

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

7.-9.

klasei

**Mācību satura
un valodas apguve**

**Ata Krūmiņa
Raisa Stunžāne**

fizikā

**Mācību līdzeklis
skolēnam**



Projekts «Atbalsts valsts valodas apguvei un bilingvālajai izglītībai»

Nr. 2008/0003/1DP/1.2.1.2.1/08/IPIA/VIAA/002

UDK 811.174:53(075.2)

Kr 895

Ata Krūmiņa, Raisa Stunžāne

MĀCĪBU SATURA UN VALODAS APGUVE

FIZIKĀ 7.–9. KLASEI.

Mācību līdzeklis skolēnam

Projekta vadītāja: *Anita Šaltāne*

Redaktore: *Aija Sannikova*

Mākslinieciskais redaktors: *Edgars Švanks*

Tehniskā redaktore: *Inta Veinšteina*

Korektore: *Diāna Spertāle*

Projektu līdzfinansē Eiropas Savienība

Darba autortiesības ir aizsargātas saskaņā ar LR „Autortiesību likumu”.

Darba publicēšana jebkurā drukātā vai elektroniskā formā kopumā vai daļām, tā izdošana, izplatīšana masu saziņas līdzekļos, kā arī kopēšana ir stingri aizliegta bez LVA rakstiskas piekrišanas.

© 2011, LVA

ISBN 978-9984-815-33-6

Saturs

1. Fizika – ievadjautājumi.	4
2. Pētnieciskais darbs fizikā	8
2.1. Zinātniskās izpētes metode	8
2.2. Ķermeņa izmēru noteikšana	11
2.3. Ķermeņa masa un blīvums.	12
3. Gaisma.	17
3.1. Gaisma – pamatjēdzieni	17
3.2. Gaismas izplatīšanās	18
3.3. Gaismas atstarošana un laušana	20
3.4. Attēlu konstruēšana lēcās un spoguļos	22
3.5. Redze. Optiskās ierīces.	27
3.6. Krāsas	31
4. Kustība	32
4.1. Kustība – pamatjēdzieni	32
4.2. Kustības veidi	35
5. Skaņa	42
5.1. Ķermeņu svārstības un viļņi vidē	42
5.2. Viļņi un to īpašības	43
5.3. Skaņas viļņi.	44
6. Mijiedarbība un spēks.	48
6.1. Spēks. Spēku veidi	48
6.2. Ņūtona likumi.	49
6.3. Spēki ap mums	50
6.4. Spiediena spēks un spiediens	60
6.5. Spiediens šķidrumos un gāzēs. Arhimēda spēks.	60
7. Darbs, enerģija un jauda	67
7.1. Darbs un enerģija – pamatjēdzieni	67
7.2. Mehāniskā jauda.	69
7.3. Kinētiskā un potenciālā enerģija	70
7.4. Mehāniskās enerģijas nezūdamības likums	72
7.5. Vienkāršie mehānismi	74
8. Elektrostatika	79
8.1. Ķermeņu elektrizācija	79
8.2. Elektriskais lauks	80
8.3. Vadītāji un dielektriķi.	82
8.4. Elektriskā kapacitāte. Kondensatori.	83
9. Elektriskā strāva	86
9.1. Elektriskā strāva – pamatjēdzieni	86
9.2. Elektriskā ķēde	91

9.3. Elektriskā pretestība	95
9.4. Oma likums ķēdes posmam	96
9.5 Vadītāju slēgumi.	97
9.6. Elektriskās strāvas darbs un jauda	102
9.7. Elektrodrošība	103
10. Magnētisms	105
10.1. Pastāvīgie magnēti	105
10.2. Elektromagnētisms.	107
11. Siltums.	113
11.1. Siltumparādības, siltuma avoti	113
11.2. Siltuma daba	113
11.3. Temperatūra un termometri	114
11.4. Siltuma pārnese	117
11.5. Parādības, kas saistītas ar siltumpārnesi	119
11.6. Degšana. Kurināmā siltumspēja	124
11.7. Siltums un darbs. Siltuma mašīnas.	125
Izmantotā literatūra un avoti	128



Tu jau zini!



Uzzini vēl!



Izmanto savas zināšanas!



Izmanto zināšanas radoši!

Ievads

Mācību līdzeklis „Mācību satura un valodas apguve fizikā skolēniem 7.–9. klasē” paredzēts pamatskolas skolēniem kā atbalsta materiāls fizikas obligātā mācību satura apguvei – lai skolēniem rastos interese par priekšmetu, pilnveidotos skolēnu izpratne par dabas vienotību un veidotos līdzatbildīga attieksme pret apkārtējās vides kvalitātes uzlabošanu, izzinot fizikālās parādības un procesus, to cēloņus un likumsakarības, kā arī prasme izmantot zināšanas par fizikālajām parādībām praktiskajā dzīvē.

Šis mācību līdzeklis palīdzēs vieglāk un vispusīgāk apgūt mācību saturu fizikā un koncentrētā veidā atkārtot un nostiprināt mācību materiālu, lasot un pildot uzdevumus. Īpaša uzmanība piedāvātā materiāla un uzdevumu apjoma ziņā pievērsta tām fizikas pamatskolas kursa sadaļām, kuras jaunajā programmā aplūkotas daudz plašāk nekā līdz šim. Tās gandrīz nemaz nav ietvertas jau esošajos mācību līdzekļos. Pirmkārt, tie ir jautājumi, kas skar pētniecisko darbību, otrkārt – fizikā pamatotu mūsdienu tehnoloģiju attīstība, to ietekme uz sabiedrību.

Mācību līdzeklī atrodama starppriekšmetu saikne ar citām zinātnēm, kā matemātika, ķīmija, bioloģija u.c. Īpaša starppriekšmetu saikne ir ar latviešu valodu, jo palīglīdzeklis ir domāts skolēniem, kam latviešu valoda nav dzimtā valoda, bet fiziku viņi mācās bilingvāli vai latviešu valodā. Mācību līdzekli ieteicams izmantot arī skolēniem skolās ar latviešu mācību valodu.

Mācību līdzeklis „Mācību satura un valodas apguve fizikā skolēniem 7.–9. klasē” sadaļas:

1. Mācību satura konspekts;
2. Pašpārbaudes uzdevumi un jautājumi;
3. Uzdevumi mācību satura nostiprināšanai;
4. Paaugstinātas grūtības pakāpes uzdevumi zinātkāriem skolēniem;
5. Idejas patstāvīgam pētnieciskajam darbam.

Rokasgrāmatu varētu izmantot arī patstāvīgajā darbā vai fakultatīvajās nodarbībās tie 7. klašu skolēni, kuri līdz 6. klasei apguvuši dabaszinību kursu.

Ar cieņu – autores

1. Fizika – ievadjautājumi



Fizika – zinātne, kas pēta vienkāršākās un vispārīgākās dabas parādību likumsakarības, matērijas uzbūvi, kustību īpašības un to izmantošanu.

Fizikas pamatuzdevumi

Svarīgākie fizikas kā zinātnes uzdevumi ir:

- izpētīt vispārīgākos matērijas kustību veidus, uz kuriem pamatojas dabas parādības, un noskaidrot likumus, kuriem pakļaujas šīs kustības,
- izpētīt materiālo ķermeņu īpašības un uzbūvi, kā arī noskaidrot likumus, kuri nosaka šo īpašību atkarību no ķermeņu uzbūves,
- izpētīt fizikas likumu izmantošanu praksē.

Fizikas zinātnei ir vairākas **sadaļas** – saturiski vienotas nodaļas.

Fizikas galvenā sadaļa	Pētījuma objekts:
Akustika	Pēta skaņu, tās rašanos un izplatīšanos.
Optika	Pēta gaismas izstarošanu, izplatīšanos un mijiedarbību ar vidi.
Mehānika	Pēta ķermeņu kustības cēloņus un likumsakarības.
Molekulārfizika	Pēta vielas uzbūvi un siltumparādības.
Elektrodinamika	Pēta elektriski lādētu ķermeņu un daļiņu īpašības.
Atomfizika, kodolfizika, elementārdaļiņu fizika	Dažādos līmeņos pēta vielas uzbūvi un tās likumsakarības.

Fizikas teorijā tiek izmantoti vairāki **pamatjēdzieni**.

Pamatjēdziens	Skaidrojums
Fizikāls ķermenis	Jebkurš dabā sastopams objekts.
Fizikāla parādība	Visas pārmaiņas un pārvērtības, kuras notiek ar fizikāliem ķermeņiem.
Vielā	Viss, no kā sastāv fizikālie ķermeņi. Vielā ir viens no matērijas veidiem.
Molekula	Vielas vissīkākā daļiņa, kurai piemīt šīs vielas īpašības.
Atoms	Atomi – ķīmiski nedalāmas daļiņas, no kurām sastāv molekulas.
Mijiedarbība	Fizikālu ķermeņu savstarpējā iedarbība. Fizikāls lielums, kas raksturo ķermeņu mijiedarbību, ir spēks.



1.1. Ieraksti vairākus ķermeņus un norādi vielas, kas tos veido!

Ķermenis	Vielā

1.2. Uzzīmē dažādus ķermeņus! Vai visiem ķermeņiem ir vienāda forma? No kādām vielām var sastāvēt šie ķermeņi?

	1. ķermenis	2. ķermenis	3. ķermenis
Zīmējums			
Vielas, kas to veido			

1.3. Vai piekrīti šādam apgalvojumam: „Katram ķermenim, kuru izgudro cilvēks, ir funkcionāla nozīme” ? Aizpildi tabulu!

Ķermeņa nosaukums	Funkcionālā nozīme	Fizikālā ķermeņa īpašības	Vielas, no kurām var veidot ķermeni

1.4. Apskati attēlus, kuros attēlotas dabas parādības! Nosauc tās!





1.5. Papildini tabulu par fizikālo parādību veidiem!

Fizikālās parādības veids	Piemēri
mehāniska parādība	
siltuma parādība	
skaņas parādība	
gaismas parādība	
elektriska parādība	
magnētiska parādība	

1.6. Aizpildi tabulu! Sagrupē vielu īpašības:

saglabā savu formu līdz salaušanai; var viegli saspiest mazākā tilpumā; nesaglabā savu formu, bet pieņem tā trauka formu, kurā tie ir iepildīti; ir grūti saspiējami (saglabā to pašu tilpumu); plūst no augstākas vietas uz zemāku; nesaglabā savu formu, bet pieņem trauka formu; ir grūti saspiējams (saglabā to pašu tilpumu); plūst un ātri aizņem visu telpu; neplūst.

cietas vielas	
šķidrums	
gāzes	

2. Pētnieciskais darbs fizikā

2.1. Zinātniskās izpētes metode

Fizika kā eksperimentāli, tā teorētiski pēta parādības, ķermeņus, to īpašības un mijiedarbību, lai:

- noteiktu vispārējos dabas likumus;
- pamatojoties uz šiem likumiem, izskaidrotu dabas parādības un ķermeņu īpašības.

Zinātniskās izpētes metode ir rīcības plāns zinātniskās informācijas iegūšanai, apstrādei, nodošanai tālāk un izmantošanai.



Zinātniskās metodes mērķis ir atrisināt radušos problēmu vai labāk izprast novērojamo parādību vai objektu.

Zinātniskā metode:

- ļauj vairot zināšanas par dabu un labot nepareizus priekšstatus.
- ir tehnoloģiju attīstības dzinējspēks (*atbildes uz vieniem jautājumiem rada jaunus jautājumus, veicinot jaunu tehnoloģiju attīstību*).

Zinātniskās izpētes metodes soļi

1. solis. Objekta vai parādības novērošana dabiskos apstākļos.

Novērojumi var būt:

- **kvalitatīvi** – izmanto vārdiskus aprakstus un nestandarta skalas īpašību novērtēšanai;
- **kvantitatīvi** – novērojumu rezultāti iegūti, izmantojot instrumentus lielumu novērtēšanai).

Instrumenti ir ierīces, kas par lietām un parādībām ļauj iegūt vairāk informācijas, nekā to ļauj sajūtas.

Lai precīzi kvantitatīvi raksturotu konkrētas īpašības, pastāv **fizikāli lielumi**, ko var precīzi izmērīt.

Fizikāls lielums ir precīzi definēts kvantitatīvs jēdziens, kas raksturo kādu pētāmā objekta vai parādības īpašību (piemēram: masa, ātrums, paātrinājums). Fizikāli lielumi var būt **skalāri** (tiem piemīt tikai skaitliskā vērtība) un **vektoriāli** (tiem piemīt arī virziens dotajā atskaites sistēmā, pielikšanas punkts un skaitliskā vērtība – modulis).

Novērošana ir ne vien **faktu konstatēšana**, bet arī to **sistematizēšana**. Tās rezultātā veic iegūto datu **analīzi un nosaka** parādību savstarpējās sakarības. Pētījumu rezultātā atklājas pētāmā objekta vai parādības galvenās un būtiskākās īpašības.



2.1. att. Zinātniskās izpētes metodes shēma

2. solis. Problēmas (jautājuma) formulēšana

Jautājumi (problēmu formulējumi) rodas pētnieka iztēlē, apkopojot un analizējot novērojumu rezultātus.

Piemēram: „Kā skriešanas ātrums ietekmē to, cik stipri es lietū samirkšu?”

3. solis. Hipotēzes formulēšana

Problēmjaautājums jāformulē, izmantojot teikuma formu: „Ja..., tad...” formā. Šeit „ja” ir **neatkarīgais mainīgais**, tas, ko jūs pētījuma gaitā varat mainīt, bet „tad” ir **atkarīgais mainīgais**, tas, kas mainās, ja pētnieks maina neatkarīgo mainīgo.

Hipotēzei jābūt pārbaudāmai un ir jābūt iespējai un metodēm, kā izmērīt nepieciešamos lielumus. Hipotēzei jāizriet no situācijas apraksta.

Piemēram, tiek izvirzīta hipotēze: „Ja es lietū iešu lēni, tad samirkšu vairāk.”

4. solis. Hipotēzes pārbaude

Lai pārbaudītu hipotēzi, jāveic kontrolēts **eksperiments** – parādība vai objekts jānovēro īpaši radītos un stingri kontrolētos apstākļos. Eksperimentā jebkuru faktoru, kas var mainīties, sauc par **mainīgo**. Kontrolētā eksperimentā pētnieks vienlaikus **maina** tikai **vienu faktoru** – **neatkarīgo mainīgo**, turpretim pārējos faktorus (apstākļus), kas varētu ietekmēt pētāmo atkarīgo mainīgo, uztur nemainīgus – kontrolē.

Tātad:

- **neatkarīgais mainīgais** (manipulējamais) ir faktors (lielums), ko eksperimenta veicējs **maina**, izraisot cita lieluma izmaiņas;
- **atkarīgais mainīgais** (reagējošais) ir faktors (lielums), kas **mainās** līdz ar neatkarīgā lieluma izmaiņām;
- **nemainīgie mainīgie** (fiksētie) ir faktori (lielumi), kurus saglabā konstantus. Tie eksperimenta laikā ir jānovēro.

5. solis. Darba gaita un darba piederumi

Darba gaita ir eksperimenta plāns, kur parāda visus eksperimenta soļus, kas nepieciešami, lai pārbaudītu hipotēzi. Darba gaitā apraksta:

- kā eksperimentā mainīs un mērīs neatkarīgo lielumu
- kā mērīs atkarīgo lielumu izmaiņas
- kā nodrošinās fiksēto lielumu nemainīšanos
- cik reižu atkārtos mērījumus, lai rezultāti būtu ticami.

Darba gaitas aprakstam jābūt tādām, lai cits pētnieks varētu atkārtot eksperimentu, izmantojot šo aprakstu.

Darbu plānojot, jāveido nepieciešamo piederumu saraksts. Ierīcēm un mērinstrumentiem jābūt precīzi raksturotiem (mērapjoms, iedaļas vērtība).

6. solis. Mērīšana

Fizikāli lielumi, kas raksturo vienu un to pašu īpašību, bet kvantitatīvi atšķiras, ir viendabīgi fizikāli lielumi. **Mērīt** kādu fizikālu lielumu **nozīmē salīdzināt** to ar fizikālu lielumu, kas pieņemts par mērvienību (noteikt fizikālā lieluma vērtību) un **norādīt, cik precīzi** šī vērtība atbilst patiesajai. Mērīšana ir jebkura fizikāla eksperimenta pamats.

Pašlaik fizikālo lielumu mērīšanai izmanto **universālu fizikālo lielumu sistēmu** *Système international d'unités* jeb SI. Šī sistēma ietver 7 pamatvienības, kuras nosaka etaloni:

Fizikālais lielums	Fizikālā lieluma simboliskais apzīmējums	Pamatvienības nosaukums	Pamatvienības simbols
Masa	m	kilograms	kg
Laiks	t	sekunde	s
Garums	l	metrs	m
Strāva	I	ampērs	A
Temperatūra	T	kelvins	K
Vielas daudzums	n	mols	mol
Gaismas intensitāte	I	kandela	cd

Lieto arī **atvasinātās mērvienības**, kuras nosaka, izmantojot matemātiskas sakarības vai, balstoties uz zinātniskajām teorijām, sakarības, kādas starp fizikālajiem lielumiem pastāv dabā. Atvasinātās mērvienības var izteikt ar pamatvienībām, piemēram:

Fizikālais lielums	Fizikālā lieluma simboliskais apzīmējums	Atvasinātās vienības nosaukums	Atvasinātās vienības simbols	Izteikts pamatvienībās
Frekvence	f	hercs	Hz	s ⁻¹
Spēks	F	ņūtons	N	m·kg·s ⁻²
Enerģija	E	džouls	J	N m = m ² ·kg·s ⁻²
Jauda	N	vats	W	J/s = m ² ·kg·s ⁻³
Spiediens	p	paskāls	Pa	N/m ² = m ⁻¹ ·kg·s ⁻²

Mērvienību daudzkārtņus lieto, lai nebūtu jāraksta ļoti gari skaitļi. Daudzkārtņus neapvieno. Piemēram, 1/1000000 kg definē kā miligramu, nevis kā mikrokilogramu.

10 ⁿ	Daudzkārtņa nosaukums	Daudzkārtņa apzīmējums	Daudzkārtņa decimālais ekvivalents
10 ⁶	mega	M	1 000 000
10 ³	kilo	k	1 000
10 ²	hekto	h	100
10 ¹	deka	da	10
10 ⁻¹	deci	d	0,1
10 ⁻²	centi	c	0,01
10 ⁻³	mili	m	0,001
10 ⁻⁶	mikro	μ	0,000 001

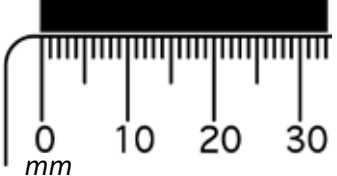
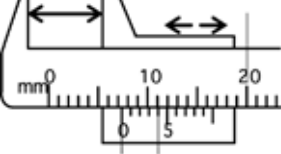
7. solis. Eksperimenta rezultātu apkopošana un analīze

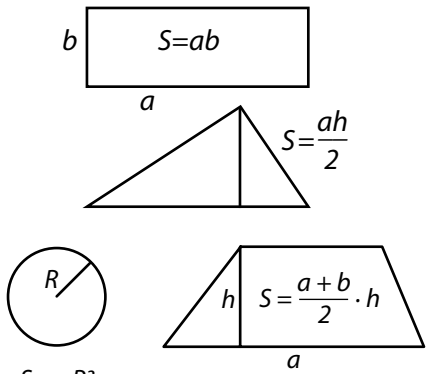
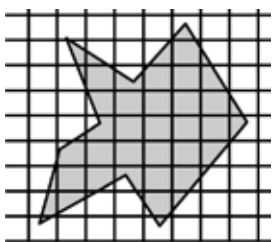
Datus – eksperimenta rezultātus – apkopo un grupē, attēlojot datus **tabulās**. Bieži sakarības starp neatkarīgo un atkarīgo mainīgo atspoguļo **diagrammās** un **grafikos**. Pamatojoties uz datu analīzi, izdara secinājumus (slēdzienus). Jāatceras, ka gadījumos, kad:

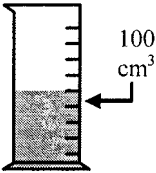
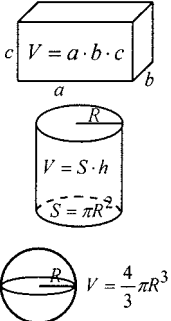
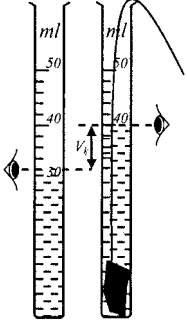
- **hipotēze ir apstiprinājusies** – to pārbauda vēlreiz, citā situācijā;
- **hipotēze nav apstiprinājusies** – pētījuma cikls sākas no jauna, pārskatot vai izvirzot jaunu hipotēzi (šādi iespējams konstatēt, kādi faktori ir būtiski konkrētās parādības norisei);
- **nepietiek datu**, lai izdarītu secinājumu, problēma paliek atklāta. Šajā gadījumā veic papildus novērojumus vai jaunus eksperimentus.

2.2. Ķermeņa izmēru noteikšana

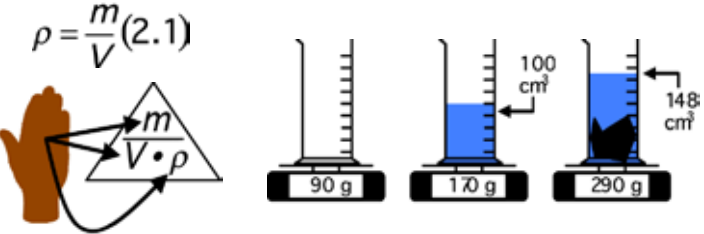
Ķermeni ģeometriski raksturo tā garums, platums, tilpums, laukums (šķērssgriezums).

Nosakāmais lielums: GARUMS	Mērīšanas metodes	
	Tiešā mērīšana (izmantojot mērinstrumentu)	Netiešā mērīšana
	Lineāls  2.2. att. Lineāls	Bīdmērs  2.3. att. Bīdmērs
Simboliskais apzīmējums: l (a, b, c)		Izmantojot matemātikas formulas  $l = 2\pi R$ 2.4. att. Riņķa līnijas garuma aprēķināšana
Pamata mērvienība: metrs $[l] = m$		

Nosakāmais lielums: LAUKUMS	Mērīšanas metode – tikai netiešā mērīšana	
	Regulārām figūrām – izmantojot matemātikas formulas	Neregulāras formas figūrām – izmantojot rūtiņu tīklu
	Regulārām figūrām – izmantojot matemātikas formulas  2.5. att. Laukuma aprēķināšana	Neregulāras formas figūrām – izmantojot rūtiņu tīklu  2.6. att. Laukuma noteikšana $S = (n_1 + n_2/2)$, kur n_1 – pilnībā pārklātu rūtiņu skaits, n_2 – daļēji pārklātu rūtiņu skaits.
Simboliskais apzīmējums: S		
Pamata mērvienība: kvadrātmeters $[S] = m^2$		

Nosakāmais lielums: TILPUMS	Mērīšanas metodes		
	Tiešā mērīšana	Netiešā mērīšana	
Simboliskais apzīmējums: V	Tiešā mērīšana (šķīdrumiem un bera- mām vielām) – izmanto- jot mērcilindru	Regulāriem ķermeņiem – izmantojot matemātikas formulas	Neregulāras formas ķermeņiem – iegremdēšanas metode
Pamata mērvienība: kubikmetrs [V] = m ³	 2.7.att. Tilpuma noteikšana ar mērcilindru	 2.8. att. Tilpuma aprēķināšana	 2.9. att. Tilpuma noteikšana ar iegremdēšanas metodi

2.3. Ķermeņa masa un blīvums

Nosakāmais lielums: MASA	Mērīšanas metode – tiešā mērīšana	
Fizikāls lielums, kas raksturo vielas daudzumu ķermenī, tā inertumu un gravitācijas īpašības	 2.10. att. Masas noteikšana ar svēršanu	
Simboliskais apzīmējums: m		
Pamata mērvienība: kilograms [m] = kg		
Nosakāmais lielums: BLĪVUMS	Mērīšanas metode – netiešā mērīšana	
Fizikāls lielums, kas raksturo vielas vienas tilpuma vienības masu	 2.11. att. Blīvuma noteikšana	
Simboliskais apzīmējums: ρ		
Pamata mērvienība: kilograms [ρ] = kg/m ³		



2.1. Savieto terminu ar atbilstošo definīciju! Atbildes ieraksti tabulā!

Termins	Atbilde	Definīcija
1. Fizikāls ķermenis		A: Fizikālais lielums, kas raksturo vielas vienas tilpuma vienības masu
2. Fizikāla parādība		B: Jebkurš dabā sastopams objekts
3. Viela		C: Vielas vissīkākā daļiņa, kurai piemīt šīs vielas īpašības
4. Molekula		D: Fizikāls lielums, kas raksturo vielas daudzumu ķermenī, tā inertumu un gravitācijas īpašības
5. Atoms		E: Fizikālu ķermeņu savstarpējā iedarbība
6. Mijiedarbība		F: Visas pārmaiņas un pārvērtības, kuras notiek ar fizikāliem ķermeņiem
7. Masa		G: Viss, no kā sastāv fizikālie ķermeņi. Viela ir viens no matērijas veidiem
8. Blīvums		H: Ķīmiski nedalāmas daļiņas, no kurām sastāv molekulas

2.2. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālais lielums
l	kg	blīvums
S	m ³	temperatūra
V	K	masa
t	m ²	garums
m	kg/m ³	tilpums
ρ	m	laukums

2.3. Atrodi kopīgu nozīmi!

1.	2.	3.
termometrs	glāze	pērcons
mikrometrs	mērcilindrs	sniegputenis
bīdmērs	menzūra	šāviens
lineāls	kolba	plūdi
sviras svāri	caurulīte	varavīksne
caurulīte	stikla plāksnīte	atbalss

Uzraksti, kas ir:

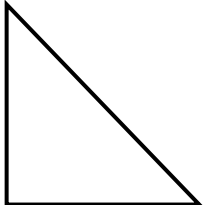
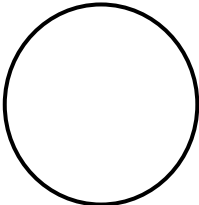
1. _____ 2. _____ 3. _____

2.4. Sagrupē dotos vārdus! Nosaki, kādās vienībās var mērīt garumu, laukumu, tilpumu, masu, laiku! Uzdevuma izpildei izmanto jēdzienus:

kilograms, gaismas gads, stunda, hektārs, ārs, jūras jūdze, gads, bārs, pēda, diena, colla, metrs, litrs, barels, tropiskais gads, galons, minūte, grams, tonna, karāts

Masa	Garums	Laukums	Tilpums	Laiks

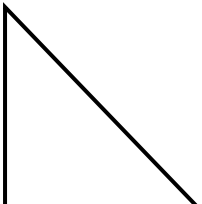
2.5. Nosaki figūru perimetru!

		
1) Taisnstūris	2) Trīsstūris	3) Aplis

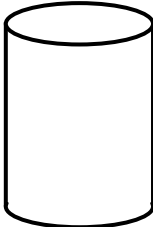
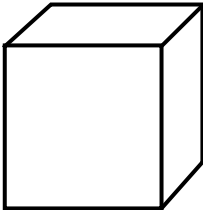
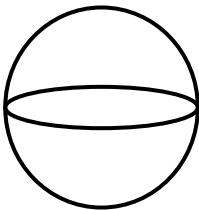
2.6. Pārveido vienības pa horizontāli, aizpildot tukšās ailes!

mm	cm	dm	m	km
	32			
			52	
17				
		177		
				0.25
mm ²	cm ²	dm ²	m ²	km ²
				10
			2	
		10		
	200			
5000				
mm ³	cm ³	dm ³	m ³	l
				100
			20	
		100		
	500			
2000000				
mg	g	kg	t	
			1	
	150			
		15		
			5	
500				

2.7. Izdari nepieciešamos mērījumus un aprēķini ķermeņa laukumu!

		
1) Taisnstūris	2) Paralelograms	3) Trīsstūris

2.8. Aprēķini ķermeņa tilpumu, izdarot nepieciešamos mērījumus!

		
1) Cilindrs	2) Kubs	3) Lode



2.9. Kā var aprēķināt sniega blīvumu, izmantojot tikai mērcilindru un sniegu?

2.10. Cilvēks minūtē veic 15 ieelpas. Katrā ieelpā plaušās ieplūst 1600 cm³ gaisa. Cik liela gaisa masa iziet cauri cilvēka plaušām 1 minūtē, 1 stundā? Gaisa blīvums – 1,3 kg/m³.



2.11. Izpildi mājas laboratorijas darbus par dotajiem tematiem!

1. temats. Ziepju gabala blīvuma aprēķināšana

Darba piederumi: ziepju gabals, lineāls.

Darba gaita:

1. paņemt jaunu ziepju gabalu,
2. aprēķināt ziepju gabala masu gramos (g),
3. ar lineāla palīdzību aprēķināt gabala garumu, platumu un augstumu centimetros (cm),
4. aprēķināt ziepju gabala tilpumu: $V = a \cdot b \cdot c$ (cm³).
5. aprēķināt ziepju blīvumu, izmantojot formulu: $\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$.

2. temats. Ceļa noteikšana no mājas līdz skolai

Darba piederumi: mērlente.

Darba gaita:

1. izvēlēties kustības maršrutu,
2. ar mērlenti izmērīt viena soļa garumu (s),
3. saskaitīt soļu skaitu no mājas līdz skolai (n),
4. aprēķināt ceļa garumu ($S = s \cdot n$) metros un kilometros, aizpildīt tabulu:

Soļa garums (s); m	Soļu skaits (n)	Attālums S	
		m	km

6. attēlot mērogā kustības maršrutu,
7. izdarīt secinājumus.

3. temats. Riņķa laukuma attiecības noteikšana pret tā kvadrāta rādus

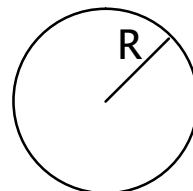
Riņķa laukuma attiecība pret tā rādiusa kvadrātu tiek apzīmēta ar skaitli π . Skaitli π var izteikt no riņķa līnijas formulas:

$$S_r = \pi R^2 \rightarrow \pi = \frac{S}{R^2}.$$

Aptuvenā šī skaitļa vērtība ir $\pi = 3,141592654... \approx 3,14$. Sengrieķu zinātnieks Arhimēds noteica π vērtību: $\approx 22/7 \approx 3,1428...$, kas būtībā ir diezgan precīzi.

Pamēģināsim atrast šo skaitli eksperimentālā ceļā!

Lai to izdarītu, no bieza papīra, tieva skārda vai folijas izgriež riņķi ar rādus R un kvadrātu, kura mala ir vienāda ar riņķa rādus.



Ir skaidrs, ka šīs figūras ir izgatavotas no vienāda materiāla. Pieņemsim, ka tām ir vienāds biezums. Figūru masas ir proporcionālas to platībām:

$$\frac{m_r}{m_{kv}} = \frac{S_r}{S_{kv}} = \frac{\pi R^2}{R^2} = \pi$$

Tādējādi, nosverot abas figūras un noskaidrojot to masu attiecību, var eksperimentāli noteikt skaitļa π vērtību.

2.12. Izlasi tekstu!

Kur pazūd meteorīti?

Meteorīta krāteris vienmēr izskatās tukšs. Tomēr nav ne mazāko šaubu, ka akmenim, kas izveidojis tik lielu krāteri, jābūt milzīgam, tāpēc ir pamats brīnīties, kur palicis pats meteorīts. Lielā mērā tas izskaidrojams ar meteorīta un Zemes sadursmē izdalītās enerģijas daudzumu. Ja meteorīts nav sevišķi liels, turklāt sastāv no tādiem cietiem materiāliem kā dzelzs vai dažādi minerāli, tas bieži saglabājas arī pēc kritiena. Gadu gaitā ir savākts tūkstošiem šādu no debesīm nākušo akmeņu, un daudzi no tiem apskatāmi muzejos.



**Meteorīta
krāteris**

Retos gadījumos uz Zemes nokrīt lieli meteorīti – to masa sasniedz vairākas tonnas. Protams, šāda sadursme ir ārkārtīgi spēcīga, un parasti tā beidzas ar to, ka meteorīts sasprāgst vairākos gabalos vai pilnībā iztvaiko. Ļoti lieli meteorīti ir retums, un, par laimi, pāriet daudzi tūkstoši gadu starp reizēm, kad tādi nokrīt uz Zemes. Viens no šādiem retiem atgadījumiem notika pirms apmēram 50 000 gadu Arizonā: tas bija aptuveni 50 metru diametrā un tā masa bija apmēram 300 000 ton-

nu. Meteorīts nokrita ar ātrumu vairāk nekā 40 000 kilometru stundā. Meteorīta triecienā izdalījās enerģija, kas pielīdzināma 2,5 miljoniem tonnu TNT jeb 150 atombumbām, kādu nometa uz Hirosimas pilsētu Japānā. Izveidojās krāteris, kura diametrs pārsniedza vienu kilometru. Astronoms F. R. Multons 1928. gadā aprēķināja, ka trieciena enerģija bijusi tik liela, ka meteorīts pilnībā iztvaikojis. Mūsdienās uzskata, ka Multona aprēķini bijuši tuvu patiesībai. Jaunākās datorsimulācijas parāda, ka, nonākot līdz Zemes virsmai, meteorīts bija gandrīz izkūsis un kā smalka metāla daļiņu migla nobira pār apkārtni.

Pirms pāris miljardiem gadu Zemē ietriecās arī vairāki asteroīdi, kuru diametrs bija mērāms kilometros.

2.11. Izveido jautājumus par izlasīto tekstu!

Piemērs: *Kas notiek ar meteorītiem, kuru izmēri nav lieli?*

Par ko liecina tekstā esošie skaitļa vārdi? Izraksti tos un nosauc! Kā tos var uzrakstīt citādi?

3. Gaismā

3.1. Gaismā – pamatjēdzieni

Gaismā – dažādu ķermeņu redzamais starojums, elektromagnētiskā starojuma spektra daļa, ko var uztvert cilvēka acs (gaismas viļņa garums gaisā: 400–740 nm).



Optikā – fizikas nozare, kas pēta parādības un likumsakarības, kas saistītas ar gaismas elektromagnētisko viļņu rašanos, izplatīšanos un mijiedarbību.

Optikas nodaļas: ģeometriskā optikā, fizioloģiskā optikā, viļņu optikā, kvantu optikā, nelineārā optikā u. c.

Gaismas avoti (GA) – ķermeņi, kas izstaro gaismu. Gaismas avoti: dabiski un mākslīgi, auksti un karsti, punktveida un liela izmēra, krāsaini un balti.

3.1. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

Atslēgas vārdi: *karsti, gaismas avoti, punktveida, redzi, baltas, dabiski*



Zināšanas par apkārtējo pasauli mēs uztveram ar maņu orgānu palīdzību, 90% informācijas – ar _____. Kāpēc mēs redzam? Kas ir gaismā? Kas ir gaismas avoti? Šos jautājumus cilvēki uzdod gan mūsdienās, gan uzdeva senāk. _____ – ķermeņi, kas izstaro gaismu. Gaismas avotus var klasificēt: _____ un mākslīgi GA, auksti un _____ GA, _____ un liela izmēra GA, krāsainas un _____ gaismas avoti.



3.2. Uzraksti: kurš no šiem attēlā redzamiem gaismas avotiem ir:

dabisks un karsts gaismas avots; dabisks un auksts gaismas avots; mākslīgs un auksts gaismas avots; mākslīgs un karsts gaismas avots.

			
1) Saule	2) Zvaigznes	3) Svece	4) Metināšana
			
5) Zibens	6) Televizors	7) Kvēlspuldze	8) Kompaktā fluorescentā spuldze

Gaismas avotus raksturo fizikāls lielums – **gaismas avota stiprums I**. Gaismas avota stipruma mērvienība ir SI sistēmas pamatvienība **kandela** (cd).

Virsmas apgaismojumu raksturo fizikāls lielums – **apgaismojums E**. Mērvienība SI sistēmā – **lukss** (lx).

Apgaismojums atkarīgs no gaismas avota stipruma I un attāluma no gaismas avota līdz apgaismojamai virsmai R:

$$E = \frac{I}{R^2} \quad (3.1.)$$

3.3. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

Atslēgas vārdi: *stipruma, lukss, kandela, apgaismojums, stiprums, attāluma*

Gaismas avotus raksturo fizikāls lielums – gaismas avota _____. Gaismas avota stipruma mērvienība – SI sistēmas pamatvienība _____. Virsmas apgaismojumu raksturo fizikāls lielums – _____. Mērvienība SI sistēmā _____. Apgaismojums atkarīgs no gaismas avota _____ un _____ no gaismas avota līdz apgaismojamai virsmai. To var aprēķināt pēc formulas: _____. Jo lielāks gaismas avota stiprums I, _____ virsmas apgaismojums. Jo lielāks attālums no gaismas avota līdz apgaismojamai virsmai R, jo apgaismojums E ir _____.



3.4. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālais lielums
D	cd	Gaismas avota stiprums
r	lx	Virsmas apgaismojums
I	km/s	Lēcas optiskais stiprums
c	m	Gaismas ātrums
E	l/m	Attālums



3.5. Savieno vārdu daļas tā, lai izveidotos 5 jēdzieni!

STIP

AP

RUMS

OP

JUMS

GAIS

TI

MO

KA

GAIS

AVO

MA

1. _____ 2. _____ 3. _____
4. _____ 5. _____

3.2. Gaismas izplatīšanās

Gaismas ātrums vakuumā $\approx 300\,000\text{ km/s}$.



3.6. Salīdzini gaismas izplatīšanās ātrumu dažādās vidēs, papildini teikumus!

Vide	Gaismas ātrums	
	km/s	m/s
vakuumā	300 000	
gaiss	299 120	
ūdens	226 000	
stikls	200 000	
dimants (briljants)	124 000	

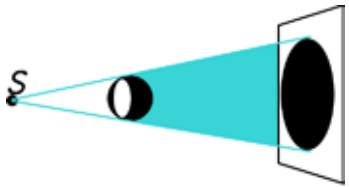
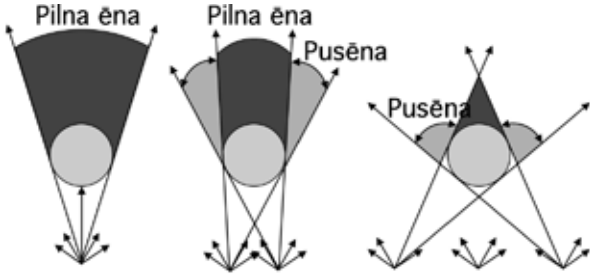
Gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā ir lielāks nekā _____.
 Gaismas izplatīšanās ātrums gaisā ir mazāks nekā _____, bet
 lielāks nekā _____, _____. Gaismas
 izplatīšanās ātrums stiklā ir lielāks nekā _____, bet mazāks
 nekā _____, _____.

Ģeometriskā optika – optikas nozare, kas pēta gaismas enerģijas izplatīšanās likumus caurspīdīgās vidēs, balstoties uz priekšstatu par gaismas staru.



Gaismas stars – līnija, kuras virzienā homogēnā (viendabīgā) vidē izplatās gaismas elektromagnētiskā viļņa enerģija.

Ēnas veidošanās

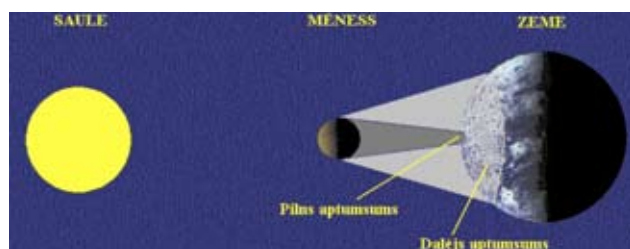
Pilna ēna – viena punktveida gaismas avota gadījumā	Pusēna – liela izmēra gaismas avota vai vairāku gaismas avotu gadījumā (iespējama arī pilnas ēnas veidošanās)
 3.1. att. Ēnas veidošanās	 3.2. att. Pilnas ēnas un pusēnas veidošanās

3.7. Uz ekrāniem mēģini iegūt šādas dzīvnieku ēnas (sk. 1. att.)! Kādu dzīvnieku ēnas tu ieguvi?

Ēnu teātris



Saules aptumsums



3.3. att. Saules aptumsuma shēma

Daļējs Saules aptumsums. Daļējā aptumsuma josla ir daudz platāka par pilno joslu, tomēr Saules aptumsums novērojams tikai noteiktā Zemes apgabalā.

Mēness aptumsums



3.4. att. Mēness aptumsuma shēma

Izšķir pusēnas, daļēju un pilnu Mēness aptumsumu, atkarībā no tā, kurai Zemes ēnas daļai Mēness iet cauri. Ja Mēness ieiet tikai Zemes pusēnā, notiek pusēnas Mēness aptumsums, kura laikā Mēness spožums samazinās pavisam nedaudz. Ja Mēness daļēji ieiet Zemes ēnā, redzams daļējs Mēness aptumsums. Ja Mēness pilnīgi ieiet Zemes ēnā, redzams pilns Mēness aptumsums. Mēness aptumsums vienlaikus redzams visā Zemes nakts puslodē.

Aptumsumi Latvijā 2010.–2015. gadā

Saules aptumsumi:

- 04.01.2011. – daļējs Saules aptumsums
- 20.03.2015. – daļējs Saules aptumsums

Mēness aptumsumi:

- 21.12.2010.– daļējs Mēness aptumsums
- 15.06.2011.– pilns Mēness aptumsums
- 10.12.2011.– pilns Mēness aptumsums
- 28.11.2012.– pusēnas Mēness aptumsums
- 25.04.2013.– daļējs Mēness aptumsums
- 18.10.2013.– pusēnas Mēness aptumsums
- 28.09.2015.– pilns Mēness aptumsums



3.8. Papildini teikumus, izmantojot tekstu par Mēness un Saules aptumsumu!

Saules aptumsumu redz tad, ja Saule, Mēness un Zeme ir _____ un Mēness atrodas _____.

Mēness aptumsumu redz tad, ja Mēness, Zeme un Saule _____ un Zeme atrodas starp _____.

**3.9. Uzzīmē Sauli un Mēnesi tā, lai uz Zemes būtu novērojams aptums-
sums! Dod nosaukumu izveidotajiem zīmējumiem!**



1) _____

2) _____

3.3. Gaismas atstarošana un laušana

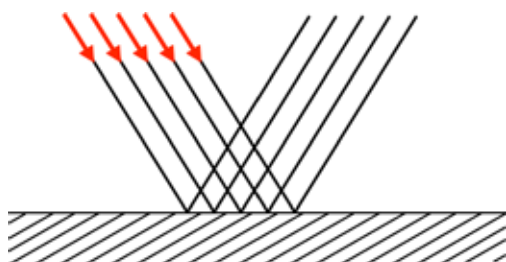
Uz robežvirsmas, kas atdala divas vides, gaisma var atstaroties un lūzt.

Fermā princips – viendabīgā vidē gaisma izplatās no viena punkta uz otru punktu pa ceļu, kurā tai jāpavada minimālais vai maksimālais laiks.

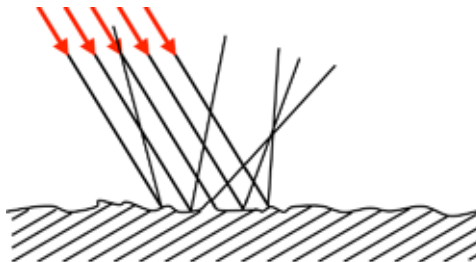


Tādēļ, ka gaisma mijiedarbojas ar vidi, tās izplatīšanās ātrums v jebkurā caurspīdīgā vidē ir mazāks nekā vakuumā. Vides **absolūtais laušanas koeficients n** rāda, cik reižu gaismas ātrums vakuumā ir lielāks par gaismas ātrumu konkrētajā vidē. Gaismas ātruma izmaiņas dēļ stars uz robežvirsmas lūst.

$$n = \frac{c}{v}$$



3.5. att. Spoguļatstarošana – no gludas virsmas



3.6. att. Difūza atstarošana – no nelidzenas virsmas

Gaismas atstarošanas likumi:	
1) Krītošais stars, atstarotais stars un perpendikuls, kas vilkts stara krišanas punktā, atrodas vienā plaknē. 2) Krišanas leņķis ir vienāds ar atstarošanas leņķi. A – gaismas avots KS – krītošais stars AS – atstarotais stars P – perpendikuls α – krišanas leņķis β – atstarošanas leņķis	3.7. att. Gaismas atstarošanas likumi

Gaismas laušanas likumi:

1) Krītošais stars, laužtais stars un perpendikuls, kas novilkts pret robežvirsmu stara krišanas punktā, atrodas vienā plaknē.

2) Stara krišanas leņķa un laušanas leņķa sinusu attiecība ir divām vidēm konstants lielums:

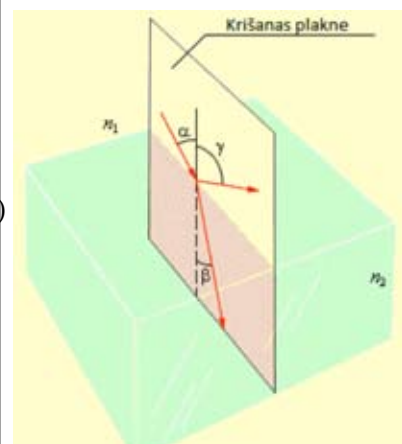
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3.2.)$$

α – krišanas leņķis

β – laušanas leņķis

γ – atstarošanas leņķis

n_1, n_2 – absolūtais gaismas laušanas koeficients attiecīgajā vidē

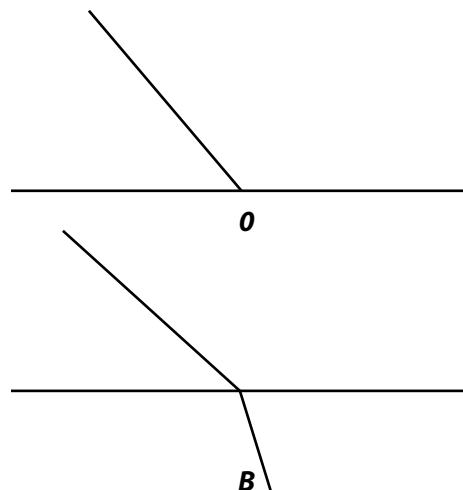


3.8. att. **Gaismas laušana un atstarošana**



3.10. Zīmē soli pa solim un apzīmē nepieciešamos elementus!

1. Spoguļvirsmu apzīmē ar MN
2. Krītošo staru apzīmē ar AO
3. Atliec perpendikulu PO
4. Attēlo atstaroto staru OB
5. Atliec krišanas leņķi α
6. Atliec atstarošanas leņķi β



1. Robežvirsmu apzīmē ar KL
2. Krītošo staru apzīmē ar AO
3. Atliec perpendikulu PO
4. Attēlo laužto staru OB
5. Atliec krišanas leņķi α
6. Atliec laušanas leņķi γ

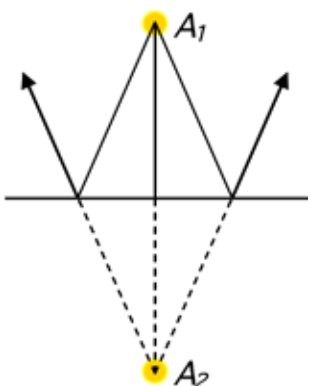
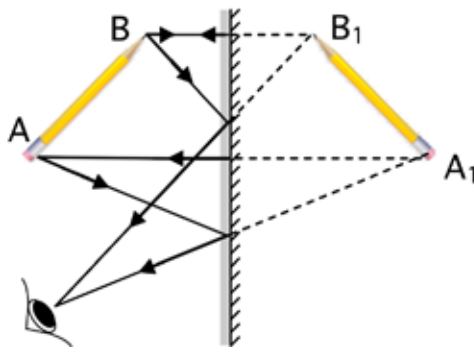
3.11. Atbildi uz jautājumiem un pamato!

1. Vai Mēness ir gaismas avots?
2. Pie kāda gaismas avotu veida pieder Mēness?
3. Kāda kopīga īpašība piemīt Mēnesim un spogulim?

3.4. Attēlu konstruēšana lēcās un spoguļos

Attēlu konstruēšanas pamatprincips optiskajās sistēmās ir šāds:

konstruējot divu, no priekšmeta viena punkta nākošu staru gaitu, staru vai to iedomāto turpinājumu krustpunktā veidojas izraudzītā punkta attēls.

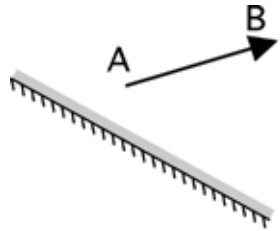
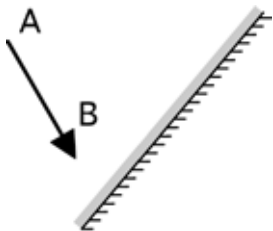
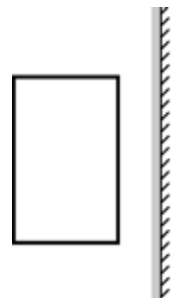
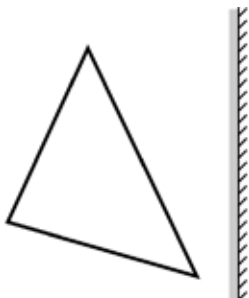
	
3.9. att. Attēla veidošanās plakanā spoguļī A_1 – priekšmets, A_2 – priekšmeta attēls	3.10. att. Attēla veidošanās plakanā spoguļī AB – priekšmets, A_1B_1 – priekšmeta attēls

Attēls plakanā spoguļī

1. Attēls ir šķietams (pēc atstarošanās no spoguļa krustojas nevis paši stari, bet to turpinājumi).
2. Attēls un priekšmets atrodas vienādā attālumā no spoguļa.
3. Priekšmeta un attēla izmēri ir vienādi.
4. Attēls ir tiešs (vērsts vienā virzienā ar priekšmetu).



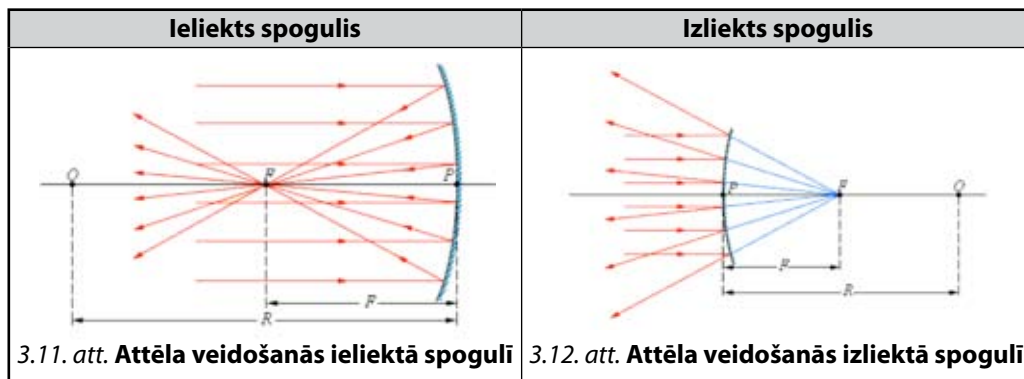
3.11. Uzzīmē priekšmetu attēlus plakanā spoguļī!

1) 	2) 
3) 	4) 

Attēli sfēriskos spoguļos



Sfēriskais spogulis – spogulis, kura virsma ir sfēras segments.



O – spoguļa liekuma centrs, **P** – spoguļa pols, **OP** – spoguļa galvenā optiskā ass – taisne, kas iet caur spoguļa centru un polu, **R** – spoguļa virsmas liekuma rādiuss



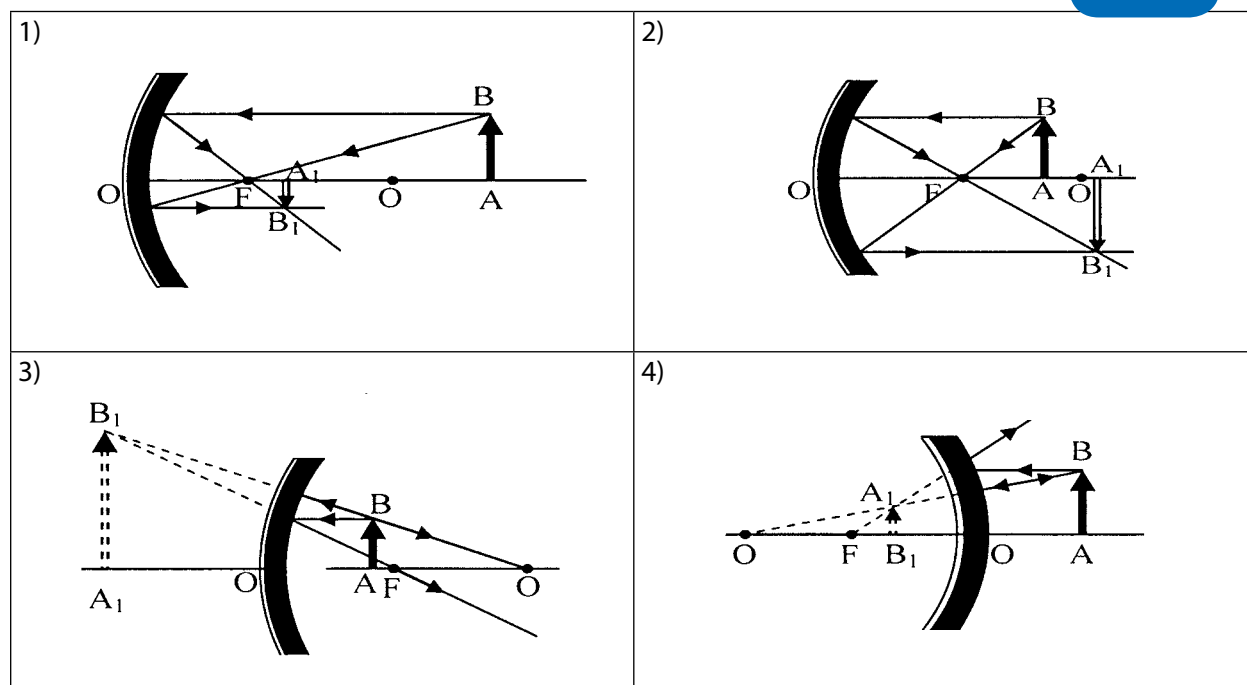
Optiskā blakus ass – jebkura taisne, kas iet caur lēcas optisko centru

Fokuss (F) – punkts, kurā, pēc atstarošanās no spoguļa, krustojas visi stari, kas uz spoguļi krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (ieliekts spogulis)

Šķietamais fokuss (F') – punkts, kurā, pēc atstarošanās no spoguļa, krustojas visu to staru turpinājumi, kas uz spoguļi krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (izliekts spogulis)

Konstruējot attēlu, ērti izmantot šādus starus:	Priekšmeta novietojums	Attēla veids	Attēla konstrukcija
1. stars, kas iet caur spoguļa centru, nelūst;	ieliekts spogulis $\infty > d > 2F$ $F < f < 2F$	- reāls - apgriezts - samazināts	3.13. att.
2. stars, kas krīt paralēli galvenajai optiskajai asij, pēc atstarošanās iet caur fokusu (vai stara turpinājums – caur šķietamo fokusu);	ieliekts spogulis $d = 2F$ $f = 2F$	- reāls - apgriezts - vienliels ar priekšmetu	3.14. att.
3. stars, kas iet caur fokusu, pēc atstarošanās iet paralēli galvenajai optiskajai asij.	ieliekts spogulis $F < d < 2F$ $\infty > f > 2F$	- reāls - apgriezts - palielināts	3.15. att.
d – priekšmeta attālums līdz spoguļim, f – attēla attālums līdz spoguļim, F – spoguļa fokusa attālums ($= PF$), $R = 2F$	ieliekts spogulis $d = F$ $f = \infty$	attēls neveidojas	3.16. att.
	ieliekts spogulis $0 < d < F$ $0 < f < \infty$	- šķietams - tiešs - palielināts	3.17. att.
	izliekts spogulis $F < d < \infty$ $0 < f < F$	- šķietams - tiešs - samazināts	3.18. att.

3.12 Izskati zīmējumus, aizpildi tabulu un uzraksti secinājumus!
Izmanto rokasgrāmatu!



Zīmējuma numurs	Priekšmeta novietojums	Attēla novietojuma vieta	Attēla raksturojums

Secinājumi: _____

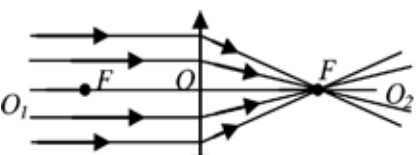
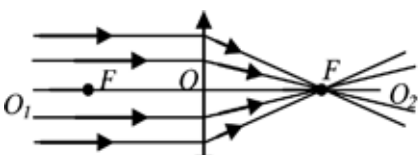
Attēli lēcās

Lēca – caurspīdīgs ķermenis, ko norobežo divas sfēriskas virsmas

Plāna lēca – lēca, kuras biezums, salīdzinot ar robežvirsmu liekuma rādiusu, ir ļoti mazs



Savācējlēca	 3.19. att.	 3.20. att.	 3.21. att.
Izkliedētājlēca	 3.22. att.	 3.23. att.	 3.24. att.

Savācējlēca	Izkliedētājlēca
	
3.25. att.	3.26. att.



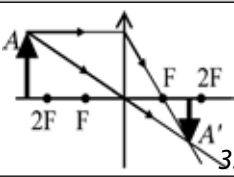
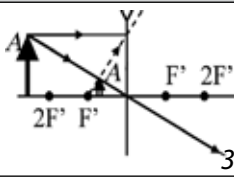
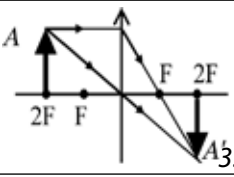
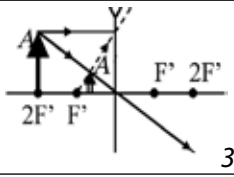
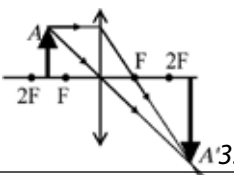
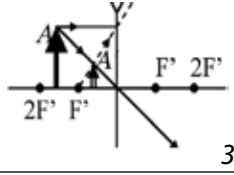
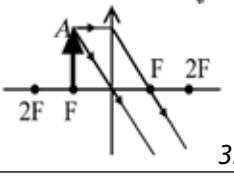
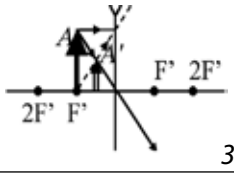
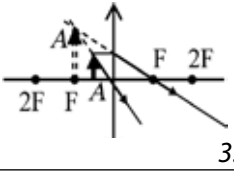
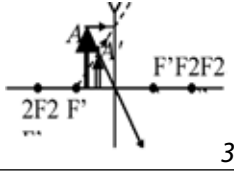
Galvenā optiskā ass ($O_1 O_2$) – taisne, kas iet caur lēcas sfērisko robežvirsmu centriem

Optiskais centrs (O) – galvenās optiskās ass krustpunkts ar lēcu

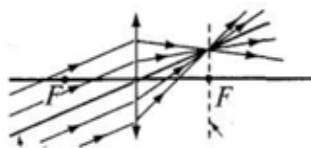
Optiskā blakus ass – jebkura taisne, kas iet caur lēcas optisko centru

Fokuss (F) – punkts, kurā pēc laušanas lēcā krustojas visi stari, kas uz lēcu krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (savācējlēcā)

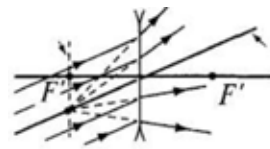
Šķietamais fokuss (F') – punkts, kurā pēc laušanas lēcā krustojas visu to staru turpinājumi, kas uz lēcu krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (izkliedētājlēcā)

Konstruējot attēlu, ērti izmantot šādus starus:	Savācējlēca		Izkliedētājlēca
	Attēla konstrukcija	Attēls katrā gadījumā	Attēls – visos gadījumos:
			Attēla konstrukcija
1. stars, kas iet caur lēcas optisko centru, nelūst; 2. stars, kas krīt paralēli galvenajai optiskajai asij, pēc lūšanas iet caur fokusu (vai stara turpinājums – caur šķietamo fokusu); 3. stars, kas iet caur fokusu, pēc lūšanas iet paralēli galvenajai optiskajai asij. Jo tuvāk lēcai atrodas priekšmets, jo lielāks attēls		• samazināts • reāls • apgriezts	
		• vienliels • reāls • apgriezts	
		• palielināts • reāls • apgriezts	
		attēls neveidojas	
		• palielināts • šķietams • tiešs	

Paralēli optiskajai blakus-
sij krītošu staru kūlīša staru
gaita



3.37. att.



3.38. att.

Reāls attēls veidojas, ja lauztie stari krustojas vienā punktā (šo attēlu var iegūt uz ekrāna).

Šķietams attēls veidojas, ja lauztie stari nekrustojas, tas atrodas staru turpinājumu krustpunktā (šo attēlu nevar iegūt uz ekrāna).

Staru gaitas apgriežamība: priekšmetu un tā attēlu vienmēr var samainīt vietām.



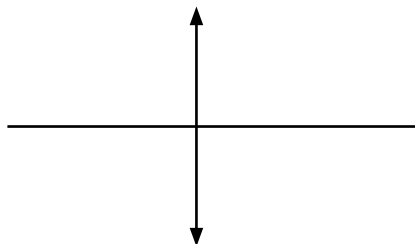
Plānas lēcas formula		
Savācējlēca: $F > 0$	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (3.3)$	saskaitāmo zīmi nosaka attēla veids – reālam attēlam $f > 0$
Izkliedētājlēca $F < 0$		– šķietamam attēlam $f < 0$
Lēcas optiskais stiprums	$D = \frac{1}{F} \quad (3.4.) [D] = m^{-1} (dioptrijs)$	Šīs formulas izmantojamas arī sfēriskiem spoguļiem.
Lēcas palielinājums	$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \quad (3.5.)$	

3.13. Savieno terminu ar atbilstošo definīciju! Atbildes ieraksti tabulā!



Termiņš	Atbilde	Definīcija
1. Lēca		A: Veidojas, ja lauztie stari nekrustojas, tas atrodas staru turpinājumu krustpunktā (šo attēlu nevar iegūt uz ekrāna)
2. Plāna lēca		B: Punkts, kurā pēc laušanas lēcā krustojas visu to staru turpinājumi, kas uz lēcu krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (izkliedētājlēcā)
3. Galvenā optiskā ass		C: Caurspīdīgs ķermenis, ko norobežo divas sfēriskas virsmas
4. Optiskais centrs		D: Punkts, kurā, pēc laušanas lēcā krustojas visi stari, kas uz lēcu krīt paralēli galvenajai optiskajai asij (savācējlēcā)
5. Optiskā blakusass		E: Jebkura taisne, kas iet caur lēcas optisko centru
6. Fokuss		F: Taisne, kas iet caur lēcas sfērisko robežvirsmu centriem
7. Šķietamais fokuss		G: Veidojas, ja lauztie stari krustojas vienā punktā (šo attēlu var iegūt uz ekrāna)
8. Reāls attēls		H: Galvenās optiskās ass krustpunkts ar lēcu
9. Šķietams attēls		I: Lēca, kuras biezums, salīdzinot ar robežvirsmu liekuma rādiusu, ir ļoti mazs

3.14. uzdevums. Zīmē pakāpeniski un apzīmē nepieciešamos elementus!



Lēcu apzīmē ar AB.
Ar $O_1 O_2$ apzīmē galveno optisko asi.
Atrodi lēcas optisko centru O!
Atliec lēcas fokusu F!
Ar KL apzīmē lēcas optisko blakusasi.

3.5. Redze. Optiskās ierīces.

Cilvēka redzes orgāns ir acs.

Acs ir universāla (absolūta) un ļoti sarežģīta optiska ierīce.

Tās diametrs ir apmēram 2,5 cm, tā ir pārklāta ar plēvi – cīpsleni. Acs priekšējā daļā tā ir caurspīdīga, tā ir radzene. Aiz radzenes atrodas varavīksnene. Tajā ir atvērums – zīlīte, pa kuru acī nokļūst gaisma.

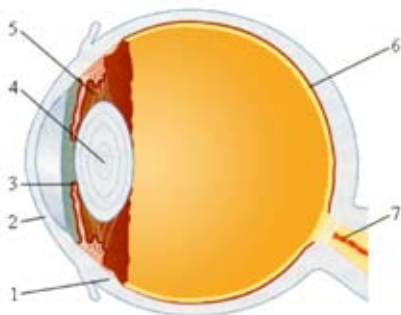
Varavīksnene un zīlīte veido acs diafragmu. Telpu starp radzeni un varavīksneni aizpilda ūdeņains šķidrums. Aiz zīlītes – acs lēca. Acs muskuļu darbības rezultātā lēcas forma mainās.

Pārējo acs daļu aizņem šķidrums stiklveida ķermenis. Acs aizmugurē saņāk kopā redzes nerva gali, tajos atrodas gaismjūtīgas šūnas – nūjiņas un vāļītes.

Nervu gali sazarojas uz tīklenes. Gaismas kairinājums tiek pārvadīts pa redzes nervu no tīklenes uz smadzenēm, kur rodas redzes sajūta.

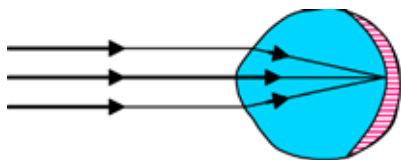
Acī gaismas stari tiek laužti uz radzenes un acs lēcas, veidojot uz tīklenes reālu apgrieztu un samazinātu priekšmeta attēlu. Tālāk to apstrādā smadzenes.

3.15. Nosauc acs galvenās sastāvdaļas!



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

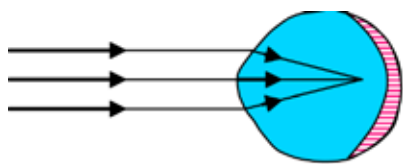
Acī uz tīklenes veidojas reāls, apgriezts, samazināts priekšmeta attēls ($d > 2F$).



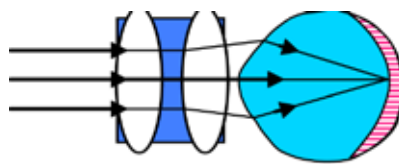
Labākais redzes attālums (d_0) – attālums, kurā bez acs muskuļu sasprindzināšanas visērtāk var saskatīt priekšmeta detaļas. Normālai acij $d_0 \approx 25$ cm.

3.39. att. Normāla redze

Tuvredzība – attēls acī veidojas pirms tīklenes (tuvredzīgas acs labākais redzes attālums ir mazāks nekā ~ 25 cm). Jālieto brilles ar izkļiedētājlēcām (ieliektām lēcām).

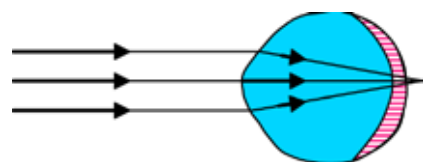


3.40. att. Tuvredzība

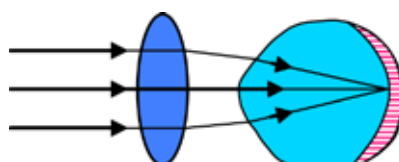


3.41. att. Tuvredzības korekcija

Tālredzība – attēls acī veidojas aiz tīklenes (tālredzīgas acs labākais redzes attālums ir lielāks nekā $\gg 25$ cm). Jālieto brilles ar savācējlēcām (izliektām lēcām).



3.42. att. Tālredzība



3.43. att. Tālredzības korekcija

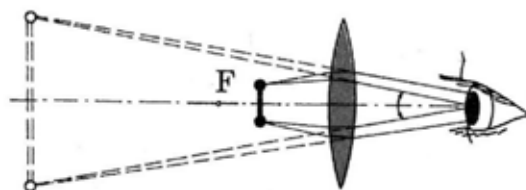
Optiskās ierīces

Lupa

Lupa ir savācējlēca, kuras fokusa attālums nepārsniedz 10 cm. Lupu novieto acs tuvumā, aplūkojamo priekšmetu – starp lupu un tās fokusu. Ar lupu palielina nevis priekšmetu, bet redzes leņķi, kādā novēro priekšmetu. Lupai redzes leņķa palielinājums ir robežās no 2,5 – 25 $\Gamma_0 = L/F$. Jo lielāks ir redzes leņķis, jo lielāks attēls veidojas uz tīklenes. Ar lupu iegūst tiešu, palielinātu un šķietamu attēlu.



3.44. att.



3.45. att. Staru gaita lupā

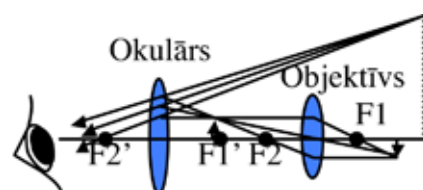
Mikroskops

Pirmie mikroskopi bija līdzīgi palielināmajam stiklam, un tajos tika izmantota tikai viena stikla vai slīpēta kalnu kristāla lēca. Par vienu no pirmajiem mikroskopa radītājiem (1610. g.) uzskata fiziķi un matemātiķi Galileo Galileju – viņš konstruēja redzamās gaismas mikroskopu. Tā ir ierīce sīku priekšmetu aplūkošanai. Tas sastāv no objektīva un okulāra.

Objektīvs darbojas kā savācējlēca, bet okulārs – kā lupa. Attālumu starp objektīvu un okulāru sauc par tubusa garumu, bet attālumu starp objektīva un okulāra fokusu – par mikroskopa optisko intervālu. Aplūkojamo priekšmetu novieto objektīva priekšā tuvu fokusam. Objektīvs dod īstu, palielinātu, apgrieztu priekšmeta attēlu. Šis pirmais attēls noder kā priekšmets okulāram. Okulāru novieto tādā attālumā, lai pirmais attēls atrastos starp okulāra lēcu un tās galveno fokusu. Ar okulāru iegūst apgrieztu, palielinātu un šķietamu attēlu.



3.46. att.



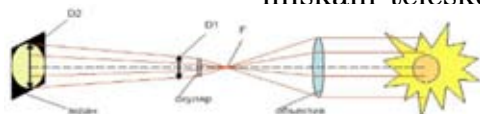
3.47. att. Staru gaita mikroskopā



3.48. att.

Teleskops un tālskatis

Teleskops ir vissvarīgākais astronomijas instruments. Teleskopi palielina objektu šķietamo lielumu un spilgtumu, tā atļaujot pētīt citādi nesaskatāmus objektus un parādības. Uzskata, ka pirmais teleskopu astronomijā pielietoja Galileo Galilejs 1609. gadā. Drīz pēc tam Johans Keplers aprakstīja lēcu optikas principus, ieskaitot aprakstu astronomiskam teleskopam ar divām izliektām lēcām (ko tagad parasti sauc par Keplera teleskopu). Tālskati, kurš sastāv no savācējlēcas (objektīva) un izkliedētājlēcas (okulāra), sauc izgudrotāja vārdā – par Galileja tālskati.



3.49. att. Staru gaita teleskopā

Ar Keplera teleskopu iegūst apgrieztu, palielinātu un šķietamu attēlu attiecībā pret priekšmetu.

Galileja tālskatis (izmanto teātros un operā) iegūst tiešu, palielinātu un šķietamu attēlu.

Observatorijās izmanto kombinētus teleskopus, kuru objektīvi ir lēcu un spoguļu sistēmas – Meninsa teleskopus.



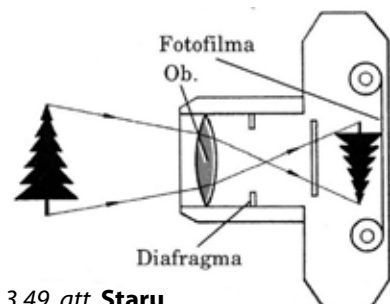
3.50. att.

Fotoaparāts

Tā ir ierīce, ar kuru iegūst priekšmeta īstu, apgrieztu un samazinātu attēlu uz fotofilmas. Sastāv no objektīva–savācējlēcas un necaurspīdīgas kameras. Lai iegūtu skaidru attēlu, uz filmas maina attālumu starp objektīvu un fotofilmu. Gaismas enerģijas daudzumu regulē ar slēdzi, kas atver objektīvu, izmantojot diafragmu noteiktā laika intervālā, ko sauc par ekspozīcijas laiku.

Mainot diafragmu, mainās asuma dziļums.

Pats vienkāršākais fotoaparāts – itāļu matemātiķis un fiziķis Džordano Kardano 1568. gadā aprakstījis kameru obskūru, kurai caurumā ievietota plakani izliekta lēca, bet attēls projicēts uz matstikla.



3.49. att. Staru gaita fotoaparātā

Projekcijas aparāts

Tā ir ierīce īsta, palielināta attēla iegūšanai uz ekrāna.

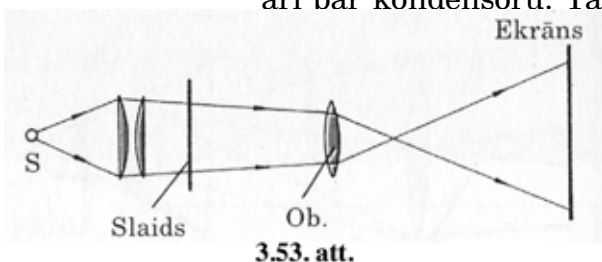
Projekcijas aparātā priekšmets ir diapozitīvs, kuru novieto speciālā lodziņā starp objektīva fokusu un divkārtšo fokusu tā, ka diapozitīva attālums no objektīva tikai nedaudz pārsniedz objektīva fokusa attālumu. Diapozitīvu no aizmugures apgaismo ar aparātā esošo gaismas avotu, kurš atrodas ieliekta sfēriska spoguļa fokusā. Spogulis pastiprina gaismu.

Starps gaismas avotu un diapozitīvu novieto lēcu sistēmu, kuru sauc arī par kondensoru. Tas novada visu tam caurizgājušo gaismu uz diapozitīvu.

Projekcijas aparāta asumu regulē, tuvinot vai attālinot objektīvu no diapozitīva. Attēla veidošanai izmanto no priekšmeta atstaroto gaismu.



3.52. att.



3.53. att.

3.49. att. Staru gaita projekcijas aparātā

3.15. Izlasi tekstu, ar krustiņiem atzīmē atbilstošo optisko ierīču attēlu raksturojumus!

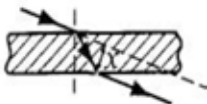
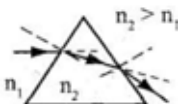
	Acs	Lupa	Mikro- skops	Tele- skops	Tālska- tis	Fotoaparāts	Projekcijas aparāts
priekšmeta novietojums $0 < d < F$							
priekšmeta novietojums $F < d < 2F$							
priekšmeta novietojums $d > 2F$							
attēls ir reāls							
attēls ir šķietams							
attēls ir tiešs							
attēls ir apgriezts							
attēls ir samazināts							
attēls ir palielināts							
attēls ir vienliels ar priekšmetu							

3.16. Briļļu lēcu optiskais stiprums ir $D = -2$ dioptrijas.

Šīs brilles valkā _____ cilvēks.

Kāds ir šo briļļu fokusa attālums? _____

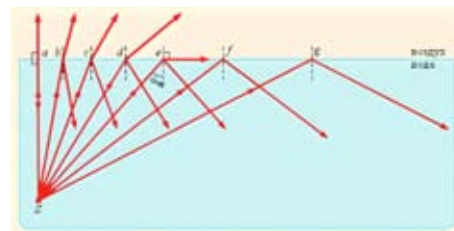


Gaismas laušana plakanparalēlā plāksnītē	Gaismas laušana prizmā:
 3.54. att.	 3.55. att.
Stars nobīdās paralēli pats sev (x – nobīde)	Stars noliecas prizmas pamata virzienā.

3.56. att. Staru gaita sistēmā stikls – gaiss

Pilnā iekšējā atstarošanās iespējama, ja $n_2 < n_1$, ja $\gamma = 90^\circ \Rightarrow \alpha$, pilnīgās iekšējās atstarošanās ROBEŽLEŅĀIS

$$\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1} \quad (3.4)$$



3.56. att. Staru gaita sistēmā stikls – gaiss



3.17. Izmēri krišanas un laušanas leņķus, gaismai pārejot no stikla gaisā!

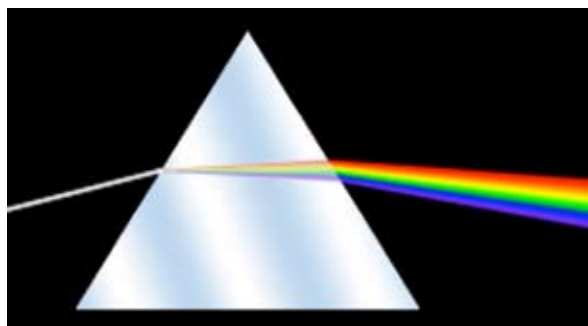
1)	2)
$\alpha =$ _____ $\gamma =$ _____	$\alpha =$ _____ $\gamma =$ _____
3)	4)
$\alpha =$ _____ $\gamma =$ _____	$\alpha =$ _____ $\gamma =$ _____

Cik lielam ir jābūt gaismas krišanas leņķim stiklā, lai notiktu pilnā iekšējā atstarošanās?

3.6. Krāsas

Vides laušanas koeficients ir atkarīgs no gaismas viļņa garuma (dispersija).

Prizma balto gaismu sadala krāsu joslās – spektrā (3.57. att.).



3.57. att.

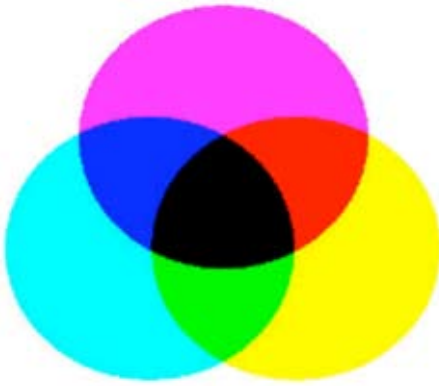
3.18. Dabā ir septiņi krāsu pamattoņi– septiņas tīras krāsas. Uzraksti tās pareizā secībā!

sarkana						
---------	--	--	--	--	--	--

Ja uz priekšmetu krīt balta gaisma, tas atstaro vai laiž cauri tikai daļu gaismas, pārējo – absorbē. Tas nosaka priekšmetu krāsu.

Balti un pelēki ķermeņi dažādās pakāpēs atstaro visu krāsu gaismu, melni – neatstaro neko.

Krāsaini necaurspīdīgi ķermeņi atstaro tās krāsas gaismu, kādā krāsā ir redzami.

Krāsaini caurspīdīgi ķermeņi laiž cauri tās krāsas gaismu, kādā krāsā ir redzami.	Krāsaini necaurspīdīgi ķermeņi atstaro tās krāsas gaismu, kādā krāsā ir redzami.
Gaismas pamatkrāsas – krāsas, kuras nevar iegūt, sajaucot citas krāsas gaismas. Gaismas pamatkrāsas – zaļa, zila, sarkana	Krāsvielu pigmentu pamatkrāsas – krāsas, kuras nevar iegūt, sajaucot citas krāsas pigmentus. Pigmentu pamatkrāsas – dzeltena, debeszila, fuksiju violeta.
 3.58. att. Gaismas krāsu veidošanās	 3.59. att. Krāsvielu pigmentu krāsu veidošanās

Krāsu daudzveidība rodas, dažādās proporcijās sajaucot pamatkrāsas.

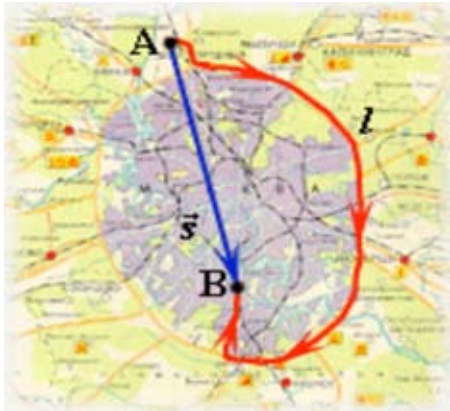
4. KUSTĪBA

4.1. Kustība – pamatjēdzieni



Mehāniskā kustība – ķermeņa stāvokļa maiņa telpā attiecībā pret citiem ķermeņiem. Ķermeņa kustība notiek laikā un telpā.

Iepazīsimies ar pamatjēdzieniem, kurus izmantosim kustības aprakstam!

Pamatjēdziens		Piemērs
Masas punkts – ķermenis, kuram piemīt masa, bet kura izmērus un formu konkrētajos apstākļos var neņemt vērā.		Aprēķinot kosmosa kuģa nosēšanos uz Mēness virsmas, Mēness nav masas punkts. Aprēķinot Mēness kustību attiecībā pret Zemi, Mēness ir masas punkts.
Kustības relativitāte – ķermenis attiecībā pret dažādiem ķermeņiem kustas atšķirīgi (miera stāvoklis – kustības speciālgadījums).		Cilvēkam, kurš brauc automašīnā, attiecībā pret automašīnu un attiecībā pret ceļu piemīt atšķirīgs ātrums.
Trajektorija – līnija, pa kuru kustas ķermenis.	Iespējamie apzīmējumi:	
Ceļš – attālums, ko veicis ķermenis, kustoties pa trajektoriju (trajektorijas garums).	$S, l, \Delta l$ $[S] = m$	
Pārvietojums – vektors, kas savieno kustības sākumpunktu un galapunktu.	$\vec{s}$ $[\vec{s}] = m$	

4.1. att. Trajektorija un pārvietojums

4.1. Savieno burtus un izveido vārdu!

K	Ī	U	S	T	A	B				
Ļ	C	E	Š							
Ā	P	V	I	R	E	S	U	T	J	O
S	U	T	Ā	R	M					
E	D	N	U	K	E	S				
M	R	E	S	T						

Kustības veidi

Iespējamās ļoti dažādas, atšķirīgas kustības, tādēļ tās ērtības dēļ klasificē:

Kustības iedalījums			
Pēc trajektorijas: • taisnlīnijas; • līklīnijas.	Pēc laika vienībā veiktā ceļa: • vienmērīga; • nevienmērīga. (speciālgadījums – vienmērīgi mainīga)	Pēc ķermeņa punktu trajektorijas: • translācijas; • rotācijas.	Svārstību kustība

Tālāk šos kustības veidus aplūkosim tuvāk.

Atskaites sistēma

Ķermeņa kustība notiek laikā un telpā. Lai kustību aprakstītu, nepieciešama atskaites sistēma.

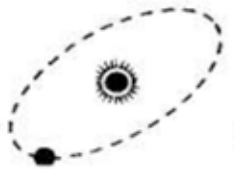
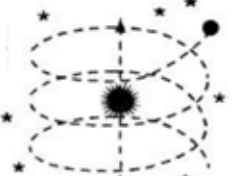
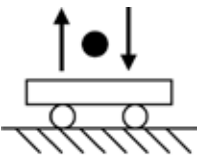
Atskaites sistēma sevī ietver:

- 1) atskaites ķermeni (atskaites punktu), attiecībā pret kuru aplūko kustību;
- 2) koordinātu sistēmu – tā ļauj aprakstīt ķermeņa atrašanās vietu telpā attiecībā pret atskaites ķermeni;
- 3) hronometru (pulksteni).

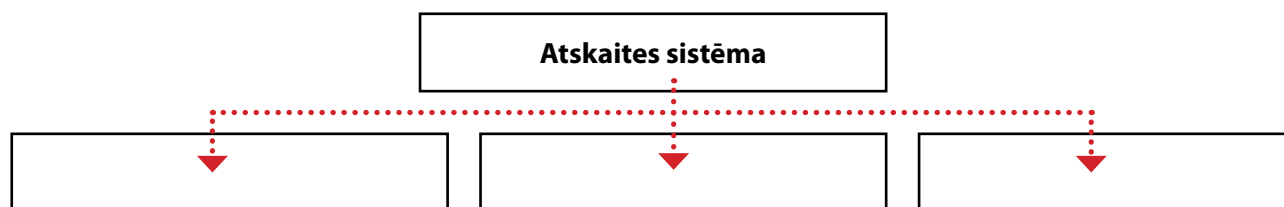
Viena un tā pati kustība dažādās atskaites sistēmās izskatās atšķirīgi.

Kustības relativitāte

Dažādās atskaites sistēmās ķermeņi kustas atšķirīgi:

		Piemēri	
$\vec{s}$ (ātrums) $\vec{v}$ (pārvietojums) l (ceļš) trajektorija	ir relatīvi lielumi, jo dažādās atskaites sistēmās tie ir atšķirīgi		
		4.2. att. Zemes trajektorija kustīgajā atskaites sistēmā „Saule”	4.3. att. Zemes trajektorija nekustīgajā atskaites sistēmā „Zvaigznes”
			
		4.4. att. Ķermeņa trajektorija kustīgajā atskaites sistēmā „Vagons”	4.5. att. Ķermeņa trajektorija nekustīgajā atskaites sistēmā „Zeme”

4.2. Papildini shēmu!



Ātrums

Ātrums ir viens no būtiskākajiem kustības raksturlielumiem. Iespējamas vairākas ātruma definīcijas, aplūkosim divas būtiskākās – vidējo ātrumu un momentāno ātrumu.

Momentānais ātrums	Vidējais (skalārais) ātrums
Momentānais ātrums ir ātrums, ar kādu ķermenis kustas dotajā laika momentā.	Vidējais ātrums – fizikāls lielums, ko izsaka ar veiktā ceļa attiecību pret laika intervālu, kādā šis ceļš veikts (formula 4.1.).
Ātrums, ko rāda automašīnas spidometrs.	$V_{vid} = \frac{1}{t}; v = \frac{s}{t} \quad (4.1.)$

5.3. Izpildi uzdevumus par vidējo ātrumu!

Lidmašīnas ātrums – 900 km/h

1 stundā – 900 km

3600s – 900 km

3600s – 900 000m

1s – 250 m

250 m/s

$$900 \text{ km/h} = \frac{900 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 250 \text{ m/s}$$

Automašīnas braukšanas ātrums – 20 m/s

1s – 20 m

1s – 0,02 km

3600s – 72000 m

3600s – 72 km

1h – 72 km

72 km/h

$$20 \text{ m/s} = \frac{20 \cdot 0,001 \text{ km}}{1/3600 \text{ h}} = \frac{20 \cdot 3600}{1000} = 72 \text{ km/h}$$

Matu augšanas ātrums – $1 \cdot 10^{-8}$ km/h

1 stundā – _____

3600s – _____

3600s – _____

1s – _____

_____ m/s

$1 \cdot 10^{-8}$ km/h

Lēnas pastaigas ātrums – 1,1 m/s

1s – _____

1s – _____

3600s – _____

3600s – _____

1h – _____

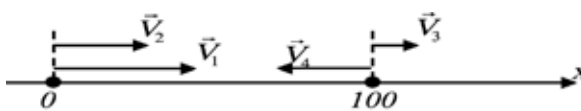
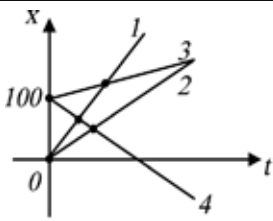
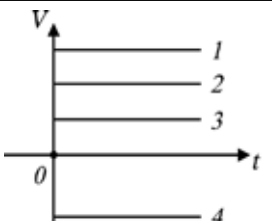
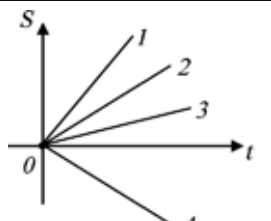
_____ km/h

1,1 m/s =

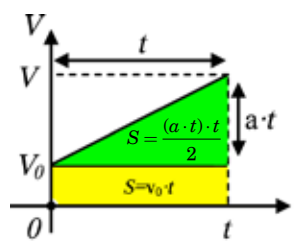
4.2. Kustības veidi

Aplūkosim dažus no kustības pamatveidiem!

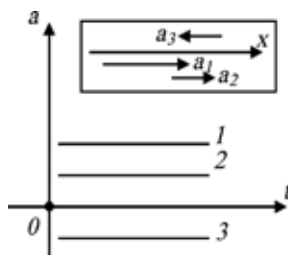
Vienmērīga taisnlinijas kustība

vienmērīga taisnlinijas kustība	Par vienmērīgu taisnlinijas kustību sauc tādu kustību, kurā trajektorija ir taisne un ķermenis jebkuros vienādos laika intervālos veic vienādu attālumu (vienādus pārvietojumus).	4.6. att.
ātrums v	$v = \frac{s}{t}$ (4.2.) $[v] = \frac{m}{s}$	vienmērīgā taisnlinijas kustībā ātrums ir nemainīgs $v = \text{const}$
ceļš s	$s = v \cdot t$ (4.3.)	
Vienmērīgas taisnlinijas kustības grafiskais attēlojums 		
4.7. att. Ātruma vektori, kas attēloti kustības grafikos		
		
4.8. att. Ātruma grafiki	4.9. att. Pārvietojuma grafiki	4.10. att. Koordinātes grafiki

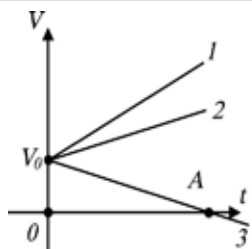
Vienmērīgi paātrināta taisnlinijas kustība

vienmērīgi paātrināta taisnlinijas kustība	Kustību, kurā ātrums jebkuros vienādos laika intervālos mainās vienādi, sauc par vienmērīgi mainīgu (paātrinātu) kustību	$\Delta \vec{v} = \text{const}$ (vienādos laika intervālos Δt)
paātrinājums $\vec{a}$ $[a] = \frac{m}{s^2}$	Ķermeņa vai masas punkta paātrinājums $\vec{a}$, ja ātrums mainās vienmērīgi, ir vienāds ar ātruma izmaiņas $\Delta \vec{v}$ attiecību pret laiku, kurā notikusi šī izmaiņa.	$a = (v - v_0) / \Delta t$ $v - v_0 = \Delta v$ $v = v_0 + a \Delta t$
	Ķermeņa veiktais ceļš (pārvietojums) vienmērīgi paātrinātā taisnlinijas kustībā ir vienāds ar figūras laukumu zem ātruma grafika $v(t)$. Ģeometriskā figūra zem ātruma grafika – taisnstūris + trīsstūris: $s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (4.4.)$	
4.11. att. Veiktā ceļa noteikšanas ģeometriskā metode		

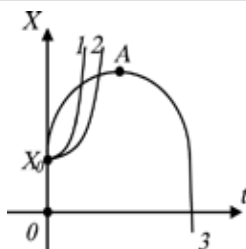
Vienmēģīgi paātrinātas taisnlinijas kustības grafiskais attēlojums



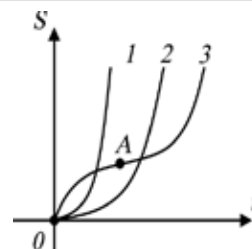
4.12. att. Paātrinājuma vektori, kas attēloti kustības grafikos



4.13. att. Ātruma grafiki



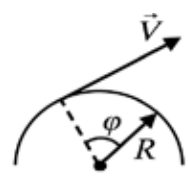
4.14. att. Pārvietojuma grafiki



4.15. att. Koordinātes grafiki

- 3. ķermenis bremzē
- Kustības grafiki – parabolas
- Punktā A 3 ķermenis apstājas un pagriežas kustībai pretējā virzienā

Kustība pa riņķa līniju

liklīnijas kustība	Līklīnijas kustībā var mainīties gan ātruma un paātrinājuma vektoru virziens, gan arī to modulis. Ikvienu līklīnijas kustību var iztēloties kā kustību, kuras trajektoriju veido taisnes nogriežņi un riņķa līniju loki.	
leņķiskais ātrums ω – leņķiskais ātrums $[\omega] = \frac{rad}{s}$ ϕ – pagrieziens leņķis $[\phi] = rad$	Masas punkta leņķiskais ātrums ω vienmērīgā kustībā pa riņķa līniju ir skalārs lielums, kas vienāds ar rādiusa pagriezienu leņķa ϕ attiecību pret laika intervālu, kurā noticis šis pagrieziens	4.16. att. Līklīnijas kustība $\omega = \frac{\phi}{t}$ (4.5.) $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (4.6.)
lineārais ātrums v $[v] = \frac{m}{s}$	Par lineāro ātrumu sauc ātrumu, ar kādu masas punkts kustas pa riņķa līniju. Lineārais ātrums vērsts pa kustības trajektorijas (riņķa līnijas) pieskari.	 4.17. att. Kustība pa riņķa līniju $v = \frac{s}{t}$ (4.7.) $v = \frac{2\pi R}{T}$ (4.8.)
periods T $[T] = s$	Periods ir laiks, kurā ķermenis veic vienu pilnu apriņķojumu (ja laikā t ķermenis veic N apriņķojumus).	Vienmērīgā kustībā pa riņķa līniju: $T = \frac{t}{n}$ (4.9.) $T = \frac{1}{\nu}$ (4.10.)
frekvence ν $[\nu] = Hz$ (vai $\frac{1}{s}$)	Frekvence ir pilnu apriņķojumu skaits laika vienībā.	$\nu = \frac{N}{t}$ (4.11.) $\nu = \frac{1}{T}$ (4.12.)



4.4. Savieno terminu ar atbilstošo definīciju!

Vienmērīga taisnlinijas kustība	Kustība, kurā ātrums jebkuros vienādos laika intervālos mainās vienādi
Vienmērīga paātrināta taisnlinijas kustība	Kustība, kura var mainīties gan ātrums un paātrinājuma vektoru virziens, gan arī to modulis
Līklīnijas kustība	Kustība, kurā trajektorija ir taisne un ķermenis jebkuros vienādos laika intervālos veic vienādu pārvietojumu
Nevienmērīga taisnlinijas kustība	Kustība, kurā trajektorija ir taisne un ķermenis jebkuros nevienādos laika intervālos veic vienādu pārvietojumu

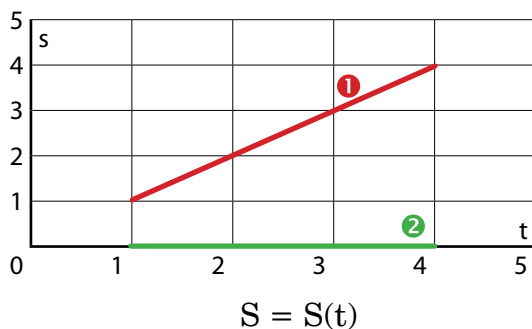
4.5. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālais lielums
I	nav vienības	periods
S	m/s^2	frekvence
V	s	leņķiskais ātrums
a	rad	pārvietojums
ω	s	laiks
φ	Hz	apriņķojumu skaits
T	m	paātrinājums
ν	m/s	ceļš
t	rad/s	ātrums
N	m	pagrieziena leņķis

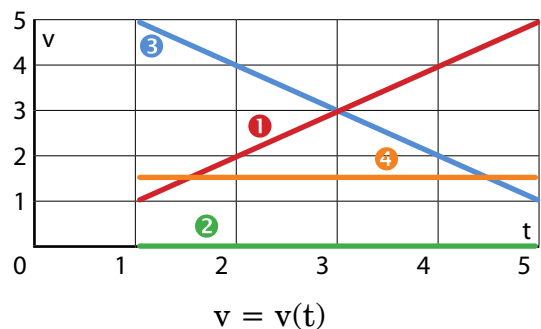
4.6. Aizpildi tabulu!

	Ceļš	Pārvietojums
Definīcija		
Apzīmējums		
Vektoriālais vai skalārais lielums		
Skaidrojošs zīmējums		
Mērvienība		

4.7. Kā kustas ķermeni?

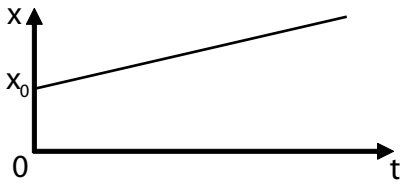


1. _____
2. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

4.8. Papildini tabulu par vienmērīgu taisnlinijas kustību!

Raksturlielums	Formula	Grafiks
ātrums		
paātrinājums		
	$s = vt$	
	$x = x_0 + v_0 t$	

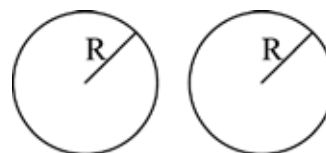
4.9. Salīdzini vienmērīgu taisnlinijas kustību ar vienmērīgi paātrinātu taisnlinijas kustību!

Salīdzināmais lielums	Vienmērīga taisnlinijas kustība	Vienmērīgi paātrināta taisnlinijas kustība
Trajektorija		
Nemainīgais lielums		
Mainīgie lielumi		
Attēli, ķermeņu kustību skaidrojums vai skaidrojošs zīmējums		
Ātruma grafiks		

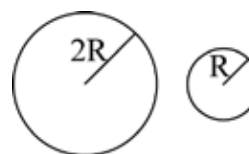
Pārvietojuma grafiks		
Koordinātes grafiks		
Ātruma likums		
Kustības likums		

4.10. Atbildi uz jautājumiem!

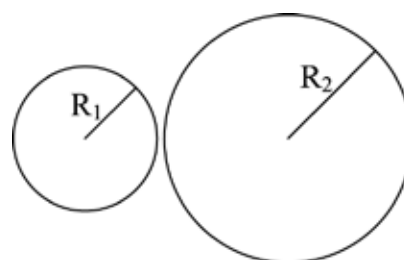
1. Zīmējumā 1 ir attēlotas riņķa līnijas, pa kurām kustas divi masas punkti. Ir zināms, ka punktu rotācijas periodi ir vienādi. Vai to ātrumi ir vienādi?



2. Zīmējumā 2 ir attēlotas riņķa līnijas, pa kurām kustas divi masas punkti. Ir zināms, ka pirmā masas punkta rotācijas periods ir divreiz lielāks nekā otrā masas punkta rotācijas periods. Vai to ātrumi ir vienādi?



3. Zīmējumā 3 ir attēlotas riņķa līnijas, pa kurām kustas divi masas punkti. Ir zināms, ka masas punktu rotācijas periodi ir vienādi. Attēlojiet zīmējumos paātrinājuma vektoru virzienus divos – trijos punktos katrā trajektorijā! Zīmējumā 3 ir attēlotas riņķa līnijas, pa kurām kustas divi masas punkti. Vai (šo punktu) paātrinājumi ir vienādi?



4.11. Ja Jums ir divritenis un pulkstenis, kā var uzzināt attālumu no skolas līdz mājai un kustības vidējo ātrumu? Kas vēl ir nepieciešams?

Risinājums:

Lai izrēķinātu attālumu ar divriteņa palīdzību, mums ir nepieciešams zināt riteņa riņķa līnijas garumu.

Zinot riteņa rādiusu, mēs varam izrēķināt riteņa riņķa līnijas garumu: $l = 2\pi R$.

Uz velosipēda riteņa pielīmēsim sarkanu atzīmi un braucot skaitīsim riteņa apgriezienu skaitu, tālāk pēc formulas: $L = nl$,

Atradīsim garumu. Riteņa rādiusu izmērīsim ar lineāla palīdzību. Ar pulksteņa palīdzību izmērīsim kustības laiku un pēc formulas

$$v_{vid} = \frac{L}{t} \text{ noteiksim vidējo ātrumu.}$$

5. SKAŅA

5.1. Ķermeņu svārstības un viļņi vidē Svārstības



Svārstības – kustība vai procesi, kuri ar lielāku vai mazāku precizitāti pēc noteiktiem laika intervāliem atkārtojas.

Mehāniskās svārstības – mehāniskās kustības raksturlielumu (ātrums, paātrinājums, enerģija, atvirze un tamlīdzīgi) svārstības.

Mehānisko svārstību veidi

Brīvas svārstības – svārstības, ko rada sistēmas iekšējie spēki, ja ķermenis vienu reizi ārēja spēka iedarbībā izvirzīts no līdzsvara stāvokļa (svārstību sistēmai enerģija pievadīta vienu reizi).

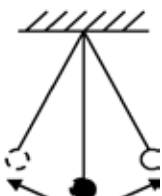
Uzspiestas svārstības – svārstības, kuras svārstību sistēmā izraisa ārējs, periodiski mainīgs spēks (svārstību sistēmai periodiski pievada enerģiju).

Pašerosmes svārstības – svārstības, kas sistēmā rodas iekšēja periodiska spēka darbības rezultātā (periodiski pievadot enerģiju no avota, kas ir svārstību sistēmas sastāvdaļa).



Svārstību sistēma – ķermeņu sistēma, kurā notiek svārstības.

Brīvo svārstību rašanās nosacījumi:



5.1. att.

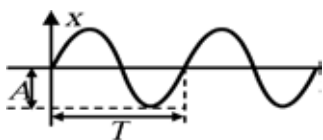
- 1) svārstību sistēmai ir jābūt stabilam līdzsvara stāvoklim;
- 2) izvirzot sistēmu no līdzsvara stāvokļa, jārodas atgriezošs spēks, kas sistēmu atgriež līdzsvara stāvoklī;
- 3) sistēmai jāpiemīt inercei;
- 4) berzes (pretestības) spēkiem, kas sistēmā darbojas, ir jābūt neievērojami maziem.

Harmoniskas svārstības

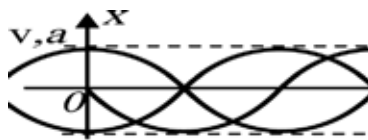


Harmoniskas svārstības – svārstības, kurās svārstību atvirze atkarībā no laika mainās pēc sinusa (kosinusa) likuma.

Svārstību grafiki un raksturlielumi



5.2. att. Atvirze harmoniskās svārstībās



5.3. att. Ātrums un paātrinājums harmoniskās svārstībās

x – atvirze no līdzsvara stāvokļa

$$[x] = \text{m}$$

x_m – amplitūda: maksimālā atvirze no līdzsvara stāvokļa

$$[x_m] = \text{m}$$

T – svārstību periods: vienas pilnas svārstības ilgums

$$[T] = \text{s}; T = \frac{t}{N} \quad (5.1) \quad (N - \text{svārstību skaits})$$

v – svārstību frekvence: svārstību skaits laika vienībā

$$[v] = \frac{1}{\text{s}} = \text{Hz}; v = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} \quad (5.2.)$$

5.2. Viļņi un to īpašības

Viļnis – svārstību procesa izplatīšanās vidē. Laika gaitā mehāniskās svārstības izplatās no punkta uz punktu (no daļiņas uz daļiņu).



Mehānisko viļņu rašanās nosacījumi:

1. elastīga vide (vides daļiņu mijiedarbības spēki ir elastības spēki)
2. vides daļiņām piemīt inerce

Viļnis un enerģija: **vilnis ir enerģijas nesējs**.

Līdz ar svārstībām vilnis pārnēs arī svārstību enerģiju W_v , lai gan pašas šīs enerģijas nesēji – svārstošās daļiņas – līdz vilnim nepārvietojas.

Šķērsviļņi un garenviļņi

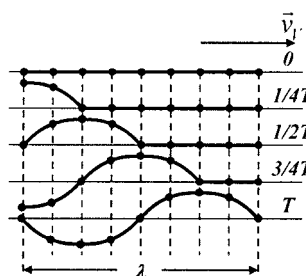
Šķērsviļņi – viļņi, kuros vides daļiņas svārstās perpendikulāri viļņa izplatīšanās virzienam.

Garenviļņi – viļņi, kuros vides daļiņas svārstās viļņa izplatīšanās virzienā.

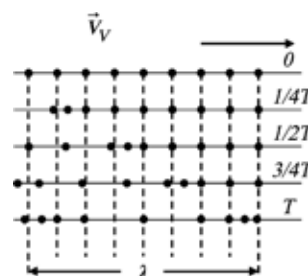


Bīdes deformācija cietos ķermeņos un uz šķidruma virsmas.

Stiepes un spiedes deformācija gāzēs, šķidrumos un cietos ķermeņos.



5.4. att. Šķērsvilnis



5.5. att. Garenvilnis

Viļņa raksturlielumi

1. **Viļņa garums:** attālums starp tuvākajiem punktiem viļņī, kas svārstās vienādās fāzēs (vides daļiņu kustība ir pilnīgi vienāda). Tas ir attālums starp divām tuvākajām viļņa galotnēm vai ieplakām. Šo attālumu viļnis veic viena perioda laikā.

Viļņa galotne – vieta, kur daļiņu novirze ir maksimālā, laika gaitā pārvietojas.

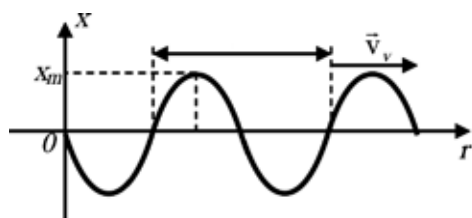
$$[\lambda] = \text{m}$$

2. **Viļņa ātrums:** viļņa izplatīšanās ātrums raksturo viļņa amplitūdas (viļņa galotnes) pārvietojumu laika vienībā.

$$[v_v] = \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_v \text{ ir atkarīgs no vides īpašībām, } v_v = \frac{\lambda}{t} = \lambda \cdot \nu \quad (5.4.)$$

3. **Svārstību frekvence:** $[\nu] = \text{Hz} = 1/\text{s}$

4. **Svārstību periods:** $[T] = \text{s}$; ν un T atkarīgi no viļņa (svārstību) avota.



5.6. attēlā:

λ – viļņa garums;

$\vec{v}_v$ – viļņa ātrums

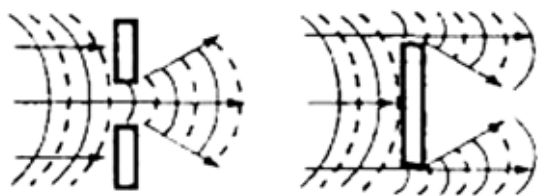
x_m – daļiņu svārstību amplitūda

5.6. att. Viļņa garums

Viļņu īpašības



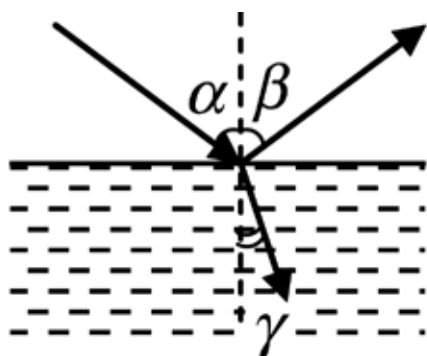
Viļņu interference – viļņu savstarpējā pārklāšanās.



5.7. att. Difrakcija – šķēršļu apliekšana

Viļņu difrakcija – viļņa izplatīšanās virziena maiņa, sastopot šķērslī – vilnis neturpina izplatīties taisnā virzienā (šķēršļa apliekšana).

Nosacījums – viļņa garumam jābūt salīdzināmam ar šķēršļa izmēriem.



5.8. att. Viļņa atstarošanās un lūšana

Viļņu atstarošanās un lūšana

Kad skaņas vilnis sastop šķērslī, tas uz robežvirsmas sadalās divos viļņos:

atstarotais vilnis atgriežas pirmajā vidē un ātrumu nemaina;

lauztais vilnis izplatās aiz robežvirsmas ar citu ātrumu.

5.3. Skaņas viļņi

Skaņa – mehānisks vilnis elastīgā vidē, kas izraisa dzirdes sajūtu.

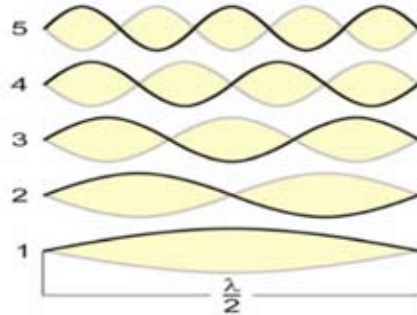


Ievēro:

- 1) šķidrumos un gāzēs skaņa izplatās kā garenvilnis;
- 2) cietos ķermeņos skaņa iespējama kā šķērsvilnis vai garenvilnis;
- 3) uz cietu ķermeņu virsmām var rasties akustiskie virsmas viļņi.



5.9. att. Skaņas viļņu izplatīšanās gaisā



5.10. att. Stīgas svārstības

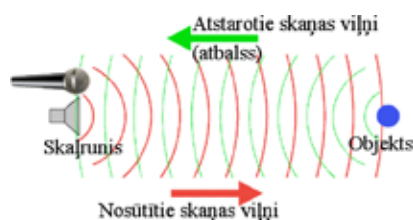
dB		Skaņu var iedalīt pēc skaņas viļņa frekvences: 1) infraskaņa 0 – 16 Hz Cilvēks infraskaņu nedzird, tā rodas vētras, zemestrīces, dažādu mehānismu darbības laikā. 2) skaņa 16 – 20000 Hz Cilvēkam novecojot, spēja uztvert augstas frekvences skaņas samazinās. 3) ultraskaņa $2 \times 10^4 - 10^9$ Hz Ultraskaņu uztver un izmanto delfīni un sikspārņi, to dzird arī grauzēji un citi dzīvnieki. Skaņas augstumu nosaka svārstību frekvence. Muzikālo skaņu veido vairāku frekvenču svārstības. Viszemākās frekvences svārstības sauc par pamattoni. Pārējo svārstību (virstoņu) frekvences ir veselu skaitu reižu lielākas nekā pamattonomim. Skaņas ātrums atkarīgs no vides īpašībām un apstākļiem (temperatūras un spiediena). Cietās vielās un šķidrumos skaņas ātrums ir lielāks, piemēram: $v_{sk.gaisā} \approx 330 \text{ m/s}$; $v_{sk.ūdenī} \approx 1500 \text{ m/s}$; $v_{sk.ciets \text{ ķermenis}} \approx 4500 \text{ m/s}$, pieaugot temperatūrai, skaņas ātrums v_{sk} pieaug. Skaņas skaļumu nosaka svārstību amplitūda. Skaņas intensitāte I ir vidējā skaņas viļņa enerģija, kas laika vienībā izplūst caur virsmas laukuma vienību perpendikulāri izplatīšanās virzienam: $I = W / S \Delta t$ (5.5.), $[I] = \text{W/m}^2$ I_0 – dzirdamības sliekšnis: mazākā intensitāte, kas izraisa dzirdes sajūtu. Skaņu parasti raksturo ar intensitātes līmeni L. $L = 10 \lg(I/I_0)$ (5.5.), $[L] = \text{dB}$ (decibels)
	Auss fiziski bojājumi	
130	Sāpju sliekšnis	
100	Apdullinoša skaņa	
80	Ļoti skaļa skaņa	
70	Skaļa skaņa	
60	Putni	
20	Klusa skaņa	

5.11. att. Skaļuma līmeņi

Attāluma l noteikšana līdz skaņas avotam:

$$l = v_{sk.} \times t \quad (5.6.)$$

(t – laika sprādis no mirkļa, kad redzam notikumu, līdz mirklim, kad dzirdam skaņu)



Attāluma noteikšana līdz šķērslim, kas rada atbalssi:

$$l = (v_{sk.} \times t) / 2 \quad (5.7.)$$

5.12. att. Atbalss

Balss un skaņas uztveršana

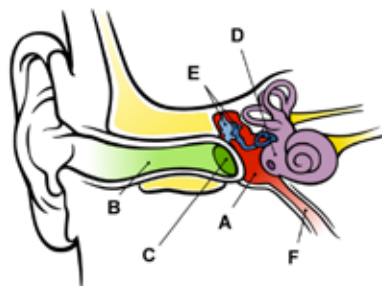
Gaiss, plūstot caur balsenes spraugu, iesvārstā balss saites. Cilvēks skaņas artikulē – regulē gaisa plūsmu (galvenokārt ar mēles palīdzību).



5.12. att. Balss aparāts

Auss uzbūve:

- A. Vidusauss
- B. Ārējā auss
- C. Bungādiņa
- D. Iekšējā auss
- E. Dzirdes kauliņi
- F. Dzirdes kanāls



5.13. att. Auss

Muzikāla skaņa un troksnis

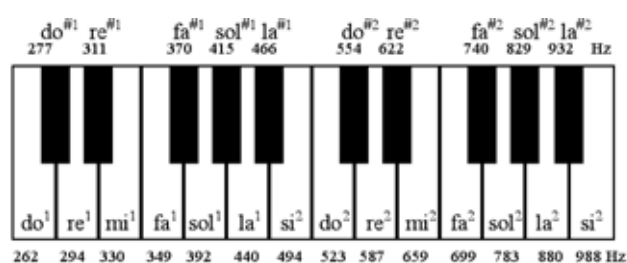
Skaņas, ko dzird ar ausi, var būt patīkamas un nepatīkamas. Kad skaņas viļņa forma regulāri atkārtojas, skaņu parasti vērtē kā patīkamu. Ja tā neatkārtojas un ir neregulāra, tad skaņu uzskata par troksni.



5.14. att. Skaņa un troksnis

Mūzikas pamatā ir muzikālo toņu skala.

Tā ir sakārtota nošu (noteikta augstuma skaņu) virkne – no zemākas līdz augstākai. Skaņu rinda iedalīta oktāvās. Blakus skaņas pēc frekvences atšķiras aptuveni 1,06 reizes. Nākamajā oktāvā tai pašai notij frekvence ir 2 reizes lielāka. Pirmajā oktāvā "la" frekvence ir 440 Hz, nākamajā oktāvā "la" ir 880 Hz.



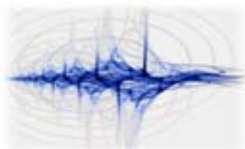
5.15. att. Muzikālo toņu skala

5.1. Izlasi tekstu!

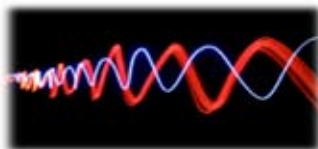
Ja dienas vidū uznāk snaudiens un mēs vēlamies pagulēt, aizturēt traucējošo gaismu ir diezgan viegli, aizvelkot aizkarus vai aizverot žalūzijas, taču novērst no ielas nākošos trokšņus ir daudz grūtāk. Skaņa mums apkārt ir vibrācijas, kas izplatās gaisā, šķidrumos un cietās vielās, liekot tiem pārmaiņus izplesties un sarauties. Tāpēc skaņas viļņi spēj iziet cauri gandrīz jebkurai vielai, un pilnīgi tos apstādināt var tikai vakuums, kurā nav nevienas molekulas, kas varētu skaņu izplatīt tālāk. Vārdu sakot, skaņa ietekmē vielu, ar kuru tā nonākusi saskarē, daudz lielākā mērā, nekā mainās paši skaņas viļņi. Ar gaismu situācija ir pilnīgi pretēja. Gaisma ir elektromagnētiskie viļņi, kas pavisam nedaudz ietekmē vielu, kuru tie skar, parasti to tikai sasildot.

Līdz ar to gaismas viļņi ir ļoti viegli aizturami un bieži vien tiek atstaroti vai absorbēti, nevis iziet cauri vielai, kuru tie skāruši. Tieši tāpēc melni aizkari spēj gandrīz pilnībā aizturēt gaismu, taču no skaņas iedarbības var pasargāt pavisam nedaudz.

Lai aizturētu skaņu, tās ceļā jānovieto kāds ļoti ciets un blīvs materiāls, piemēram, akmens, stikls vai svins, jo tiem piemīt spēja atstarot skaņas viļņus. Savukārt biezs poraina materiāla slānis, piemēram, akmens vate, spēj daļu skaņas viļņu absorbēt un pārvērst to enerģiju siltumā.



1)



2)



3)

Skaņa iet tieši cauri!

Kad vilnis skar kādu materiālu, tas tiek vai nu atstarots (reflektēts), vai uzsūkts (absorbēts), vai arī iziet tam cauri (tiek pārraidīts). Gaismas viļņi ir viegli atstarojami vai absorbējami, tāpēc tos ir vienkārši aizturēt. Skaņai piemīt daudz lielākas spējas izkļūt cauri dažādiem materiāliem.

1. Pirms teksta lasīšanas, izmantojot virsraksta jautājumu, prognozē, par ko vēstīs teksts! Izsaki viedokli par tekstā uzziņāto!
2. Veido reklāmu materiālam, kas izolētu skaņu un absorbētu gaismu! Raksti, zīmē, runā!
3. Vārdiem skaņa, gaisma pievieno pēc iespējas vairāk īpašības vārdus! Piemēram: dzidra skaņa, laba gaisma. Vari sacensties ar sola biedru.
4. Meklē pazudušos vārdus teksta teikumos!

Skaņa mums apkārt ir _____, kas izplatās gaisā, šķidrumos un cietās vielās, liekot pārmaiņus _____ un _____.

Tāpēc _____ viļņi spēj iziet cauri gandrīz jebkurai _____, un pilnīgi tos apstādināt var tikai _____, kurā nav nevienas _____, kas varētu skaņu izplatīt tālāk.

Lai aizturētu skaņu, tās ceļā jānovieto kāds ļoti _____
un _____ materiāls.

Gaisma ir _____ viļņi, kas pavisam nedaudz _____
_____ vielu, kuru tie skar, parasti to tikai _____.

Tieši tāpēc _____ aizkari spēj gandrīz pilnībā aizturēt
_____, taču no _____ iedarbības var pasar-
gāt pavisam nedaudz.

_____ viļņi ir viegli _____ un _____
_____, tāpēc tos ir vienkārši aizturēt.

_____ piemīt daudz lielākas spējas izklūt cauri dažā-
diem materiāliem.

6. Mijiedarbība un spēks

Līdz šim aplūkojām tikai to, **kā** ķermeņi kustas. Tagad aplūkosim ķermeņu kustības izmaiņas cēloni. Zinātnieki pierādījuši, ka vienīgais ķermeņa kustības maiņas cēlonis ir tā mijiedarbība ar citiem ķermeņiem.

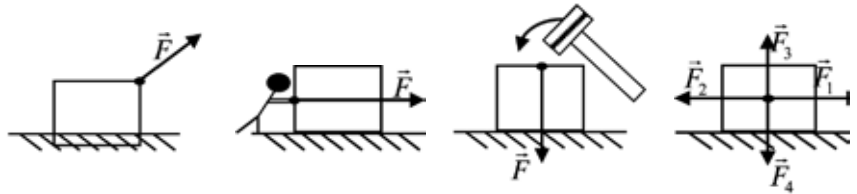
6.1. Spēks. Spēku veidi

Spēks $\vec{F}$ – ķermeņu mijiedarbības kvantitatīvs raksturlielums, vektoriāls fizikāls lielums, kas raksturo viena ķermeņa iedarbību uz otru ķermeni, tādējādi šis ķermenis iegūst paātrinājumu vai deformējas.

$$[\vec{F}] = N$$

Spēku raksturo:

- lielums (modulis)
- virziens
- spēka pielikšanas punkts



6.1. att. Spēku darbība uz ķermeni

Ja ķermeni var uzskatīt par masas punktu, spēku pielikšanas punkts ir masas centrs.

Spēkus iespējams klasificēt pēc to dabas un darbības veida:

Spēku iedalījums		
• Gravitācijas (<i>smaguma spēks</i>) • Elektromagnētiskie (<i>berzes spēks, elastības spēks</i>) • Kodolspēki (<i>vājā un stiprā mijiedarbība</i>)	• Darbojas no attāluma (<i>smaguma spēks</i>) • Darbojas kontaktā (<i>berzes spēks, elastības spēks</i>)	• Iekšējie (<i>starp aplūkotās sistēmas ķermeņiem</i>) • Ārējie (<i>darbojas uz sistēmas ķermeņiem no ārpuses</i>)

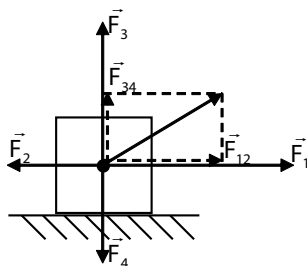
Izolēta ķermeņu sistēma – sistēma, kurā darbojas tikai iekšējie spēki

Rezultējošais spēks

(kopspēks)

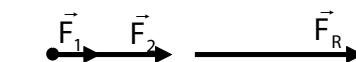
$$\vec{F}_R$$

$$[\vec{F}_R] = N$$

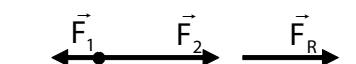


6.2. att. Ķermenim pieliktie spēki

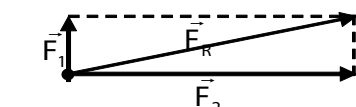
Rezultējošais spēks – visu uz ķermeni darbojošos spēku vektoriālā summa.



6.3. att.



6.4. att.



6.5. att. Spēku saskaitīšana

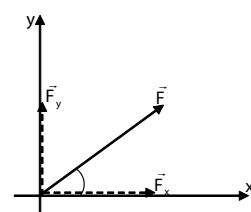
$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \quad (6.1.)$$

$$F_R = F_1 + F_2$$

$$F_R = F_1 - F_2$$

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Rezultējošo spēku var sadalīt vairākos spēkos, pieņemot, ka to darbība uz ķermeni ir savstarpēji neatkarīga.

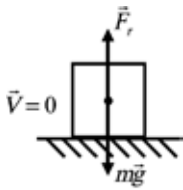
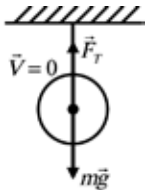
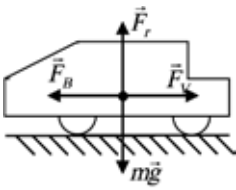
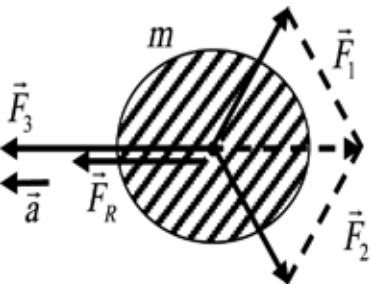


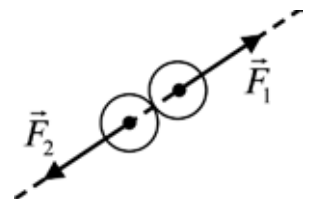
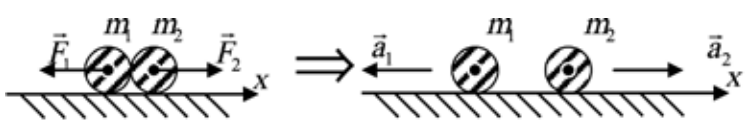
6.6. att. Spēka sadalīšana

6.2. Ņūtona likumi



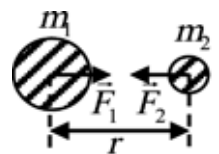
Ņūtona likumi – eksperimentāli likumi, kas apraksta ķermeņu mijiedarbību un ķermeņu kustības izmaiņu tās rezultātā.

I Ņūtona likums (inerces likums)			
Pastāv tādas atskaites sistēmas, attiecībā pret kurām ikviens ķermenis paliek miera stāvoklī vai turpina vienmērīgu taisnlinijas kustību tik ilgi, kamēr uz to neiedarbojas citi ķermeņi vai arī, kamēr citu ķermeņu iedarbība kompensējas. Šādas atskaites sistēmas sauc par inerciālām atskaites sistēmām.			
			
6.7. att. Spēku līdzsvars	6.8. att. Spēku līdzsvars	6.9. att. Spēku līdzsvars	6.10. att. Spēku līdzsvars
$\vec{F}_r + m\vec{g} = \vec{F}_R$ $F_R = 0$ ↓ ķermenis atrodas miera stāvoklī	$\vec{F}_T + m\vec{g} = \vec{F}_R$ $F_R = 0$ ↓ ķermenis atrodas miera stāvoklī	$F_r + m\vec{g} + \vec{F}_V + \vec{F}_B = \vec{F}_R$ $F_R = 0$ ↓ ķermenis kustas vienmērīgi taisnā virzienā	$\vec{F}_p + m\vec{g} = \vec{F}_R$ $F_R = 0$ ↓ ķermenis kustas vienmērīgi taisnā virzienā
II Ņūtona likums			
Spēks, kas darbojas uz ķermeni, ir vienāds ar ķermeņa masas un šī spēka piešķirtā paātrinājuma reizinājumu. Ja uz ķermeni darbojas vairāki spēki, Ņūtona likumā ar spēku F jāsaprot visu uz ķermeni darbojošos spēku rezultējošais spēks.		$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots + \vec{F}_n = m \cdot \vec{a} \quad (6.3.)$	
<i>Iespējams arī šāds II Ņūtona likuma formulējums:</i> Paātrinājums, ko iegūst ķermenis, ir tieši proporcionāls ķermenim pieliktajam rezultējošajam spēkam un apgriezti proporcionāls ķermeņa masai. Paātrinājuma virziens sakrīt ar rezultējošā spēka virzienu.		$\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m} \quad (6.3.)$ $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{F}_R$	
		Paātrinājums, ko ķermenim piešķir vairāki spēki, darbojoties vienlaikus, ir vienāds ar visu to paātrinājumu vektoriālo summu, ko ķermenim piešķirtu katrs no spēkiem, darbojoties vienlaikus.	
6.11. att. Vairāku spēku iedarbība uz ķermeni			

III Ņūtona likums	
Mijedarbojoties diviem ķermeņiem, rodas spēku pāris – ķermeņi iedarbojas viens uz otru ar spēkiem, kuri: 1) darbojas pa vienu taisni; 2) vērsti pretējos virzienos (sk. formulu 6.4.); 3) ir vienādi pēc moduļa (sk. formulu 6.5.); 4) ir vienādas dabas.	 6.12. att. Spēku pāris
6.13. att. Ķermeņu mijiedarbība	 Spēki nekompensē viens otru, jo pielikti dažādiem ķermeņiem $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (6.4.)$ $F_1 = F_2 \quad (6.5.)$

6.3. Spēki ap mums

Gravitācijas spēks

1667. gadā Īzaks Ņūtons, pamatojoties uz astronomiskiem novērojumiem un eksperimentiem, izvirza hipotēzi:		„Starp visiem ķermeņiem, kam piemīt masa, darbojas savstarpēji pievilkšanās spēki.” Šos spēkus sauc par gravitācijas spēkiem .	
$\left. \begin{matrix} F_G \sim m_1 \\ F_G \sim m_2 \end{matrix} \right\} F_G \sim m_1 \cdot m_2 \quad (6.6.)$	Jo lielāka ķermeņu masa m , jo lielāki gravitācijas spēki		$ \vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_G$
$F_G \sim \frac{1}{r^2} \quad (6.7.)$	Jo lielāks attālums starp ķermeņiem r , jo gravitācijas spēki ir vājāki	6.14. att. Divu ķermeņu gravitācijas mijiedarbība	$F_g \sim \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (6.8.)$

Vispasaules gravitācijas likums

Jebkuru divu masas punktu savstarpējās pievilkšanās spēki ir tieši proporcionāli to masu reizinājumam un apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam starp tiem.



Šie spēki vērsti pa taisni, kas savieno masas punktus, to moduļi ir vienādi, bet virzieni – pretēji (skat 6.14. attēlu).

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (6.9.)$$

G – gravitācijas konstante

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{N \times m^2}{kg^2} \quad (6.10.)$$

Gravitācijas konstantes fizikālā jēga:

Gravitācijas konstante skaitliski ir vienāda ar spēku, ar kādu savstarpēji pievelkas divas lodes, kuru masa ir 1 kg un kuras atrodas 1 m attālumā viena no otras.

Ap katru ķermeni, kam piemīt masa, pastāv gravitācijas lauks. Masa ir gravitācijas lauka avots. Gravitācijas lauks izplatās jebkurā vidē un vakuumā.

Gravitācijai raksturīgas īpašības:

- gravitācijas mijiedarbību nav iespējams norobežot (ekranēt);
- gravitācijas spēks ir tikai savstarpējās pievilkšanās spēks;
- ja starp ķermeņiem pastāv tikai gravitācijas mijiedarbība, tie kustas paātrināti.

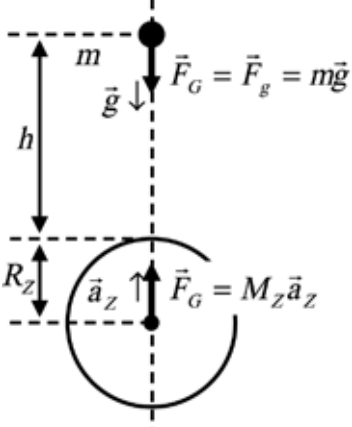
Vispasaules gravitācijas likumu iespējams izmantot, ja:

- ķermeņus, kas mijiedarbojas, var uzskatīt par masas punktiem;
- ķermeņi ir homogēnas lodes vai arī to masa attiecībā pret ķermeņa centru ir sadalīta simetriski (šajā gadījumā attālums r ir attālums starp ložu centriem);
- viens ķermenis ir lode, bet otrs – salīdzinoši neliels jebkādas formas ķermenis.

Smaguma spēks



Smaguma spēks ir gravitācijas spēks, ar kādu **Zeme** pievelk ķermeņus.

$\vec{F} = m \times \vec{g} \quad (6.11.)$ $[\vec{F}_g] = N$	 6.15. att. Divu ķermeņu gravitācijas mijiedarbība	m – ķermeņa masa M_z – Zemes masa $\vec{g}$ – brīvās krišanas paātrinājums $\vec{a}_z$ – Zemes paātrinājums $a_z \ll g$ (jo $M_z \gg m$)
--	--	---

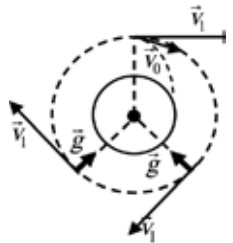
Brīvās krišanas paātrinājums



Brīvās krišanas paātrinājums ir paātrinājums, ar kādu ikviens ķermenis kustas Zemes gravitācijas laukā, ja uz to darbojas tikai $\vec{F}_g$.

$\vec{F}_g = G \frac{M_Z m}{(R_Z + h)^2}$ $\vec{F}_g = m \vec{g}$ $\vec{g} = G \frac{M_Z}{(R_Z + h)^2}$ (6.12.)	Brīvās krišanas paātrinājums atkarīgs no: 1) Zemes rādiusa R_Z (ģeogrāfiskā platuma) Jo lielāks R_Z, jo mazāks $\vec{g}$; $R_{Z(\text{ekvators})} > R_{Z(\text{poli})}$ 2) augstuma h virs Zemes virsmas (jūras līmeņa) Jo lielāks h, jo mazāks g (un mazāks smaguma spēks); 3) brīvās krišanas paātrinājums nav atkarīgs no ķermeņa masas; visi ķermeņi vienā vietā uz Zemes krīt ar vienādu paātrinājumu (ja nedarbojas citi spēki). Pieņemts, ka brīvās krišanas paātrinājums Zemes tuvumā ir $g = 9,8 \text{ m/s}^2$	Zemes gravitācijas lauka iedarbībā atrodas visi ap mums esošie ķermeņi, šajā laukā kustas Zemes mākslīgie pavadoņi un Mēness. Pieaugot attālumam no Zemes centra, gravitācijas lauks kļūst vājāks.
--	---	---

Zemes mākslīgie pavadoņi, kosmiskie ātrumi

 6.16. att. Zemes pavadoņu kustība	Zemes pavadoņu kustības veids – brīvais kritiens (uz pavadoni darbojas tikai smaguma spēks).		
	I kosmiskais ātrums v_I Minimālais ātrums, kādu ķermenim jāpiešķir, lai tas varētu kustēties pa riņķveida orbītu ap Zemi.	II kosmiskais ātrums v_{II} Minimālais ātrums, ar kādu ķermenim jākus- tas, lai pārvarētu Zemes pievilkšanas spēku un kļūtu par Saules pava- doni.	III kosmiskais ātrums v_{III} Minimālais ātrums, ar kādu ķermenim jākus- tas, lai pārvarētu Saules pievilkšanas spēku un pamestu Saules sistē- mu.
	$v_I = 7.9 \text{ km/s}$	$v_{II} = 11.2 \text{ km/s}$	$v_{III} = 16.7 \text{ km/s}$

6.1. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

Atslēgas vārdi: *pievilkšanās, par gravitācijas, lielāki, mazāki, taisni, vienādi, pretēji, pievelk.*

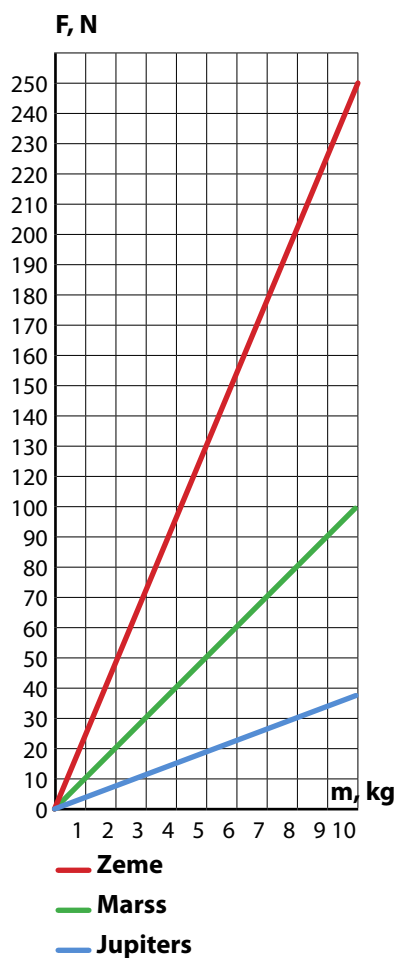
Starp visiem ķermeņiem, kam piemīt masa, darbojas savstarpēji _____ spēki.

Šos spēkus sauc _____ spēkiem. Jo lielāka ķermeņu masa m , jo _____ gravitācijas spēki. Jo lielāks attālums starp ķermeņiem r , jo gravitācijas spēki ir _____.

Šie spēki vērsti pa _____, kas savieno masas punktus, to moduļi ir _____, bet virzieni – _____. Smaguma spēks ir gravitācijas spēks, ar kādu ZEME _____ ķermeņus.

6.2. Zinātnieki aprēķināja smaguma spēkus, kuri darbojas uz ķermeņi $m = 1 \text{ kg}$, ja tas atrodas dažādā augstumā virs Zemes. Rezultāti atrodas tabulā.

Augstums virs Zemes, m	Smaguma spēks, N
0	9,81
100	9,81
1000	9,80
10 000	9,77
50 000	9,65
100 000	9,50
120 000	9,45

[illegible]

6.3. Zinātnieki izveidoja grafikus, kur parādīta smaguma spēka atkarība no ķermeņa masas uz dažādām planētām. Salīdzini brīvās krišanas paātrinājumu uz planētām! Ko var secināt?

1) Izmantojot attēlu 1, aizpildi tabulas!

	F, N									
m, kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

g (m/s ²)	Zeme	
g (m/s ²)	Marss	
g (m/s ²)	Jupiters	

Secinājumi:

Elastības spēks

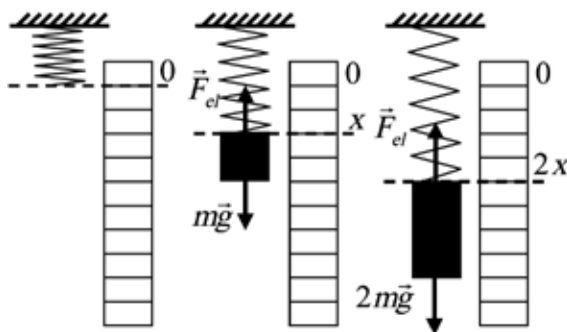


Elastības spēka rašanās cēlonis: elastības spēki rodas, ķermeņiem deformējoties.

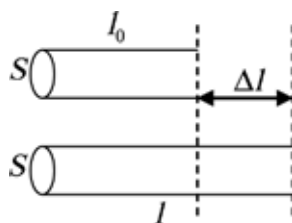
Deformācija – ķermeņa formas un/vai tilpuma izmaiņa ārējas iedarbības rezultātā.

Elastīga deformācija – pēc iedarbības pārtraukšanas **deformācija** izzūd.

Neelastīga (plastiska) deformācija – pēc iedarbības pārtraukšanas deformācija paliek.



6.17. att. Ķermeņa deformācija

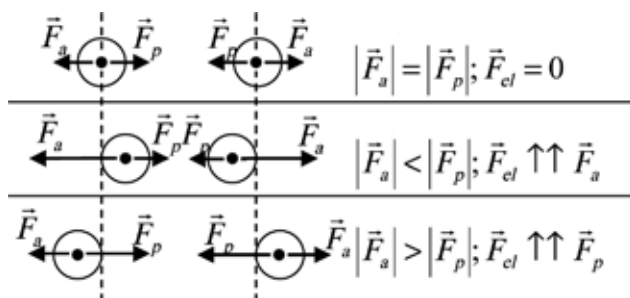


6.18. att. Ķermeņa garuma maiņa

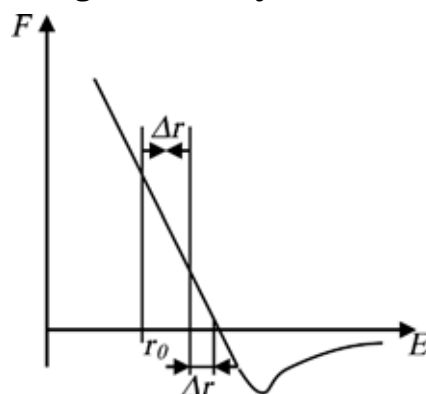
Δl – absolūtais pagarinājums
$\varepsilon = \frac{l}{l_0} \quad (6.11) -$ relatīvais pagarinājums

Elastības spēki ir elektromagnētiskas dabas.

Elastības spēks ir vienāds ar molekulu elektromagnētiskās mijiedarbības spēku summu.



6.19. att. Molekulu mijiedarbība



6.20. att. Molekulu mijiedarbības spēki

Huka likums (ir spēkā elastīgām deformācijām) – elastības spēks $\vec{F}_{el}$, kas līdzsvaro ārējās iedarbības spēku $\vec{F}$, ir tieši proporcionāls pagarinājumam x un vērsts šim spēkam pretējā virzienā.



$$\vec{F}_{el} = -kx \quad (6.12)$$

k – stingruma koeficients

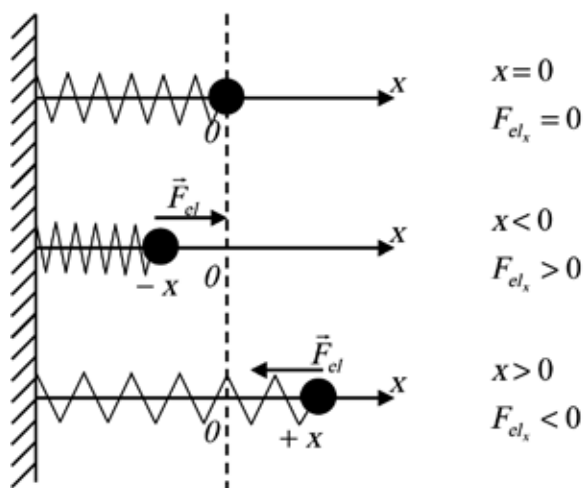
$$[k] = \frac{N}{m}$$

6.20. att. Atsperes elastīga deformācija

6.4. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

Atslēgas vārdi: *Deformējoties, formas un/vai tilpuma, elastīga, neelastīga (plastiska), izzūd, paliek, pagarinājumam Δl , pretējā.*

Elastības spēki rodas, ķermeņiem _____. Deformācija _____ ķermeņa _____ izmaiņa ārējās



iedarbības rezultātā. Deformācijas veidi: _____ un _____
 _____ . Elastīga deformācija, ja pēc iedarbības pārtraukšanas deformācija _____. Neelastīga (plastiska), ja pēc iedarbības pārtraukšanas deformācija _____. Elastības spēks $\vec{F}_{el}$, kas līdzsvaro ārējās iedarbības spēku $\vec{F}$, ir tieši _____ un vērsts šim spēkam _____ virzienā.

6.5. Uzraksti piemērus deformāciju veidiem!

Deformācijas veids	Piemēri
stiepe	
spiede	
liece	
bīde	
vērpe	

Balsta reakcijas spēks

Ja ķermenis balstās uz kādas virsmas, tad šī virsma deformējas.

Elastības spēku, ar kuru balsts darbojas uz ķermeni, sauc par **balsta reakcijas spēku** $\vec{F}_r$.

Balsta reakcijas spēks vienmēr vērsts perpendikulāri mijiedarbojošos ķermeņu saskares virsmām!

Ja nostiprinātā auklā iekar ķermeni, tad aukla deformējas un tajā rodas elastības spēks, kuru sauc par auklas (piekares) sastiepuma spēku $\vec{F}_T$.

Ķermeņa svars

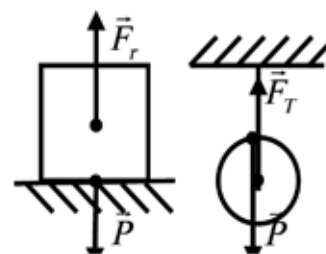
Ķermeņa svars $\vec{P}$ – spēks, ar kādu ķermenis Zemes pievilkšanas spēka ietekmē spiež (perpendikulāri) uz (horizontālu) atbalsta virsmu vai nostiepj piekari. $[\vec{P}] = N$.

Svara pielikšanas punkts: piekare vai atbalsts.

Saskaņā ar III Ņūtona likumu,
ja atbalsta virsma ir horizontāla, tad:

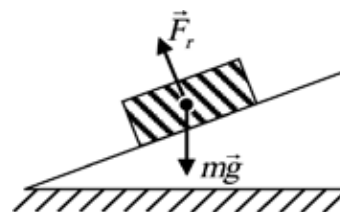
$$-\vec{F}_r = \vec{P} \quad (6.13.)$$

$$-\vec{F}_r = \vec{P} \quad (6.14.)$$



6.22. att. Svārs un elastības spēks

Uz slīpas virsmas svāri rāda spēku,
ar kādu ķermenis perpendikulāri spiež
uz atbalsta virsmu.



6.23. att. Ķermenis uz slīpas virsmas

Gadījumā, ja balsta virsma vai piekare kustas paātrināti augšup vai lejup	
Kustībā augšup:	Kustībā lejup:
$P = mg + ma$ (pārslodze)	$P = mg - ma$ (svārs samazinās)
6.24. att. Lifta kustība uz augšu	6.25. att. Lifta kustība uz leju
Bezsvāra stāvoklī: $P = 0$	Ja ķermenis neiedarbojas uz atbalsta virsmu vai piekari (kopā ar to brīvi krīt) $a = g, P = 0$

6.7. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

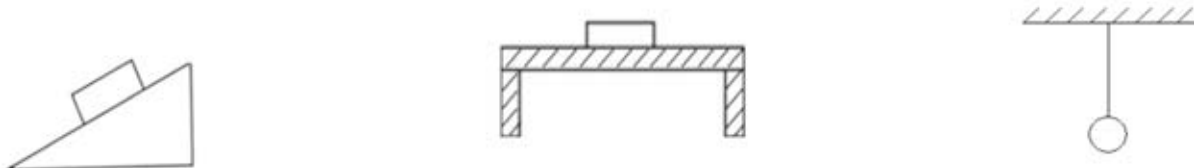
Atslēgas vārdi: *ķermeņa svārs, piekare, atbalsts, palielinās, samazinās, nulle, bezsvārs.*

Spēks, ar kādu ķermenis Zemes pievilkšanas spēka ietekmē spiež (perpendikulāri) uz (horizontālu) atbalsta virsmu vai nostiepj piekari, sauc _____. Svāra pielikšanas punkts: _____ vai _____. Ja balsta virsma vai piekare kustas paātrināti augšup, ķermeņa svārs _____ vai ja lejup – _____. Ja ķermenis neiedarbojas uz atbalsta virsmu vai piekari (kopā ar to brīvi krīt), svārs ir vienāds ar _____. Šajā gadījumā ķermenis atrodas _____ stāvoklī.

6.8. Uzraksti piemērus dotajiem gadījumiem!

Ķermeņa svars	Piemēri
$P = mg$	
$P > mg$	
$P < mg$	
$P = 0$	

7.9. Attēlā ir parādītas dažas situācijas, kuras var novērot ikdienas dzīvē. Parādiet ķermeņa svaru šajās situācijās!

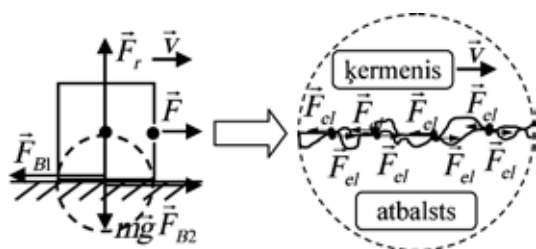


Berzes spēks

Berzes spēka daba un rašanās cēloņi



Berzes spēks $\vec{F}_B$ ir ķermeņu mijiedarbības spēks, kas darbojas paralēli ķermeņu saskares virsmai un vērsts pretēji ķermeņa relatīvā ātruma virzienam.



Berzes spēks rodas šo virsmu deformācijas rezultātā.

Berzes spēks ir elektromagnētiskas dabas.

$$[\vec{F}_B] = \text{N}$$

6.26. att. Berzes mehānisms

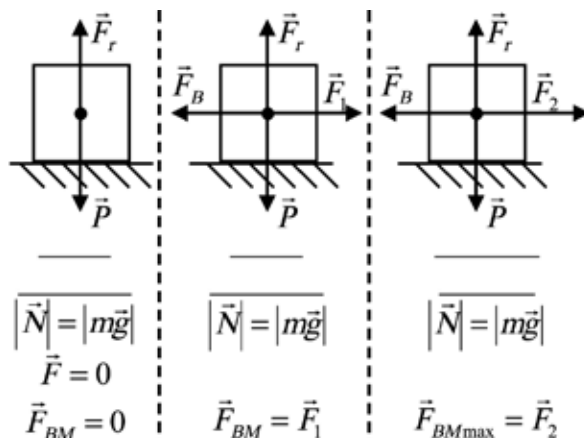
Miera berzes spēks $\vec{F}_{BM}$

Miera berzes spēks rodas, kad uz ķermeni darbojas spēks, kas cenšas ķermeni izkustināt no vietas.



Miera berzes spēks vērsts pretēji šā spēka darbības virzienam.

Miera berzes spēka modulis ir vienāds ar ārējās iedarbības spēka moduli. Tas var augt tikai līdz noteiktai robežai – maksimālais miera berzes spēks ir proporcionāls normālspiediena spēkam uz saskares virsmu.



Slīdes berzes spēks $\vec{F}_B$

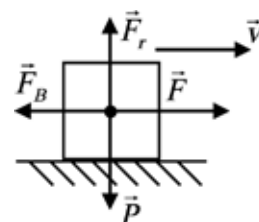
6.27. att. Berzes spēks

Slīdes berzes spēks rodas, ja uz ķermeni darbojas spēks, kas to pārvieto attiecībā pret otru ķermeni un šis ķermenis slīd pa otra ķermeņa virsmu.



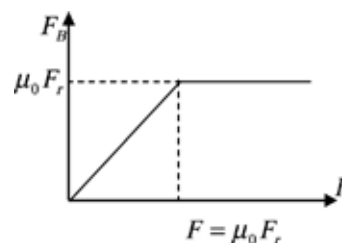
Miera berzes spēks vērsts pretēji šā spēka darbības virzienam.

$F_B = F$	vienmērīga kustība	$F_B = \mu F$ (6.15)	F_r – balsta reakcijas spēks μ – slīdes berzes koeficients (atkarīgs no saskarē esošo ķermeņu materiāla, virsmu struktūras un relatīvā kustības ātruma)
$F_B < F$	vienmērīgi paātrināta kustība		
$F_B > F$	vienmērīgi palēnināta kustība		



6.28. att. Slīdes berze

Lai gan maksimālais miera berzes spēks $F_{BM \max}$ ir par visam neliels daudzums lielāks par slīdes berzes spēku F_B , parasti tomēr pieņem, ka tie ir vienādi.



6.29. att. Berzes spēka atkarība no ķermenim pieliktā spēka

Berze šķīdumos un gāzēs $\vec{F}_p$

Berzes spēku, kas rodas, ķermenim kustoties šķīdumā vai gāzē, sauc par **pretestības spēku**.



Ja starp ķermeņu saskares virsmām ir šķidruma slānītis, tad berzi sauc par viskozo (slapjo) berzi, ja šāda slāniņa nav – par sauso berzi.

Berzes spēks, kas rodas viskozās berzes gadījumā, ir daudzkreiz mazāks par sausās berzes spēku.

Berzes šķidrums un gāzēs īpatnība ir tā, ka nepastāv miera berzes spēks.

Pretestības spēks F_p atkarīgs no:

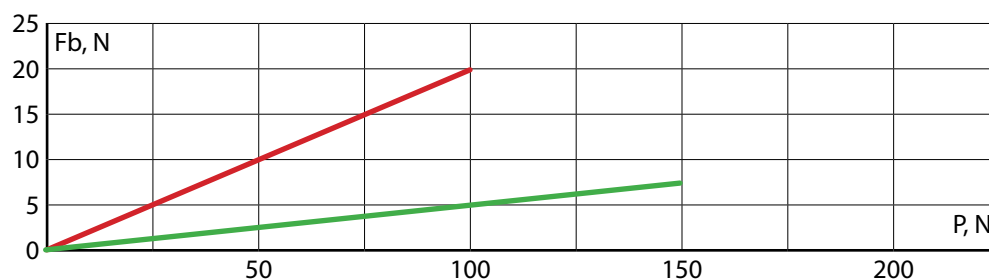
- 1) šķidruma vai gāzes īpašībām;
- 2) kustības ātruma $F_p \sim v$;
- 3) ķermeņa formas (plūdlīnijas forma – F_p samazinās).

6.10. Papildini teikumus, izmantojot izlasīto par spēku dabu!

Berzes spēks rodas _____. Berzes spēku veidi ir _____.

Slīdes berzes spēks vērsts _____. Šā spēka lielums ir atkarīgs _____. To var aprēķināt pēc formulas: _____. Slīdes berzes koeficients _____. Tas ir atkarīgs no _____.

6.11. Zīmējumā attēlotas sakarības, kuras parāda berzes spēka slīdes atkarību no ķermeņa svara divām dažādām virsmām. Vai ir iespējams, ka, virzoties pa katru no tām, rodas vienāda berzes slīde? Kādos apstākļos?

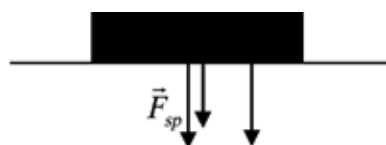


6.4. Spiediena spēks un spiediens

Jebkurš ciets ķermenis spiež uz atbalstu. Spēku, kas darbojas uz ķermeni perpendikulāri tā virsmai, sauc par spiediena (normālspiediena) spēku F_{sp} .

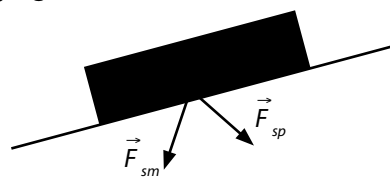
Ja atbalsts ir horizontāls, tad ķermenis ar savu smaguma spēku spiež uz atbalstu vertikāli leju. Tad arī ķermeņa svars un spiediena spēks ir vienādi

$$F_{sm} = F_{sp}, F_{sp} = P.$$



6.30. att. Smaguma spēks, spiediena spēks, svars

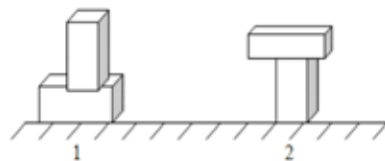
Ja ķermenis atrodas uz slīpas plaknes, kur spiediena spēks nav vērsts smaguma spēka virzienā, to absolūtā vērtība ir atšķirīga



6.31. att. Smaguma spēks un spiediena spēks

Spēka iedarbības rezultāts nav atkarīgs tikai no spēka lieluma, bet arī no virsmas laukuma, uz kuru tas darbojas.

6.32. att. Spiediena rašanās



Spiediens p ir fizikāls lielums, kas raksturo, cik liels spēks darbojas uz virsmas laukuma vienību perpendikulāri virsmai.

$$p = \frac{F_{sp}}{S} \quad (6.16); \quad [p] = \frac{N}{m^2} = Pa \quad (\text{paskāls})$$



6.12. Atrisini!

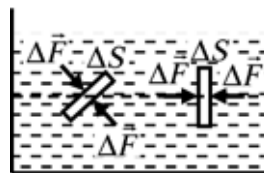
- 1) Alumīnija cilindra augstums ir 10 cm. Kāds augstums ir vara cilindram ar tādu pašu diametru, ja tas rada tādu pašu spiedienu uz galdu?
- 2) Tērauda cilindra šķērsriezuma laukums ir 10cm^2 . Kādam šķērsriezuma laukumam ir jābūt betona cilindram ar šo pašu augstumu, lai abu cilindru spiediens uz galdu būtu vienāds?

6.5. Spiediens šķidrumos un gāzēs.

Arhimēda spēks

Paskāla likums

Miera stāvoklī esoša šķidruma vai gāzes jebkurā punktā spiediens visos virzienos izplatās vienādi. Šķidrumam vai gāzei pieliktais ārējais spiediens bez pārmaiņām izplatās visā tilpumā.



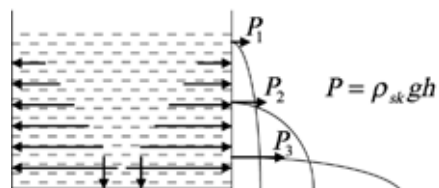
6.33. att. Spiediena spēki šķidrumā



Hidrostatiskais spiediens

Uz šķidrumā vai gāzē iegremdētu ķermeni darbojas statiskais (hidrostatiskais vai aerostatiskais) spiediens uz trauka sienām un dibenu.

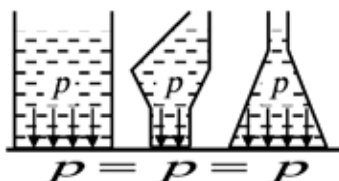
Šo spiedienu rada šķidruma vai gāzes svars.



6.34. att. Hidrostatiskais spiediens

Šķidruma ar blīvumu ρ stabs ar augstumu h un šķērsriezuma laukumu S spiež uz pamata laukumu ar savu svaru:

$$p_{sk} = \frac{\rho g s \times S}{S} = \rho g s \quad (6.17)$$



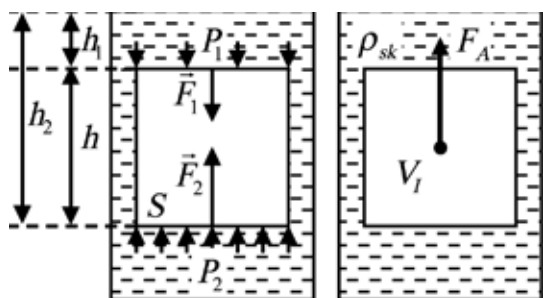
Hidrostatiskais paradokss
Šķidruma spiediens uz trauks dibenu nav atkarīgs no trauka formas.

6.35. att. Hidrostatiskais paradokss

Arhimēda spēks



Uz šķidrumā vai gāzē iegremdētu ķermeni darbojas Arhimēda spēks, kas ir vienāds ar ķermeņa izspiestā šķidruma vai gāzes svaru (ķermeņa svara gaisā un ķermeņa svara šķidrumā starpību $F_A = P_G - P_{šk}$)



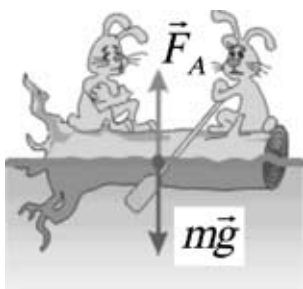
6.36. att. Arhimēda spēka rašanās mehānisms

$$\begin{aligned} P_1 &= \rho_{sk} g h_1 & P_2 > P_1 \\ P_2 &= \rho_{sk} g h_2 \\ F_A &= F_2 - F_1 \\ F_1 &= P_1 \times S & F_2 > F_1 \\ F_2 &= P_2 \times S \end{aligned}$$

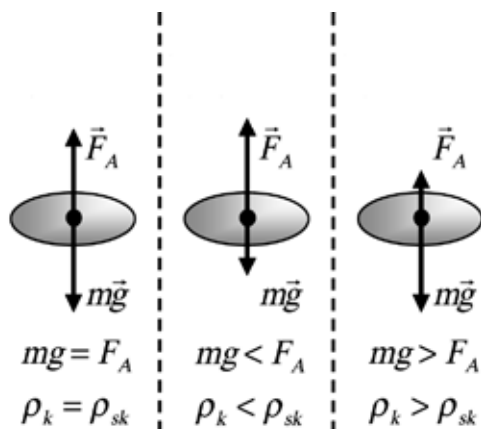
$$F_A = \rho_{sk} g S h$$

$$F_A = \rho_{sk} g V_1 = m_{sh} g \quad (6.18.)$$

$$F_A = F_2 - F_1 = S \quad p = \rho g S h = \rho g V \quad (6.19.)$$



6.37. att. Peldēšanas nosacījums



6.38. att. Peldēšanas nosacījumi

Ķermeņu peldēšanas nosacījums:

Ķermenis peld uz šķidruma virsmas, ja smaguma spēks un Arhimēda spēks ir līdzsvarā.

$FA = \rho_{šk} g \Delta V$, kur ΔV – ķermeņa iegrimušās daļas tilpums.

Atmosfēras spiediens

Atmosfēra ir gāzu maisījums. Gāzu maisījuma spiediens ir vienāds ar visu gaisa sastāvā esošo gāzu spiedienu (parciālo spiedienu) summu.

Zemes virsmas tuvumā atmosfēras spiediens ir maksimālais.

Jūras līmeņa tuvumā: paceļoties par 12 m, atmosfēras spiediens samazinās par $\approx 1 \text{ mmHg}$.

$$p_{\text{atm}} \approx 105 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$$

$$1 \text{ mmHg} \approx 133,3 \text{ Pa}$$

Savienotie trauki

Secinājums no hidrostatiskā spiediena formulas:

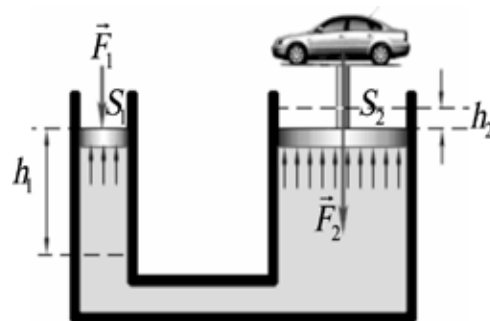
jebkuras formas savienotos traukos homogēna šķidruma spiediens visos punktos, kas atrodas vienā līmenī, ir vienāds.



Ja divi vertikāli cilindri noslēgti ar virzuļiem, ar ārēja spēka palīdzību šķidrumā var radīt spiedienu, kas daudzas reizes pārsniedz hidrostatisko spiedienu. Var uzskatīt, ka spiediens p visā sistēmā ir vienāds. Ja virzuļu laukumi ir S_1 un S_2 , šķidrums uz virzuļiem darbojas ar spēkiem:

$$F_1 = pS_1; F_2 = pS_2 \quad (6.20.)$$

Šo principu izmanto hidraulisko ierīču izveidē.



6.39. att. Hidrauliskais pacēlājs

$$F_1 h_1 = F_2 h_2$$

$$F_1 S_1 = F_2 S_2$$

$$F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} \quad (6.21)$$

6.13. Papildini teikumus, izmantojot atslēgas vārdus!

Atslēgas vārdi: *šķidrumā vai gāzē, šķidruma vai gāzes blīvuma, Arhimēda spēks (cēlējspēks), ķermenim, vertikāli uz augšu, tilpuma, grimst, dzeļu, iegremdētā, peld.*

Uz ķermeni, kas iegremdēts _____, darbojas _____.

Šis spēks pielikts _____ un atkarīgs no _____. Arhimēda spēka lielumu var aprēķināt pēc formulas _____, kur _____. _____ spēka lielums ir atkarīgs no _____ ķermeņa. Tas palīdzēs saprast, kāpēc tērauda karote _____ šķidrumā, bet _____ kuģis _____.

6.14. Atrisini!

Ķermenis ar cilindra formu pakāpeniski tiek iegremdēts naftā. Ķermeņa tilpums ir 200 cm^3 .

Aprēķiniet Arhimēda spēku 3 gadījumos:

- kad ir iegremdēta ceturtdaļa no ķermeņa,
- kad ir iegremdēta puse no tilpuma,
- kad ķermenis ir pilnīgi iegremdēts naftā.

Salīdziniet rezultātus un izdariet secinājumus!

6.15. Kubs no parafīna, kura skaldne ir 10 cm, peld ūdenī. Cik liela parafīna daļa atrodas virs ūdens?

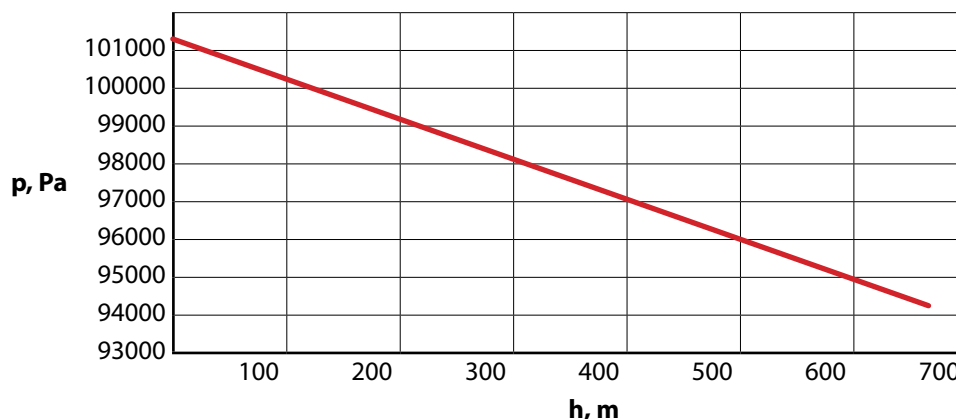
6.16. Atceries un nosauc piemērus savienoto trauku izmantošanā! Aizpildi tabulu!

Ierīces nosaukums	Ierīces darbība	Pielietojuma joma

6.17. Aprēķini!

Vai hidrauliskā prese strādās orbitālajā kosmiskajā stacijā? Bet uz Mēness?

Vai ir iespējams pēc šī grafika aptuveni noteikt kalna augstumu, kurā uzkāpuši alpīnisti, ja viņiem ir līdzīgs barometrs – aneroīds? Kā?



6.18. Savieno terminu ar atbilstošo definīciju! Atbildes ieraksti tabulā!



Termins	Atbilde	Definīcija
1. Spēks		A. Spēks, ar kādu ķermenis spiež uz atbalstu perpendikulāri tā virsmai vai nostiepj atsaiti.
2. Gravitācijas spēks		B. Fizikāls lielums, raksturo ķermeņu mijiedarbību, kurā tie deformējas vai arī iegūst paātrinājumu.
3. Smaguma spēks		C. Spēks, ar kuru balsts darbojas uz ķermeni.
4. Ķermeņa svars		D. Smaguma spēks ir gravitācijas spēks, ar kādu Zeme pievelk ķermeņus.
5. Elastības spēks		E. Spēks, kas iedarbojas uz ķermeni šķidrumā vai gāzē.
6. Balsta reakcijas spēks		F. Starp visiem ķermeņiem, kam piemīt masa, darbojas savstarpēji pievilkšanās spēki.
7. Berzes spēks		G. Rodas deformācijas rezultātā.
8. Arhimēda spēks		H. Spēks, kas rodas, ķermenim slīdot pa virsmu, pielikts kustībā esošajam ķermenim un vērsts pretēji kustības

6.19. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālais lielums
F	N	spēks
a	m/s ²	paātrinājums
m	kg	masa
Δl	m	absolūtais pagarinājums
ε	%	relatīvais pagarinājums
k	N/m	stingruma koeficients
g	m/s ²	brīvās krišanas paātrinājums
μ	nav vienības	slīdes berzes koeficients
P	Pa	spiediens
ρ	kg/m ³	blīvums

Mājas laboratorijas darbi



1. temats: “Ķermeņu mijiedarbība”

Darba piederumi: glāze, kartons

Darba gaita:

- Uz kartona uzlikt glāzi.
- Lēni izņemt kartonu.
- Ātri izņemt kartonu.
- Aprakstīt glāzes kustību katrā gadījumā.

Uzraksti secinājumus!

2. temats: „Vai gaiss ir smags?”

Darba piederumi: divi vienādi gaisa baloni, stieples drēbju pakaramais, divi veļas knaģi, diegs, spraudīte (knīpadata)

Darba gaita:

- Piepūst balonus līdz vienādam izmēram, sasiet tos ar diegu.
- Pakarināt uz drēbju pakaramā vai krēsla atzveltnes.
- Pie katra pakarināmā gala pielikt klāt balonu ar veļas knaģi. Nolīdzsvarot.

- Pārdurt vienu balonu ar spraudīti.
- Aprakstīt novērojumus pēc būtības.

Uzraksti secinājumus!

3. temats: „Masas un svara noteikšana manā istabā”

Darba piederumi: mērlente

Darba gaita:

- Ar mērlenti noteikt istabas izmērus: garumu, platumu, augstumu, izteikt tos metros.
- Aprēķināt istabas tilpumu: $V = a \cdot b \cdot c$.
- Izmantojot gaisa blīvumu, noteikt gaisa masu istabā: $m = \rho V$
- Aprēķināt gaisa svaru: $p = mg$
- Aizpildīt tabulu.

a, m	b, m	c, m	V, m ³	P, kg/m ³	m, kg	P, N

Uzraksti secinājumus!

4. temats: “Peld vai grimst?”

Darba piederumi: liela bļoda, ūdens, saspraude, ābola gabals, zīmulis, monēta, korķis, kartupelis, sāls, glāze.

Darba gaita:

- Ieliet ūdeni bļodā.
- Uzmanīgi ielikt ūdenī visus priekšmetus.
- Paņem glāzi ar ūdeni, izšķīdināt tajā 2 ēdamkarotes sāls.
- Ielikt šķīdumā tos priekšmetus, kuri noslīkst pirmajā mēģinājumā.
- Aprakstīt novērojumus.

Uzraksti secinājumus!

Kā iespējams burāt pretvējā?



Burāt tieši pret vēju nav iespējams. Pretvējā buras sāks plandīties un laiva apstāsies. Bet, kā zināms, ikvienam burātājam, pretvējā ir iespējams pārvietoties uz priekšu sāniski. Optimālais burulaivas leņķis pret vēja virzienu ir 30-45 grādi. Tad laiva atrodas stāvoklī, kad buras pārstāj plandīties. Šādā gadījumā laiva spēs pārvietoties uz priekšu, jo vējš iedarbosies uz tās burām ar spēku, kam ir gan uz sāniem, gan uz priekšu vērsts komponents attiecībā pret laivas virzienu.

Komponents, kas vērsts uz sāniem, ir spēcīgāks. Taču to daļēji neitralizē spēks, ar kādu ūdens iedarbojas uz laivas ķīli. Tāpēc laiva sāniski pārvietojas tikai nedaudz. Kamēr vilcējspēks, kas dzen laivu uz priekšu, pārsniedz ūdens pretestības spēku, tā peld vajadzīgajā virzienā. Vairākkārt pagriežot buras un mainot laivas virzienu, tā sasniegs mērķi.

6.20. uzdevums.

1. *Sameklē tekstā teikuma turpinājumu vai sākumu! Atbilde uz jautājumiem!*

Burāt tieši pret _____ un laiva apstāsies.

Kā burātājs var pārvietoties pretvējā?

Kāds ir optimālais burulaivas leņķis pret vēja virzienu?

Tad laiva atrodas stāvoklī, _____

Kāpēc laiva spēs pārvietoties uz priekšu?

Komponents, kas vērsts uz sāniem _____, ar kādu ūdens iedarbojas uz laivas ķīli.

Kad laiva peld vajadzīgajā virzienā?

Kāpēc vairākkārt jāpagriež buras?

2. *Veido „prāta vētru”!*

Burāšana-----skaists vaļasprieks

3. *Veido salīdzinājumus!*

Buras kā _____

Ūdens kā _____

Vējš kā _____

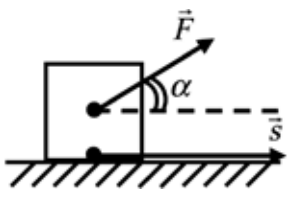
4. *Uzzīmē burukuģi un norādi, kādi spēki darbojas uz to!*

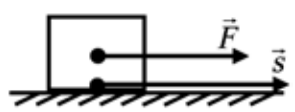
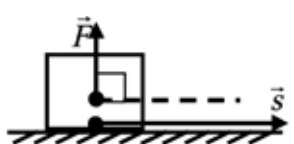


7. DARBS, ENERĢIJA UN JAUDA

7.1. Darbs, enerģija – pamatjēdzieni

Enerģija (E) – skalārs fizikāls lielums, kas viennozīmīgi raksturo ķermeņa stāvokli un ķermeņa spēju veikt darbu. [E] = J Enerģija – visu matērijas veidu kustības un mijiedarbības mērs. Katram kustības veidam atbilst noteikts enerģijas veids.	Darbs (A) – skalārs fizikāls lielums, kas kvantitatīvi raksturo spēka darbību. [A] = J Darbs (plašākā nozīmē) – process, kurā kustību no viena ķermeņa pārvada uz citu ķermeni vai arī viena veida kustību pārvērš cita veida kustībā. Darbs – enerģijas maiņas process. Mehāniskais darbs (A) tiek veikts tikai tad, ja ķermenis spēka iedarbības rezultātā pārvietojas.
Ja 1 N liels spēks pārvieto ķermeni par 1 m, tiek paveikts 1J liels darbs: $1J = 1N \cdot 1m$	

$A = \vec{F} \cdot \vec{s}$ Darbs, kuru veic nemainīgs spēks $\vec{F}$, ir vienāds ar spēka moduļa F, pārvietojuma moduļa s un leņķa α, ko veido spēka darbības un ķermeņa kustības virzieni, kosinusa reizinājumu: $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha \quad (7.1.)$	 7.1. att. Ķermenis pārvietojas spēka darbības rezultātā
--	--

$\alpha = 0^\circ$	7.2. att. Ķermenis kustas spēka pielikšanas virzienā		$A > 0$	$A = F \cdot s \cdot \cos 0^\circ$ $\cos 0^\circ = +1$ $A = F \cdot s$
$\alpha = 90^\circ$	7.3. att. Spēks darbojas perpendikulāri ķermeņa kustības virzienam		$A = 0$	$A = F \cdot s \cdot \cos 90^\circ$ $\cos 90^\circ = 0$ $A = 0$
$\alpha = 180^\circ$	7.4. att. Spēks darbojas pretēji ķermeņa kustības virzienam		$A < 0$	$A = F \cdot s \cdot \cos 180^\circ$ $\cos 180^\circ = -1$ $A = -F \cdot s$



Ja uz ķermeni vienlaikus darbojas vairāki spēki, tad katrs no tiem veic darbu.

Visu šo spēku kopējais darbs ir vienāds ar atsevišķo spēku veikto darbu algebrisko summu.

Darba un enerģijas saistība

Darbs vienmēr ir vienāds ar ķermeņa (sistēmas) enerģijas izmaiņu: $|A| = |\Delta E|$ (7.2.)

$A = E_{2k} - E_{1k} = \Delta E_k$ (7.3.) (kinētiskās enerģijas izmaiņa – skatīt 7.3. apakšnodaļu)

$A = E_{2p} - E_{1p} = \Delta E_p$ (7.4.) (potenciālās enerģijas izmaiņa – skatīt 7.3. apakšnodaļu)

7.1. Pasvītro tos gadījumus, kuros notiek mehāniskais darbs!

Meitene spēlē klavieres, zēns ēd, cilvēks tur maisu uz pleciem, zēns tur durvis, kaķis kāpj kokā, ūdens spiež uz trauka sienām, skolēns brauc ar liftu uz 4. stāvu, skolēns uzkāpj 4. stāvā.



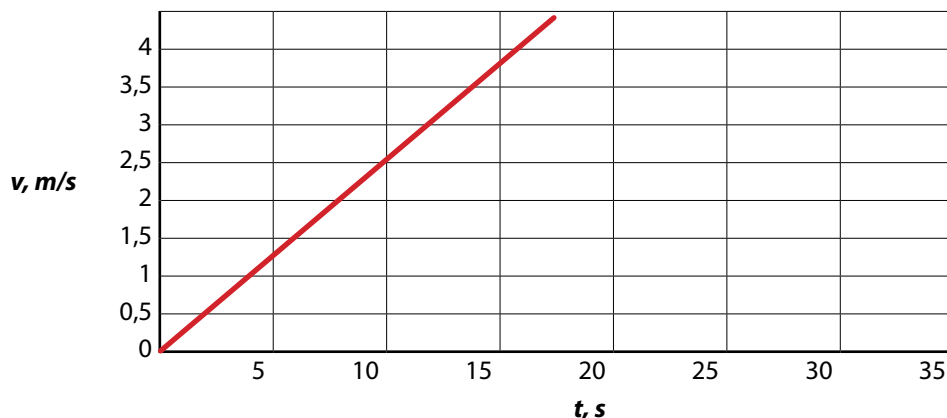
7.2. Papildini teikumus!

Mehāniskais darbs tiek veikts tikai tad, ja izpildās veikšanas nosacījumi:_____.

To var aprēķināt pēc formulas:_____, kur A – _____, F – _____, s – _____. Šo formulu var izmantot, ja:_____, _____. Darbs ir _____ lielums, tā vienības _____.

Ķermenis veic 1J lielu darbu, ja : _____.

7.3. Izpēti grafiku, kur parādīta ķermeņa ātruma atkarība no laika, ķermeņa $m=1$ kg. Cik liels darbs tika veikts 10 sekundēs?



7.4. Mājas laboratorijas darbs

“Darba, ko veic skolēns, kāpjot no pirmā stāva līdz otram, aprēķināšana”

Darba piederumi: mērlente

Darba gaita:

1. Ar mērlentes palīdzību noteikt viena kāpšļa augstumu: S_0
2. Noteikt kāpšļu skaitu: n
3. Aprēķināt kāpņu augstumu: $S = S_0 \cdot n$
4. Noteikt sava ķermeņa masu; ja tas nav iespējams, tad ņemt aptuvenus datus: m (kg)
5. Aprēķināt sava ķermeņa smaguma spēku: $F = mg$
6. Noteikt darbu: $A = F \cdot S$
7. Aizpildīt tabulu!

S_0 , m	n , skaits	S , m	m , kg	F , N	A , J

9. Uzrakstīt secinājumus!



7.2. Mehāniskā jauda



Jauda (N) – skalārs fizikāls lielums, kas raksturo laika vienībā veikto darbu.

Jauda – darba veikšanas ātrums.

$N = \frac{A}{t} \text{ (7.5.)}$	Mērvienība SI sistēmā: [N] = W (vats)	$1W = \frac{J}{s} \text{ (7.6)}$
----------------------------------	--	----------------------------------

$$N = F \cdot v \cdot \cos \alpha \text{ (7.7.)}$$



7.6. att. Ķermenim pieliktais spēks un kustības virziens

Ārpussistēmas mērvienība:

[N] = zirgspēks; 1 zirgspēks = 736W

$$N = \frac{A}{t}$$

$$A = \vec{F} \times \vec{s} = F \times s \times \cos \alpha$$

$$A = \frac{\vec{F} \times \vec{s}}{t} = \frac{F \times s \times \cos \alpha}{t} = F \times v \times \cos \alpha$$



7.5. Papildini teikumus!

Atslēgas vārdi: *skalārs, darbu, ātrumu, dzinējs, darba, laika*

Mehāniskā jauda – _____ fizikāls lielums, kas raksturo laika vienībā veikto _____. Jauda raksturo darba veikšanas _____. To var aprēķināt pēc formulas: _____.

Jauda nav atkarīga no _____. Tās vienības _____. 1W– tā ir jauda _____.

Jauda – svarīgs _____ raksturlielums. Ja zināma dzinēja jauda, tad iespējams aprēķināt _____, ko dzinējs veic kādā laikā: _____.

7.6. Transportiera dzinēja jauda ir 1 kW . Cik ilgā laikā tas var pacelt 6 m augstumā 40 m³ smilšu? Uzzīmē attēlu, kurš izskaidrotu šo procesu! Attēlo spēku, kurš veic šo darbu! Kā mainīsies pacelšanas spēks, ja tiks ņemti vērā visi darbojošies spēki?



7.7. Mājas laboratorijas darbs

„Jaudas, ko skolēns attīsta, vienmērīgi lēni un vienmērīgi ātri kāpjot no pirmā skolas vai mājas stāva līdz otrajam, aprēķināšana”

Darba piederumi: mērlente, hronometrs

Darba gaita:

1. Izmantojot 7.4. uzdevuma datus, noteikt darbu A, ko veic skolēns, kāpjot pa kāpnēm;
2. Ar hronometra palīdzību noteikt laiku t_1 , ko patērē skolēns, kāpjot lēni pa kāpnēm;
3. Ar hronometra palīdzību noteikt laiku t_2 , ko patērē skolēns, kāpjot ātri pa kāpnēm;

4. Aprēķināt jaudas N_1, N_2 abos gadījumos: $N_1 = A/t_1; N_2 = A/t_2$

5. Rezultātus ierakstīt tabulā!

A, J	t_1, s	t_2, s	N_1, V	N_2, V

7. Uzrakstīt secinājumus!

7.3. Kinētiskā un potenciālā enerģija

Aplūkosim mehāniskās enerģijas veidus!

Kinētiskā enerģija

Kinētiskā enerģija (E_k) – enerģija, kas ķermeņiem piemīt to kustības dēļ. $[E_k] = J$



Kinētiskā enerģija vienmēr ir **pozitīvs** lielums: $E_k \geq 0$

Izvedīsim kinētiskās enerģijas aprēķina formulu:

Spēka $\vec{F}$ darbības rezultātā ķermenis veic pārvietojumu $\vec{s}$; tā ātrums pieaug no $\vec{v}_1$ līdz $\vec{v}_2$. No II Ņūtona likuma zināms, ka $F = m \cdot a$.

Spēka $\vec{F}$ veiktais darbs aprēķināms pēc formulas:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (7.8.)$$

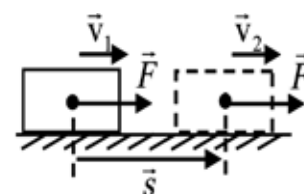
Zināms, ka ķermenim pielikto spēku darbs ir vienāds ar ķermeņa kinētiskās enerģijas izmaiņu:

$$A = E_{2k} - E_{1k} = \Delta E_k$$

$$\text{Tātad varam secināt: } E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (7.9.)$$

Jāievēro, ka izraudzītajā atskaites sistēmā:

- ja ķermenis nekustas ($v = 0$), tad $E_k = 0$, bet, ja ķermenis kustas, $E_k > 0$
- ķermeņa kinētiskā enerģija ir **relatīvs lielums**, jo tā ir atkarīga no atskaites sistēmas izvēles



7.7. att. Ķermeņa ātruma izmaiņa ārējā spēka iedarbībā

Potenciālā enerģija

Potenciālā enerģija (E_p) – enerģija, kas ķermeņiem piemīt to mijiedarbības dēļ. $[E_p] = J$

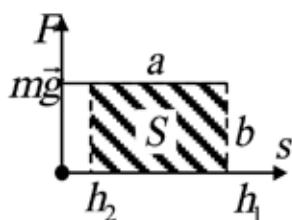


Potenciālā enerģija ir ķermeņu mijiedarbības enerģija. Lai to noteiktu, jāaplūko visi mijiedarbībā esošie ķermeņi.

Potenciālā enerģija ir ķermeņa stāvokļa enerģija un atkarīga tikai no ķermeņu (vai ķermeņa daļu) savstarpējā novietojuma.

Virs zemes pacelta ķermeņa potenciālā enerģija. Smaguma spēka darbs

Pieņemsim, ka Zemes virsmas tuvumā $F_g = mg = \text{const}$



7.8. att. Grafiskais paņēmieniens spēka veiktā darba aprēķināšanai, ķermenim krītot no augstuma

Ja ķermenis krīt no augstuma h_1 , tad smaguma spēks veic darbu. Figūras S laukums skaitliski ir vienāds ar šā spēka veikto darbu.

Laukumu S var aprēķināt tā:

$$S = a \cdot b$$

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

$$A = mgh_1 - mgh_2 \quad (7.10.)$$

Tas nozīmē, ka smaguma spēka veiktais darbs nav atkarīgs no kustības trajektorijas formas un veiktā ceļa garuma, bet tikai no ķermeņa sākuma un beigu stāvokļa (augstuma h_1 un h_2).

Smaguma spēka lauks ir **potenciāls lauks** – smaguma spēka darbs pa noslēgtu trajektoriju ir vienāds ar nulli.

$$A = mgh_1 - mgh_2 \quad A = E_{p1} - E_{p2} = -(E_{p2} - E_{p1}) = \Delta E_p$$

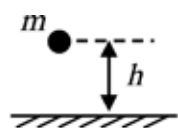
$$E_p = mgh \quad (\Delta E_p = A_{\text{arējie spēki}})$$

Smaguma spēka darbs ir vienāds ar potenciālās enerģijas izmaiņu, kas ņemta ar pretēju zīmi.

Ja ķermenis krīt, tad smaguma spēka darbs $A > 0$ un E_p samazinās.

Ja ķermenis paceļas, tad smaguma spēka darbs $A < 0$ un E_p pieaug.

Ja ķermenis pārvietojas horizontāli, tad smaguma spēka darbs $A = 0$ un E_p samazinās.



7.9.att. Virs Zemes pacelts ķermenis

Virs Zemes pacelta ķermeņa potenciālā enerģija ir ķermeņa mijiedarbības enerģija ar Zemi. Tās lielums ir $E_p = mgh$

Potenciālā enerģija ir relatīvs lielums, jo ir atkarīga no nulles līmeņa ($h = 0$) izvēles.

Smaguma spēka darbs un potenciālās enerģijas izmaiņa nav atkarīga no nulles līmeņa izvēles.

Elastīgi deformēta ķermeņa potenciālā enerģija. Elastības spēka darbs

Jau zinām, ka saskaņā ar Huka likumu (6.12.):

$$F_{el} = -kx; \quad F_{el} \neq \text{const} \quad (F_{el} \sim x)$$

Ja ķermeni deformē, tad spēki veic darbu. Iekrāsotās figūras laukums (7.8. att.) ir skaitliski vienāds ar elastības spēka ($F_{el} = F(x)$) veikto darbu.

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} \quad A = -E_p, \text{ tātad:}$$

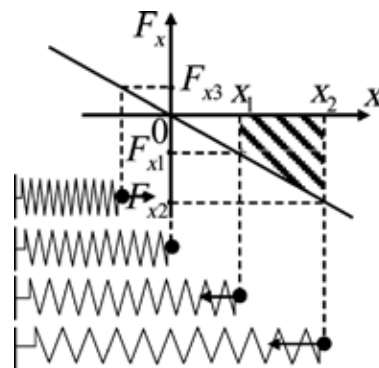
$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Elastīgi deformēta ķermeņa potenciālā enerģija (ķermeņa daļu mijiedarbības enerģija) ir vienāda ar $E_p = \frac{kx^2}{2}$ (7.11.)

E_p vienmēr ir lielāks par nulli.

Ja ķermenis (atspere) ir deformēts $E_p > 0$

Ja ķermenis (atspere) nav deformēts $E_p = 0$



7.10. att. Spēka veiktā darba, ķermeni deformējot, aprēķins

Potenciālās enerģijas minimuma princips:

Mijiedarbības spēku ietekmē ķermeni tiecas ieņemt tādu stāvokli, kurā sistēmas potenciālā enerģija ir vismazākā.

- Ja virs Zemes pacelts ķermenis krīt uz leju, tad $E_p \sim h$; $h \downarrow \rightarrow E_p$
- Atbrīvota atspere atgriežas nedeformētā stāvoklī (pati no sevis nesaspiežas un neizstiepjās).

7.8. Izmanto iegūtās zināšanas un aizpildi tabulu!

Enerģijas veidi	Mehāniskās enerģijas veidi

7.4. Mehāniskās enerģijas nezūdamības likums

Par ķermeņu sistēmas **pilno mehānisko enerģiju** sauc ķermeņa potenciālās un kinētiskās enerģijas summu: $E = E_p + E_k$ (7.12.)



- Ja ķermeni veido noslēgtu sistēmu (kurā ķermeni mijiedarbojas tikai savā starpā) un savstarpēji iedarbojas cits uz citu ar gravitācijas spēkiem un elastības spēkiem, tad šo ķermeņu sistēmas pilnā enerģija laikā nemainās:

$$E = E_p + E_k = \text{const}; E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}; \Delta E_p + \Delta E_k = 0$$

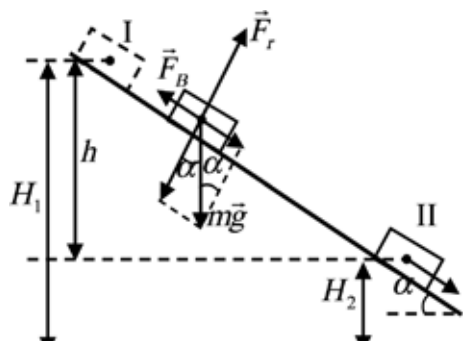
$$\left. \begin{array}{l} A = E_{k1} - E_{k2} \\ A = E_{p1} - E_{p2} \end{array} \right\} A = A \rightarrow E_{k2} - E_{k1} = E_{p1} - E_{p2} \rightarrow E_{p1} - E_{k1} = E_{p2} - E_{k2} \uparrow$$

- Ja sistēma nav noslēgta un tajā darbojas arī berzes spēki, tad pilnās mehāniskās enerģijas izmaiņa ir vienāda ar berzes spēku veikto darbu:

$$\Delta E_p + \Delta E_k = A_B; E_{k2} - E_{k1} + E_{p2} - E_{p1} = -F_B \cdot s$$

1. piemērs

Ķermenis sāk slidēt no miera stāvokļa ($v_0 = 0$):



$$E_1 = mgH_1$$

$$E_2 = mgH_2 + \frac{mv^2}{2}$$

$$A_{\text{berzes}} = -F_B \times s$$

$$E = E_2 - E_1$$

No II Ņūtona likuma izriet, ka

$$mg \sin \alpha - F_B = ma$$

$$mg \sin \alpha - F_B = \frac{mv^2}{2s}$$

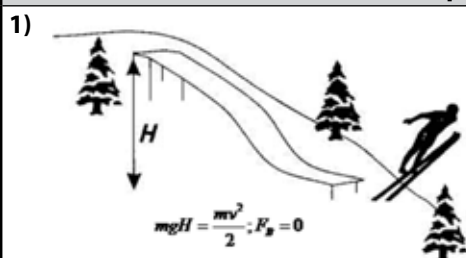
tātad:

$$a = \frac{v^2}{s}$$

$$mg \times s \sin \alpha - F_B \times s = \frac{mv^2}{2}$$

$$-F_B \times s = \frac{mv^2}{2} - mgh \rightarrow A_{\text{berzes}} = W$$

2. piemērs (1. piemēra speciālgadījums)



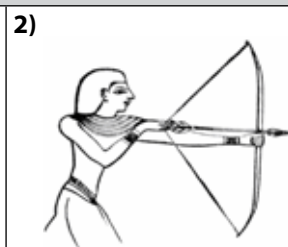
$$mgH = \frac{mv^2}{2}; F_B = 0$$

Ja sistēmā berzes spēki nedarbojas:

$$E_p + E_k = 0$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgH \quad v = \sqrt{2gH}$$

$$\frac{v^2}{2} = gH$$



$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

Masa un enerģija



No speciālās relativitātes teorijas izriet svarīgs secinājums – starp ķermeņa masu un pilno enerģiju (ievērojot visus enerģijas veidus) pastāv sakarība. To izsaka Einšteina formula:

$E = mc^2$ (7.13.) (c – gaismas ātrums vakuumā)

Ja ķermenis saņem vai atdod enerģiju,

tā masa mainās par $m = \frac{E}{c^2}$ (7.14.)

7.9. Izmanto savas zināšanas un aizpildi tabulu!

Uzdevums vai jautājums	Kinētiskā enerģija	Potenciālā enerģija	Pilnā mehāniskā enerģija
Uzraksti definīciju!			

Uzraksti apzīmējumu!			
No kā tā ir atkarīga?			
Uzraksti tās aprēķināšanas formulu!			
Kāda ir tās sakarība ar darbu?			
Uzraksti mērvienību!			
Vai tas ir vektoriālais vai skalārais lielums?			
Vai šī enerģija var pārvērsties cita veida enerģijā? Ja var, tad uzraksti, kādā!			

7.5. Vienkāršie mehānismi

Vienkāršie mehānismi – ierīces spēka pārveidošanai.

Vienkāršos mehānismus izmanto darba atvieglošanai – lai samazinātu nepieciešamo spēku vai padarītu ērtāku tā pielikšanu, mainot spēka pielikšanas virzienu.

Vienkāršo mehānismu pamatveidi – svira un slīpā plakne.

Svira

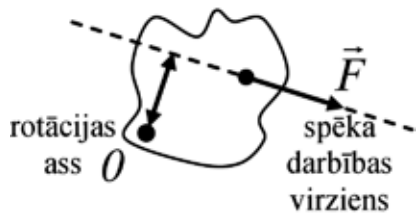
Svira – stienis, kuru atbalsta vienā punktā, ap kuru to var pagriezt. Tā ir viena no senākajām ierīcēm, kas izmanto spēka momenta līdzsvaru.



Spēka moments – skalārs fizikāls lielums, kas ir vienāds ar spēka moduļa un spēka pleca reizinājumu.

$M = F \cdot d$ (7.15.), kur F – spēka modulis, d – spēka plecs.

$[M] = N \cdot m$



Spēka plecs – īsākais attālums no ķermeņa rotācijas ass līdz spēka darbības līnijai (ja spēka darbības līnija iet caur rotācijas asi, $d = 0$).

Svira līdzsvara nosacījums – svira atrodas līdzsvarā, ja spēka momenti, kas griež sviru pretējos virzienos, ir vienādi:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \quad (7.16.)$$

7.12. att. Spēks un tā pielikšanas plecs

I veida svira – atbalsta punkts atrodas starp spēku pielikšanas punktiem: $F_1 d_1 = F_2 d_2$	II veida svira – spēki pielikti atbalsta punktam vienā pusē: $F_2 = F_1 d_1 / d_2$
7.15. att. Žoklis 7.16. att. Svira darbojas līdzīgi žoklim	7.17. att. Papēdis 7.18. att. Svira darbojas līdzīgi papēdim

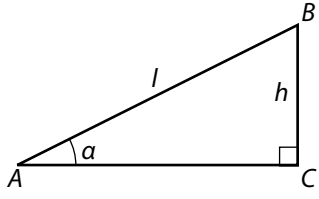
Trīsis

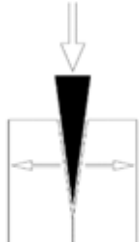
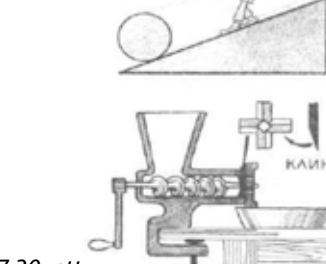
Trīsis – uz ass nostiprināts disks ar rievu apmalē, pa kuru rit virve. Izšķir nekustīgo un kustīgo trīsi. Trīsi, kura ass ir nostiprināta un kurš līdz ar kravas pacelšanos tikai griežas, sauc par nekustīgo trīsi. Ar nekustīgo trīsi neiegūst spēka ietaupījumu, bet var mainīt tā darbības virzienu. Trīsi, kura ass pārvietojas līdz ar paceļamo kravu, sauc par kustīgo trīsi. Kustīgais trīsis dod spēka ietaupījumu divas reizes.	7.19. att. Nekustīgais trīsis	7.20. att. Kustīgais trīsis	7.21. att. Trīšu shēmas
---	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------

Praksē bieži izmanto vairākus trīšu paveidus:

Polispasts	Grieztuve
7.22. att. Polispasts Polispasts – vairāku kustīgo un nekustīgo trīšu apvienojums (trīšu sistēma). Spēka ietaupījums – <i>kustīgo trīšu skaits polispastā reiz 2.</i>	7.23. att. Grieztuve Grieztuve – svira, kuras atbalstpunkts atrodas starp spēku pielikšanas punktiem. $F = F_{sm} \frac{r}{R} \quad (7.17.)$
	7.24. att. Grieztuves shēma

Slipā plakne

Ar slīpo plakni iegūst spēka ietaupījumu tik reizi, cik reizi slīpās plaknes garums ir lielāks par tās augstumu.	 7.25. att. Slīpās plaknes shēma	$\frac{F}{F_{sm}} = \frac{h}{l}$ (7.18.) $F = F_{sm} \frac{h}{l}$ (7.19.)	 7.26. att. Slipā plakne
---	---	---	--

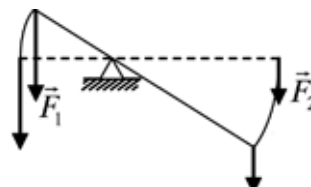
Slīpās plaknes paveidi un piemēri			
Kilis		Skrūve	
 7.27. att.	 7.28. att.	 7.29. att.	 7.30. att.

Mehānikas zelta likums

$$A = F \cdot s \quad (7.20.)$$

Neviens vienkāršais mehānisms nedod darba ietaupījumu.

Cik reizi samazinās spēks un dod ietaupījumu, tikpat reizi palielinās ceļš un dod zaudējumu.



7.31. att. **Mehānikas zelta likums**

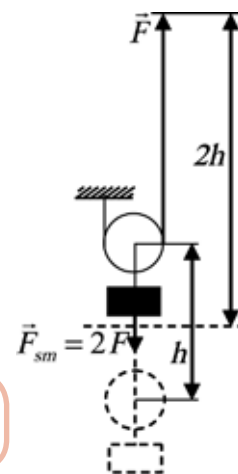
Mehānismu lietderības koeficients

Ar mehānismiem reāli veiktais darbs vienmēr ir lielāks nekā nepieciešamais darbs, jo jāveic arī lietderīgais darbs (galvenokārt berzes spēku pārvarēšanai).

Par mehānisma lietderības koeficientu η sauc lietderīgā darba attiecību pret veikto darbu: $\eta = A_L / A$ (7.21.)

Veiktais darbs $A =$ lietderīgais darbs $A_L +$ darbs berzes pārvarēšanai A_B

Lietderības koeficientu parasti izsaka procentos:
 $\eta = A_L / A \cdot 100\%$

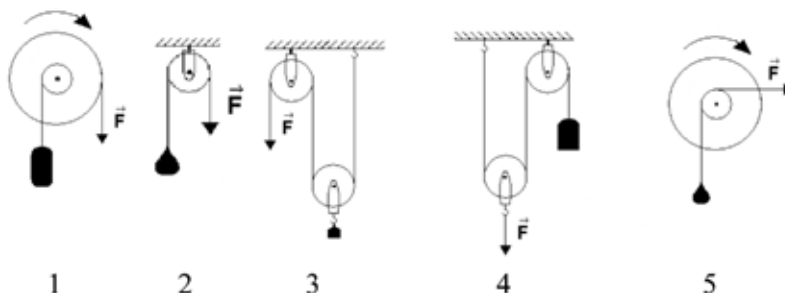


7.32. att. **Mehānikas zelta likums**



7.10. Virve ir pārmesta pāri nekustīgam trīsim. Vai ir iespējams pacelt atsvaru ar masu 2,5 kg, ja ar 3 N spēku pavilktu aiz brīvā virves gala?

7.11. Kurš no trīšiem dod spēka ietaupījumu? Pierādi to!



7.13. Burtu laukumā atrodi un izraksti zināmo jēdzienu nosaukumus!

A	S	D	F	G	K	T	Y	U	I	A	S	D	F	Q	W	P
M	E	H	Ā	N	I	K	A	P	N	U	Y	T	E	E	R	A
S	D	F	G	H	N	K	O	M	E	N	B	V	S	A	S	Ā
Ķ	E	R	G	X	E	F	G	H	R	X	C	V	B	N	M	T
E	Ā	T	R	U	M	S	R	F	C	Z	X	C	E	R	T	R
R	A	O	A	P	Ā	R	V	I	E	T	O	J	U	M	S	I
M	D	C	F	I	T	G	E	I	N	Š	T	E	I	N	S	N
E	E	V	I	S	I	S	T	Ē	M	A	S	T	C	R	J	Ā
N	K	O	K	Y	K	U	S	T	Ī	B	A	A	E	S	D	J
I	A	A	S	G	A	L	I	L	E	J	S	R	Ļ	H	Y	U
S	R	C	V	B	P	U	N	K	T	S	M	V	Š	C	A	M
E	T	R	A	E	K	T	O	R	I	J	A	N	E	F	S	S
F	S	S	D	K	R	I	Š	A	N	A	D	F	G	B	M	K

7.14. Savieto terminu ar atbilstošo definīciju! Atbildes ieraksti tabulā!

Termins	Atbilde	Definīcija
1. Enerģija		A. Enerģija, kas ķermeņiem piemīt tā kustības dēļ.
2. Darbs		B. Enerģija, kas ķermeņiem piemīt to mijiedarbības dēļ.
3. Jauda		C. Skalārs fizikāls lielums, kas raksturo laika vienībā veikto darbu.
4. Kinētiskā enerģija		D. Skalārs fizikāls lielums, kas kvantitatīvi raksturo spēka darbību.
5. Potenciālā enerģija		E. Ķermeņa potenciālās un kinētiskās enerģijas summa.
6. Elastīgi deformēta ķermeņa potenciālā enerģija		F. Skalārs fizikāls lielums, kas viennozīmīgi raksturo ķermeņa stāvokli un ķermeņa spēju veikt darbu.
7. Ķermeņu sistēmas pilnā mehāniskā enerģija		G. Skalārs fizikāls lielums, kas raksturo lietderīgā darba attiecību pret veikto darbu.
8. Mehānismu lietderības koeficients		H. Ķermeņa daļu mijiedarbības enerģija.

7.15. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikāls lielums
m	J	darbs
M	J	enerģija
η	W	jauda
A	%	mehānismu lietderības koeficients
N	N×m	spēka moments
E	kg	masa
v	m/s	ātrums
F	N	spēks

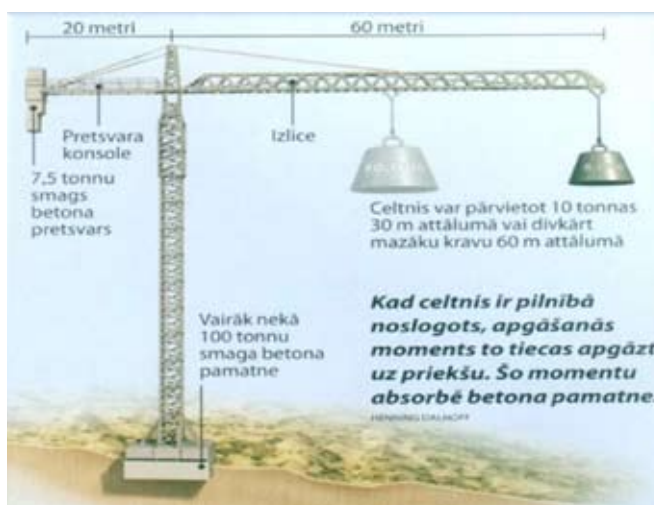


Kāpēc torņa celtni neapgāžas?

Torņa celtnim vienā pusē ir pretsvara konsole, bet otrā – grozāma izlice, ar kuru ceļ un pārvieto kravu. Kāpēc torņa celtnis neapgāžas, ja uz tā nav kravas?

Torņa celtna izlice reti atrodas līdzsvarā. Tāpēc stacionāram torņa celtnim vajadzīga balstvieta, kas pretotos spēkiem, kuri tiecas to apgāzt, turklāt jāņem vērā gan krava, gan celtna pašmasa, gan vēja iedarbības spēks. Stacionāra torņa celtna izlice parasti ir 60 m gara, bet pretsvara konsole – 20 m gara. Šādu celtnu kravas moments ir 3000 kNm – tie pa horizontālo izlici spēj pārvietot 10 tonnas 30 m attālumā vai 5 tonnas 60 m attālumā.

Lai samazinātu spēkus, kas tiecas apgāzt torņa celtni, tam paceļot kravu, jāpanāk, lai celtnim bez kravas apgāšanās moments būtu apmēram puse no kravas apgāšanās momenta – mūsu gadījumā tas ir 1500 kNm. To panāk ar betona bloku pretsvaru, kuri novietoti pretsvara konsoles galā. 7,5 tonnu smags pretvars 20 m attālumā uz konsoles nodrošinās līdzsvaru stacionāram torņa celtnim ar negrozāmu torni, kad tas būs pārvietojis 2,5 tonnas smagu kravu visā izlices un pretsvara konsoles masu. Celtna apgāšanās moments tad būtu, visaugstākais, 1500 kNm, bet tornim jābūt tik izturīgam, lai šo momentu absorbētu un ar izturīgām skrūvēm un skavām novadītu uz torņa betona pamatni. Savukārt pamatnei jābūt pietiekami masīvai, lai celtnis neapgāztos.



7.16. Atrisini uzdevumus par torņa celtni!

1. Atrodi un izraksti skaitļa vārdus! Mācies precīzi tos nosaukt!

2. Uzraksti skaitļa vārdus! Pievieno lietvārdus no teksta!

20 _____
30 _____
60 _____
3000 _____
2,5 _____
1500 _____

3. Izmantojot mācību grāmatu vai vārdnīcas, izskaidro dotos vārdus:

Konsole _____
Izlice _____
Stacionārs _____
Horizontāls _____
Absorbēt _____
Masīvs _____

Izraksti no teksta teikumus, kuros ir izskaidrotie vārdi (stacionārs, horizontāls, masīvs)! Nosaki vārdu šķiru, dzimti, skaitli, locījumu!

4. Izskaidro īpašības vārda „visaugstāko” lietojumu un pareizrakstību! Nosauc un uzraksti līdzīgus piemērus (vismaz 3)!

5. Veido piecus jautājumus par tekstā minēto!

Piemērs: „Kāda nozīme celtnī ir grozāmajai izlīcei?”

8. Elektrostatika

Elektromagnētiskā mijiedarbība – viena no četrām dabā esošajām fundamentālajām mijiedarbībām.



Ar to saistīti, piemēram, mehānikā aplūkotie berzes un elastības spēki. Tā nosaka atomu un molekulu uzbūvi, ķīmiskās reakcijas u. c.

Elektrodinamika – fizikas nozare, kas pēta elektriskos lādiņus, to kustību un mijiedarbību.



8.1. Ķermeņu elektrizācija

Elektrostatika – elektrodinamikas nodaļa, kas pēta mierā esošas lādētas daļiņas.

Elektriskais lādiņš – fizikāls lielums, kas nosaka elektromagnētisko mijiedarbību intensitāti.

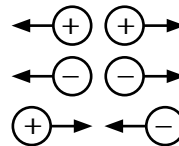
$$[q] = C \text{ (kulons)}$$



Pastāv divu veidu elektriskie lādiņi – **negatīvi** (-) un **pozitīvi** (+).

Vienāda nosaukuma lādiņi savstarpēji atgrūžas.

Dažāda nosaukuma lādiņi savstarpēji pievelkas.



8.1. att. Elektrisko lādiņu mijiedarbība

Dabā pastāv tikai divu veidu daļiņas, kam lādiņš piemīt kā neatņemama to īpašība – **elektroni** (-) un **protoni** (+).

Elementārlādiņš (e) – elektrona vai protona lādiņa modulis. $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Ķermeņa lādiņš (q) vienmēr ir vienāds ar veselu skaitu elementārlādiņu: $q = N \cdot e$ (8.1.)

Ķermeņu elektrizācija – lādiņa piešķiršana ķermenim.

Elektrizācijas procesā ķermenī rodas elektronu iztrūkums (ķermenis iegūst pozitīvu lādiņu) vai elektronu pārpalikums (ķermenis iegūst negatīvu lādiņu).

Ķermeņus var elektrizēt vairākos veidos:

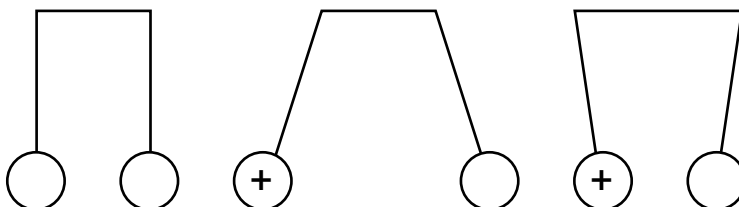
- berzējot ķermeņus;
- pieskaroties ar elektrizētu ķermeni;
- elektriskā lauka ietekmē.



Lādiņa nezūdamības likums – noslēgtā sistēmā visu daļiņu lādiņu algebriskā summa paliek nemainīga.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const} \quad (8.2.)$$

8.1. Katrā zīmējumā dotajam gadījumam ieraksti ķermeņa lādiņa zīmi un paskaidro, kāpēc šo zīmi izvēlējies!



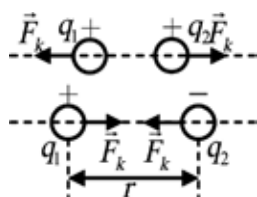
Kulona likums (1785. g. eksperimentāli noteica Š. Kulons)



Mijiedarbības spēks F_k starp nekustīgiem lādētiem punktveida ķermeņiem vakuumā ir tieši proporcionāls šo lādiņu moduļu q_1 un q_2 reizinājumam un apgriezti proporcionāls lādiņu savstarpējā attāluma r kvadrātam.

$$F_k = K \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2 \cdot \epsilon} \quad (8.3.)$$

$$\begin{aligned} F &\sim q_1 \\ F &\sim q_2 \\ F &\sim \frac{1}{r^2} \end{aligned} \quad F_k = K \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2 \cdot \epsilon}$$



8.2. att. Lādiņu mijiedarbība

K – proporcionalitātes koeficients, skaitliski vienāds ar divu 1C lādiņu mijiedarbības spēku 1 m attālumā. $K=9 \times 10^9$ (Nm²/C²)

Dielektriskā caurlaidība ϵ rāda, cik reižu lādiņu mijiedarbības spēks vakuumā ir lielāks par to pašu lādiņu mijiedarbības spēku vielā. Vakuumā elektrostātiskā mijiedarbība ir visstiprākā.

8.2. Elektriskais lauks

Elektriskie lādiņi cits uz citu iedarbojas no attāluma. Katrs no tiem izmaina apkārtējo telpu ap sevi – rada elektrisko lauku. Viena lādiņa elektriskais lauks iedarbojas uz otru lādiņu – un pretēji.

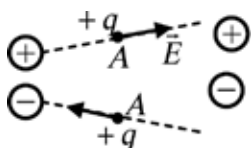
Elektrisko lauku konstatē pēc spēka, kas darbojas uz tajā ievietotu lādiņu.

Elektriskā lauka intensitāte

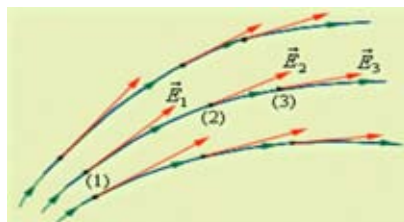
Elektriskā lauka intensitāte E ir vektoriāls fizikāls lielums, kas raksturo lauku no spēka viedokļa.

Elektriskā lauka intensitāte noteiktā punktā ir vienāda ar spēka attiecību, ar kādu lauks iedarbojas uz tajā novietotu lādiņu, pret šā lādiņa moduli.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (8.4) ; [E] = \text{N/C}; \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}$$



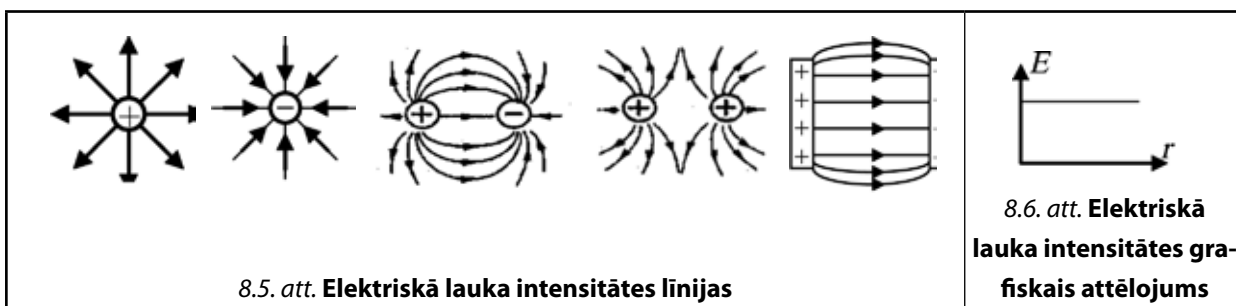
8.3. att. Elektrisko lādiņu mijiedarbības virziens



8.4. att. Elektriskā lauka intensitātes līnijas

Elektrisko lauku grafiski attēlo ar **elektriskā lauka intensitātes (spēka) līnijām** – nepārtrauktām līnijām, kuru pieskares katrā punktā, caur kuru šīs līnijas iet, sakrīt ar elektriskā lauka intensitātes vektoriem. Šīs līnijas:

- sākas no (+) lādētajām daļiņām un beidzas pie (-);
- līnijas nekad nekrustojas;
- jo tuvāk viena otrai tās novietotas, jo lielāka ir lauka intensitāte.



8.5. att. Elektriskā lauka intensitātes līnijas

8.6. att. Elektriskā lauka intensitātes grafiskais attēlojums

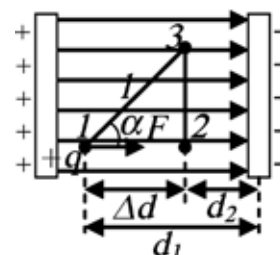
Elektriskais lauks, kura intensitāte visos telpas punktos vienāda, ir **homogēns lauks**.

Elektriskā lauka spēka darbs lādiņa pārvietošanā

Lādēti ķermeņi cits citu pievelk un atgrūž – šo ķermeņu mijiedarbības spēki veic darbu. Tātad – **lādētu ķermeņu sistēmai piemīt potenciālā enerģija**.

Elektriskais lauks ir potenciāls lauks – lādiņa pārvietošanas darbs nav atkarīgs no trajektorijas, bet tikai no lādiņa sākuma un beigu stāvokļiem.

Elektrostatiskā lauka darbs, lādiņu pārvietojot pa noslēgtu trajektoriju, vienmēr ir nulle.



8.12. att. Lādiņa pārvietošanas darbs elektriskajā laukā

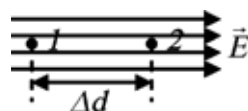
$$\varphi = \frac{W_p}{q} \quad (8.5.)$$

Elektriskā lauka potenciāls φ , $[\varphi] = \text{J/C} = \text{V}$ (volts)

Elektriskā lauka potenciāls raksturo lauku no enerģētiskā viedokļa.

Elektriskā lauka potenciāls ir skalārs fizikāls lielums, kas vienāds ar laukā ienestā lādiņa potenciālās enerģijas attiecību pret šā lādiņa moduli.

Ja lauka avots ir pozitīvs lādiņš, tad lauka punktiem ir pozitīvs potenciāls, ja lādiņš negatīvs – tad negatīvs. Potenciāla modulis noteiktā punktā atkarīgs no nulles līmeņa izvēles. Par nulles potenciālu pieņem Zemes potenciālu. Praktiska nozīme ir **potenciāla izmaiņai. Potenciālu starpību (spriegums U)** starp diviem punktiem izsaka tā lauka spēku darbu, kas jāveic lādiņa pārvietošanai starp šiem punktiem, attiecība pret lādiņa moduli.

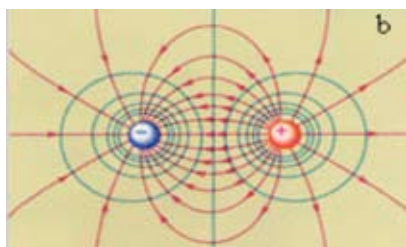
$\left. \begin{aligned} A &= W_{p1} - W_{p2} \\ W_p &= \varphi q \end{aligned} \right\} A = q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (8.6.)$	$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \frac{A}{q} \quad (8.7.)$
Spriegums U, $[U] = (\text{J/C}) = \text{V}$ U saistība ar lauka intensitāti E: $\left. \begin{aligned} A_{1-2} &= qE\Delta d \\ A_{1-2} &= q \cdot U \end{aligned} \right\} U = E \cdot \Delta d \quad (8.8.)$ Tātad arī: $[E] = \text{V/m}$	 8.13. att. Lādiņa pārvietošanās elektriskajā laukā starp punktiem 1 un 2



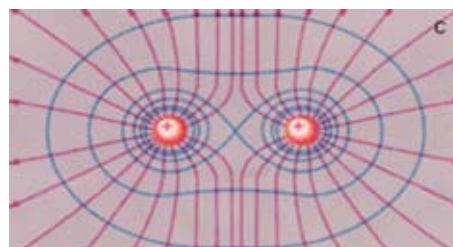
Ekvipotenciālās virsmas – virsmas, uz kurām visu punktu potenciāls ir vienāds.



8.14. att. **Punktveida lādiņa ekvipotenciālās virsmas un elektriskā lauka līnijas**



8.15. att. **Dipola ekvipotenciālās virsmas un elektriskā lauka līnijas**



8.16. att. **Dipola ekvipotenciālās virsmas un elektriskā lauka līnijas**

Lauka intensitātes E vektori vienmēr ir perpendikulāri ekvipotenciālajām virsmām.

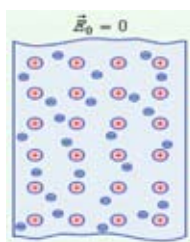
8.3. Vadītāji un dielektriķi

Vadītāji – vielas, kurās lādētas daļiņas (elektroni metālos vai joni elektrolītos) elektriskā lauka iedarbībā **var brīvi pārvietoties**. Vada elektrisko strāvu.

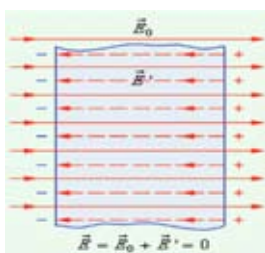


Uz brīvajiem lādiņnesējiem vadītāja iekšienē darbojas spēks. Tā rezultātā brīvie lādiņnesēji pārvietojas – notiek **elektrostatiskā indukcija**. Inducēto lādiņu radītais lauks summējas ar ārējo lauku.

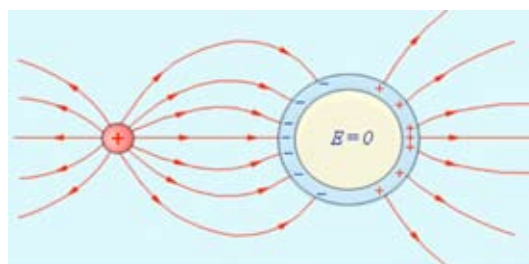
Rezultātā brīvie lādiņnesēji izvietojas tā, ka **vadītāja iekšienē elektriskā lauka intensitāte vienmēr ir vienāda ar nulli**, bet **vadītāja virsma vienmēr ir ekvipotenciāla virsma**.



8.14. att. Lādiņi metālā



8.15. att. Elektriskais lauks metālā



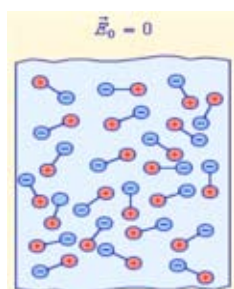
8.16. att. Vadītāja deformēts elektriskais lauks

Dielektriķi – vielas, kurās lādētās daļiņas ir savstarpēji saistītas un nevar brīvi pārvietoties pa visu vielas tilpumu. Nevada elektrisko strāvu.

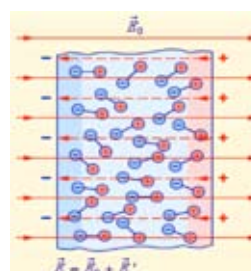


Dielektriķi dalās divās grupās:

- **Polārie dielektriķi** – sastāv no atomiem vai molekulām, kam pozitīvo un negatīvo lādiņu sadalījuma centri nesakrīt (ir elektriski dipoli), piemēram – ūdens H_2O .

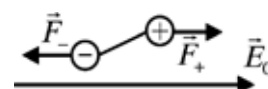


8.17. att. Lādiņi polārā dielektriķī



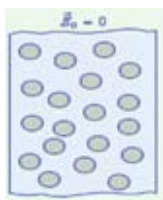
8.18. att. Elektriskais lauks polārā dielektriķī

Elektriskajā laukā dipoli pagriežas lauka līniju virzienā.

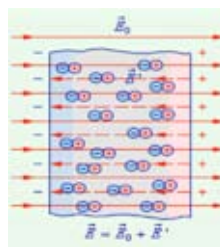


8.19. att. Spēku darbība uz dipolu

- **Nepolārie dielektriķi** – sastāv no atomiem vai molekulām, kam pozitīvo un negatīvo lādiņu sadalījuma centri sakrīt, piemēram – ūdeņradis H, hēlijs He.

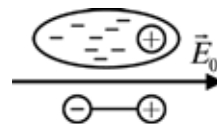


8.20. att. Lādiņi nepolārā dielektriķī



8.21. att. Elektriskais lauks nepolārā dielektriķī

Elektriskajā laukā atomi vai molekulas deformējas – rodas dipoli.



8.22. att. Lādiņa nobīde elektriskajā laukā

Elektriskais lauks dielektriķī pavājinās ϵ reizi: $\epsilon = \frac{\epsilon_{vak}}{\epsilon_{viela}}$ (8.9.)

8.4. Elektriskā kapacitāte. Kondensatori

Elektriskais lādiņš nosaka ķermeņa elektrizācijas pakāpi, ko raksturo potenciāls.

Elektriskā kapacitāte C ir ķermeņa vai ķermeņu sistēmas spēja uzkrāt elektrisko lādiņu.



Vadītāja elektriskā kapacitāte C ir vienāda ar vadītājam pievadītā lādiņa q attiecību pret vadītāja potenciālu φ (vai vadītāju sistēmas daļu potenciālu starpību).

$$[C] = C/V = F \text{ (farads)}$$

Kapacitāte **nav** atkarīga no vadītāja materiāla, bet **ir** atkarīga no:

- vadītāja formas un izmēriem;
- vides;
- citu vadītāju tuvuma.

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (8.10.) \quad C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (8.11.)$$

Kondensatori – vadītāju sistēmas, kuru kapacitāte ir liela un nav atkarīga no citu vadītāju tuvuma. Kondensatori sastāv no diviem vadītājiem (klājumiem), kurus atdala dielektriķa slānis.

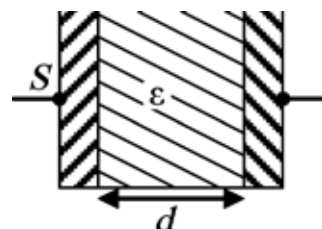
Kondensatora klājumus uzlādē ar vienādiem pretējās zīmes lādiņiem q, starp tiem veidojas potenciālu starpība U.

$$C = \frac{q}{U} \quad (8.12.)$$

Plakņu kondensatoram kapacitāti aprēķina šādi:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot S}{d} \quad (8.13.)$$

8.23. att. Plakņu kondensators



8.2. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikāls lielums
F	N	Elektriskais lādiņš
A	C	Spriegums
C	F	Elektriskā lauka potenciāls
E	N/C=V/m	Darbs
q	V	Elektriskā lauka intensitāte
U	V	Elektriskā kapacitāte
φ	J	Spēks

8.3. Izlasi tekstu un papildini to! Uzdevuma izpildei izmanto atslēgas vārdus un apzīmējumus: elektriskais lādiņš, fizikāls lielums, negatīvi, pozitīvi, divi, elektroni, protoni, atgrūžas, pievelkas, elementārlādiņš, $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, ķermeņa lādiņš, veselu, tieši proporcionāls, apgriezti proporcionāls, visstiprākā, lielāks, elektrisko, spēka.

Dabā eksistē vairāk nekā _____ daļiņu. Ja starp daļiņām darbojas elektromagnētiskas dabas spēki, tad saka, ka daļiņām ir _____.

Var būt daļiņa bez lādiņa, bet nevar būt lādiņš bez daļiņas. Elektriskais lādiņš – _____, kas raksturo daļiņu elektromagnētisko mijiedarbību.

Pastāv divu veidu elektriskie lādiņi – _____ un _____.

Vienāda nosaukuma lādiņi savstarpēji _____, dažāda nosaukuma lādiņi savstarpēji _____ q – _____, tā vienība ir _____.

Katras daļiņas lādiņa lielums ir stingri noteikts. Ar eksperimentiem pierādīts, ka pastāv minimālais lādiņš, ko sauc par _____. Dabā pastāv tikai _____ veidu daļiņas, kam lādiņš piemīt kā neatņemama to īpašība – _____ un _____. Elektrona vai protona lādiņa modulis ir _____. _____ vienmēr vienāds ar _____ skaitu elementārlādiņu.

Mijiedarbības spēks F starp nekustīgiem lādētiem punktveida ķermeņiem vakuumā ir _____ šo lādiņu moduļu q_1 un q_2 reizinājumam un _____ lādiņu savstarpējā attāluma r kvadrātam.

Vakuumā elektrostatiskā mijiedarbība ir _____, skaitlis ε (dielektriskā caurlaidība) rāda, cik reižu lādiņu mijiedarbības spēks vakuumā _____ par to pašu lādiņu mijiedarbības spēku vielā.

Elektriskie lādiņi cits uz citu iedarbojas no attāluma. Katrs no tiem izmaina apkārtējo telpu ap sevi – rada _____ lauku. Viena

lādiņa elektriskais lauks iedarbojas uz otru lādiņu – un pretēji. Elektrisko lauku konstatē pēc _____, kas darbojas uz tajā ievietotu lādiņu.

8.4. Uzraksti pareizo atbildi vai turpini teikumu!

1. Kulona likums:
2. Proporcionalitātes koeficients K ir vienāds ar:
3. Elektriskā lauka intensitātes vienība ir:
4. Elektriskā lauka intensitātes (spēka) līnijas sākas no _____ lādētajām daļiņām un beidzas pie _____ lādētām daļiņām.
5. Elektriskais lauks, kura intensitāte visos telpas punktos vienāda
6. Elektriskā lauka potenciāls
7. Elektriskā lauka potenciāla vienība ir
8. Lādiņa pārvietošanas darbs elektrostatiskā laukā nav atkarīgs no _____, bet tikai no lādiņa sākuma un beigu stāvokļiem.
9. Elektrostatiskā lauka darbs, lādiņu pārvietojot pa noslēgtu trajektoriju, vienmēr ir
10. Spriegums U
11. Sprieguma vienība ir
12. Ekvipotenciālās virsmas
13. Vadītāji – vielas, kurās lādētas daļiņas (elektroni metālos vai joni elektrolītos) elektriskā lauka iedarbībā _____.
14. Dielektriķi – vielas, kurās lādētās daļiņas ir savstarpēji saistītas un nevar _____ pārvietoties pa visu vielas tilpumu.
15. Divu veidu dielektriķi
16. C ir
17. Vadītāja elektriskās kapacitātes vienība ir
18. Kapacitāte ir atkarīga no
19. Kondensators

9. ELEKTRISKĀ STRĀVA

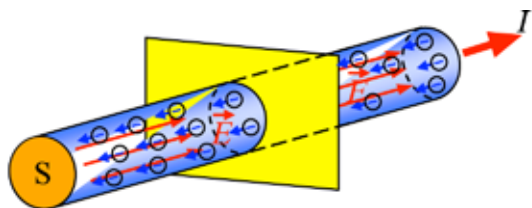
9.1. Pamatjēdzieni

Elektriskā strāva

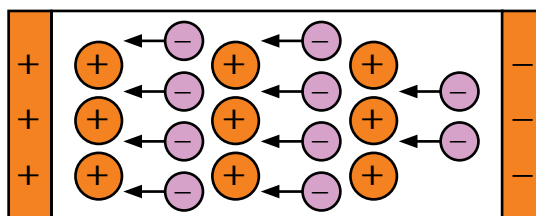
Lādēto daļiņu orientētu (virzītu) kustību elektriskā lauka iedarbības rezultātā sauc par **elektrisko strāvu**.



Elektriskā strāva vielā var plūst tad, ja tajā eksistē brīvi lādiņnesēji, kas var pārvietoties makroskopiskā attālumā. Vielas, kas labi vada elektrisko strāvu, sauc par vadītājiem. Par elektriskās strāvas virzienu nosacīti pieņemts *pozitīvo lādiņnesēju* kustības virziens.



9.1. att. Elektriskā strāva vadā



9.2. att. Lādiņnesēju kustība

Lai *elektriskā strāva* plūstu, vadītājā jāpastāv elektriskajam laukam (starp vadītāja galiem jāpastāv elektriskajam spriegumam U (skat. 81. lpp.)). Elektriskā lauka spēks izraisa *lādiņnesēju kustību*. Jāatceras, ka:

- metālos brīvie lādiņnesēji ir *elektroni*,
- elektrolītos (visbiežāk – sāļu, skābju vai sārmu šķīdumos) lādiņnesēji ir *pozitīvie un negatīvie joni*,
- jonizētās gāzēs lādiņnesēji ir *elektroni un joni*.

Apkopojot teikto, jāsecina, ka, lai pastāvētu elektriskā strāva, **nepieciešami divi nosacījumi:**

- **vadītājā jābūt brīviem lādiņnesējiem,**
- **vadītājā jāpastāv elektriskajam laukam.**

*Elektrisko strāvu raksturo elektriskās **strāvas stiprums** vadītājā.*

Strāvas stiprums (I) ir fizikāls lielums, kuru mēra ar elektriskā lādiņa (q) lielumu, kas vienā laika vienībā (t) izplūst caur vadītāja šķērs griezumumu.

Strāvas stiprumu aprēķina, izmantojot formulu 9.1.

$$I = \frac{q}{t} \quad (9.1.)$$



Strāvas stiprumu mēra *ampēros* (A), kas ir viena no SI sistēmas pamatvienībām.

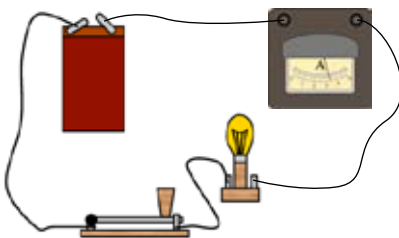
Elektrisko lādiņu mēra *kulonos* (C).

Viens kulons (1C) ir elektriskais lādiņš, kas izplūst caur vada šķērs griezumu vienā sekundē (1s), ja strāvas stiprums vadā ir viens ampērs (1A).

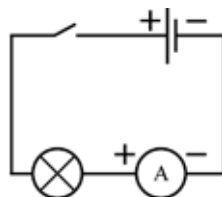
Strāvas stiprumu mēra ar *ampērmetru* (9.3.att.). Lai izmērītu strāvas stiprumu, caur ampērmetru jāplūst visai ķēdes strāvai, tāpēc *ampērmetrs jāieslēdz virknē* jebkurā ķēdes vietā (9.4., 9.5.att.).



9.3. att. Ampērmetra shematiskais attēls



9.4. att. Ampērmetra pieslēgšana



9.5. att. Ampērmetra pieslēgšanas shēma

Spriegums

Elektriskais spriegums ir potenciālu starpība starp diviem elektriskās ķēdes punktiem. To mēra kā attiecību starp darbu, ko veic elektriskā strāva, pārvietojot lādiņus, un šo lādiņu lielumu (formula 9.2.).



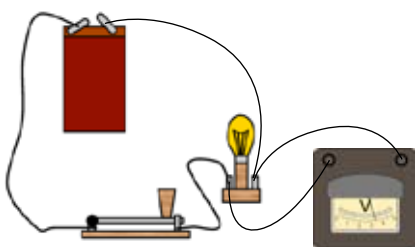
Spriegums ir skaitliski vienāds ar *darbu* (A), kas tiek veikts, pārvietojot 1C lielu *lādiņu* starp diviem elektriskā lauka punktiem. *Spriegumu aprēķina*, izmantojot formulu 9.2.

$$U = \frac{A}{q} \quad (9.2)$$

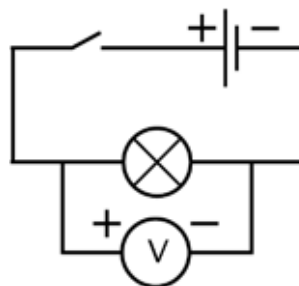
Sprieguma mērīšanai izmanto *voltmetru* (9.6. att.). Mērot spriegumu ķēdes posmā, *voltmetrs jāpievieno paralēli* tam ķēdes posmam, kuram gribam noteikt spriegumu (9.7. un 9.8. att.).



9.6. att. Voltmetra shematiskais attēls

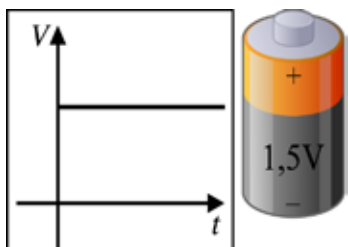


9.7. att. Voltmetra pieslēgšana

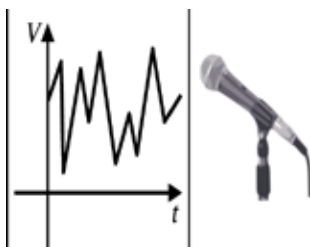


9.8. att. Voltmetra pieslēgšanas shēma

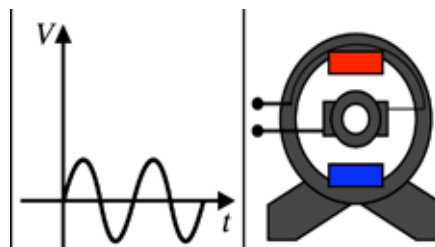
Spriegumu vadītājā uztur strāvas avots, kas visbiežāk ir *galvaniskais elements*, *baterija* vai *ģenerators*.



9.9. att. Spriegums nemainās

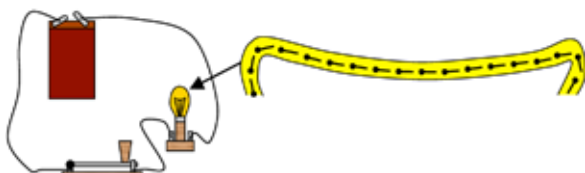


9.10. att. Spriegums mainās



9.11. att. Spriegums mainās

9.1. Izpēti 1. un 2. zīmējumu! Paskaidro, kurā gadījumā ķēdē plūst elektriskā strāva un kāpēc!



Atbilde:

9.2. Izlasi tekstu un papildini to! Uzdevuma izpildei izmanto atslēgas vārdus un apzīmējumus: strāvas stiprums, q , t , ampērs, ampērmetrs, virknē, darbs, voltmētrs, volts, paralēli.



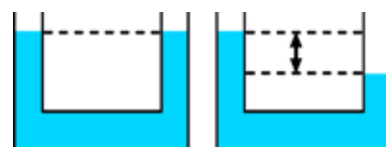
Elektrisko strāvu raksturo elektriskās _____ vadītājā. Strāvas stipruma lielumu var aprēķināt pēc formulas _____, kur _____. Strāvas stipruma vienība ir _____ – viena no SI sistēmas pamatvienībām. To definē, izmantojot divu strāvas vadu magnētisko mijiedarbību. Strāvas stipruma mērīšanai izmanto _____. Lai izmērītu strāvas stiprumu, caur ampērmetru jāplūst visai ķēdes strāvai – ampērmetrs jāieslēdz _____ jebkurā ķēdes vietā. Strāvas stiprumu var salīdzināt ar ūdens plūsmas ātrumu krānā.

Spriegums ir skaitliski vienāds ar _____, kas tiek veikts, pārvietojot 1C lielu lādiņu starp diviem elektriskā lauka punktiem. Sprieguma lielumu var aprēķināt pēc formulas _____.

Sprieguma vienība ir _____. Sprieguma mērīšanai izmanto _____. Mērot spriegumu ķēdes posmā, voltmētrs jāpievieno _____ ķēdes posmam. Spriegumu var salīdzināt ar ūdens līmeni savienotajos traukos.



1. att.



2. att.

Elektriskās strāvas darbības veidi

Elektriskā strāva rada izmaiņas apkārtējā vidē. Lādēto daļiņu orientēto plūsmu redzēt nevar, bet var novērot parādības, ko izraisa šī plūsma.

Elektriskās strāvas darbības veidi:

- *Siltumdarbība* – vadītājs, pa kuru plūst strāva, sasilst.
- *Ķīmiskā darbība* – elektriskā strāva var mainīt vadītāja ķīmisko sastāvu. Piemēram, ja caur elektrolītu plūst elektriskā strāva, tad notiek vielas izdalīšanās uz elektrodiem.
- *Magnētiskā darbība* – vads, kurā plūst strāva, mijiedarbojas ar magnētiem.

9.3. Sagrupē 1.–9. attēlā dotos priekšmetus! Paskaidro, kuri no attēlotajiem priekšmetiem var radīt siltumdarbību, ķīmisko darbību vai magnētisko darbību!



1) Elektromagnēts



2) Zvans



3) Kvēlspuldze



4) Elektriskā tējkanna



5) Gludeklis



6) Tosteris



7) Akumulatoru baterija



8) Rūpnieciskais elektromagnēts



9) Elektromagnēts

Atbilde:

Siltumdarbību var radīt: _____

Ķīmisko darbību var radīt: _____

Magnētisko darbību var radīt: _____

Dažāda veida enerģijas pārvēršanās elektroenerģijā

Strāvas avotos cita veida enerģija pārvēršas elektroenerģijā.

Šādas parādības piemēri:

- *Hidroelektrostacijās* ūdens masas potenciālā enerģija pārvēršas elektroenerģijā.
- *Termoelektrostacijās* elektroenerģijā pārvēršas siltuma enerģija, kas rodas, sadegot kurināmajam.
- *Galvaniskajos elementos* un *baterijās* elektrisko enerģiju iegūst ķīmisku reakciju rezultātā.
- *Fotoelementos* gaismas enerģija pārvēršas elektriskajā enerģijā.

9.4. Izskati 1.–4. attēlu! Pastāsti, kas tajos attēlots! Izskaidro, kāda enerģija attēlos redzamajos gadījumos pārvēršas elektroenerģijā! Papildini teikumu, kas dots zem katra attēla!



1)
Termoelektrostacijās elektroenerģijā pārvēršas _____.



2)
Fotoelementos _____ pārvēršas elektriskajā enerģijā.



3)
Hidroelektrostacijās _____ pārvēršas elektroenerģijā.



4)
Galvaniskajos elementos, baterijās un akumulatoros elektrisko enerģiju iegūst _____ rezultātā.

9.2. Elektriskā ķēde

Lai strāvas patērētāji (spuldzes, elektromotori, sildītāji u. c.) darbotos, tie jāpievieno strāvas avotam. Savienošanai parasti izmanto metāla vadus. Saslēguma veikšanai ir nepieciešami slēdži, kas ļauj patērētāju pievienot vai atvienot no strāvas avota.

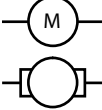
Strāvas avoti, vadi, slēdži, elektroenerģijas patērētāji u. c. elementi veido **elektrisko ķēdi**.



Jāatceras! **Lai elektriskajā ķēdē plūstu strāva, tai (elektriskajai ķēdei) jābūt noslēgtai un visiem tās elementiem jābūt elektrību vadošiem.**

Elektriskās ķēdes elementus shēmās apzīmē grafiski:

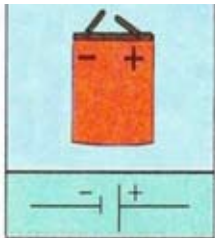
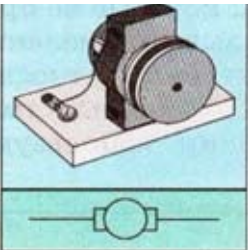
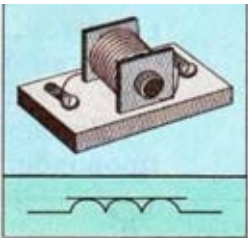
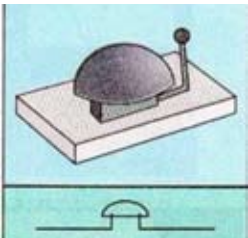
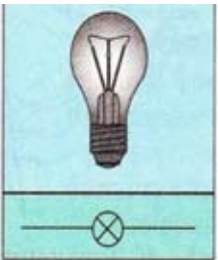
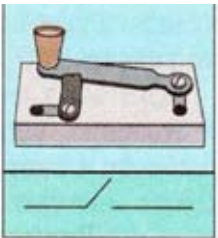
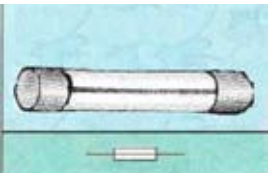
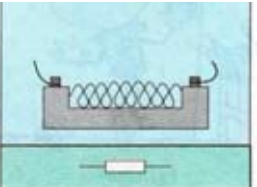
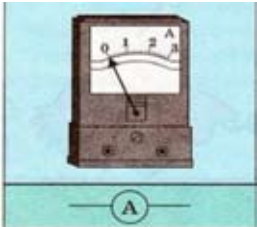
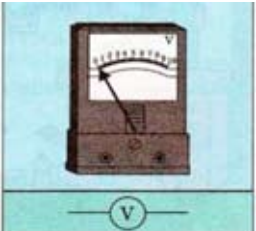
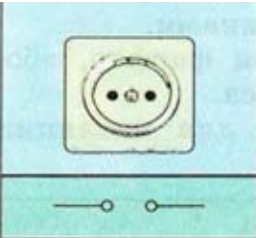
Savienojumu vadi		Pretestības, reostati	
	Vads		Pretestība (rezistors)
	Vads ar pievienotu atzarojumu		Sildelements
	Vadu krustojums bez kontakta		Reostats
	Vadu krustojums ar kontaktu (4 vadu savienojums)		Potenciometrs
	Elektriskā vada iezemējums		Kūstošais drošinātājs
Strāvas avoti		Kontaktligzdas, slēdži	
	Galvaniskais elements		Kontaktligzda
	Galvanisko elementu baterija ar 3 elementiem		Kontaktligzda ar divām spailēm
	Galvanisko elementu baterija ar nenorādītu elementu skaitu		Elektriskais slēdzis
+	Pozitīvais pols (anods)		Pārslēgs
-	Negatīvais pols (katods)	Mērinstrumenti	
	Līdzstrāva		Ampērmetrs
	Maiņstrāva		Miliampērmetrs
Kondensatori			Voltmetrs
	Pastāvīgas kapacitātes kondensators		Galvanometrs
	Maiņkondensators		Vatmetrs
			Elektroenerģijas skaitītājs
Spuldzes			
	Kvēlspuldze		Luminiscenta (dienasgaismas) spuldze
	3 luminiscento spuldžu komplekts apgaismošanas iekārtā		

Dažādi ķēdes elementi					
	Spole bez serdes		Ģenerators		Mikrofons
	Spole ar serdi		Elektromotors		Telefons (klausule)
	Transformators		Elektriskais zvans		Skaļrunis

9.12. att. Elektriskās ķēdes elementu attēlojums elektriskajās shēmās

9.5. Paskaidro, kādi priekšmeti attēloti šajos zīmējumos! Ieraksti priekšmetu nosaukumu! Ievēro, ka katru elektriskās ķēdes elementu var apzīmēt ar noteiktu grafisko apzīmējumu!



			
1)	2)	3)	4)
			
5)	6)		8)
			
9)	10)	11)	12)



9.6. Tu zini, ka elektriskās ķēdes elementus elektriskajās shēmās parasti attēlo ar nosacītajiem apzīmējumiem jeb grafiskiem zīmējumiem. Izmantojot apzīmējumus, kas doti 9.5. uzdevuma sākumā, uzzīmē 3 elektriskās shēmas, kas atbilst katram no dotajiem zīmējumiem!

Attēls	Attēlam atbilstošā shēma
1) 	
2) 	
3) 	



9.7. Starp burtiem ir paslēpušies elektriskās ķēdes elementi. Atrodi un izraksti elektriskās ķēdes elementu nosaukumus un iezīmē elementu apzīmējumus! Ja nepieciešams, izmanto rokasgrāmatu!

K	V	A	D	S	A	P	C	A	S	B	K	T	J	A	A	T	A	A	S	G	H	D	V	H	A
O	O	Z	O	I	R	R	E	Z	I	S	T	O	R	S	V	R	L	A	G	B	L	G	R	J	S
N	B	K	O	N	T	A	K	T	L	I	G	Z	D	A	J	G	V	O	L	T	M	E	T	R	S
D	E	P	H	R	I	U	B	F	D	P	E	T	R	A	N	S	F	O	R	M	A	T	O	R	S
E	G	E	Z	T	R	E	D	R	E	O	S	T	A	T	S	E	C	E	R	G	E	T	O	E	P
N	N	H	U	I	R	K	V	Ē	L	S	P	U	L	D	Z	E	V	Z	T	U	S	F	J	H	K
S	V	R	A	M	P	Ē	R	M	E	T	K	N	E	F	V	I	O	M		C	R	Z	I	R	D
A	T	P	T	A	T	B	P	S	M	T	Z	N	O	G	A	L	V	A	N	O	M	E	T	R	S
T	U	C	R	A	T	S	I	H	E	G	T	O	D	M	T	N	K	T	G	O	H	U	A	P	F
O	H	A	T	E	L	E	F	O	N	S	B	N	M	F	M	I	K	R	O	F	O	N	S	H	H
R	Z	V	A	N	S	E	S	L	T	V	H	K	M	T	E	L	E	M	E	N	T	S	E	G	J
S	L	Ē	D	Z	I	S	Z	L	S	P	O	L	E	I	T	E	L	O	Z	V	B	D	Z	U	O
U	I	D	U	N	D	O	Ģ	E	N	E	R	A	T	O	R	S	C	H	H	C	J	J	E	P	K
E	L	E	K	T	R	O	M	O	T	O	R	S	F	G	S	K	A	Ļ	R	U	N	I	S	R	L

Elementa nosaukums	Elementa apzīmējums elektriskajā shēmā	Elementa nosaukums	Elementa apzīmējums elektriskajā shēmā

9.3. Elektriskā pretestība

Elektriskā pretestība (R) ir fizikāls lielums, kas raksturo vadītāja ietekmi uz elektrisko lādiņnesēju plūsmu elektriskajā ķēdē. Pretestības vienība ir *oms* (Ω).



Par pretestības vienību viens oms (1 Ω) ir pieņemta tāda vadītāja pretestība, kurā, pievadot vienu voltu (1V) lielu spriegumu (U), plūst vienu ampēru (1A) stipra strāva (I).

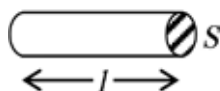
Vadītāja pretestība atkarīga no tā formas, izmēriem un materiāla. Ikviens elektriskajā ķēdē esošs vadītājs ierobežo brīvo lādiņnesēju plūsmu. Pieslēdzot strāvas avotam dažādus patērētājus, piemēram, dažādas spuldzes vai sildītājus, var konstatēt, ka ķēdē plūst dažāda stipruma strāva.

Vadītāja pretestība (R) ir tieši proporcionāla vadītāja garumam (l), apgriezti proporcionāla tā šķērsriezuma laukumam (s) un atkarīga no vadītāja materiāla, ko raksturo *īpatnējā pretestība* (ρ).



Pretestību aprēķina, izmantojot formulu 9.3.

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad (9.3.)$$



9.13. att. Vadītājs

Ja no formulas 9.3. izsaka īpatnējo pretestību (ρ), iegūst formulu 9.4.

Ievietojot pretestības (R), laukuma (S) un garuma (L) vietā atbilstošo lielumu mērvienības, iegūst īpatnējās pretestības mērvienību – $[\rho] = \Omega \cdot m$ (lasa – oms reiz metrs).

$$\rho = \frac{R \cdot s}{l} = R \cdot \frac{s}{l} \quad (9.4.)$$



Par īpatnējo elektrisko pretestību (ρ) sauc pretestību vadam, kura garums ir viens metrs (1m) un šķērsriezuma laukums viens kvadrātmetrs (1m²).

Dažādu vielu īpatnējā pretestība istabas temperatūrā atrodama tabulās.

Der atcerēties, ka, pieaugot temperatūrai, metālu īpatnējā pretestība pieaug.

9.8. Izlasi apgalvojumus! Izvērtē katru apgalvojumu un atzīmē ar simbolu (X, ✓ vai kādu citu) atbildi „jā”, ja apgalvojums pareizs, vai atbildi „nē”, ja apgalvojums nepareizs! Uzdevuma izpildei tev būs nepieciešamas īpatnējās pretestības tabulas!

Apgalvojums	Jā	Nē
1. Pretestības vienība ir oms (Ω)		
2. Vienāda garuma un šķērsriezuma laukuma tērauda un vara vadiem ir vienāda pretestība		
3. Vada pretestība ir atkarīga no sprieguma un strāvas stipruma.		
4. Pieaugot temperatūrai, metālu īpatnējā pretestība pieaug		
5. Vadītāja pretestība ir tieši proporcionāla vadītāja garumam, apgriezti proporcionāla tā šķērsriezuma laukumam un atkarīga no vadītāja materiāla		
6. Īpatnējā pretestība ir atkarīga no vada izmēriem un formas		
7. Sudrabam ir vismazākā īpatnējā elektriskā pretestība		
8. Īpatnējās pretestības mērvienība ir Ωm vai $\Omega mm^2 / m$		
9. Lai noteiktu īpatnējo pretestību, ir nepieciešamas mērierīces: lineāls, bīdmērs, ampērmērs, voltmērs		

9.4. Oma likums ķēdes posmam

Apkopojot eksperimentu datus par strāvas stipruma, sprieguma un vadītāja pretestības savstarpējo saistību, konstatēta sakarība, ko par godu tās atklājējam sauc par **Oma likumu ķēdes posmam**.

Strāvas stiprumu ķēdes posmam aprēķina, izmantojot formulu 9.5



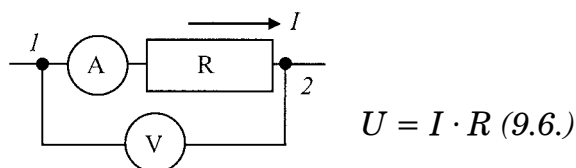
Oma likums ķēdes posmam:

Strāvas stiprums (I) ķēdes posmā ir tieši proporcionāls spriegumam (U) un apgriezti proporcionāls vadītāja pretestībai (R).

$$I = \frac{U}{R} \quad (9.5.)$$

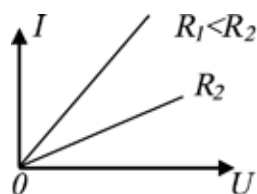
Par šādu **ķēdes posmu** uzskatāma 9.14. attēlā redzamā shēma posmā no 1 līdz 2. Ja no formulas 9.5. izsaka spriegumu (U), tad iegūst formulu 9.6., kas parāda, ka spriegums (U) ķēdes posmā ir vienāds ar strāvas stipruma (I) un ķēdes pretestības (R) reizinājumu.

Spriegumu mēra *voltos* (V).



9.14. att.

Elektriskās ķēdes posms



9.15. att.

Voltampēru raksturlīkne

Reostati

Mainoties strāvas stiprumam ķēdē, mainās arī strāvas darbība – spuldzītes spožums, skaļruņu skaļums, sildītāja temperatūra, elektrisko transporta līdzekļu kustības ātrums un vilcējspēks.

Strāvas stiprumu var mainīt divējādi:

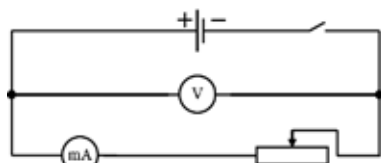
- mainot spriegumu pie nemainīgas pretestības,
- mainot vadītāja pretestību pie nemainīga sprieguma.

Strāvas avoti parasti nodrošina konkrētu, nemainīgu spriegumu, vienkāršāk ir mainīt ķēdes pretestību.

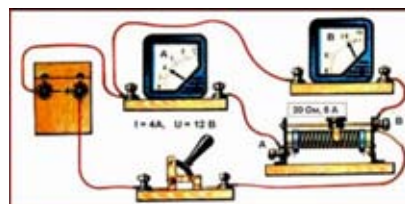
Ierīces, ar kurām var mainīt strāvas stiprumu ķēdē, mainot tās kopējo pretestību, ir **reostati**.



9.16. att. **Reostats**



9.17. att. **Shēma, kurā redzama elektriskā ķēde ar reostatu**



9.18. att. **Attēls, kurā redzama elektriskā ķēde ar reostatu**

Reostata darbības princips ir šāds: viens reostata kontakts ieslēgts ķēdē nemainīgi, bet ar otru var regulēt ķēdes kopējo pretestību – to panāk, pārbīdot reostata slidošo rokturi un līdz ar to iekļaujot elektriskajā ķēdē lielāku vai mazāku reostata vadītāja tinuma posmu.

Der atcerēties, ka spriegums, kas lielāks par 36 V, ir bīstams cilvēka dzīvībai!



*Laboratorijas darbos elektriskās ķēdes strāvas avotam drīkst pieslēgt tikai pēc tam, kad skolotājs tās **pārbaudījis un devis atļauju!***

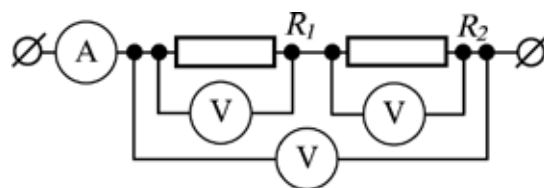
9.5. Vadītāju slēgumi

Apskatīsim divus slēgumu veidus – virknes slēgumu un paralēlo slēgumu.

Virknes slēgums

Virknes slēgums ir tāds slēgums, kurā visi patērētāji saslēgti cits aiz cita, veidojot nepārtrauktu ķēdi.

Piemēram, 9.19. attēlā redzams, ka virknes slēgumu veido ampērmetrs, pretestība R_1 un pretestība R_2 .



9.19. att. Elektriskā ķēde ar virknē saslēgtu ampērmetru, pretestībām R_1 un R_2 .

Virknes slēgumā darbojas likumsakarības:

- strāvas stiprums (I) visos ķēdes posmos ir vienāds;
 $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$ (9.7.)
- virknes slēgumā atsevišķo posmu spriegumu summa ir vienāda ar kopējo spriegumu (U) visā ķēdē;
 $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ (9.8.)
- virknes slēgumā visas ķēdes kopējā pretestība (R) ir vienāda ar atsevišķo ķēdes posmu pretestību summu.
 $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (9.9.)

Šo sakarību 9.9. pierādīsim elektriskās ķēdes posmam, kurā virknes slēgumu veido divas **pretestības R_1 un R_2** .

Pamatojoties uz formulām 9.7. un 9.8.:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= I \cdot R_1 \\ U_2 &= I \cdot R_2 \\ U_3 &= I \cdot R \end{aligned} \right\} \text{, bet } U_1 + U_2 = U. \text{ Tad } \rightarrow I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2$$

$$\text{un } I \cdot R = I \cdot (R_1 + R_2) \text{ jeb } R = R_1 + R_2 \text{ (9.10.)}$$

Ja ķēdē saslēgto vadītāju pretestības ir vienādas,

t.i., ja $R = R_1 = R_2 = \dots = R_n$, tad no formulas 9.10. izriet, ka

$$R = n \cdot R_1 \text{ (9.11.)}$$



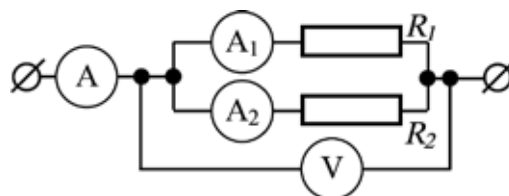
9.9. Jaungada elektriskās spuldzītes veido virknes slēgumu. Uzraksti, kā var aprēķināt šo spuldzišu kopējo pretestību, ja zināms, ka virknē ir 25 vienādas spuldzītes un vienas spuldzītes pretestība ir ____ Ω .

Atbilde:

Paralēlais slēgums

Slēgums, kurā vieniem un tiem pašiem ķēdes punktiem pievienoti vairāki patērētāji, veidojot sazarotu posmu, tiek saukts par paralēlo slēgumu.

Piemēram, 9.20. attēlā redzams, ka paralēlo slēgumu veido rezistori R1 un R2.



9.20.att. Elektriskā ķēde ar paralēli ieslēgtiem rezistoriem R1 un R2

Paralēlajā slēgumā darbojas šādas likumsakarības:

- paralēlajā slēgumā spriegums U uz visiem ķēdes posmiem ir vienāds;

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad (9.12.)$$

- kopējā strāva (I) ir vienāda ar visos n patērētājos plūstošo strāvu summu;

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (9.13.)$$

- paralēlajā slēgumā ķēdes kopējās pretestības R apgrieztais lielums ir vienāds ar atsevišķo posmu pretestību R_n apgriezto lielumu summu.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (9.14.)$$

Ja paralēlo slēgumu veido n skaita patērētāji, kuru pretestības ir vienādas (R_1), tad iegūst sakarību 9.15. Bet, izsakot no formulas 9.15. kopējo pretestību (R), iegūst sakarību 9.16.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_1} = n \times \frac{1}{R_1} \quad (9.15.)$$

$$R = \frac{R_1}{n} \quad (9.16.)$$

9.10. Salīdzini attēlos Nr.1 un Nr. 2 dotās elektriskās shēmas! Uzraksti, kāds katrā no dotajiem gadījumiem ir vadītāju slēgums! Zinot, ka visas spuldzes ir vienādas un to pretestība ir $10 \, \Omega$, aprēķini ķēdes kopīgo pretestību!

1)	2)
Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____



9.11. Dotas elektriskās shēmas. Nosaki, kāds ir vadītāju slēguma veids! Aprēķini ķēdes kopīgo pretestību, ja zināms, ka visas spuldzes ir vienādas un to pretestība ir $4\ \Omega$!

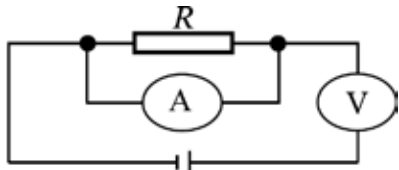
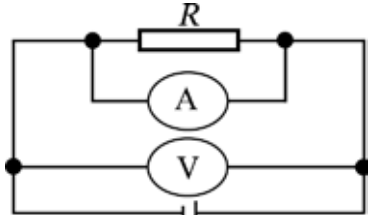
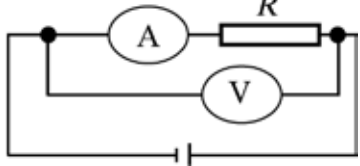
Ievēro, ka pastāv arī *jaukts slēgums*, tas nozīmē, ka elektrisko ķēdi var sadalīt posmos, kur katram no tiem atbilst virknes slēgums vai paralēlais slēgums.

1)	 1)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____
2)	 2)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____
3)	 3)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____
4)	 4)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____
5)	 5)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____
6)	 6)	Vadītāju slēgums: _____ Aprēķins: _____

9.12. Doti apgalvojumi. Visu rezistoru pretestības ir vienādas. Kura slēguma gadījumā apgalvojums ir pareizs? Pareizo atbildi atzīmē ar X!

Apgalvojums	Rezistori virknes slēgumā	Rezistori paralēlajā slēgumā
Vienāds spriegums uz katra rezistora		X
Atsevišķo posmu spriegumu summa ir vienāda ar kopējo spriegumu visā ķēdē		
Kopējā strāva ir vienāda ar visos patērētājos plūstošo strāvu summu		
Vienāds strāvas stiprums katrā rezistorā		
Visas ķēdes kopējā pretestība ir vienāda ar atsevišķo ķēdes posmu summu		
Visas ķēdes kopējā pretestība ir tik reižu mazāka par katra rezistora pretestību, cik ķēdē ir rezistoru: $R = \frac{R_1}{n}$		
Visas ķēdes kopējā pretestība ir vienāda ar $R = n \cdot R_1$		

9.13. Apskati dotās elektriskās shēmas un atrodi slēguma kļūdas! Paskaidro, kāpēc ir radusies kļūda!

1)	1) 	Atbilde:
2)	2) 	Atbilde:
3)	3) 	Atbilde:

9.14. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālā lieluma nosaukums
I	J	Spriegums
Q	Ω	Darbs
S	A	Siltuma daudzums
t	C	Garums
A	$\Omega \cdot m$	Strāvas stiprums
R	s	Īpatnējā pretestība
q	J	Šķēsgriezuma laukums
ρ	m	Laiks
I	V	Lādiņš
U	m ²	Pretestība

9.15. uzdevums. Salīdzini pa pāriem dotos lielumus ,

izmantojot matemātiskos apzīmējumus:

lielāks – >, mazāks – < , vienāds – = !

Ievēro, ka pareizo atbildi var iegūt, ja dotos lielumus izsaka vienādās vienībās!

Daudzpunktu vietā ieraksti atbilstošo skaitli!

Šī uzdevuma izpildei ieteicams izmantot rokasgrāmatu fizikā

vai šīs grāmatas materiālu!

5 mA = _____ A		500 μA = _____ mA
0,0002 MΩ = _____ Ω		199 Ω
1 kW = _____ W		360 W
0,56 Ω mm ² /m		0,56 Ω m
3,5 μA = _____ A		0,000035 A
220 V		0,2 kV = _____ V
1,6 · 10 ⁻¹⁹ C = _____ 10 ⁻²⁰		16 · 10 ⁻²⁰ C
10 W		9900000 μW = _____ W
1 Wh = W		360 W

9.6. Elektriskās strāvas darbs un jauda

Elektriskās strāvas darbs raksturo to, cik daudz elektriskā lauka enerģijas, strāvai plūstot, pārvēršas citos enerģijas veidos – siltumā, mehāniskajā enerģijā u. c.



Par **elektriskās strāvas darbu** A sauc elektriskā lauka spēku veikto darbu, kas pastrādāts, lai uzturētu vadītājā elektrisko strāvu.

Darbu raksturo spriegums (U) un pārvietoto lādiņu (q) lielums.

$$A = q \cdot U \text{ (9.2.)}$$

$$Q = I \cdot t \text{ (9.1.)}$$

$$A = UIt \text{ (9.17.)} = (U^2 / R)t = I^2 Rt$$

Tā kā $I = U / R$ (9.5.)

Darbu mēra džoulos (J): $[A] = J = V \cdot C$

Tātad elektriskās strāvas darbu aprēķina, izmantojot formulu 9.17. vai formulu 9.18.

$$A = I^2 Rt \text{ (9.18.)} \quad A = \frac{U^2}{R} \cdot t \text{ (9.19.)}$$

Visiem patērētājiem piemīt elektriskā pretestība, kas izraisa *patērētāju sasilšanu*. Strāvas radītais siltuma daudzums (Q) var būt gan lietderīgs (piemēram, elektriskie sildītāji), gan nelietderīgs (piemēram, elektroierīču pārkaršana). Vadītājs, pa kuru plūst strāva, sasilst un atdod siltumu apkārtējiem ķermeņiem. Izdalīto siltuma daudzumu aprēķina, izmantojot *Džoula–Lenca likumu*.

Siltuma daudzums Q , kas izdalās vadītājā, ir proporcionāls vadītāja pretestībai R , strāvas stipruma I kvadrātam un strāvas plūšanas laikam t .

Šo sakarību izsaka formula 9.20.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \text{ (9.20.)}$$

Šo sakarību sauc par Džoula–Lenca likumu.



Elektriskās strāvas jauda raksturo strāvas darba veikšanas ātrumu (elektroenerģijas patērēšanas ātrumu).

Elektriskās strāvas jauda P ir vienāda ar laika intervālā t veiktā darba A attiecību pret šo laika intervālu.

Šo sakarību izsaka formula 9.21.

$$P = \frac{A}{t} \text{ (9.21.)}$$

Jaudu mēra vatos (W). No sakarības 9.21. izriet, ka $1W = 1J/1s$.



Elektriskās strāvas jaudas aprēķināšanai var izmantot arī formulu 9.22.

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \text{ (9.22.)}$$

Praktiskajā dzīvē *elektroenerģijas darbu* mēra **kilovatstundās (kWh)**. Šāda mērvienība izriet no sakarības 9.20., ko iegūst no formulas 9.18, izsakot darbu (A).

$$A = P \cdot t \text{ (9.23.)}$$

Der iegaumēt, ka $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kWh} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000J$.

9.7. Elektrodrošība

Elektriskās strāvas iedarbība uz cilvēku.

Elektriskās strāvas iedarbību uz cilvēku ietekmē apkārtējās vides apstākļi, cilvēka organisma stāvoklis, spriegums, zem kāda nokļūst cilvēks, strāvas stiprums un elektriskās strāvas veids (līdzstrāva vai maiņstrāva), kā arī citi apstākļi.

Elektriskās strāvas iedarbība izpaužas ķīmiski, fizikāli, psihofizioloģiski un mehāniski.

1. Strāvas ķīmiskā iedarbība izskaidrojama ar elektroķīmiskām reakcijām sāļu (arī sārmu un skābju) šķīdumos ūdenī.

Kā zināms, cilvēka organisms satur ap 60% ūdens un sāļu, un faktiski ir šķīdums. Tādēļ elektriskajai strāvai plūstot caur cilvēka organismu, notiek elektroķīmiskas reakcijas. Elektriskās strāvas ķīmiskā iedarbība lielā mērā atkarīga no strāvas veida. Līdzstrāvas gadījumā elektriskā strāva iedarbojas uz šķīdumiem (tātad uz cilvēka organismu) jau pie nelielām strāvām. Maiņstrāvas gadījumā šī elektroķīmiskā iedarbība izpaužas vājāk. Neatgriezeniskas ķīmiskās reakcijas maiņstrā-

vas gadījumā notiek pie lielākiem strāvas blīvumiem. Elektroķīmiskās iedarbības rezultātā tiek traucētas organisma funkcijas, un tas var būt pat nāves cēlonis. Tomēr sadzīvē mums galvenokārt ir darīšana ar maiņstrāvu un maziem strāvas blīvumiem, tādēļ ķīmiskā iedarbība uz cilvēka organismu izpaužas daudz vājāk par citiem elektriskās strāvas iedarbības veidiem.

2. Fizikālā iedarbība kā līdzstrāvas, tā maiņstrāvas gadījumā izpaužas galvenokārt kā strāvas siltumiedarbība.

Šī iedarbība uz cilvēka organismu var būt tieša un netieša. Elektriskās strāvas tieša iedarbība notiek saskaņā ar Džoula–Lenca likumu, kad, strāvai plūstot caur cilvēka organismu kā elektrisku pretestību, izdalās siltums, kura daudzums ir tieši proporcionāls strāvas stipruma kvadrātam, cilvēka elektriskajai pretestībai un strāvas plūšanas laikam. Cilvēks var apdedzināties netieši, tas ir, pieskaroties strāvas iedarbībā sakarsušiem priekšmetiem vai no elektriskā loka dzirksteļošanas.

Apdegumus var iedalīt 4 pakāpēs: pirmās pakāpes apdegumi – ādas apsārtums, otrās pakāpes – apdegumi – tūzinas, trešās pakāpes – ādas pārogļošanās un ceturtās pakāpes – ķermeņa audu, muskuļu un kaulu pārogļošanās.

No elektriskās strāvas var veidoties elektriskais loks, kura rezultātā var rasties dzirksteles, intensīvs infrasarkanais, ultravioletais un redzamās gaismas starojums. Gan elektriskās dzirksteles, gan intensīvais starojums var izsaukt ādas apdegumus un ir sevišķi bīstams acīm.

Elektriskās strāvas plūšanas rezultātā cilvēka ķermenī var veidoties “elektriskās zīmes” (parasti ķermeņa virspusē – zemādas audos) – sāpīgas dzeltenīgas tūzinas ar cietu vidusdaļu. Tas notiek samērā reti, tomēr ir bīstami, jo bojātie ķermeņa audi atmirst. Elektriskā loka gadījumā papildus var veidoties ādas elektrometalizācija – metālisko daļiņu iespiešanās ādā.

3. Psihofizioloģiskā elektriskās strāvas iedarbība izpaužas gan kā psihiskā, gan kā fizioloģiskā iedarbība.

Psihiskā iedarbība ir atkarīga no cilvēka psihiskā stāvokļa, bet fizioloģiskā iedarbība no ķermeņa fiziskā stāvokļa. Jūtīgāki pret strāvas iedarbību ir tie, kuri slimo ar sirds, asinsvadu, plaušu un citām slimībām, kā arī cilvēki, kuri lietojuši alkoholu vai medicīniskus preparātus. Elektriskās strāvas iedarbību iedala šādās pakāpēs:

- Elektriskās strāvas trieciens.

Cilvēka organisms var sajust elektrisko strāvu jau 0,2 – 1,3 mA (1mA = 0,001A), turklāt sievietes ir jutīgākas nekā vīrieši. Pie šādām nelielām strāvām izpaužas galvenokārt psihiska iedarbība, jo fizioloģiskas organisma pārmaiņas nav novērotas. Psihiski pārdzīvojumi no elektriska strāvas trieciena var būt ļoti dažādi – no nespējas darbu turpināt līdz traumas uztveršanai kā joku. Tiek uzskatīts, ka elektriskās strāvas iedarbība līdz 10 mA nav bīstama cilvēka dzīvībai.

- “Satverošā strāva” izsauc krampjveidīgu muskuļu savilkšanos, un cilvēks pats nevar atbrīvoties no strāvas iedarbības.

Iespējama balss saišu paralīze, un cilvēks nevar pasaukt palīgā. Strā-

vas iedarbības pakāpe tad lielā mērā atkarīga no iedarbības laika. Ja strāvas iedarbība kaut kādu iemeslu dēļ netiek pārtraukta, bet cilvēks pats nevar no tās atbrīvoties, tad strāvas iedarbības rezultātā cilvēka elektriskā pretestība samazinās. Strāvas stiprums pieaug, un cilvēkam strāvas iedarbība var kļūt nāvējoša. “Satverošās strāvas” stāvoklis var iestāties pie dažu desmitu mA stipras strāvas.

- Elektriskā strāva var būt nāvējoša.

50 – 60 mA stipra strāva izsauc sirds fibrilāciju, pie 80 mA tiek paralizēta elpošana un 100 mA un vairāk ir nāvējoša. Taču ir zināmi atsevišķi gadījumi, kad cilvēks pārcietis stiprākas strāvas triecienu un palicis dzīvs, kā arī gadījumi, kad cilvēks aizgājis bojā pie strāvas, kuras stiprums parasti cilvēkiem nav bīstams. Visos gadījumos ļoti svarīgs ir cilvēka psihofizioloģiskais stāvoklis un strāvas iedarbības ilgums.

4. Mehāniski cilvēka ķermeņa bojājumi.

Mehāniski ķermeņa bojājumi var veidoties, cilvēkam krītot, piemēram, no augstuma pēc elektriskās strāvas trieciena. Strāvas iedarbības rezultātā tie var veidoties no cilvēka ķermeņa audu plīsumiem, sastiepumiem vai izmežģījumiem.

Elektriskās strāvas iedarbība

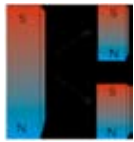
Strāvas stiprums	Sajūta	Iedarbība
0,1 – 1 mA	Nejūt	Muskuļu kairinājums
1 – 10 mA	Roku trīce, sāpes	Kontrakcijas pirkstos, krampji
10 – 15 mA	Siltums, ar grūtībām var at-raut rokas no strāvas avota	Sirds ritma traucējumi
15 – 25 mA	Roku muskuļu paralīze	Iespējama elpošanas apstāšanās, pieaug asinsspiediens, iespējama arī bezsamaņa
25 – 80 mA	Sirdsdarbības traucējumi	Iespējama sirds apstāšanās, bezsamaņa
80 – 100 mA	Elpošanas paralīze, dažās sekundēs nāve	Bezsamaņa
100 mA un vairāk	Nāve	



10.3. att. Pastāvīgie magnēti



10.4. att. Magnēta orientēšanās Zemes



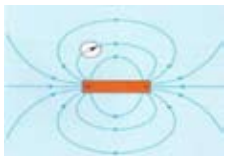
10.5. att. Pastāvīgā magnēta sadalīšana



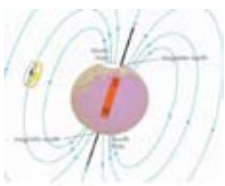
10.6. att. Dzelzs skaidiņas pielip magnētam



10.7. att. Magnētiskā lauka līniju



10.8. att. Stienveida magnēta magnētiskā lauka līnijas



10. MAGNĒTISMS

10.1. Pastāvīgie magnēti

Vārds “magnēts” cēlies no Senās Grieķijas pilsētas Magnēzijas nosaukuma, kuras tuvumā atrodamas īpašas dzelzsrūdas iegulas. Šīs rūdas gabaliņi ir magnetizēti – tie spēj pievilkt sīkus dzelzs un niķeļa priekšmetus, iedarbojoties uz tiem ar magnētisko spēku.

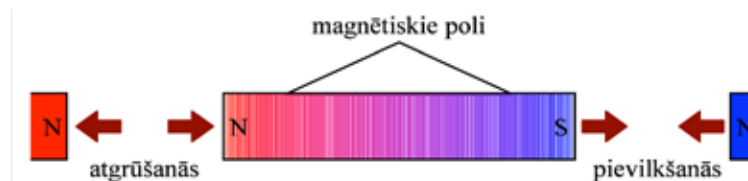
Ja rūdas stienīti iekāra diegā, tas pagriežas ziemeļu – dienvidu virzienā.

Vēlāk cilvēki iemācījās mākslīgi magnetizēt dzelzs, niķeļa vai kobalta priekšmetus, novietojot tos cita spēcīga magnēta tuvumā. Magnēti var būt dažādas formas – stienveida, pakavveida, gredzenveida.



Pols ir magnēta punkts, kurā šķietami koncentrēts tā magnētiskais spēks. Ikvienam magnētam ir divi poli – ziemeļpols (N) un dienvidpols (S).

Polus nosaka pēc magnēta ieņemtā stāvokļa – brīvi iekārta magnēta ziemeļpols pavēršas ziemeļu, bet dienvidpols – dienvidu virzienā. Visiem magnētiem ir vienāds abu tipu polu skaits. **Pretējie poli pievelkas, bet vienādie poli atgrūžas.**



10.1. att. Magnētu polu mijiedarbība

Magnētiskie poli nav atdalāmi – sadalot magnētu uz pusēm, rodas divi magnēti, katram no tiem ir N un S pols.

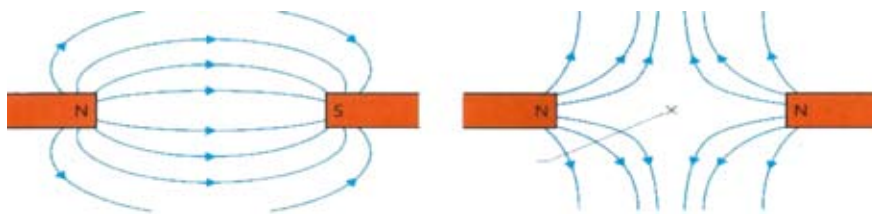
Novērojumi rāda, ka magnēti iedarbojas viens uz otru no attāluma – tāpat ap tiem pastāv magnētiskais lauks.

Magnētiskais lauks ir telpas apgabals ap **magnētu**, kurā uz objektu darbojas **magnētiskais spēks**.

Magnētiskā lauka stiprumu un virzienu attēlo ar **magnētiskā lauka indukcijas līnijām**. Par lauka virzienu pieņem virzienu, kurā lauka ietekmē pagrieztos magnēta ziemeļpols. **Jo tuvāk viena otrai ir indukcijas līnijas, jo spēcīgāks ir magnētiskais lauks.**

Magnētiskā lauka līniju izvietojumu var iegūt, izkaisot dzelzs skaidiņas ap magnētu, vai ar **pierakstošo kompasu** (mazs kompass bez debespūšu virziena atzīmēm), fiksējot tā orientāciju dažādos punktos (sk 10.8. att.).

10.9. att. Zemes magnētiskā lauka līnijas

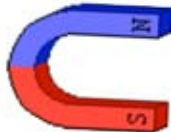


10.2. att. **Magnētiskā lauka līnijas**

Tas, ka brīvi iekārti magnēti vienmēr orientējas noteiktā virzienā, izskaidrojams ar to, ka Zeme ir liels magnēts. Var iztēloties, ka Zemes iekšienē atrodas ziemeļu – dienvidu virzienā orientēts stienņveida magnēts.

Tomēr Zemes ģeogrāfiskie un magnētiskie poli precīzi nesakrīt. Katrai vietai uz Zemes ir sava deklinācija – leņķis starp magnētisko un ģeogrāfisko meridiānu.

10. 1. Analizē apgūtos materiālus un aizpildi tabulu!

Pastāvīgie magnēti:	
Forma	 
Apzīmējums	N – magnēta _____ pols S – _____ pols
Veids	_____ magnēts – magnētiskā dzelzsrūda _____ – tērauds, niķelis, kobalts

10.2. Izlasi tekstu un papildini to! Uzdevuma izpildei izmanto atslēgas vārdus un apzīmējumus: *vienādie, magnētiskais, divi, ietekmē, noslēgtās, ziemeļu, dienvidu, izzūd.*

Ķermeņu magnētiskās īpašības:

Pretējie magnētu poli pievelkas, _____ atgrūžas. Apkārt katram magnētam ir _____ lauks. Magnētam ir _____ poli: ziemeļu (N) un dienvidu (S), kuri atšķiras ar savām īpašībām.

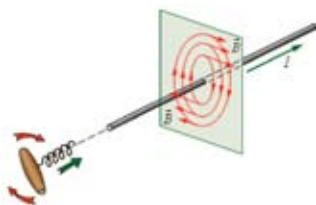
Viena magnēta magnētiskais lauks _____ citu magnētu un otrādi, otrā magnēta magnētiskais lauks iedarbojas uz pirmo.

Magnētiskā lauka strāvas magnētiskās līnijas, kā arī magnētiskā lauka magnētiskās līnijas – _____ līnijas. Magnētiskās līnijas iziet no _____ pola un ieiet _____ polā, noslēdzoties magnētā. Ar spēcīgu uzsildīšanu magnētiskās īpašības izzūd kā dabas, tā arī mākslīgiem magnētiem. Magnēti izrāda savu ietekmi caur stiklu, ādu vai ūdeni.

10.2. Elektromagnētisms



Dāņu fiziķis H. Ersteds 1820. gadā konstatēja, ka pa vadu plūstoša elektriskā strāva telpā rada ap vadu **magnētisko lauku**. Šo parādību sauc par **elektromagnētismu**.



10.11. att. Taisna strāvas vada magnētiskais lauks

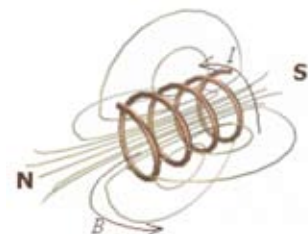
Lauka forma ir atkarīga no vada formas un plūstošās strāvas. Šo magnētisko lauku var attēlot tāpat kā **pastāvīgā magnēta** lauku.

Maksvela labās vītnes skrūves likums nosaka, ka magnētiskā lauka virziens ap vadu, pa kuru plūst strāva, sakrīt ar virzienu, kādā griežas skrūve, ja tā pārvietojas strāvas plūšanas virzienā (10.11.att.).

Ap taisnu vadu, kurā plūst strāva, rodas visai vājš magnētiskais lauks. Lai iegūtu stiprāku lauku, no vada jāuztīn spole.

Spole – noteikts skaits izolētas vadītāja stieples vijumu ap noteiktas formas **karkasu**.

Spoli, kuras garums ir lielāks salīdzinājumā ar tās diametru, sauc par **solenoidu**. Solenoīda radītais magnētiskais lauks ir līdzīgs stienmagnēta radītajam magnētiskajam laukam (sk. 10.12. attēlu). Polu izvietojums ir atkarīgs no strāvas plūšanas virziena (sk.10.13. attēlu).

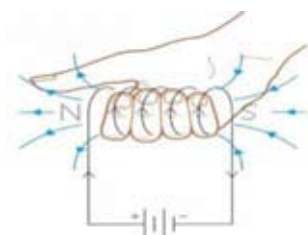


10.12. att. Stienveida magnēta un spoles magnētiskie lauki

Labās rokas likums nosaka – ja ar labās rokas plaukstu aptver vadu tā, ka īkšķis ir vērsts strāvas plūšanas virzienā, tad pārējie četri pirksti rāda magnētiskā lauka indukcijas līniju (10.13. att.).

Spoles magnētiskā lauka stiprumu nosaka vijumu skaits. Arī **serde** (materiāls, ko aptver spole) nosaka lauka stiprumu. Piemēram, mīksta dzelzs serde, rada spēcīgu magnētisko lauku, un to izmanto **elektromagnētos**. **Elektromagnēts** ir magnēts, kuru var ieslēgt un izslēgt, vienkārši ieslēdzot un izslēdzot strāvu. Praksē elektromagnētus izveido tā, ka to pretējie **poli*** atrodas tuvu viens otram, radot spēcīgu magnētisko lauku.

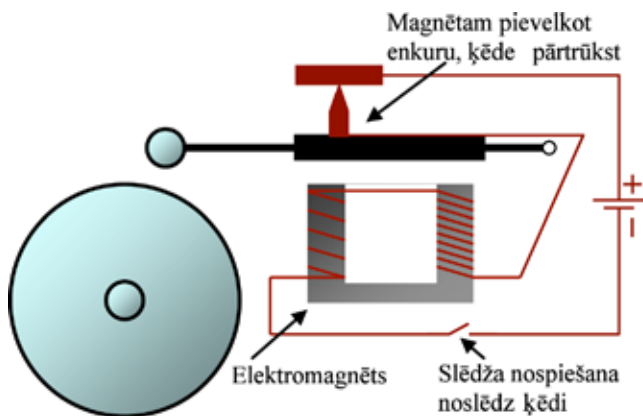
Elektromagnētiem ir daudz dažādu izmantošanas veidu, piemēram, zvanos, relejos, telefona sakaros, kravu pārvietošanai (skat. attēlus 10.15. – 10.17.).



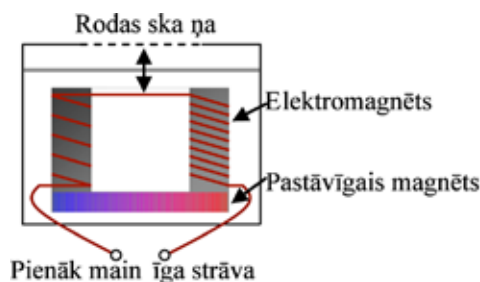
10.14. att. Labās rokas likums



10.15. att. Elektromagnēts



10.16. att. Elektriskais zvans



10.17. att. Telefona klausule

Magnētiskā lauka iedarbība uz vadu, kurā plūst strāva

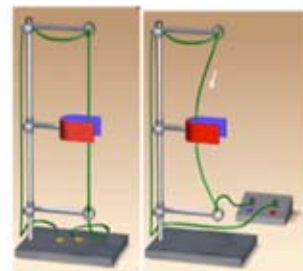
Ja vadītāju, kurā plūst strāva, novieto magnētiskajā laukā, uz šo vadītāju darbojas spēks – strāvas vada radītais magnētiskais lauks mijiedarbojas ar ārējo magnētisko lauku. Šo spēku sauc par Ampēra spēku (10.19. att.).

Spēka virziens atkarīgs no strāvas virziena vadītājā un ārējā magnētiskā lauka indukcijas līniju virziena.

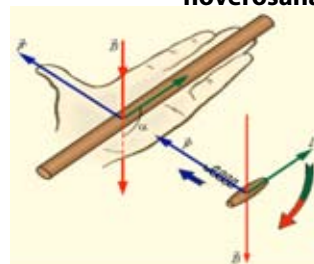
Spēka darbības virzienu (vadītāja iespējamās kustības virzienu) nosaka kreisās rokas likums:

Ja kreiso roku noliek tā, lai magnētiskā lauka indukcijas līnijas ieietu plaukstā perpendikulāri tai un četri izstieptie pirksti būtu vērsti strāvas virzienā, tad par 90° atliektais īkšķis rāda Ampēra spēka virzienu, kas darbojas uz vadītāju (10.20. att.).

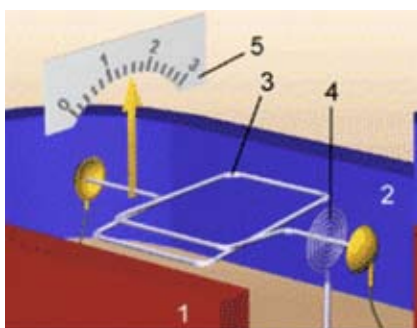
Ampēra spēks ir daudzu elektrisko mēraparātu un elektrodzinēju darbības pamatā (10.21., 10.22. att.). Visvienkāršākajā veidā to var ilustrēt, aplūkojot spēkus, kas darbojas uz vadītāja rāmīti, kurš novietots magnētiskajā laukā (10.23. att.).



10.19. att. Ampēra spēka novērošana



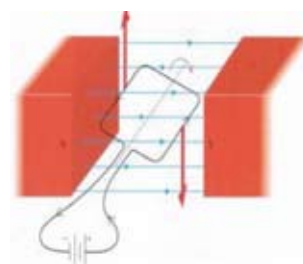
10.20. att. Kreisās rokas likums



10.21. att. Ampērmetra darbības princips

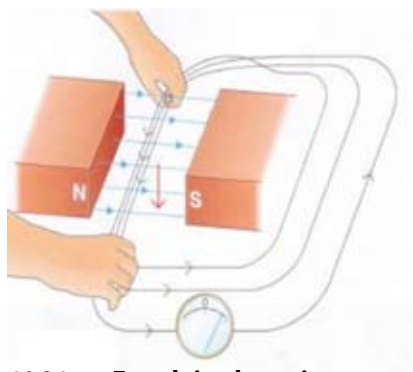


10.22. att. Elektriskā urbja mašīna



10.23. att. Spēku darbība uz vadītāja rāmīti, kurā plūst strāva

Elektromagnētiskā indukcija



10.24.att. Faradeja eksperiments

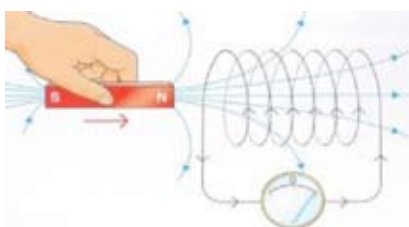
Maikls Faradejs atklāja, ka līdzīgi kā strāva, plūstot caur magnētisko lauku, rada kustību, tā vadītāja kustība magnētiskajā laukā rada elektrisko strāvu vadītājā. Šī parādība, ko sauc par elektromagnētisko indukciju, novērojama ikreiz, kad vadītājs atrodas mainīgā magnētiskajā laukā (10.24. att.).

Faradeja indukcijas likums nosaka, ka elektrodzinējspēks, kas inducējas vadītājā, ir tieši proporcionāls magnētiskā lauka izmaiņas ātrumam.

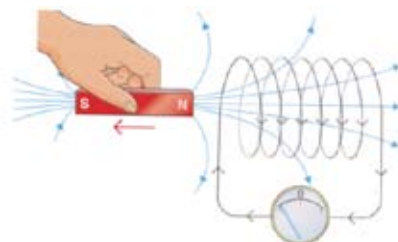
Lenca likums nosaka, ka inducētais elektrodzinējspēks vienmēr darbojas pretī tā izraisītājam – vadītājā radušās strāvas virziens vienmēr ir tāds, ka tās radītais lauks kompensē magnētiskā lauka izmaiņas (10.25., 10.26. attēli)



10.28. att. Inducētās strāvas virziena noteikšana



10.25. att. Lenca likums

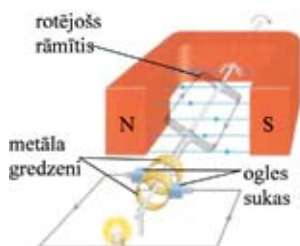


10.26. att. Lenca likums

Inducētās strāvas virzienu var noteikt ar labo roku, ja zināms magnētiskā lauka virziens un vadītāja kustības virziens (sk. 10.27. attēlu).

Fleminga labās rokas likums.

Ja labo roku novieto tā, ka magnētiskā lauka līnijas ieiet plaukstā un par 90° atliektais īkšķis rāda vadītāja kustības virzienu, tad četri izstieptie pirksti norāda inducētās strāvas virzienu vadītājā.

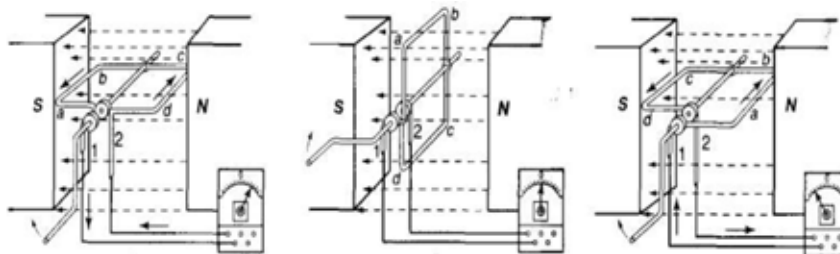


10.29. att. Rāmītis griežas magnētiskajā laukā

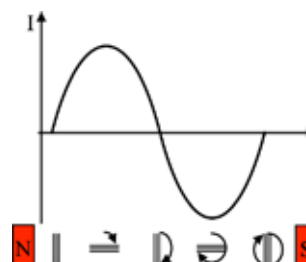
Mūsdienu elektroenerģijas **ražošanas** pamatā ir elektromagnētiskās indukcijas parādība.

Elektroģeneratora darbības principu ērti izskaidrot, aplūkojot taisnstūrveida rāmīša rotāciju magnētiskajā laukā (10.28. att.).

10.27. att.



Ģenerators jeb dinamomašīna ir iekārta, kuru lieto, lai no mehāniskās enerģijas iegūtu elektrisko strāvu. Vienkāršākajā ģeneratorā maiņstrāva – strāva, kuras virziens un maksimālā vērtība mainās ar noteiktu frekvenci (10.30. att.) – inducējas spolē, kura griežas magnētiskajā laukā (10.29. att.). Līdzstrāvas ģeneratoram, tāpat kā elektrodzinējam, ir kolektors, kas nodrošina strāvas plūsmu vienmēr vienā virzienā. Praksē izmantojamo ģeneratoru uzbūve ir daudz sarežģītāka (10.31. att.).



10.30. att. **Maiņstrāva**

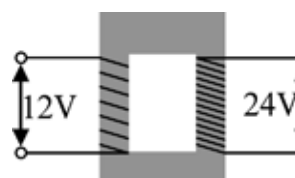


10.31. att. **Ģenerators**

Sadzīvē izmantojam maiņstrāvu, kuras frekvence ir 50 Hz, bet spriegums – 230V.

Liela maiņstrāvas priekšrocība ir tā, ka ļoti viegli var mainīt spriegumu izmantojot **transformatorus**.

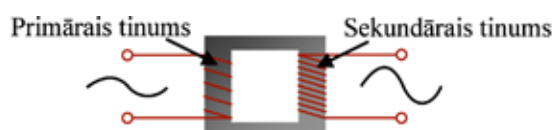
Arī transformatora darbības pamatā ir elektromagnētiskās indukcijas parādība. Transformators sastāv no noslēgtas dzelzs serdes un divām spolēm (primārās un sekundārās) ar atšķirīgu vijumu skaitu (10.32.att.).



10.32. att.

Maiņstrāva, kas plūst primārajā spolē, rada serdē mainīgu magnētisko lauku, kurš savukārt sekundārajā spolē inducē tādas pašas frekvences maiņstrāvu. Spriegumi primārajā un sekundārajā spolē ir proporcionāli vijumu skaitam šajās spolēs.

Transformatorus ļoti plaši izmanto elektroenerģijas pārvadē – lai samazinātu zudumus, pārvadot strāvu lielos attālumos, tās spriegumu paaugstina līdz pat 330 kV.



10.33. att. **Paaugstinošais transformators**



10.34. att. **Pazeminošais transformators**

10.3. Atrodi nepareizo atbildi un paskaidro!

1. Spoles magnētisko lauku var palielināt
 - 1.1. palielinot strāvas spēku caur spoli;
 - 2.1. tinot lielāku apgriezīnu skaitu (piemēram, vairākos slāņos);
 - 3.1. ievietojot spolē kodolu no vara vai citiem labiem strāvas vadītājiem;
 - 4.1. ievietojot spolē tērauda kodolu.

2. Kādas ierīces izmanto strāvas regulēšanai elektromagnēta spolē?
Kāpēc?
1. Drošinātāju.
2. Reostatu.
3. Atslēgu.

10.4. Veidojiet tekstus no A, B, C, frāzēm!

- A. Spoles magnētiskā lauka iedarbība ar strāvu uz magnētisko bultu ar spēka palielināšanos ķēdē;
ar spēka samazināšanos ķēdē;
ar bultas pārvietošanu no spoles.
- B. 1. palielinās
2. samazinās
3. nemainās
- C. Ja spolē, nemainot strāvas stiprumu tajā, ievieto dzelzs serdi, tad spoles magnētiskais lauks..
1. pastiprinās;
2. pavājinās;
3. nemainās.

10.5. Pārbaudi savas zināšanas! Izpildi testu!

1. Zinātnieks, kurš izpētīja strāvas vadītāju mijiedarbību :
a) Ersteds; b) Ampērs; c) Faradejs;
d) Ņūtons; e) Kulons; f) Rezerfords.
2. Izmainoties strāvai strāvas vadītājā, magnēta bulta, kas novietota strāvas vadītāja tuvumā, būs neitrālā stāvoklī;
a) pagriezīsies par 180°; b) pagriezīsies par 90°;
c) griezīsies apkārt savai asij; d) svārstīsies;
3. Kā līdzstrāvas ietekmē novietojas dzelzs skaidiņas magnētiskajā laukā?
a) haotiski;
b) taisnās līnijās gar vadiem;
c) koncentriskas riņķa līnijas, kas attiecas uz vadiem;
d) koncentriskas riņķa līnijas, netālu no vadiem ar strāvu.

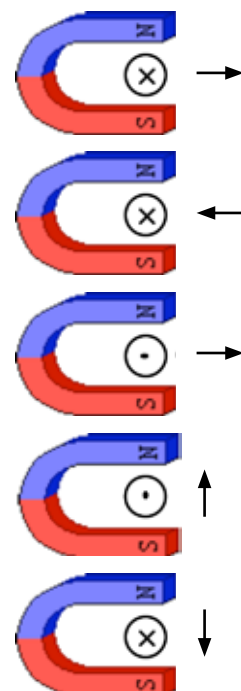
5. Ķermeni, kurš ilgu laiku saglabājis magnetizāciju, sauc par ...
 a) elektromagnētu; b) magnētu;
 c) strāvas avotu; d) elektrodzinēju.
6. Kādas vielas vāji pievelk magnēts?
 a) čugunu; b) tēraudu; c) stiklu;
 d) niķeli; e) kobaltu; f) dzelzi;
7. Kurš no apgalvojumiem ir patiess?
 a) pretējie magnētu poli atgrūžas, bet vienādie – pievelkas;
 b) vienādie magnēta poli pievelkas, bet pretējie magnēta poli – atgrūžas;
 c) visas magnētiskās līnijas iziet no dienvidu pola un ieiet ziemeļu polā, noslēdzoties tajā;
 d) visas magnētiskās līnijas iziet no ziemeļu pola un ieiet dienvidu polā, noslēdzoties tajā;
 e) visas magnētiskās līnijas iziet no ziemeļu pola un aiziet bezgalībā.
8. Magnētiskā anomālija ir tāda parādība, kad var novērot:
 a) kompasa bultas atmagnetizēšanos stipras sasilšanas dēļ;
 b) apakšējo atmosfēru slāņu spīdēšanu, tāpēc ka Zemes magnētiskais lauks satvēris Saules izmestās daļiņas spēcīga Saules uzliesmojuma momentā;
 c) magnētiskās bultas pastāvīgu novirzīšanos no Zemes magnētisko līniju virziena;
 d) spēcīgu magnētisko lauku rašanos, kas izraisa magnētiskās vētras.
9. Kurā no zīmējumiem pareizi attēlots strāvas virziens vadītājā, kurš kustas magnētiskajā laukā?
 a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 1,3
10. Elektrodzinējs sasniedz lietderības koeficientu.
 a) līdz 30% b) līdz 40% c) līdz 50%
 d) līdz 80% e) līdz 98% f) līdz 100%

11. Par elektromagnētisko indukciju sauc parādību,
 a) kad rodas magnētiskais lauks apkārt vadītājam, caur kuru plūst elektriskā strāva;
 b) kad magnētiskā bulta magnēta tuvumā pagriežas;
 c) kad rodas elektriskā strāva nekustīgā vadītājā;
 d) kad rodas elektriskā strāva vadītājā, kurš šķērso magnētiskās līnijas.

10.6. Izlasi tekstu! Sadali to rindkopās, uzraksti virsrakstus, izveido jautājumus!

Magnetīta (vai magnētiskās dzelzsrūdas) īpašība piesaistīt dzelzs priekšmetus bija zināma jau senos laikos. Vārds „magnēts” cēlies no rūdas nosaukuma, kuru ieguva Magnēzijā jau pirms 2500 gadiem. Magnetīts ir minerālis, kurš sastāv no FeO (31%) un Fe_2O_3 (69%).

Saskaņā ar ķīniešu leģendu imperators Hvangs Ti (ap 2600 gadu



p. m. ē.) vadīja savu pulku cauri biezai miglai, izmantojot magnētisku figūriņu, kura griezās ap savu asi un vienmēr norādīja uz dienvidiem. Kopš II gadsimta Ķīnā tika ražoti pastāvīgie magnēti, kas ilgu laiku saglabā magnētiskās īpašības.

Tūkstošiem gadu par tikpat noslēpumainu un lietderīgu uzskatīja citu akmeni – magnētu. Dažādās valstīs nosaukums tika tulkots kā mīlošs, mīļākais. Tik poētiski tika uzsvērtā magnēta gabalu īpašība – piesaistīt dzelzi.

1269. gadā franču pētnieks P. Marikurs (pseidonīms Peregrins) ieviesa magnētiskā pola jēdzienu. Novietojot tērauda adatas blakus magnetīta lodei, Peregrins ievēroja, ka tās netālu no diviem diametrāli pretējiem punktiem izjūt nelielu pievilkšanos. Tikai polu tuvumā adata orientējas ļoti izteikti. Magnēts, kuru izgatavoja Peregrins, bija stienņa veidā un orientējās dienvidu – ziemeļu virzienā līdzīgi kā kompasa adata. Magnēta polu, kas norādīja uz ziemeļiem, nosauca par ziemeļu (N (Z)) polu, bet to, kas norādīja uz dienvidiem – dienvidu (S (D)) polu. Peregrina izmēģinājumi parādīja, ka vienāda nosaukumu magnētiskie poli atgrūž viens otru, bet pretēju nosaukumu pievelk.

1600. gadā Anglijas karalienes Elizabetes I ārsts Viljams Hilberts pieņēma, ka Zeme ir liels dabīgs magnēts, bet kompasa adatas (līdzīgas Peregrina izmēģinājuma adatām) norāda tā polu virzienus. Gandrīz 50 gadus vēlāk Renē Dekarts pieņēma, ka pastāvīgais magnēts iedarbojas uz sīkajām dzelzs skaidām, kas apbērtas tam apkārt, līdzīgi Zemei, kura orientē kompasa adatu. Tā viņš pierādīja, ka telpā ir magnētiskā iedarbība (lauks).

Līnijas, kuras ar magnētadatas vai dzelzs skaidu palīdzību parāda magnētisko lauku, sāka saukt par magnētiskā lauka spēka līnijām. Vairāk nekā četrus gadsimtus laikā vienīgais praktiski izmantojamais magnētisma avots bija magnētiskā dzelzsrūda.

Pirmās kopsakarības starp elektrību un magnētismu fiksētas 1735. gadā vienā no Londonas zinātniskajiem žurnāliem. Rakstā atzīmēts, ka zibens spēriena rezultātā istabā uz dažādām pusēm bija izmētātas un stipri magnetizētas dakšiņas un naži. Šis paziņojums liecināja par elektriskās izlādes vai strāvas magnētisko ietekmi uz metāla priekšmetiem.

Taču elektrības un magnētisma kopsakarību atminējums radās tikai pēc tam, kad pētnieki iemācījās iegūt elektrisko strāvu. 1820. gadā tika izdarīts viens no svarīgākajiem atklājumiem fizikas vēsturē, kad Kopenhāgenas Universitātes profesors Erstedes lekcijas laikā studentiem demonstrēja strāvas vada uzsildīšanu ar elektrisko strāvu. Ersteda uzmanību pievērsa fakts, ka uz galda nejauši atstāta kompasa adata, pieslēdzot strāvu, pagriežas gandrīz perpendikulāri vadam. Magnētisma dabas izpētē lielu ieguldījumu ir devis franču zinātnieks A. Ampērs. Ampērs izvirzīja hipotēzi, ka ķermeņa magnētiskās īpašības nosaka slēgtās elektriskās strāvas tā iekšienē. Pastāvīgā stienņveida magnēta un strāvas vada spoles indukcijas līniju līdzība uzskatāmi pierāda šo hipotēzi. Zemes magnētismu, saskaņā ar Ampēra hipotēzi, izsauc strāvas, kuras plūst ap Zemi no rietumiem uz austrumiem. Vienlaikus Zemes magnētiskā lauka indukcijas līnijām ir līdzība ar stienņveida magnēta

indukcijas līnijām. Šī magnēta ziemeļu pols N ir tuvs Zemes Dienvidu polam, bet dienvidu S – Ziemeļu polam. Zemes magnētiskie poli novirzīti no tuvākajiem ģeogrāfiskajiem poliem apmēram par 800 km, bet magnēta ass ar Zemes asi veido $11,5^\circ$ leņķi.

Magnētiskās adatas ziemeļu pols orientējas pa Zemes magnētiskā lauka indukcijas līniju un tāpēc norāda uz dienvidu magnētisko polu (vai gandrīz uz ģeogrāfisko Ziemeļu polu). Īstenībā Zemes magnētisma daba ir daudz sarežģītāka, nekā uzskatīja Ampērs. Ir daudz argumentu par labu tam, ka pēdējo 170 mlj. gados 300 reižu Zemes magnētiskie poli mainījušies vietām. Pēdējo reizi šāda inversija ir notikusi pirms apmēram 30 000 gadiem.

11. SILTUMS

11.1. Siltuma parādības, siltuma avoti

Īpašā sajūta, ko mēs uztveram ar savu ķermeni un raksturojam ar vārdiem „silts”, „auksts”, „karsts”, „vēss”, ir **siltuma sajūta**. Ļoti bieži siltums rodas degšanas rezultātā, bet siltums var rasties arī berzes rezultātā, ķēdē plūstot elektriskajai strāvai vai notiekot dažādām ķīmiskām reakcijām.

Ikdienā novērojam dažādus ar siltumu saistītus **procesus un parādības**:

- **termisko izplešanos** – ķermeņu izmēru un tilpuma maiņu, tiem sasilstot;
- dažādu vielu **agregātstāvokļu maiņu** – kušanu, sacietēšanu, iztvaikošanu, vārīšanos;
- **difūziju** – vairāku vielu molekulu patvaļīgu sajaukšanos, kas siltumā norisinās ātrāk;
- dažādu **īpašību** – ķermeņa krāsas, elektriskās pretestības u. c. **izmaiņu** sasilstot vai atdziestot.

Lai notiktu siltumparādības, nepieciešami dabiski vai mākslīgi **siltuma avoti**, kuros dažāda veida enerģija (ķīmiskā, mehāniskā, elektriskā, kodolenerģija) pārvēršas siltumenerģijā.

Galvenais siltuma avots uz Zemes ir Saule.

Dabiskie siltuma avoti			Mākslīgie siltuma avoti		
					
11.1. att. Saule	11.2. att. Vulkāns	11.3. att. Geizers	11.4. att. Svece	11.5. att. Gludeklis	11.6. att. Gāzes plīts

11.1. Uzraksti 5 dabiskos un 5 mākslīgos siltuma avotus!

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

11.2. Siltuma daba

Jau zinām, ka visi ķermeņi un vielas sastāv no sīkām daļiņām, kas nepārtraukti haotiski kustas un mijiedarbojas savā starpā (skat. 4. lpp.). To apliecina Brauna kustība un difūzijas parādība.

Līdz 19. gs. sākumam valdīja maldīgs priekšstats, ka siltums ir īpašs šķidrums (siltumradis jeb flogistons), kas atrodams ķermenī, nosaka

tā sasilumu un var pārplūst no viena ķermeņa uz citu. Jau 17. gs. F. Bēkons izvirzīja hipotēzi, ka siltums būtībā ir daļiņu kustība, 18. gs. beigās H. Deivijs un B. Rumfords šo hipotēzi pierādīja – **jo ātrāk kustas ķermeņa atomi vai molekulas, jo siltāks tas ir – siltums ir ķermeņa atomu un molekulu haotiskās kustības rezultāts.**

Ķermeņu un vielu molekulu haotisko kustību sauc par **siltumkustību**.



Daļiņu **siltumkustības kinētiskā enerģija** kopā ar daļiņu **savstarpējās mijiedarbības potenciālo enerģiju** kopā veido ķermeņa **iekšējo enerģiju**. Kopā ar ķermeņa mehānisko enerģiju iekšējā enerģija veido ķermeņa **pilno enerģiju**.

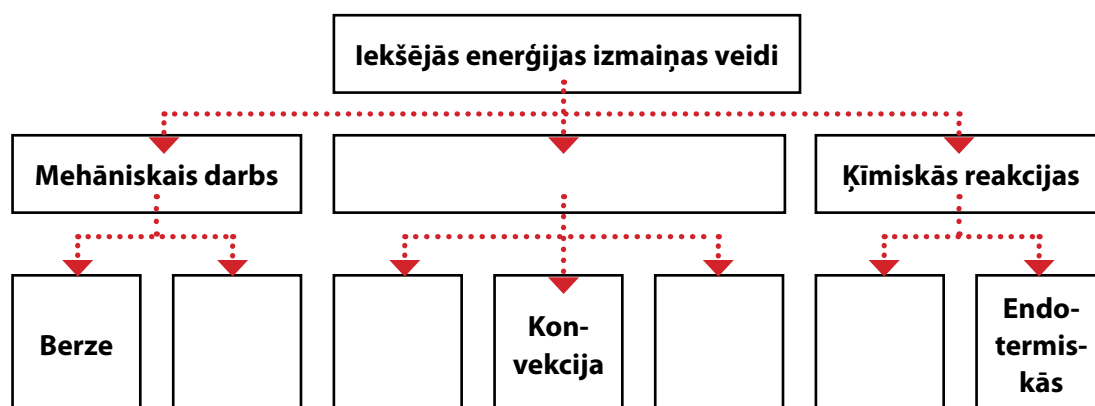
Ķermeņa iekšējā enerģija var mainīties:

- ķermenim sasilstot vai atdziestot – tad mainās molekulu haotiskās kustības vidējais ātrums;
- pārejot no viena agregātstāvokļa citā vai deformējoties – tad mainās ķermeņa molekulu savstarpējās mijiedarbības enerģija;
- pašam ķermenim pastrādājot darbu (piemēram, gāze, strauji izplešoties, atdziest).

Tātad **ķermeņa iekšējo enerģiju mēs varam mainīt** divos veidos:

- **siltumapmaiņas procesā** ar citiem ķermeņiem;
- **mehāniskā darba procesā** – berzējot, deformējot vai trieciena rezultātā.

11.2. Papildini shēmu!



11.3. Temperatūra un termometri

„Silts” un „auksts” ir subjektīvas sajūtas – ķermeņi var šķist siltāki vai aukstāki atkarībā no tā, vai mūsu rokas ir siltas vai nosalušas. Nepieciešams objektīvs raksturlielums – fizikāls lielums, kas raksturo ķermeņa sasiluma pakāpi. Šāds fizikāls lielums ir **temperatūra**. Ķermeņu temperatūras mērīšanas pamatā ir fakts, ka saskarē esošu ķermeņu temperatūra izlīdzinās.

Lai mērītu temperatūru,

- nepieciešama mērierīce – **termometrs**.

Termometra izveidošanai var izmantot kādas vielas vai ķermeņa īpašību maiņu atkarībā no sasiluma pakāpes (ķermeņa izmēru, krāsas, elektriskās pretestības u. c. izmaiņu).



11.7. att. Termometri

Ļoti bieži izmanto šķidrumu termisko izplešanos – piemēram, dzīvsudraba un spirta termometros. Ērtības labā termometra vielu iepilda rezervuārā, kas savienots ar tievu stikla caurulīti – tā vieglāk novērot pat nelielas tilpuma izmaiņas.

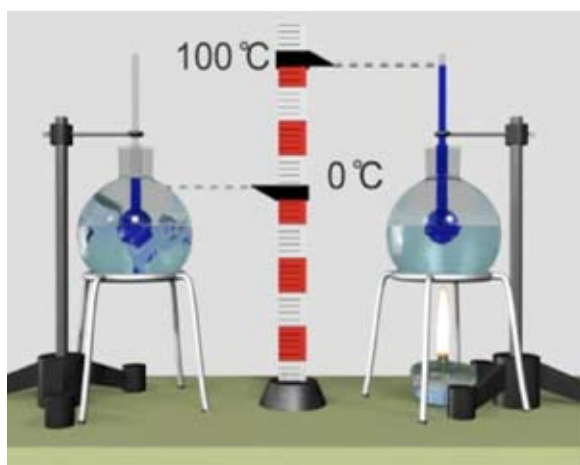
- jāvienojas par temperatūras mērvienībām (skalū).

Veidojot skalu temperatūras mērīšanai, jāizvēlas atbalsta punkti.

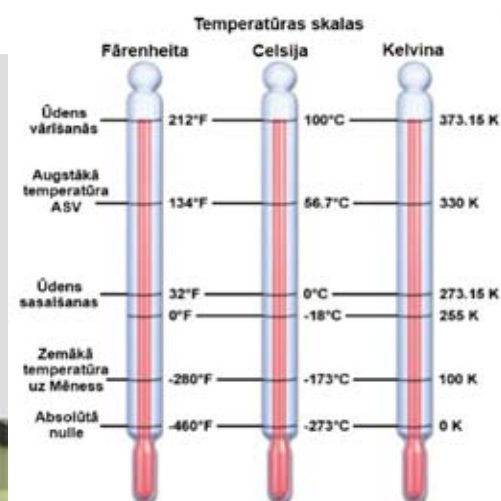
Cilvēki ir novērojuši, ka noteikti procesi, piemēram, ledus kušana vai ūdens vārīšanās normālā atmosfēras spiedienā notiek pie kādas konkrētas sasiluma pakāpes. Šīs sasiluma pakāpes (temperatūras) var izmantot par termometra skolas atbalsta punktiem – atzīmējot šķidruma stabiņa stāvokli, kad termometrs atrodas termiskā līdzsvarā ar ledus-ūdens maisījumu un kad tas atrodas ūdenī, kas vārās. Attālumu starp šīm atzīmēm var sadalīt iedaļās. Iedaļas vērtību sauc par grādu un to pieņem par temperatūras vienību.

Celsija skalā šis attālums sadalīts 100 daļās ($^{\circ}\text{C}$), **Reomīra** skalā – 80 daļās ($^{\circ}\text{R}$).

Vēsturiski izveidojušās arī skolas ar citiem atbalsta punktiem, piemēram, **Fārenheita** skala.



11.8. att. Celsija skolas veidošana



11.9. att. Temperatūras skolas

Temperatūras SI vienība ir Kelvins (K) – absolūtās jeb termodinamiskās temperatūras skalas mērvienība. Par Kelvina skalas nulli izraudzīta zemākā teorētiski sasniedzamā temperatūra (temperatūra, kurā pilnībā apstājusies daļiņu siltumkustība) – Kelvina skalā nav negatīvas temperatūras.

Vienība – Kelvins – ir vienāda ar Celsija grādu.

Zinātnieki noteikuši, ka Celsija skalā absolūtās nulles temperatūra ir $-273,16^{\circ}\text{C}$.

Līdz ar to sakarība starp temperatūru Kelvina skalā un Celsija skalā:
 $T = t + 273,16$ (11.1.)

11.3. uzdevums. Aizpildi tabulu par temperatūras skalām!

	Celsija skala	Fārenheita skala	Reomīra skala	Kelvina skala
Kas un kad ieviesa				
Apzīmējums				
Vai pastāv negatīva temperatūra?				
Atbalsta punkti				

11.4. Nosaki termometru mērapjomu, iedaļas vērtību un rādījumu!

Iedaļas vērtība: _____ $^{\circ}\text{C}$

Temperatūra _____ $^{\circ}\text{C}$

Temperatūra, kura nav mazāka par _____ $^{\circ}\text{C}$

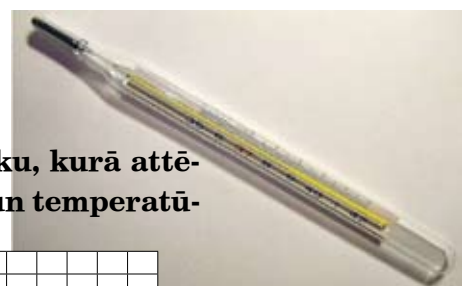
Temperatūra, kura nav lielāka par _____ $^{\circ}\text{C}$

Iedaļas vērtība: _____ $^{\circ}\text{C}$

Temperatūra _____ $^{\circ}\text{C}$

Temperatūra, kura nav mazāka par _____ $^{\circ}\text{C}$

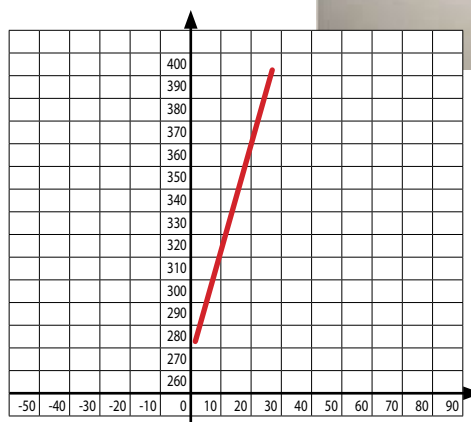
Temperatūra, kura nav lielāka par _____ $^{\circ}\text{C}$



11.5. Izsaki temperatūru Celsija grādos! Izmanto grafiku, kurā attēlota sakarība starp temperatūras Celsija grādiem un temperatūras Kelvina grādiem!

1)

T, K	273	303			
t, $^{\circ}\text{C}$			47	52	100



11.4. Siltuma pārnese

Ja pastāv temperatūras starpība, **notiek siltumenerģijas pārnese no siltākās vietas uz aukstāko vietu**. Aukstākās daļas iekšējā enerģija, un līdz ar to arī temperatūra pieaug. Siltākās daļas iekšējā enerģija un temperatūra samazinās.

Šis process turpinās, kamēr temperatūra kļūst vienāda – iestājas termiskais līdzsvars.



11.10. att.
Siltuma pārnese veidi

Pastāv trīs siltuma pārnese veidi:

- Siltumvadīšana
- Konvekcija
- Siltumstarojums

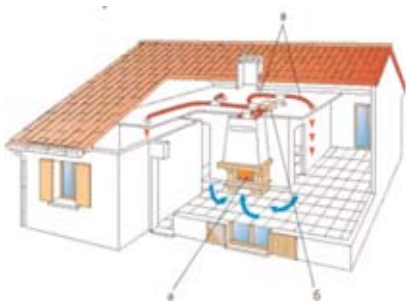
Siltumvadīšana – veids, kādā notiek siltuma pārnese cietās vielās (daudz mazākā mērā – arī šķidrums un gāzēs). Siltuma enerģija pāriet no vienas (siltākās)

ķermeņa daļas uz citu (aukstāko) vai no viena ķermeņa uz citu, tiem tieši saskaroties.

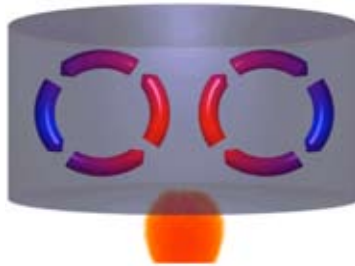
Ķermeņa siltākajā daļā vielas daļiņas kustas ātrāk – tās pakāpeniski iekustina blakusesošās daļiņas, atdodot tām daļu savas enerģijas. Šīs daļiņas savukārt iekustina tālāk esošās daļiņas utt. Šis process turpinās, līdz visu daļiņu kustības vidējā enerģija (tātad – arī temperatūra) izlīdzinās. Dažādu vielu un materiālu spēja vadīt siltumu atšķiras – tas atkarīgs no daļiņu kustības un izvietojuma īpatnībām šajos materiālos.

Lieliski siltumvadītāji ir metāli, ļoti slikti siltumu vada gāzes un poraini, elektrību nevadoši materiāli.

Konvekcija – veids, kādā notiek siltumenerģijas pārnese šķidrums un gāzēs. Ja šķidrums vai gāze sasilst, tas izplešas, kļūst mazāk blīvs un ceļas augšup. Aukstāks, blīvāks šķidrums vai gāze nogrimst, ieņemot uzpeldējušā, siltākā vietu – veidojas **konvekcijas plūsmas**.



11.11. att. **Konvekcija apkures sistēmā**



11.12. att. **Konvekcijas shēma**



11.13. att. **Konvekcijas plūsmas atmosfērā**

Siltumstarojums – siltumenerģijas pārnese no siltākas vietas uz aukstāku bez vides līdzdalības šajā procesā. Atšķirībā no citiem siltuma pārnese veidiem tas var notikt caur vakuumu. Siltuma izplatīšanās notiek neredzama starojuma (infrasarkano elektromagnētisko viļņu) veidā no sakarsēta ķermeņa uz visām pusēm – daļu šīs enerģijas cits ķermenis var absorbēt un sasilt.



11.14. att.

Uguns -siltumstarojuma avots



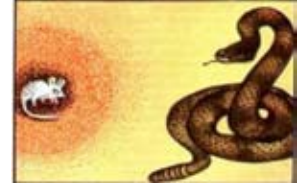
11.15. att.

Saule -siltumstarojuma avots



11.16. att.

Siltumstarojuma izmantošana – koncentrējošā saules elektrostacija



11.17. att.

Siltumstarojuma izmantošana dabā

11.6. Atbildi uz jautājumiem!

1. Parastās amēbas termotaksis ir negatīvs, viņa pārvietojas no siltākās uz mazāk siltāku ūdenskrātuves daļu

Jautājums: Paskaidro amēbas uzvedību!

2. Pele trīc ne tikai no sala, bet arī tādēļ, lai sasildītos. Skeleta muskuļu drebēšanas laikā izdalās ne tik daudz siltuma, bet siltuma izdalīšanās biokīmiskās reakcijas strauji paātrinās. Dreb pelīte, trīc astīte, un dzīvnieciņš „ieslēdz” savu apkures sistēmu uz pilnu jaudu.

Jautājums: Kāpēc mainās pelītes ārējā enerģija?

3. Vēl viens piemērs – mošus vērsis Špicbergenā, kuru 1920.gadā ievada no Grenlandes. Šo vareno dzīvnieku (apaugušu ar biezu un garu vilnu, līdz pat zemei) ganāmpulks pēdējos gados krietni izaudzis, jo Špicbergenā nav viņu galveno ienaidnieku – vilku. Mošus vērsa mātītes bargās ziemas laikā slēpj savus mazuļus zem vēdera, kur ir silti un jauki, pat pašā lielākajā putenī. Pašlaik mošus vērsu Špicbergenā ir pāri simtam, bet sākumā bija tikai 17.

Jautājums: Kāpēc mošus vērsu mazuļiem zem mātes vēdera ir silti un jauki, neskatoties uz zemu temperatūru?

4. Aukstums ietekmē cilvēku fizisko aktivitāti un darbaspējas. Sastingst ne tikai muskuļi, bet arī smadzenes, griba, bez kuras cīņa ar aukstumu ir nolemta neveiksmei. Tāpēc zemo temperatūru zonā, piemēram, Arktikā, cilvēka darbība sākas ar pasākumiem aizsardzībai pret aukstumu. Piemēram, mājokļu celšana, ugunsgrābekļa uzkuršana, karsto ēdienu gatavošana.

Jautājums: Kā mainās organisma iekšējā enerģija pie pārsalšanas?

5. Pinkains „kažociņš” ļauj kameņiem vākt nektāru un putekšņus pat Polārajā joslā.

Zem tāda „tērpa” kameņu ķermenis pie muskuļu straujās darbības sasilst līdz 40° grādiem. Jo tālāk uz ziemeļiem lido kameņi, jo pinkaināka un lielāka tā ir. Tropos kameņu nav, tās pārkarst.

Jautājums: Kāpēc „kažociņš” glābj kameņus no pārsalšanas?

6. Sauloties skudru tautai nav laika – cauras dienas vienos darbos. Tikai agrā pavasarī, kad nokūst sniegs, viņas var ieraudzīt, saulējoties uz skudru pūžņa jumta, miegaini darbojoties, nekur nesteidzoties. Bet šis iespaids ir mājīgs.

Izrādās, ka šajā laikā cita skudru daļa laižas lejā zemākos pazemes stāvos. Atdzisušas viņas atkal skrien augšā sasildīties. Tā skudras cirkulē cita citai pretī.

Jautājums: Paskaidrojiet skudru uzvedību agrā pavasarī!

7. Polārlāci sauc par nenogurstošo Arktikas ceļotāju. Visbiežāk viņu var ieraudzīt, nesteidzīgi brienot caur plašiem sniega laukiem vai ledus krāvumiem. Milzīgajam zvēram ir dzelzs muskuļi. No aukstuma to pasargā biezs tauku slānis un balta vai zeltaina āda ar biezu vilnu. Pat ķepu pēdas apakšā ir pasargātas ar kažokādu. Dzīvnieks okeāna ledainajā ūdenī var nopeldēt dažus kilometrus.

Jautājums: Kas pasargā polārlāci no pārsalšanas Arktikas apstākļos?

8. Visi putni – siltasiņu dzīvnieki. Viņu ķermeņa temperatūra ir nemainīga. Tā ir augstāka par zīdītāju ķermeņa temperatūru un ir aptuveni 42°C, dažām sugām 45–45,5°C. Viņu ķermenis ir nosepts ar spalvām, bet priekšējās kājas pārvērstas lidojuma orgānā – spārnos.

Jautājums: Kāda loma ir dzīvnieku spalvu biezuma un garuma maiņai sezonās?

11.5. Parādības, kas saistītas ar siltuma pārnesei

Termiskā izplešanās

Ķermeņu izmēru palielināšanos sasilstot sauc par **termisko izplešanos**.

Sasilstot izplešas kā cieti ķermeņi, tā šķidrumi un gāzes, ja to spiediens paliek nemainīgs. Mainās ķermeņu izmēri, tilpums un virsmas laukums. Termisko izplešanos var izskaidrot tā – palielinoties temperatūrai, pieaug arī molekulu kustības vidējais ātrums – līdz ar to palielinās arī atstarpes starp molekulām

Cietu ķermeņu termiskā izplešanās

Ķermeņi, kas izgatavoti no dažādām vielām, sasilstot izplešas atšķirīgi. Tas, cik lielā mērā sasilstot izpletīsies konkrētais ķermenis, ir atkarīgs no tā sākotnējā izmēra un vielas, no kā tas izgatavots (vielas termiskās izplešanās koeficienta, kas atrodams tabulās). Cietas vielas sasilstot izplešas vienmērīgi. Ja ķermenis ir stienveida, būtiski mainās tikai viens tā izmērs – garums.

Ļoti būtiski ir ievērot ķermeņu termisko izplešanos, projektējot ēkas, tiltus, dzelzceļus un elektropārvades līnijas – jānodrošina konstrukcijām iespēja brīvi sarauties un izplesties.

Jāņem vērā, ka slāņainas konstrukcijas sasilstot var izliekties – šo īpašību var izmantot, piemēram, termisko slēdžu (bimetāla plāksnīšu) veidošanai.



11.18. att.

Termiskās izplešanās demonstrējums

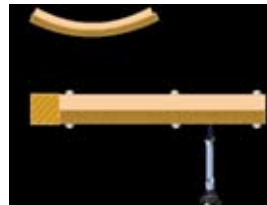


11.19. att.

Tilta termiskās izplešanās kompensācija



11.20. att. **Sliežu termiskās izplešanās sekas**



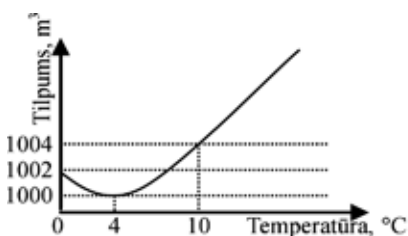
11.21. att. **Bimetāla plāksnīte**

Šķidrumu termiskā izplešanās

Šķidrumi sasilstot izplešas desmitiem reižu vairāk, nekā cietas vielas. Tā kā šķidrumi ieņem trauka formu, runa ir tikai par šķidruma tilpuma, nevis izmēru izmaiņām.

Šķidrumi sasilstot var izplesties nevienmērīgi – jo augstāka temperatūra, jo tie izplešas straujāk. Izņēmums ir dzīvsudrabs, ko izmanto termometros.

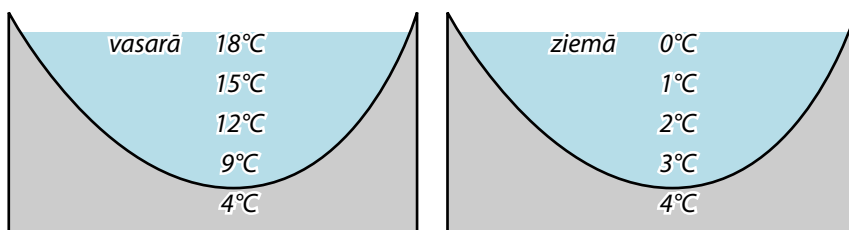
Ūdens sasilstot izturas citādi – sasilstot no 0°C līdz 4°C , tas saraujas, bet turpinot sildīt, tas izplešas, tāpat kā pārējie šķidrumi. Šai ūdens īpatnībai ir milzu nozīme dabā – tās rezultātā ūdenskrātuves neaizsalst līdz dibenam.



11.22. att. **1 t ūdens tilpuma atkarība no temperatūras**



11.23. att. **Galileja termometrs**

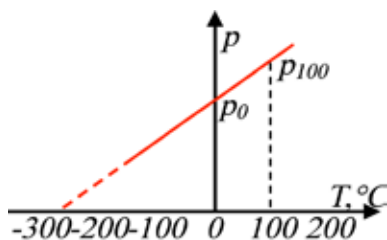


11.24. att. **Temperatūras sadalījums ūdenstilpē**

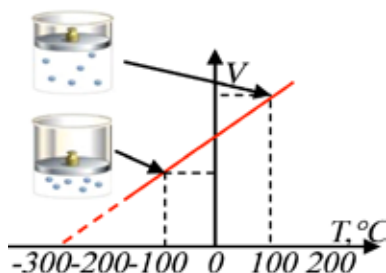
Gāzu spiediena un tilpuma atkarība no temperatūras

Ja gāzes spiediens nemainās, sasilstot tās tilpums mainās tūkstošiem reižu vairāk nekā šķidrumu tilpums – tas tādēļ, ka gāzes molekulas savā starpā ir vāji saistītas. Visas gāzes nemainīgā spiedienā sasilstot izplešas vienādi un vienmērīgi.

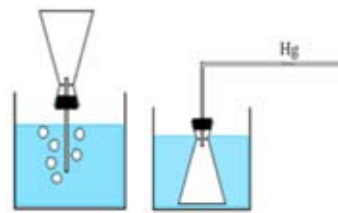
Tā kā gāze aizņem visu trauka tilpumu, kurā tā iepildīta, mainoties temperatūrai, parasti mainās arī gāzes spiediens.



11.25. att. Nemainīga tilpuma gāzes spiediena atkarība no temperatūras



11.26. att. Gāzes tilpuma atkarība no temperatūras nemainīgā spiedienā



11.27. att. Gāzes tilpuma izmaiņa sildot

Temperatūras izmaiņa

Ja ķermenis uzņem vai atdod siltumenerģiju, tad tā iekšējā enerģija palielinās vai samazinās.

Tā rezultātā **ķermeņa temperatūra paaugstinās vai pazeminās**, vai arī notiek **agregātstāvokļa maiņa**.

Dabā un sadzīvē bieži notiek vairāku ķermeņu siltumapmaiņa – viens ķermenis atdziest, bet cits sasilst. Ķermenis, kurš atdziest, siltumu atdod, bet cits ķermenis šo siltumu saņem. **Siltumapmaiņas procesā visu sasilušo ķermeņu iekšējā enerģija palielinās par tādu pašu daudzumu, par kādu samazinās atdzisušo ķermeņu iekšējā enerģija.** Ir jāņem vērā visu siltumapmaiņā piedalījušos ķermeņu sasilšana un atdzišana.

Iekšējās enerģijas daudzumu, ko ķermenis iegūst vai zaudē siltumapmaiņas procesā, sauc par **siltuma daudzumu Q** . Tā kā siltuma daudzums ir enerģija, **$[Q] = J$**

Eksperimentos konstatēts, ka siltuma daudzums, kas nepieciešams ķermeņa sasildīšanai vai arī izdalās, ķermenim atdziestot, ir atkarīgs no:

- ķermeņa masas **m** ;
- vielas, no kā ķermenis izgatavots – ikvienu vielu raksturo tabulās atrodamas eksperimentāli noteikts fizikāls lielums – īpatnējā siltumietilpība **c** ;
- ķermeņa temperatūras izmaiņas **$t_2 - t_1$** (kur t_1 – tā sākuma temperatūra, bet t_2 – beigu temperatūra).

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (11.2.)$$



Vielas īpatnējā siltumietilpība c ir vienāda ar saņemto vai atdoto siltuma daudzumu, ja 1 kg vielas temperatūra mainās par 1 K.

$$[c] = J/(kg \cdot K)$$

Tā ir tikai vielas īpašība. Katrai vielai ir sava c vērtība.

Ja ķermenis sastāv no vairākām vielām, ērtāk izmantot citu raksturlielumu – **ķermeņa siltumietilpību C** . Ķermeņa siltumietilpība ir saņemtais vai atdotais siltuma daudzums, ja ķermeņa temperatūra mainās par 1 K. Tā ir ķermeņa īpašība un atkarīga gan no ķermeņa masas, gan arī no vielas vai vielām, kas veido ķermeni. Tādēļ katram ķermenim tā ir sava un jānosaka katram atsevišķi.

$$[C] = \text{J/K}$$

$$Q = C(t_2 - t_1) \quad (11.3.)$$

Eksperimentāli konstatēts, ka siltumapmaiņas procesos ir spēkā siltuma bilances vienādojums.

Siltumapmaiņas procesā atdzisušo ķermeņu atdotais siltuma daudzums ir vienāds ar sasildušo ķermeņu saņemto siltuma daudzumu.



11.8. Miera stāvoklī cilvēka ķermenis diennaktī izstrādā tik daudz enerģijas, ka tās pietiktu, lai sasildītu 20 l ūdens no 10° C līdz vārīšanās temperatūrai.

Siltums, kuru izdala malkas cirtējs 8 stundu laikā, pietiktu 100 l ūdens vārīšanai. Jautājums: Kādu enerģiju izstrādā cilvēka ķermenis miera stāvoklī un kādu – 8 stundu malkas ciršanas laikā?

1. variants	2. variants
Dots:	Dots:
$V=20 \text{ l}=0,02 \text{ m}^3$	$V=100 \text{ l}=0,1 \text{ m}^3$
$\rho=1000 \text{ kg/m}^3$	$\rho=1000 \text{ kg/m}^3$
$t_1=10^\circ\text{C}$	$t_1=10^\circ\text{C}$
$t_2=100^\circ\text{C}$	$t_2=100^\circ\text{C}$
$C=4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$	$C=4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
Aprēķini:	Aprēķini:
$Q_1=?$	$Q_2=?$

11.9. Pētnieciskais darbs.

Uzraksti darba gaitu un izdari!

Variants

Dota ūdens īpatnējā siltumietilpība. Aprēķini ievietotā ķermeņa īpatnējo siltumietilpību!

Variants

Dota īpatnējā siltumietilpība ķermenim, kurš ievietots ūdenī. Aprēķini ūdens īpatnējo siltumietilpību!

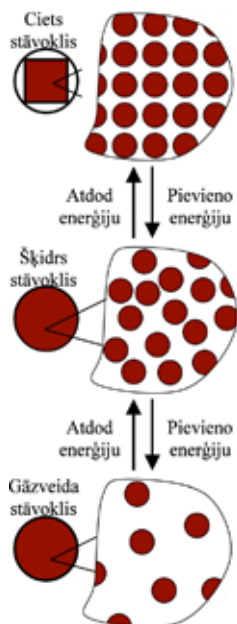
11.10. Ziemai iestājoties, viena puse diķa virsmas bija pārklāta ar biezu sniega slāni, bet otra puse bija notīrīta no sniega slidošanai. Kurā pusē ledus slānis ir biezāks?

11.11. Kāds ir nepieciešamais siltuma daudzums, lai tērauda katlā ar masu 5 kg uzsildītu 5 l ūdeni no 10°C līdz 50°C, ja siltuma zuduma daudzums ir 20%?

11.12. Vienādos traukos ielēja vienādu daudzumu ūdeni ar vienādu t° , pēc tam tajos ielika vienādas masas iepriekš sakarsētas (līdz vienādai temperatūrai) tērauda un svina lodītes. Vai abos traukos būs vienāda temperatūra?

11.13. Siltuma ietilpību, kuru neievēro, kalorimetrā ieliek 20 g ledus gabaliņu, kurā t° ir -20°C , tad kalorimetrā ielej ūdeni, kura t° ir $+70^\circ\text{C}$. Rezultātā kalorimetrā t° kļūst $+10^\circ\text{C}$. Cik daudz ūdens ielēja kalorimetrā?

Agregātstāvokļa maiņa



11.28.att. Agregātstāvokļu modeļi

Viela dabā var atrasties dažādos agregātstāvokļos – **cietā**, **šķidrā** un **gāzveida**.

Ciets stāvoklis. Šajā stāvoklī vielai ir noteikts tilpums un forma, kā arī piemīt spēja pretoties spēkiem, kuri cenšas tos izmainīt. Molekulas svārstās ap līdzsvara stāvokļiem. Tām piemīt molekulu mijiedarbības enerģija un svārstību kinētiskā enerģija. Parasti molekulas kinētiskā enerģija ir daudz mazāka par to, kas nepieciešama, lai atrautos no citām molekulām.

Šķidrs stāvoklis. Šajā stāvoklī viela plūst un pieņem trauka formu, kurā atrodas. Cietai vielai pievadītā enerģija izjauc regulāro struktūru – molekulas var sākt brīvi kustēties.

Parasti molekula tādu iekšējo enerģiju, kāda nepieciešama, lai atrautos no blakusesošajām molekulām, var iegūt, tikai atņemot enerģiju kādai citai molekulai.

Gāzveida stāvoklis. Šajā stāvoklī viela izplešas un piepilda trauku, kurā atrodas. Vielām šādā stāvoklī ir samērā mazs blīvums. Molekulas ir stipri izretinātas – tās kustas neatkarīgi – molekulu mijiedarbības spēkus var neievērot. Parasti molekulas kinētiskā enerģija ir daudz lielāka nekā nepieciešams, lai tā atrautos no citām molekulām.

Fāžu pāreja



Fāžu pāreja ir vielas pāreja no viena agregātstāvokļa (cietvielas, šķidruma vai gāzes) citā.

Kamēr notiek šāda maiņa, temperatūra nemainās!

Visa saņemtā vai atdotā siltumenerģija tiek patērēta, lai veidotu vai sarautu molekulārās saites. To raksturo īpatnējais fāžu pārejas siltums (sk. 11.35. att). Katrai vielai un katrai fāžu pārejai ir savs noteikts īpatnējais siltums – saņemtais vai atdotais siltuma daudzums, ja 1 kg vielas maina savu agregātstāvokli.

- **Kušana** – vielas pāreja no cieta stāvokļa šķidrā stāvoklī, kas norisinās pastāvīgā temperatūrā – cietvielas kušanas temperatūrā.

Lai šis process notiktu, vielai jāpievada noteikts siltuma daudzums Q , kas atkarīgs no vielas masas un **īpatnējā kušanas siltuma** λ .

$$Q = \lambda m \quad (11.4.)$$

Īpatnējais kušanas siltums – saņemtais siltuma daudzums, ja 1 kg cietvielas pārvēršas šķidrumā kušanas temperatūrā.

Tas ir vienāds ar pretējā procesā – sacietēšanā – atdoto siltuma daudzumu.

$$[\lambda] = \text{J/kg}$$

- **Sacietēšana** – vielas pāreja no šķidra stāvokļa cietā stāvoklī, kas norisinās pastāvīgā temperatūrā – sacietēšanas temperatūrā (tā ir vienāda ar cietvielas kušanas temperatūru).

Vielai sacietējot, izdalās siltuma daudzums $Q = \lambda m$.

- **Vārīšanās (iztvaikošana)** – vielas pāreja no šķidra stāvokļa gāzveida stāvoklī, kas norisinās pastāvīgā temperatūrā – šķidruma vārīšanās temperatūrā –, ūdens tvaikam izdaloties no šķidruma iekšienes.

Lai šis process notiktu, vielai jāpievada noteikts siltuma daudzums Q , kas atkarīgs no vielas masas un **īpatnējā iztvaikošanas siltuma L** .

$$Q = Lm \quad (11.5.)$$

Īpatnējais iztvaikošanas siltums – saņemtais siltuma daudzums, ja 1 kg šķidruma vārīšanās temperatūrā normālā atmosfēras spiedienā pāriet gāzveida stāvoklī. Tas ir vienāds ar pretējā procesā – kondensācijā – atdoto siltuma daudzumu.

$$[L] = \text{J/kg}$$

Jēdzienu “iztvaikošana” lieto arī daudz vispārīgāk ikvienas stāvokļa maiņas apzīmēšanai, kad viela pāriet gāzveida stāvoklī – arī tad, ja notiek iztvaicēšana un sublimācija.

Iztvaicēšana – šķidruma pārvēršanās tvaikā, šķidruma molekulām atraujoties no šķidruma virsmas. Tas notiek jebkurā temperatūrā. Procesu paātrina viens vai vairāki apstākļi – temperatūras paaugstināšana, virsmas laukuma palielināšana, spiediena pazemināšana.

Kondensācija – vielas pāreja no gāzveida stāvokļa vai tvaika šķidrā stāvoklī.

Sublimācija – process, kurā viela tieši pāriet no cietā stāvokļa gāzveida stāvoklī, vai otrādi, bez pārejas šķidrā stāvoklī.



Aizvadot siltumenerģiju no vielas, tās iekšējā enerģija samazinās – veidojas saites starp molekulām.

Pievadītā siltumenerģija palielina vielas iekšējo enerģiju – tā tiek izmantota saišu pārraušanai starp molekulām.

11.29. att. Agregātstāvokļa maiņa

11.14. Starp burtiem ir paslēpušies vismaz 20 nosaukumi. Atrodi un izraksti tos!

K	O	N	D	E	N	S	Ā	C	I	J	A	S	T	S	E
O	G	H	J	D	Z	I	N	Ē	J	S	Q	R	H	V	N
N	D	A	F	G	H	L	J	K	L	Z	X	C	V	Ā	E
V	W	E	R	T	S	T	A	R	O	J	U	M	S	R	R
E	A	S	D	F	G	U	H	J	K	L	M	N	B	Ī	Ģ
K	S	U	B	L	I	M	Ā	C	I	J	A	C	V	Š	I
C	A	E	T	Y	U	V	I	D	E	G	Š	A	N	A	J
I	G	Z	S	Q	S	A	C	I	E	T	Ē	Š	A	N	A
J	Ā	F	A	B	M	D	A	R	B	S	A	S	K	Ā	L
A	Z	Q	E	X	F	Ī	G	S	I	L	T	U	M	S	M
Y	E	U	P	K	U	Š	A	N	A	T	E	R	W	E	D
I	Z	P	L	E	Š	A	N	Ā	S	J	K	L	M	N	B
A	S	D	F	G	Z	N	Š	Ķ	I	D	R	U	M	S	V
T	E	M	P	E	R	A	T	Ū	R	A	K	G	F	D	C
I	Z	T	V	A	I	K	O	Š	A	N	A	J	D	S	X

11.6. Degšana. Kurināmā siltumspēja

Ļoti bieži siltumenerģiju, ko pievadīt vielai, iegūst dažāda veida kurināmā – naftas, ogļu, malkas, dabasgāzes, arī citu kurināmā veidu – sadegšanas rezultātā.

Sadegot dažāda veida kurināmajam, izdalās atšķirīgs siltuma daudzums **Q**. Šo īpašību raksturo **kurināmā siltumspēja q**.

$$Q = qm \text{ (11.6.)}$$

Kurināmā siltumspēja **q** ir siltuma daudzums, kas izdalās, pilnīgi sadegot 1 kg kurināmā.

$$[q] = \text{J/kg}$$

10.7. Cik daudz enerģijas izdalās, sadegot 1 g ētera? Kādu ūdens masu var sasildīt par 20° ar šo siltuma daudzumu, ja $c_{ud}=4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$?

Lietderīgā enerģija

Enerģiju, kas radusies kurināmā sadegšanas procesā, pilnībā izmantot tikai viena ķermeņa sildīšanai nevar. Piemēram, sildot uz gāzes plīts katlu ar ūdeni, tikai daļa no siltuma daudzuma, kas izdalās, sadegot gāzei, tiek patērēta ūdens sasildīšanai, jo silst arī katls, plīts un apkārtējais gaiss. Lietderīgi tiek izmantota tikai daļa no siltuma daudzuma, kas izdalās, kurināmajam pilnīgi sadegot.



Skaitli, kas rāda, kāda daļa no sildītāja izdalītā siltuma daudzuma izmantota lietderīgi, sauc par sildītāja **lietderības koeficientu η** (lasa: eta).

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_2} \quad (11.7), \text{ ko nereti izsaka procentos: } \eta = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100\% \quad (11.8)$$

kur Q_1 – lietderīgi izmantotais siltuma daudzums; Q_s – viss siltuma daudzums, kas izdalās, kurināmajam sadegot. Turklāt $Q_1 < Q_s$, tādēļ vienmēr $\eta < 1$ ($\eta < 100\%$).

Piemērs: Ledus pārvēršana tvaikā

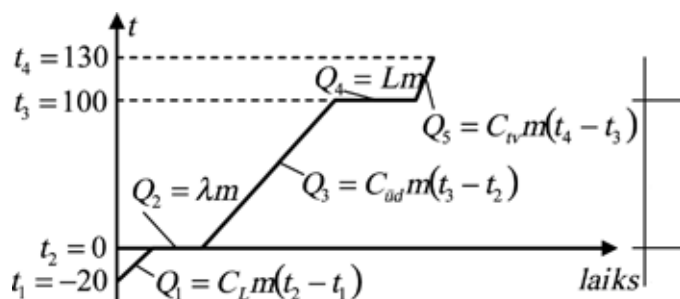
Ledum, kura sākuma temperatūra – 20°C – ar pastāvīgu ātrumu tiek pievadīts siltums, līdz tas sāk kust, izkūst, sasilst līdz vārīšanās temperatūrai, vārās un pēc tam tvaiks sasilst līdz $+130^\circ\text{C}$:

$$\eta Q_{atd} = Q_{san}$$

$$Q_{atd} = qm_k$$

$$Q_{san} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$\eta qm_k = c_L m(t_2 - t_1) + \lambda m + c_{ud} m(t_3 - t_2) = Lm + c_{tv} m(t_4 - t_3)$$



m – masa

$C_L, C_{ud}, C_{tv}, \lambda, L$ – īpatnējie siltumi

η – sildītāja lietderības koeficients

q – kurināmā īpatnējais sadegšanas siltums

m_k – kurināmā masa

t_1 – ledus sākotnējā temperatūra

t_2 – kušanas temperatūra

t_3 – vārīšanās temperatūra

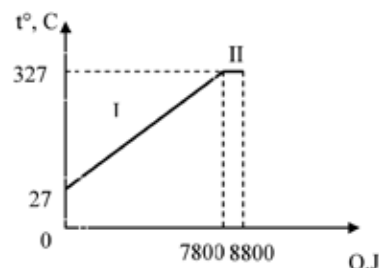
t_4 – tvaika beigu temperatūra

11.30. att. Ūdens fāžu pāreju grafiks

11.15. Atrodi pareizo ceļu!

Apzīmējums	Mērvienība	Fizikālais lielums
V	J	temperatūra
ρ	J/kg·K	vielas īpatnējais kušanas siltums
C	kg	siltuma daudzums
q	K	masa
L	J/kg	vielas īpatnējā siltumietilpība
Q	J/kg	īpatnējā??? siltumietilpība
c	J/kg	blīvums
m	J/K	vielas īpatnējais iztvaikošanas siltums
t	kg/m ³	tilpums
λ	m ³	vielas īpatnējais sadegšanas siltums

11.16. Grafikā attēlota svina rūdas temperatūras atkarība no siltuma daudzuma, kas pievadīts svina rūdai. Kas notika ar svina rūdu? Apraksti procesus, kuri notika ar svinu! Kādus aprēķinus iespējams veikt un kādus secinājumus izdarīt, izpētot grafiku?



11.7. Siltums un darbs. Siltuma mašīnas

Zināms, ka ķermenis, pastrādājot mehānisko darbu, sasilst. Piemēram, braucot berzes rezultātā sasilst automašīnas riepas. Izrādās, iespējams arī pretējais process: ķermenis uz siltuma rēķina var pastrādāt darbu. Piemēram, sildot aizkorķētu tukšu pudeli, tā var izšaut korķi – gaisa iekšējā enerģija pārvēršas mehāniskajā enerģijā un tiek veikts darbs.

Ja mēģenes vietā ņemtu izturīgu metāla cilindru, bet aizbāžņa vietā pieslīpētu virzuli, turklāt radot šim virzulim iespēju periodiski atgriezties sākuma stāvoklī, mēs būtu radījuši vienkāršu siltuma dzinēju.

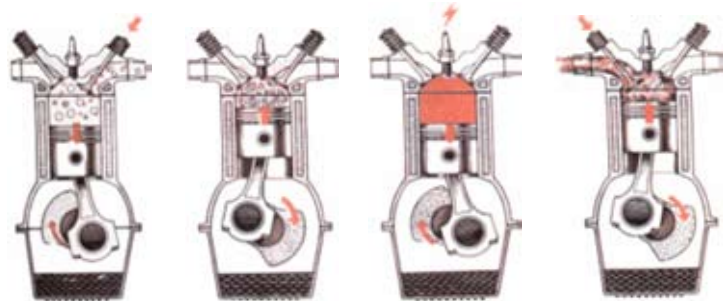


Par **siltuma dzinēju** sauc mašīnu, kurā, kurināmajam sadegot, tā iekšējā enerģija cikliskā procesā pārvēršas mehāniskajā enerģijā.

Ir vairāki *siltuma dzinēju veidi*: tvaika mašīnas, tvaika turbīnas, gāzu turbīnas, dažāda veida iekšdedzes dzinēji, reaktīvie dzinēji.



11.31. att. Tvaika dzinējs



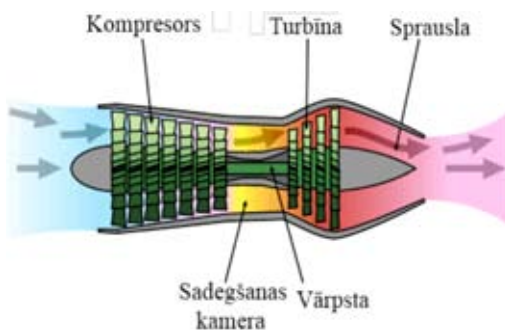
Ieplūde

Saspiešana

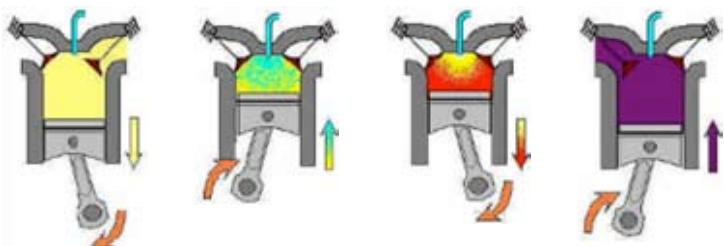
Aizdedze

Izplūde

11.32. att. Četraktu iekšdedzes dzinējs



11.33. att. Turboreaktīvais dzinējs



Ieplūde

Saspiešana

Aizdedze

Izplūde

11.34. att. Dīzeļa dzinējs



Ikviens **siltuma dzinējs** sastāv no gāzveida **darba vielas**, **sildītāja** un **dzesētāja**.

Siltuma dzinēja sildītājā sadeg kurināmais, tā rezultātā rodas tvaiks vai gāze, kas pastrādā darbu – griež turbīnu vai pārvieto virzuli. Pēc tam darba viela tiek atdzesēta (visbiežāk – nonākot atmosfērā). Daļa iegūtā darba tiek patērēta virzuļa atgriešanai sākuma stāvoklī.

Acīmredzami, ka darba viela mehāniskā darba veikšanai patērē tikai daļu enerģijas, kas radusies, kurināmajam sadegot (daļu enerģijas, ko saņem no sildītāja). Pārējais siltums tiek atdots dzesētājam, lai nodrošinātu virzuļa atgriešanos sākuma stāvoklī, aizplūst apkārtējā vidē, zūd berzes dēļ.

Siltuma dzinēja lietderības koeficients

Skaitli, kas rāda, kādu daļu no siltuma daudzuma, kas rodas, kurināmajam pilnīgi sadegot, siltuma dzinējs pārvērš lietderīgā mehāniskajā darbā, sauc par tā **lietderības koeficientu** η .



$$\eta = A/Q_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1 \text{ (11.9.)}, \text{ kur}$$

A – lietderīgi paveiktais darbs ($A = Q_1 - Q_2$),

Q_1 – no sildītāja saņemtais siltuma daudzums (kas rodas, kurināmajam sadegot)

Q_2 – dzesētājam atdotais siltuma daudzums

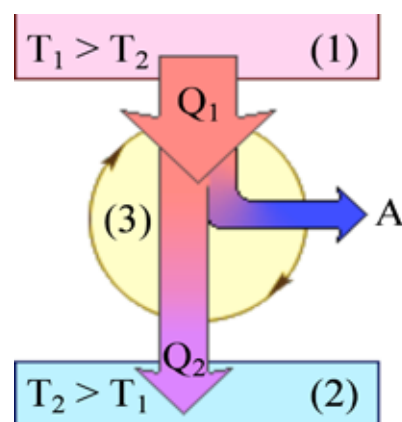
Ideālā gadījumā, novēršot siltuma zudumus:

$$\eta = (T_1 - T_2)/T_1 \text{ (11.10.)}$$

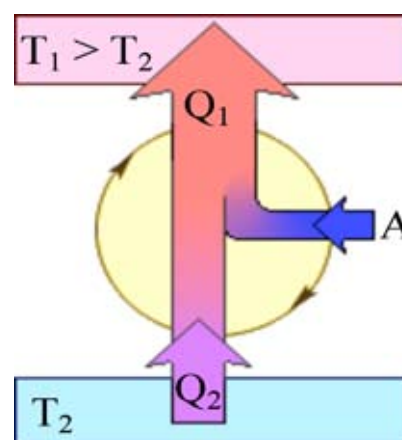
kur T_1 un T_2 – sildītāja un dzesētāja absolūtā temperatūra.

Kā jau zinām, dabā siltuma enerģija vienmēr pāriet no vietas ar augstāku temperatūru uz vietu, kur temperatūra zemāka – temperatūra izlīdzinās. Pastrādājot darbu, iespējama enerģijas pāreja pretējā virzienā – no vietas ar zemāku temperatūru uz vietu ar augstāku temperatūru.

Šis princips ir saldētavu, ledusskapju un siltumsūkņu darbības pamatā.



11.35. att. Siltuma dzinēja shēma



11.36. att. Saldētavas – siltumsūkņa shēma

11.17. Atbildi uz jautājumiem!

- 1) Vai cilvēka organismu var uzskatīt par siltuma dzinēju?
- 2) Siltuma dzinēja lietderības koeficients ir 45%. Ko nozīmē šis skaitlis?
- 3) Vai siltuma dzinēja lietderības koeficients var būt 1,8%; 50%; 400%; 90%; 100%?

11.18. Cilvēka organismā ir aptuveni 600 muskuļu. Ja visi šie muskuļi vienlaikus pilnībā saspringtu, to attīstītais spēks būtu līdzvērtīgs 25 t svaram. Tiek uzskatīts, ka normālos apstākļos cilvēks strādājot attīsta 70–80 W jaudu, tomēr ir iespējams atbrīvot

lielu enerģiju vienā mirklī, piemēram, lodes grūšanā vai augstlēcšanā. Novērojumi liecina, ka augstlēcšanā, atsperoties vienlaikus ar abām kājām, vīrietis 0,1 sekundi var attīstīt apmēram 3700 W jaudu, bet sieviete – 2600 W. Cilvēka muskuļu darbības lietderības koeficients ir aptuveni 20%. Ko tas nozīmē? Kādu daļu enerģijas muskuļi patērē veltīgi?

11.19. Siltuma dzinējs vienā ciklā no sildītāja saņem 1000 J enerģijas un atdod dzesētājam 800 J. Kāds ir siltuma dzinēja lietderības koeficients?

Izmantotā literatūra un avoti

1. Branka V., Gaumigs V., Puķītis P. Fizikas jēdzieni, likumi, formulas. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1995. – 196 lpp. ISBN 9984-560-87-2.
2. Fizikas rokasgrāmata. / red. Šilters E. – Rīga: Zvaigzne, 1985. ISBN 978-9984-22-237-0.
3. Gailītis G. Fizika 8. klasei / G. Gailītis, V. Rasmāne, A. Zeidmanis. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1992. – 204 lpp. ISBN 9984-04-747-4
4. Gailītis G. Fizika 9. klasei / G. Gailītis, V. Rasmāne, A. Zeidmanis. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1999. – 180 lpp. ISBN 9984-17-359-3
5. Kā darbojas lietas. / zin. red. Raitis M. un Peitels M. – Rīga: Zvaigzne ABC, 2000. ISBN 978-9984-22-237-0.
6. Kriss O., Stoklija K., Vertheima Dž.. Ilustrētā fizikas vārdnīca. – Rīga: Zvaigzne ABC, 2007. ISBN 9984-04-490-4.
7. Krūmiņš J., Puķītis P. Fizikas praktiskie darbi 10. klasei. Rīga, Zvaigzne ABC, 1996 – 318 lpp.
8. Puķītis P. Eksperimentu uzdevumi fizikā vidusskolai. – Rīga: Zvaigzne ABC, 2003. – 104 lpp. ISBN 987-9984-22-801-3.
9. Šilters E. Fizika 8. klasei. – Rīga: Lielvārds, 1998. ISBN 9984-11-000-1.
10. Tabulas un formulas fizikā 8. – 12. klasei / sast. U. Dzērve. – 1. izd. – Rīga: Lielvārds, 2004. – 72 lpp.: il. ISBN 9984-11-089-3
11. Vilks I. Fizika 8. klasei. – Rīga: Zvaigzne ABC, 2007. – 160 lpp. ISBN 978-9984-36-996-9
12. Vilks I. Fizika 9. klasei. – Rīga: Zvaigzne ABC, 2008. – 192 lpp.: il. ISBN 978-9984-40-711-1
13. Vilks I. Fizika 8. klasei. Darba burtnīca : [māc. līdz.] – Rīga: Zvaigzne ABC, 2007.
14. Громов С.В., Родина Н. А. Физика: учебник для 8 кл.- 2-е изд. - М.: Просвещение, 2000. – 158 с. ISBN 5-09-009746-1
15. Соколова Т. и др. Сборник задач по физике 8 класс. - Rīga: Lielvārds, 2002. – 112 lpp. ISBN 9984-11-056-7
16. Физика : учебник для 7 кл. / А. А. Пинский, В. Г. Разумовский, Ю. И. Дик и др. – 7-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 2002. – 208 с. ISBN 5-09-010886-2
17. Шилтер Е., Сакс Н. Физика 8 кл.- Пер. с лат. Н. Бородаенко, Е. Шайтере. - Rīga: Lielvārds, 1999. – 112 lpp.: il. ISBN 9984-11-002-8
18. Шилтер Е., Сакс Н. Физика 9 кл.- Пер. с лат.- Rīga: Lielvārds, 2000. – 144 lpp. : il. ISBN 9984-11-163-6
19. Янчевская О. Физика в таблицах и схемах. Санкт-Петербург, Литера, 2003 – 95 с.
20. Тихомирова Т. Физика в блок-схемах и таблицах. Москва, Аквариум, 1997 – 256 с.
21. Pople S. Complete Physics for IGCSE. – Oxford: Oxford University Press, 2007 – 336 p.
22. Открытая Физика 2.5. Часть I, II, <http://college.ru/physics/>, (25.07.2010)

23. Физика.ru, Сайт для учащихся и преподавателей физики, <http://www.fizika.ru/>, (15.07.2007)
24. Learn Physics Today, Online Phycics Tutorial, <http://library.advanced.org/10796/index.html> (13.07.2010)