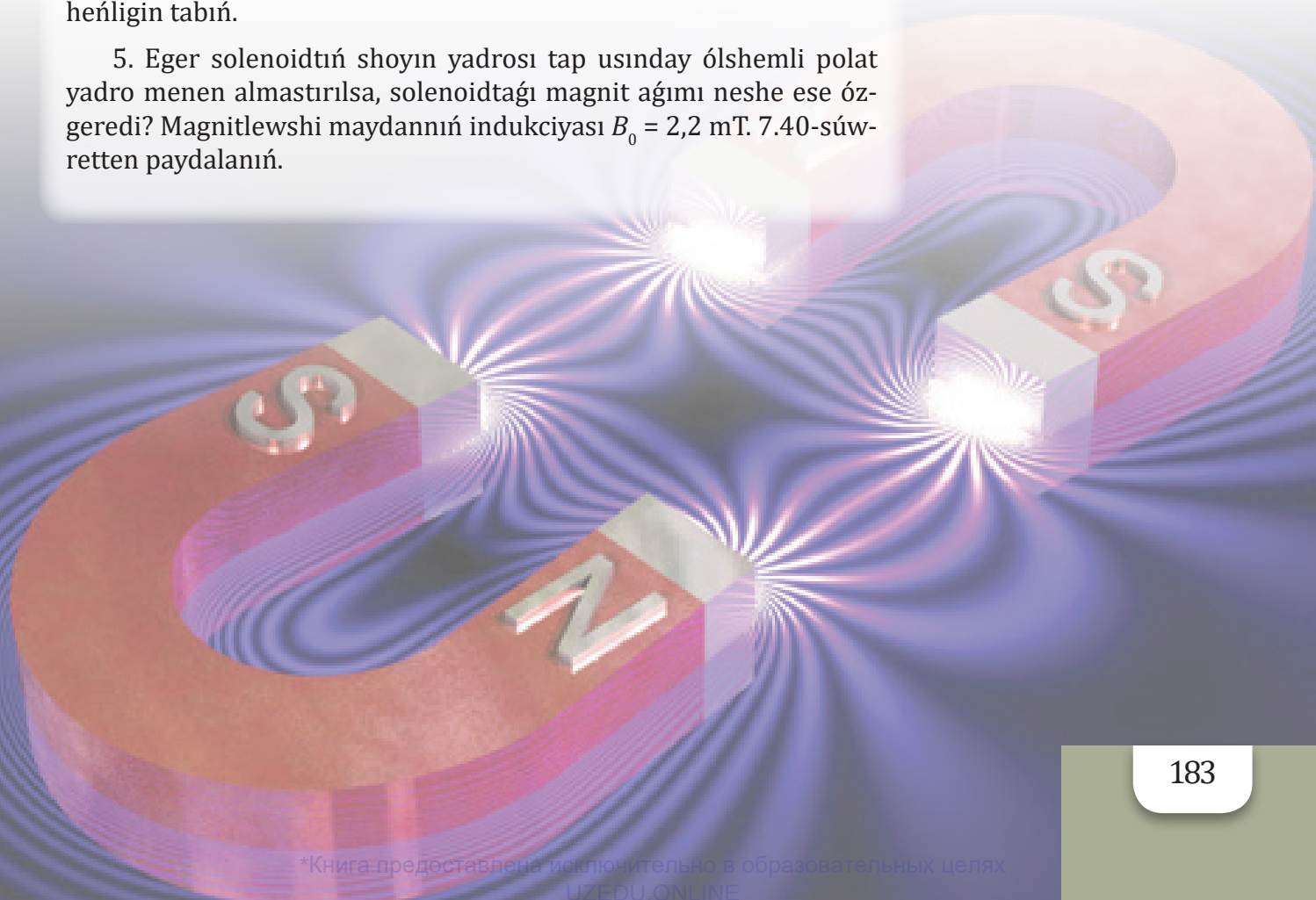
3. Uzunlıǵı 50 cm hám kese kesimi maydanı 2 cm² bolğan solenoid 2·10⁻⁷ H induktivlikke iye. Solenoid ishine temir yadro kiritilgende magnit maydanı energiyasınıń tıǵızlıǵı 10⁻³ J/m³ bolıwı ushın solenoidtan qansha tok ótiwi kerek?

4. 7.40-súwretke qarap polattı magnitlewshi maydannıń (B_0) induksiya 0,4 mT hám 1,3 mT bolğan hallardaǵı magnit sińdiriwshenligin tabıń.

5. Eger solenoidtıń shoyın yadrosı tap usınday ólshemli polat yadro menen almasırsız, solenoidtaǵı magnit aǵımı neshe ese ózgeredi? Magnitlewshi maydannıń indukciyası $B_0 = 2,2 \text{ mT}$. 7.40-súwretten paydalanıń.



7.40-súwret



59-TEMA

MÁSELELER SHESHIW

Máseleler sheshiw úlgileri

1. Induktivligi 0,6 H bol[an katushkadan 5 A tok ótip atir[an bol-sa, katushkada payda bol[an magnit maydanini[energiyasin tabi[.

Berilgeni:	Formulasi:	Sheshiliwi:
$L = 0,6 \text{ H}$ $I = 5 \text{ A}$ $W_{\text{mag}} = ?$	$W_{\text{mag}} = \frac{LI^2}{2}$	$W_{\text{mag}} = \frac{0,6 \text{ H} \cdot (5 \text{ A})^2}{2} = 7,5 \text{ J}$ Juwabi: $W_{\text{mag}} = 7,5 \text{ J}$.

2. Magnit maydanini[energiyasi 4 mJ bolıwı ushın, induktivligi 0,2 H bol[an katushka oramlarında[tok kúshi qansha bolıwı kerek?

Berilgeni:	Formulasi:	Sheshiliwi:
$W = 4 \text{ mJ} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ $L = 0,2 \text{ H}$ $I = ?$	$W_{\text{mag}} = \frac{LI^2}{2}$ $I = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{mag}}}{L}}$	$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{0,2 \text{ H}}} = 0,2 \text{ A}$ Juwabi: $I = 0,2 \text{ A}$.

3. Vakuumdagı toklı katushka ishinde magnit maydanı indukciyası $B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ға te[. Katushkağa polat yadro kiritilgende indukciyası $B = 1,2 \text{ T}$ ge shekem artqan bolsa, polattı[usı shárayatta[magnit si[diriwsheli[li[tabi[.

Berilgeni:	Formulasi:	Sheshiliwi:
$B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ $B = 1,2 \text{ T}$ $\mu = ?$	$B = \mu B_0$ $\mu = B/B_0$	$\mu = \frac{1,2 \text{ T}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ T}} = 6000$ Juwabi: $\mu = 6000$.

4. Yadrosız katushkanı[ishindegi magnit maydanini[indukciyası $B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ға te[. Eger katushkanı[ishine nikel yadro kiritiletu[ın bolsa, yadroda[magnit maydanı indukciyasın hám yadronı[kese kesimi maydanı $S = 10 \text{ cm}^2$ arqalı ótiwshi magnit indukciyası a[ımın tabi[.

Berilgeni:	Formulasi:	Sheshiliwi:
$B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ $\mu = 800$ $S = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$ $B = ? \Phi = ?$	$B = \mu B_0$ $\Phi = BS$	$B = 800 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ T} = 16 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ $\Phi = 16 \cdot 10^{-2} \text{ T} \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$ Juwabi: $B = 16 \cdot 10^{-2} \text{ T}; \Phi = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$.



44-shinigiw



1. Uzunligi 60 cm hám kese-kesimi maydanı 4 cm² bolğan solenoidtıń induktivligi $4 \cdot 10^{-7}$ H ge teń. Solenoid ishinde magnit maydanı energiyasınıń tıgızlıgı $2 \cdot 10^{-3}$ J/m³ bolıwı ushın solenoidtan ótip atırğan tok kúshi qanday bolıwı kerek?

2. Eki birdey polat brusoklar bolıp, olardan biri magnitlengen. Bul brusoklardan basqa hesh nárseden paydalanbay, olardıń qaysı biri magnitlengenligin qalay anıqlaw múmkin?

3. Solenoidta tok kúshi 10 A bolğanda 0,5 Wb magnit ağımı payda boladı. Usı magnit maydanı energiyasın tabıń.

4. Toklı solenoidtıń yadrosı nikelden tayarlangan bolıp, onıń kesim maydanı 20 cm² qa, ondağı magnit ağımı bolsa $1,256 \cdot 10^{-2}$ Wb ge teń. Eger solenoid ishindegı bir tekli magnit maydanınıń indukciyası 31,4 mT ға teń bolsa, nikeldiń sol shárayatındağı magnit sińdiriwsheńligin tabıń.

5. Metall dene ishindegı maydan indukciyası 5 T, sırtqı magnitlewshi maydan induksiya bolsa 2,5 mT. Metalldiń magnit sińdiriwsheńligin tabıń.

6. Yadrosız katushkadağı magnit maydanı induksiya 25 mT ға a teń. Eger katushka ishine magnit sińdiriwsheńligi 60 bolğan ferromagnit yadrosı kiritilse, katushkadağı magnit maydanı indukciyası qanday boladı?

7. Uzunligi 0,4 m, kese kesiminiń maydanı 2 cm² qa hám uzınlıq birligine sáykes keliwshi oramlar sanı 25 1/cm ge teń bolğan solenoid oramlarınan 0,8 A tok ótip atırğan bolsa, solenoid ishinde payda bolğan magnit maydanınıń energiyasın tabıń.

8. Katushkadan 3 A tok ótkende onıń magnit maydan energiyası 60 mJ ға teń bolsa, katushka induktivligi nege teń boladı?

9. Uzunligi 40 cm, kese-kesimi maydanı 4 cm² hám oramlar sanı 800 ge teń bolğan katushka induktivligin tabıń. Katushka ózegi materialınıń magnit sińdiriwsheńligi 500 ge teń.

10. Nikeldiń belgili bóleginen ótiwshi magnit ağımı magnit sińdiriwsheńligi 634 bolğan polattıń tap usınday bóleginen ótiwshi magnit ağımınan 2 ese kem bolıwı belgili bolsa, nikeldiń magnit sińdiriwsheńligin tabıń.

VII BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER

1. Akkumulyatorlar batareyasına eki shınjır parallel etip jalğanğan. Olardıń birewinde qızdıırıwshı lampa,ekinshisinde bolsa úlken elektro-magnit bar. Eki shınjırdağı tok shaması birdey. Qaysı shınjır úzilgende kúshlirek usqın shıgaradı? Ne ushın?

2. Tegis shiyshe betinde jatırğan kub kórinisindegi temir bólegi usı shiyshe betinde jatırğan magnitke tartıladı hám shiyshe beti boyınsha jıljımaqta. Ol qanday qozğalısta boladı: teń ólshewli qozğalıspa, tezleniwshı qozğalıspa yamasa teń ólshewli tezleniwshı qozğalısta ma? Juwabınızdı túsindirıń.

3. Elektr togınıń magnit tásiri tok qaysı ortalıqtan ótkende baqlanadı?

4. Ótkizgishten turaqlı tok ótkende onıń átirapında qanday maydan payda boladı?

5. Bir tekli magnit maydanında jaylastırılğan maydanı $0,05 \text{ m}^2$ bolğan toklı ramkadan 2 A tok ótpekte. Eger aylandırıwshı maksimal kúsh momenti $40 \text{ mN} \cdot \text{m}$ bolsa, maydannıń indukciyası nege teń boladı?

6. Magnit maydanı indukciya sızıqlarına tik bağıtta elektron hám proton ushıp kirmekte. Protonnıń massası elektronnıń massasınan 1800 ese úlken. Bólekshelerdiń qaysı birine tásir etiwshi Lorenc kúshiniń tásiri úlken boladı? Juwabınızdı túsindirıń.

7. Konturdı kesip ótiwshı magnit ağımı $0,4 \text{ s}$ ishinde 5 Wb tan 13 Wb ge shekem tegis ózgerdi. Konturda payda bolğan indukciyalıq EQKin tabıń.

8. Magnit ağımınıń ózgeriw tezligi $0,15 \text{ Wb/s}$ bolğanda, katushkada 120 V EQK i payda bolsa, katushkadağı oramlar sanı neshew bolğan?

9. Tok kúshi $0,6 \text{ A}$ bolğanda induktivligi 80 mH bolğan katushkada qanday magnit ağımı júzege keledi?

10. Induktivligi 2 H bolğan katushkada ózlik induksiya EQKiniń mánisi $3,6 \text{ V}$ bolıwı ushın katushkadan ótip atırğan toktıń ózgeriw tezligi qanday bolıwı kerek?

11. Toklı katushkadağı magnit maydan indukciyası 20 mT ga teń. Katushka ishine ferromagnit ózegi kiritilgende onda payda bolğan magnit maydanı indukciyası 180 mT ga artqan bolsa, katushkağa túsirilgen ózektiń magnit sińdiriwsheńligi nege teń?

12. Radiusı 2 cm bolğan katushkadan 3 A tok ótpekte. Katushka ishine magnit sińdiriwsheńligi 20 bolğan ferromagnit yadrosı kiritilse, katushka ishindegi magnit maydanı indukciyası qanday boladı? Katushkanıń oramlar sanı 150 ge teń.

13. Solenoidtan $2,5 \text{ A}$ tok ótkende, onda $0,8 \text{ mWb}$ magnit ağım payda bolsa, magnit maydanı energiyasın anıqlań.

14. Induktivligi 5 mH bolğan katushkadan $0,4 \text{ A}$ tok ótpekte. Magnit maydanınıń energiyasın tabıń.

SHÍNÍGÍWLAR JUWAPLARI

1-shınıgıw. 1. 100 N, birinshi topar tárepke bağıtlangan, sebebi úlken kúsh bağıtında boladı; 2. 90° múyesh astında; 3. 0,4 m/s²; 0,3 m/s²; 4. F_4 tárepke.

2-shınıgıw. 1. 4 ese artadı; 2. 4 ese artadı; 3. 3 metrge teń; 4. 1135,8 N; 5. 6 kN; 4 ese artadı.

3-shınıgıw. 1. 8 N F_2 bağıtında; 2. 1 kg; 3. a) 250 N; b) 1000 N; 4. 0,25 m/s²; 0,2 m/s²; 5. 26,2 km/s; 6. 16 km/s; 7. 8 ese kemeyedi; 8. 9 km/s; 9. 4 km/s;

4-shınıgıw. 1. 1,3 t; 2. 4,2 kN; 3. 720 N; 4. 663 N; 5. 4,5 kN.

5-shınıgıw. 1. 2 m/s², 2,4 N; 2. 0,981 m; 4. 1,105.

6-shınıgıw. 1. 306,25 kg; 2. $\approx 15,8$ m/s; 3. 600N, 300N; 4. 2,4525 m/s²; 5. g/3; 6. 3,27 m/s²; 7. 3 m/s; 8. 46400 N; 9. 950 N;

7-shınıgıw. 1. 220N; 20 N; 2. 1287 N; 3. $m = 3,9$ kg ;

8-shınıgıw. 1. 16 J; 2. 83,3%; 3. 62,5%; 4. $N = 50$ W;

9-shınıgıw. 1. 2,37 m; 2. 7,6 m; 1,5 s; 3. 495 m; 7,9 m/s²; 4. 26 kW; 5. $\approx 67\%$; 6. $\mu = \operatorname{tg}\alpha$; 7. 88,2%; 8. $442,8 \cdot 10^5$ J; 9. 12152 J; 65,8%;

10-shınıgıw. 1. 360 N; 2. 600 N; 3. Hár qanday ápiwayı mexanizmnen jumıstan utıs alıp bolmaydı; ; 4. 500 N; 5. 10 cm, 30 cm.

11-shınıgıw. 1. 1, 5, 3 kórsetkishler deneniń massa orayınan ótiwi múmkin;; 2. 2 N; 3. 2 kg; 4. 0,75 m; 5. d_1 ; 6. $l_1 = 60$ cm; $l_2 = 20$ cm úlken júkten 20 cm uzaqta boladı; 7. 1200 N.

12-shınıgıw. 1. 0,2 m; 8 s; 0,2 m; 2. 40 cm ; 3. 0,06 m; 50 Hz; 0,02 s; 4. 0,2 m; π ; $\pi/2$;

13-shınıgıw. 1. 4 ese kemeyedi; 2. 0,25 Hz; 3. 0,314 s; 4. $1,2 \pi$;

14-shınıgıw. 1. 3 s; 2. 2 m; 3. 0,5 m/s; 4. 0,5 m;

15-shınıgıw. 1. 1,2 km; 2. Ózgermeydi; 3. 1,6 s.

16-shınıgıw. 1. 4 kg; 2. $l_2 = 9l_1$; 3. 1 m; 4. 0,06 m; 0,67s; 1,5 Hz; 5. 20 Hz; 6. 5100 m; 7. 0,4 s; 8. 450 m; 9. Tóreshi sekundomerdi pistolettiń awzınan shıqqan ushqındı kórgende jumısqa túsiriw kerek, sebebi ses keliwin kútip tursa, waqıt ótip ketedi. Ses tarqalıw tezligi jaqtılıq tarqalıw tezliginen kóp ese kishi; 10. 1500 m/s.

17-shınıgıw. 1. 250 kPa; 2. 2,8 ese kemeyedi; 3. $p_1 > p_2 > p_3$; 4. 1,13 m/s.

18-shınıgıw. 1. 5 m/s; 2. 0,5 m/s; 3. 1,21 ese artadı; 4. 0,45 m/s; 5. 4,5 m/s; 6. 40 kN; 8. 1382,4 kg; 9. 10 m/s.

19-shınıgıw. 1. K (-); L (-). 2. 187,5 nN. 3. $\frac{\sqrt{3}kq}{4d^2}$ 4. 4-bağıtta tómengge. 5. 0.

20-shınıgıw. 1. 180 V/m. 2. 4,2 ese kemeyedi. 3. $E_1 \neq 0, E_2 = 0$. 4. $E = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$. 5. $E_{orta} = \frac{4\sqrt{3}kq}{5a^2}$

21-shınıgıw. 1. Ekewide teris. 2. 1,6 cm; 3. $9 \cdot 10^{-7}$ C. 4. 91 V/m. 5. Ońğa.

22-shınıgıw. 1. 50,4 kV/m. 2. 0. 3. 50 V/m. 4. 3750 V/m. 5. $\alpha = 60^\circ$.

23-shınıgıw. 1. $43,2 \cdot 10^{-19}$ J. 2. $v_2 = \sqrt{4,12 \cdot 10^{-2}}$ m/s. 3. $2 \cdot 10^9$ ta. 4. $12 \cdot 10^{-7}$ J. 5. 1,8 mm.

24-shınıgıw. 1. 10^{-16} J. 2. $2,125 \cdot 10^{-7}$ C/m². 3. 36 cm. 4. 400 V.

25-shınıgıw. 1. 22,5 kV. 2. 2,1 cm. 3. 2,275 kV. 4. 5,9 nF. 5. 711,1 μ F.

26-shınıgıw. 1. 10^{14} ta. 2. 3 kV/m. 3. 0,1 A. 4. $3 \cdot 10^{20}$ ta. 5. 6000 C.

27-shınıgıw. 1. 1,8 Ω . 2. 14 V. 3. 1 Ω . 4. 4 V. 5. 5 A

- 28-shinigiw. **1.** 30 A. **2.** $64 \cdot 10^{14}$ A/m². **3.** 1,197 V. **4.** 1 A; 0,8 A; 0,2 A; 1 A; 1,2 V; 0,8V; 0,8 V; 1 V. **5.** 0,15 A. **6.** 4 A; **7.** 10 V; **8.** 10 A; **9.** 12 V. **10.** 8 V; **11.** 1,28 A/m²; **12.** $1,25 \cdot 10^{-4}$ m/s.
- 29-shinigiw. **1.** 0,2 °C. **2.** 1,3 ese. **3.** 20,2 Ω. **4.** 181,8 °C; **5.** 250 °C.
- 30-shinigiw. **1.** 1400 °C. **2.** 24 °C; **3.** 25,4 mA **4.** 12·9 % ga artadi. **5.** 71,8 °C; **6.** 2517 °C; **7.** $4,4 \cdot 10^0$ C⁻¹; **8.** 500 °C.
- 31-shinigiw. **1.** 4 ese artadi. **2.** 33 mg. **3.** 29412 C. **4.** 0,1 mm. **5.** 18 g.
- 32-shinigiw. **1.** 9,26 mA. **2.** 4,032 kg. **3.** 182 cm². **4.** 5,47 g. **5.** $3,3 \cdot 10^{-7}$ kg/C. **6.** 4,125 mg.
- 33-shinigiw. **1.** 15,6 V. **2.** 20 kA; 40 TW; 200 GJ. **3.** 1,2 ms. **4.** 6,4 mA.
- 34-shinigiw. **1.** $28 \cdot 10^{-6}$ T. **2.** 14 A. **3.** 5 mT. **4.** $2,5 \cdot 10^{-5}$ T.
- 35-shinigiw. **1.** 0,8 T. **2.** $4 \cdot 10^{-2}$ T. **3.** 17°. **4.** 15 A.
- 36-shinigiw. **1.** 1 N. **2.** $0,125 \cdot 10^{-4}$ N. **3.** 20 A.
- 37-shinigiw. **1.** $6,25 \cdot 10^{-4}$ Wb. **2.** 0,2 T. **3.** 5 W. **4.** 2 J; 0,2 W. **5.** 4,8 mJ.
- 38-shinigiw. **1.** 10,6 cm. **2.** 32,3 cm. **3.** $3,2 \cdot 10^{-19}$ C. **4.** $7 \cdot 10^{14}$ m/s². **5.** 0,32 pN.
- 39-shinigiw. **1.** $12,56 \cdot 10^{-6}$ T. **2.** 0,3, 12 mJ. **4.** 60°. **5.** 0,01 T. **6.** 6,4 pN. **7.** $1,6 \cdot 10^6$ m/s. **8.** 52,2 cm. **9.** 1,78 T.
- 40-shinigiw. **1.** 50 V. **2.** 0,5 s; 0,5 A. **3.** 200 V. **4.** 0,06 Wb/s. **5.** 1 mV.
- 41-shinigiw. **1.** 1,6 T. **2.** 1 H. **3.** 50 A/s. **4.** 40 V. **5.** 2 A.
- 42-shinigiw. **1.** 0,71 mH; 1,42 mWb. **2.** 380 ta. **3.** 1 H. **4.** 1250 V; **5.** 10 mH. **6.** 0,8 Wb. **7.** 50 ta. **8.** 3 m². **9.** 0,5 T. **10.** 5 A.
- 43-shinigiw. **1.** 1 H. **2.** 2 A. **3.** 1 A. **4.** 2; 0,92. **5.** 1,75 ese artadi.
- 44-shinigiw. **1.** 1,55 A. **3.** 2,5 J. **4.** 5. **5.** 2000. **6.** 1,5 T. **7.** 0,2 mJ. **8.** 13,3 mH. **9.** 0,4 H. **10.** 317.

I BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. 2 N teń tásir etiwshi bola almaydı; 2. Jer betinen R aralıqta; 3. 10 cm; 90 cm;
4. $16,5 \cdot 10^2$ m/s; 5. 1 s; 6. $m \sin \alpha$; 7. $\tan \alpha$; 8. 10 ese; 9. 360 N; 440 N; 10. 5 kN.

II BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. 16 cm; 0; 2. 0,5 Hz; 2 s; 3. $T_2 = 2T_1$; 4. $2,5 T_1$; 5. $x = 0,1 \sin 4\pi t$; 6. 6,28 s; 0,05 m;
7. $x = 0,001 \sin 20\pi t$; 8. 80 cm; 9. 10 cm; 10. 18 m; 11. 2,4 m/s;

III BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. 5; 2. 8 m/s; 3. $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$; 4. 720 kg; 6. $S_2/S_1 = 1/5,6$ az boladı;
7. $\rho v^2/2$ – suyuqlıq ağımınıń gidrodinamikalıq basımı; 8. 1,4 cm; 9. 3 l.

IV BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. $C_2 = 81 C_1$; 2. 30 cm; 3. 3600 V/m; 4. 50 nC; 5. 150 V; 6. – 30 kV; 7. 243 nJ; 8. 1500 V/m;
9. 120 V; 10. 6 mJ; 11. 1 kV; 12. $159,3 \mu\text{J}/\text{m}^3$; 13. $4,8 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$.
14. Oraydan 3 cm degi 0 ge teń; betten 4 cm de bolsa 21,6 kV/m

V BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. 4 mN; 2. 26,7 kV/m; 3. 13,5 kV; 4. $50 \mu\text{C}$; 5. $1,9 \Omega$; 6. $r = 4 \Omega$, $R = 6 \Omega$; 7. 3Ω , 40 V;
8. $50 \text{ m}\Omega$, 1,43 V; 9. $r_2/r_1 = 1,5$; 10. 21 A, 1,8 V; 11. 6 mJ; 12. $4 \mu\text{F}$; 13. 1 kV; 14. $159,3 \mu\text{J}/\text{m}^3$.

VI BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

1. 3Ω ; 2. 5,26 mg; 3. 1224 g; 4. 12 g; 5. 1 A; 6. 20 C; 7. $3,92 \cdot 10^{-18} \text{ J}$; 8. $2,26 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.
9. 13,88 V; 10. 3 ese artqan.

VII BAPQA TIYISLI ÓZ BETINSHE SHESHIW USHÍN MÁSELELER JUWAPLARI

5. 0,4 T; 6. Lorenc kúshi massağa baylanışlı emes; 7. 20 V; 8. 800; 9. 48 mWb; 10. 1,8 A/s.
11. 9; 12. 56,5 mT; 13. 1 mJ; 14. 0,4 mJ.

PAYDALANILGAN ÁDEBIYATLAR

1. Turdiyev N. Sh., Fizika, 10-klass sabaqligi. – Tashkent: Niso Poligraf, 2017. – 176 b.
2. O'lmasova M. H., Fizika, 1-kitap. Mexanika ham molekulyar fizika. Tashkent: Oqitwshi, 2004. – 432 b.
3. O'lmasova M. H., Fizika, 2-kitap. Elektrodinamika tiykarlari, terbelisler ham tolqinlar. Tashkent: Oqitwshi, 2010. – 360 b.
4. Shodiyev D. Sh., Shaxmayev N. M., Fizika, 7-klass ushın oqıw qollanba. Tashkent: Abu Ali ibn Sino atındağı medicinalıq baspası, 2004. – 160 b.
5. Оплачко Т. М., Турсунметов К.А., Физика, часть I. Механика, молекулярная физика, термодинамика. – Т.: Чулпан, 2012. – 208 с.
6. Оплачко Т. М., Турсунметов К.А., Физика, часть II. Электродинамика, оптика, атомная физика. – Т.: Ilm ziyo, 2009. – 328 с.
7. Ismoilov. M., Yunusov. M. S., Elementar fizika kursı. – Tashkent: Oqitwshi, 1990. – 488 b.
8. Ahmadjonov. O. I., Bekjonov. R. B., Kamolxo'jayev. Sh. M., Rizayev. H. A., Fizika. – Tashkent: Oqitwshi, 1992. – 368 b.
9. Tursunmetov K. A., Uzoqov A. A., Bo'riboyev I., Xudoyberganov A. M. Fizikadan máseleler toplami. Tashkent: Oqitwshi, 2003. – 272 b.
10. Rimkevich A. P. Fizikadan máseleler toplami. – Tashkent: Oqitwshi, 1990.

O'quv nashri

FIZIKA

*Umumiy o'rta ta'lim maktablarining
10-sinfi uchun darslik
(Qoraqalpoq tilida)*

*Awdarmashi Saparova G'ulziyra
Redaktor Djoldasova Oring'ul
Texnik redaktor Akmal Sulaymonov
Xudojnik Zaynalobiddin Abdulvohidov
Dizayner Akbarali Mamasoliyev
Korrektor Bekbergenova G'ulnara
Kompyuterde tayarlawshi Rustam Isoqulov*

Basilgan 2022-jilda ruxsat etildi. Format 60x84 1/8.
"Cambria" garniturası. 12. Ofset baspa.
Ofset baspa. Sırtli baspma tabagı 22,32. Baspaxana-esap tabagı 17,94.
Tirajı ____ nusxa. Buyırtpa №

Ijarağa berilgen sabaqlıqtıń awhalın kórsetetuğın keste

№	Oqıwshınıń atı hám familiyası	Oqıw jılı	Sabaqlıqtıń alıńandağı jaǵdayı	Klass basshısınıń qol tańbası	Sabaqlıqtıń tapsırıl- ǵandağı jaǵdayı	Klass basshısı- nıń qol tań- bası
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Sabaqlıq ijaraga berilip, oqıw jılı juwmağında qaytarıp alıńanda joqarıdağı keste klass basshıları tárepinen tómendegishe bahalawğa muwapiq toltırıladi:

Jańa	Sabaqlıqtıń birinshi márte paydalanıwğa berilgendegi jaǵdayı.
Jaqsı	Muqabası pútin, sabaqlıqtıń tiykargı bóliminen ajıralmağan. Barlıq betleri bar, jırtılmağan, kóshpegen, betlerinde jazıw hám sızıqlar joq.
Qanaatladi-rarlı	Muqaba jazılğan, bir qansha sızılıp, shetleri jelinggen, sabaqlıqtıń tiykargı bóliminen ajıralıw jaǵdayı bar, biraq qanaatladirarlı ońlangan. Kóshken betleri qayta ońlangan, ayırım betlerine sızılğan.
Qanaatlandır-maydı	Muqaba jırtılğan, ústine sızılğan, tiykargı bóliminen ajırılğan yamasa pútkilley joq, qanaatladirarsız ońlangan. Betleri jırtılğan, betleri je-tispeydi, sızıp, boyap taslangan. Sabaqlıqtı tiklep bolmaydı.