

*Béla Szomi Kralj*

# ZBIRKA FIZIKALNIH VAJ

ZA 9. RAZRED DEVETLETNE  
OSNOVNE ŠOLE

MATH d. o. o.  
L J U B L J A N A

Béla Szomi Kralj:

**ZBIRKA FIZIKALNIH VAJ  
ZA 9. RAZRED DEVETLETNE  
OSNOVNE ŠOLE**

---

Strokovni pregled: dr. Jurij Bajc, mag. Karel Šmigoc, Aleksander Potočnik, Jože Kotnik

Jezikovni pregled: Bora Zlobec - Jurčič

Oblikovanje besedila: Mitja Udovč

Risbe: Laslo Herman

Fotografije: Béla Szomi Kralj

Urednik: Jože Kotnik

Tisk: Tipos

© ZALOŽBA MATH d. o. o.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

XX51(075.2)(076.1)

SZOMI KRALJ Béla

ZBIRKA FIZIKALNIH VAJ za 9. razredu devetletne osnovne šole /

Bela Szomi Kralj ; [risbe Laslo Herman, fotografije Béla Szomi Kralj]. - Ljubljana : Math, 2008

XXISBN 961-6100-57-2

1. Szomi, Béla

XX123110144

**Fotokopiranje, razmnoževanje v elektronski obliki ali druge vrste reproduciranje delov ali celote tega avtorskega dela, brez pisnega dovoljenja založbe, ni dovoljeno. ZASP/UPB1 (Ur. l. RS, št. 94/2004)**

## UVOD

*Zbirka fizikalnih vaj je namenjena učencem za spremljanje proučevanja naravnih pojavov, ki jih predpisuje učni načrt fizike v 9. razredu 9-letne osnovne šole.*

*Izmed predlaganih vaj opazovanja, opisovanja in merjenja količin pri pojavih in poskusih, je pri rednem pouku možno in potrebno izvesti le kak ducat ali dva tako imenovanih množičnih eksperimentov, predlaganih v učnih ciljih.*

*Osnovne vaje so brez posebnih oznak. Težje vaje so označene z eno zvezdico (\*). Vaje, ki zahtevajo od učenca veliko veščine, računanja, merjenja ali dolgotrajnega opazovanja, pa so označene z dvema zvezdicama (\*\*). Prav tako so označene tudi naloge na koncu posameznih poglavij.*

*Učitelj naj odloči, katere vaje bo s svojimi učenci izvedel pri rednem pouku, katere pa bo, glede na okoliščine, opustil. Enako velja za vprašanja in računske naloge. V eni učni uri je mogoče narediti tudi dve ali več vaj. Za posamezno vajo naj se učenci prej pripravijo. Skrbno naj preberejo predvsem nalogo in navodila, tako da vajo razumejo in ob pomoči in po navodilih učitelja pripravijo vse potrebno. Nekatere vaje in naloge, med katerimi so raztresene definicije fizikalnih količin in enot ter zapisani tudi osnovni fizikalni zakoni, lahko učenci opravijo samostojno doma. Pri vajah iz elektrike in elektrostatike naj učitelj učence seznaní z nevarnostmi električnega toka in posebej poskrbi za varnost.*

*Ponujeni vzorec pisnega poročanja o delu naj, kljub poenoteni obliki in strukturi, ne omejuje ustvarjalnega mišljenja otrok, saj natančna in skrbna poročanja o opazovanih pojavih omogočajo primerjavo rezultatov neodvisnih eksperimentalnih skupin pri ponovljenih poskusih in razvoj novih idej in predstav v fizikalnem opisu sveta.*

*Izbiranje in izvedba vaj, v skladu s predpisanim učnim načrtom, v celoti ali delno zahteva od učitelja prizadevno pripravo in pomoč učencem pri delu. Učenci naj bi se veselili uspelih poskusov. Željo po pridobivanju novega znanja o zakonitostih naravnih pojavov pa krepili s predlogi za nove poskuse, opazovanja in merjenja pri postavljanju vprašanj naravi.*

## NAVODILA UČENCU

Pred izvajanjem vsake vaje skrbno preberi ustrezno poglavje iz učbenika in iz svojih zapiskov učiteljeve razlage. Preberi nalogo vaje in navodila. Skrbno zberi potrebnosti za izvedbo vaje in upoštevaj navodila učitelja za varno in uspešno delo. Če česa ne razumeš, se posvetuj z učiteljem, ki vaje vodi. Pri uporabi potrebščin kot so: ostra rezila, kemikalije, naprave povezane z električnim tokom, vroči grelniki, močni svetlobni viri ipd. bodi posebej pazljiv.

Pri poročanju o izidih poskusov in meritev bodi skrben in natančen. Pazi tudi na obliko in zapiši svoje mnenje in opombe o poteku vaje ter predloge za nove poskuse.

Vestno in marljivo delo bo ob koncu šolskega leta poplačano z veseljem in zadovoljstvom ob pridobljenem znanju in uspehu.

*Béla Szomi Kralj*

# KAZALO

<b>1. GIBANJE</b> .....	7
POVPREČNA HITROST .....	8
NEENAKOMERNO GIBANJE PAPIRNATEGA TRAKU .....	9
ENAKOMERNO GIBANJE .....	10
ENAKOMERNO POSPEŠENO GIBANJE .....	11
POSPEŠEK PRI ENAKOMERNO POSPEŠENEM GIBANJU .....	13
PROSTI PAD .....	15
I. VAJE IN NALOGE .....	16
<b>2. SILA, MASA IN POSPEŠEK</b> .....	<b>19</b>
SILA IN POSPEŠEK .....	20
MASA IN POSPEŠEK .....	21
II. VAJE IN NALOGE .....	22
<b>3. DELO IN ENERGIJA</b> .....	<b>23</b>
KINETIČNA ENERGIJA .....	24
POTENCIALNA ENERGIJA .....	24
POTENCIALNA ENERGIJA IN MASA .....	26
LEGA TELESA IN POTENCIALNA ENERGIJA .....	26
III. VAJE IN NALOGE .....	27
<b>4. ENAKOMERNO KROŽENJE</b> .....	<b>29</b>
BOHODNI ČAS IN FREKVENCA .....	29
KROŽILNA HITROST .....	30
CENTRIPETALNA SILA .....	31
VELIKOST CENTRIPETALNE SILE .....	32
IV. VAJE IN NALOGE .....	33
<b>5. ZEMLJA IN OSONČJE</b> .....	<b>35</b>
RISANJE ELIPSE .....	36
PONAZORITEV GIBANJA PLANETOV .....	36
PRIKAZ LUNINIH MEN .....	37
SONČEV IN LUNIN MRK .....	38
DEŽNIK ZA PRIKAZ GIBANJA ZVEZD .....	40
DOLOČANJE RAZDALJE DO ZVEZD S PARALAKSO .....	41
ORIENTACIJA PO SEVERNICI .....	43
V. VAJE IN NALOGE .....	43
<b>6. ELEKTRIČNI TOK</b> .....	<b>45</b>
ELEKTRIČNI KROG .....	46
MAGNETNI UČINEK .....	46
KEMIČNI UČINEK .....	47
TOPLOTNI UČINEK .....	47
SILA MED VODNIKOMA, V KATERIH JE ELEKTRIČNI TOK .....	48
MERJENJE ELEKTRIČNEGA TOKA .....	49
ELEKTRIČNO DELO .....	50
ODVISNOST ELEKTRIČNEGA DELA OD NAPETOSTI .....	51
VI. VAJE IN NALOGE .....	52

<b>7. ELEKTRIČNI UPOR</b> .....	53
ZAPOREDNO VEZANI ŽARNICI .....	53
VZPOREDNA VEZAVA ŽARNIC .....	54
ELEKTRIČNI TOK V ŽARNICAH .....	55
MERJENJE NAPETOSTI .....	56
NAPETOSTI NA ZAPOREDNO VEZANIH ŽARNICAH .....	57
NAPETOST NA VZPOREDNO VEZANIH ŽARNICAH .....	58
GALVANSKI ČLEN .....	59
NAPETOST ZAPOREDNO VEZANIH GALVANSKIH ČLENOV .....	60
NAPETOST VZPOREDNO VEZANIH GALVANSKIH ČLENOV .....	61
POLNJENJE AKUMULATORJA .....	62
ODVISNOST ELEKTRIČNEGA TOKA OD NAPETOSTI .....	63
ODVISNOST UPORA ŽICE OD NJENE DOLŽINE .....	64
ODVISNOST UPORA ŽICE OD NJENEGA PRESEKA .....	64
ODVISNOST UPORA ŽICE OD SNOVI .....	65
DRSNI UPORNIK .....	66
DRSNI UPORNIK KOT DELILNIK ELEKTRIČNE NAPETOSTI .....	67
ZAPOREDNA VEZAVA RAZLIČNIH UPORNIKOV .....	68
VZPOREDNA VEZAVA RAZLIČNIH UPORNIKOV .....	69
VII. VAJE IN NALOGE .....	70
<b>8. NAELEKTRENJE TELES</b> .....	77
NAELEKTRENJE TELES Z LOČEVANJEM NABOJEV .....	77
NAELEKTRENJE TELES Z INFLUENCO .....	78
NAELEKTRENJE TELES Z VISOKONAPETOSTNIM VIROM .....	79
ELEKTRIČNO POLJE .....	80
ELEKTRIČNO POLJE PLOŠČNEGA KONDENZATORJA .....	81
ELEKTRIČNO POLJE OKOLI TOČKASTEGA NABOJA .....	82
JAKOST ELEKTRIČNEGA POLJA .....	83
ELEKTRIČNI TOK V PLINU (ZRAKU) .....	84
ELEKTRIČNA ISKRA, STRELA .....	85
ELEKTRIČNI TOK V KOVINAH .....	86
ELEKTRIČNI TOK V KAPLJEVINAH .....	87
VIII. VAJE IN NALOGE .....	88
<b>9. MAGNETNO POLJE</b> .....	89
MAGNETNO POLJE PALIČASTEGA IN PODKVASTEGA MAGNETA .....	89
MAGNETNO POLJE ZEMLJE .....	90
MAGNETNA SILA .....	91
MAGNETNA SILA NA ČUREK ELEKTRONOV V VAKUUMU .....	92
SILA NA TOKOVODNIK V MAGNETNEM POLJU .....	93
MAGNETNO POLJE TOKOVODNIKA .....	94
MAGNETNO POLJE TULJAVE .....	95
<b>DODATNE VSEBINE</b> .....	96
INDUKCIJA V VODNIKU .....	96
INDUKCIJA V TULJAVI .....	97
GENERATOR IZMENIČNE NAPETOSTI .....	97
NAPETOSTI NA TULJAVAH TRANSFORMATORJA .....	98
ELEKTROMOTOR .....	100
VIII. VAJE IN NALOGE .....	101
<b>REŠITVE NALOG</b> .....	101

## Preglednica nekaterih količin, merskih enot in oznak

KOLIČINA	OZNAKA	OSNOVNA ALI SESTAVLJENA ENOTA	OZNAKA ZA ENOTO
dolžina	$l, h, s, d, r$	meter*	m
masa	$m$	kilogram*	kg
čas	$t$	sekunda*	s
hitrost	$v$	meter na sekundo	$\frac{m}{s}$
pospešek	$a$	meter na sekundo na kvadrat	$\frac{m}{s^2}$
sila	$F$	newton (njutn)	N
frekvenca	$\nu$	hertz	Hz = $\frac{1}{s}$
delo	A	joule	J
energija	$W, E$	joule	J
moč	$P$	watt	W
jakost električnega toka	I	amper*	A
električna napetost	U	volt	V
upornost	R	ohm	$\Omega$
električni naboj	$e$	ampersekunda	As
jakost električnega polja	E	volt na meter	$\frac{V}{m}$
temperatura	T	kelvin*	K

\* Osnovne enote

Nekaj konstant:

KONSTANTA	OZNAKA	VREDNOST
pospešek prostega pada na površju Zemlje	g	$9,81 \frac{m}{s^2}$ $\approx 10 \frac{m}{s^2}$
gravitacijska konstanta	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{s^2 kg}$
astronomska enota	a.e.	150 000 000 km
svetlobna hitrost	c	$3 \cdot 10^5 \frac{km}{s}$
premer Zemlje	2R	12 800 km

# Poglavje 1

## GIBANJE

Telo se giblje, če spreminja svojo lego glede na telesa v okolici. Če so pri gibanju telesa deli poti (odseki), ki jih telo (ali deli telesa) opravijo v enakih časovnih presledkih, enako dolgi, je gibanje **enakomerno**, sicer je **neenakomerno**.

Gibanje po premem tiru (premici) je premo gibanje, gibanje po krivem tiru pa je krivo gibanje.

V časovnem intervalu  $\Delta t$  naj opravi telo pot  $\Delta s$ . Količnik med  $\Delta s$  in  $\Delta t$  je povprečna hitrost  $\bar{v}$ .

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

Enota za merjenje hitrosti je  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ . V tabeli zapisane enote pretvori v  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ . V spodnjo vrstico tabele zapiši pretvornike.

Enota	$\frac{\text{dm}}{\text{s}}$	$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$	$\frac{\text{mm}}{\text{s}}$	$\frac{\text{km}}{\text{h}}$
$\frac{\text{m}}{\text{s}}$				

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1000 \text{ m} : 3600 \text{ s} = \frac{10 \text{ m}}{36 \text{ s}} = \frac{5}{18} \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Večja enota za merjenje hitrosti je kilometer na sekundo,  $1 \frac{\text{km}}{\text{s}} = \dots \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

### ENAKOMERNO GIBANJE

Če v količniku  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  izbiramo vse krajši časovni presledek  $\Delta t$  in se tudi premik  $\Delta s$  ustrezno manjša, zapišemo raje  $\frac{ds}{dt}$ . Če je  $dt$  tako majhen kot si le moremo predstavljati imenujemo količnik  $\frac{ds}{dt}$  trenutna hitrost.

Če je hitrost telesa stalna, je gibanje enakomerno. Tedaj velja:

$$\text{hitrost} = \frac{\text{pot}}{\text{čas}} \qquad v = \frac{s}{t}$$

$s$  je pot,  $t$  pa čas gibanja telesa. Sledita še enačbi:

$$s = v \cdot t \qquad \text{in} \qquad t = \frac{s}{v}$$

### ENAKOMERNO POSPEŠENO GIBANJE

Če so spremembe hitrosti pri premem gibanju v poljubnih med seboj enakih časovnih presledkih enake, je gibanje enakomerno pospešeno. Sprememba hitrosti v časovni enoti je pospešek.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Enota za merjenje pospeška je  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Pospešek je lahko pozitiven (*pospešeno gibanje*) ali negativen (*pojemaajoče gibanje*).

Pot, ki jo v času  $t$  prepotuje enakomerno pospešeno gibajoče se telo, če je začetna hitrost enaka nič, je:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

## 1. VAJA: POVPREČNA HITROST

### Naloga:

Izračunaj povprečno hitrost pri svoji hoji in jo izrazi v kilometrih na uro.

### Potrebščine:

merilni trak, stoparica (ura), učenec, učilnica

### Navodilo:

Izmeri dolžino učilnice (hodnika) in izmeri čas, v katerem prehodiš to dolžino. Podatke vnesi v tabelo in izračunaj svojo povprečno hitrost. Opredeli, ali je bilo tvoje gibanje premo ali krivo, enakomerno ali neenakomerno.

### Meritve in računi:

s (m)	t (s)	$\bar{v}$ (m/s)	$\bar{v}$ (km/h)

### Odgovori:



## \*2. VAJA - NEENAKOMERNO GIBANJE PAPIRNATEGA TRAKU

### Naloga:

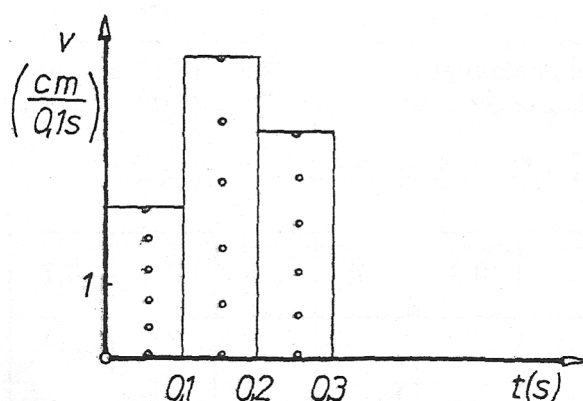
Nariši graf poti v odvisnosti od časa pri gibanju papirnatega traku, ki ga vsaj pol sekunde vlečemo pod iglo brnača. Izračunaj povprečno hitrost papirnatega traku.

### Potrebščine:

Brnač, indigo, napetostni vir, papirnati trak, svinčnik, ravnilo, milimetrski papir (karirasti papir), lepilo, škarje.

### Navodilo:

- Pod iglo brnača položimo indigo. Med indigo in iglo položimo papirnati trak. Brnač nato priključimo na izmenično napetost pet voltov. Papirnati trak vlečemo v ritmu hitro počasi. Igla brnača zaniha petdesetkrat na sekundo tako, da indigo pusti sledove na papirnatem traku - pike. Označimo začetno piko na traku, nato čez vsako peto piko potegnemo ravno črto. Gibanje enega odseka je trajalo 0,1 s. Izračunamo čas, ki je potekel od začetka do konca petega odseka.
- Trak razrežemo na odseke, ki smo jih narisali. Koščke po vrsti nalepimo drugega zraven drugega, kot kaže slika (histogram).



- S pomočjo histograma sestavi tabelo odvisnosti poti od časa in nariši graf  $s = s(t)$  za gibanje traku v 0,5 sekunde.
- Na histogramu pobarvaj najhitrejši odsek z modro, najpočasnejšega pa z rdečo barvo.
- Opređeli, ali je gibanje papirnatega traka premo - krivo, enakomerno - neenakomerno in ali je vsota sil, ki delujejo na papirnat trak, enaka nič ali je od nič različna.

### Meritve in računi:

$t$ (s)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$\Delta s$ (cm)					
$s$ (cm)					

$$t = 0,5 \text{ s}$$

$$s = \dots \text{ cm}$$

$$\bar{v} = \dots$$

### Odgovori:

**\*3. VAJA: ENAKOMERNO GIBANJE****Naloga:**

Nariši graf poti v odvisnosti od časa  $s = s(t)$  pri enakomernem gibanju papirnatega traku.

**Potrebščine:**

Papirnati trak, brnač, indigo, avtomobilček na elektromotor, ravnilo, svinčnik, milimetrski papir, baterija, napetostni vir, škarje, lepilo.

**Navodilo:**

- Papirnati trak prilepimo na ohišje avtomobilčka. Avtomobilček poženemo (poženemo elektromotorček), brnač pa naj papirnati trak označuje tako kot pri 1. vaji. Če nimamo avtomobilčka, lahko trak vlečemo z roko. V obeh primerih naj bo gibanje enakomerno.
- Označimo začetno piko na traku in čez vsako peto piko potegnemo črto pravokotno na trak. Izmerimo pot, ki jo je avtomobilček prevozil v eni, dveh, treh, ... desetih desetinkah sekunde (seštevaj dolžine označenih odsekov na traku). Podatke vnesi v tabelo in na milimetrski papir. Nariši graf  $s = s(t)$  za gibanje traku v prvi sekundi.
- Zapiši sile, ki delujejo na papirnati trak. Kolikšna je njihova vsota, če je gibanje traku enakomerno?
- Izmeri dolžine označenih odsekov  $\Delta s$  in izračunaj dolžino opravljene poti v eni, dveh, treh, ..., desetinkah sekunde. Izračunaj hitrost v vsaki desetinki sekunde. Podatke vpiši v preglednico in nariši graf  $v = v(t)$  za gibanje v prvi sekundi.
- Iz grafa  $v = v(t)$  izračunaj ploščino pravokotnika, katerega stranici sta hitrost in čas (ena sekunda). Katero količino si izračunal?
- Razreži trak na označene odseke in sestavi histogram  $v = v(t)$ .

**Meritve in računi:**

$t(s)$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\Delta t (s)$	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$\Delta s (cm)$	0										
$s (cm)$	0										
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} (\frac{cm}{s})$	/										

**Odgovori:**

Graf hitrosti v odvisnosti od časa pri enakomernem gibanju je ..... , ki je vzporedna s časovno osjo. Iz grafa preberemo velikost ..... in čas gibanja. Iz teh podatkov lahko izračunamo opravljeno .....

## \*\*4. VAJA - ENAKOMERNO POSPEŠENO GIBANJE

### Naloga:

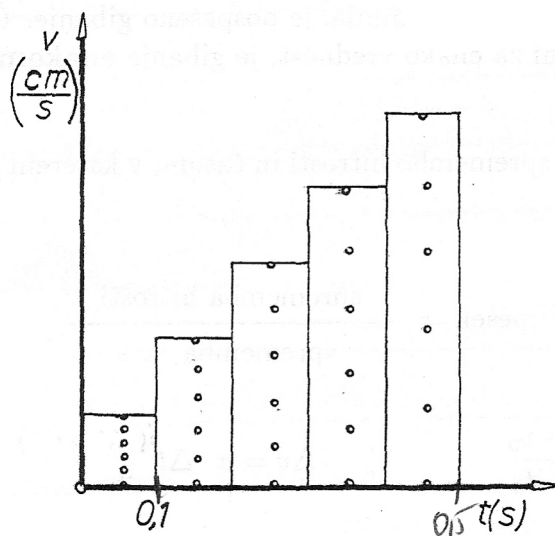
Opazuj enakomerno pospešeno gibanje in načrtaj graf in histogram hitrosti v odvisnosti od časa  $v = v(t)$ .

### Potrebščine:

Brnač, indigo, napetostni vir, papirnati trak, ravnilo, voziček, žice, lepilo, škarje.

### Navodilo:

- a) Mizo na eni strani podložimo (s torbo, knjigo). Na voziček prilepimo začetek traku. Trak vpnemo med konico brnača in indigo. Voziček in brnač postavimo na mizo. Ko brnač priključimo na izmenično napetost 5V, spustimo voziček po klancu (mizi). Na traku označimo začetno piko in odseke poti vsako desetinko sekunde (po pet pik). Trak razrežemo na koščke in naredimo histogram  $v = v(t)$ , ki prikazuje gibanje prvih petih odsekov (kot kaže slika).



- b) Izmeri dolžine odsekov  $\Delta s$ , izračunaj dolžine poti po prvi, drugi, tretji, četrti in peti desetinki sekunde (Seštevaj po vrsti dolžine odsekov). Izračunaj povprečno hitrost s katero se giblje trak ob koncu prve, druge, tretje, četrte in pete desetinke sekunde po enačbi:

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

- c) Povprečno hitrost lahko izračunamo tudi takole

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$

kjer je  $v_0$  začetna hitrost,  $v$  pa trenutna hitrost. Če je začetna hitrost traku enaka nič  $v_0 = 0$ , je trenutna hitrost  $v = 2 \cdot \bar{v}$ . V tabelo vpiši še izračunane trenutne hitrosti na koncu prve desetinke, druge, ..., pete desetinke sekunde.

- d) Opredeli ali je gibanje traku enakomerno - neenakomerno, premo - krivo.  
 e) Zapiši sile, ki delujejo na trak in opredeli, ali je njihova vsota enaka nič ali je različna od nič.  
 f) Nariši graf odvisnost poti od časa  $s = s(t)$ .

**Meritve in računi:**

$t$ (s)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$\Delta s$ (cm)					
$s$ (cm)					
$\bar{v}$ ( $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ )					
$v$ ( $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ )					

**Odgovori:**

Gibanje, pri katerem se hitrost spreminja, je ..... Če se v enakih časovnih intervalih hitrost spremeni za enako vrednost, je gibanje **enakomerno pospešeno**.

Enakomerno pospešeno gibanje je neenakomerno gibanje, pri katerem je vsota sil na telo ves čas stalna (konstantna) in od nič različna.

Pospešek je količnik med spremembo hitrosti in časom, v katerem je ta sprememba nastala. Pospešek je vektor (količina, ki ima velikost in smer).

$$\text{Pospešek} = \frac{\text{sprememba hitrosti}}{\text{čas}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \qquad \Delta v = a \cdot \Delta t \qquad \Delta t = \frac{\Delta v}{a}$$

Enota pospeška je  $\frac{m}{s^2}$  (meter na sekundo na kvadrat).

Dopolni tabelo: Enoto  $\frac{m}{s^2}$  pretvori v zapisane enote v tabeli.

Enota	$\frac{\text{dm}}{\text{s}^2}$	$\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$	$\frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$	$\frac{\text{km}}{\text{s}^2}$
$\frac{m}{s^2}$				

Če je pospešek ves čas enak in različen od nič, je gibanje ..... Če je začetna hitrost telesa ob času  $t = 0$  enaka nič, je trenutna hitrost  $v$  po preteku časa  $t$  od začetka gibanja enaka produktu ..... in .....

$$v = a \cdot t$$

## 5. VAJA - POSPEŠEK PRI ENAKOMERNO POSPEŠENEM GIBANJU

### Naloga:

Izračunaj pospešek v vsaki desetinki sekunde pri gibanju traku iz vaje 4 in nariši graf odvisnosti pospeška od časa. Primerjaj enačbe in grafe hitrosti, pospeška in poti v odvisnosti od časa na zgledih.

### Potrebščine:

Tabela iz 4. vaje.

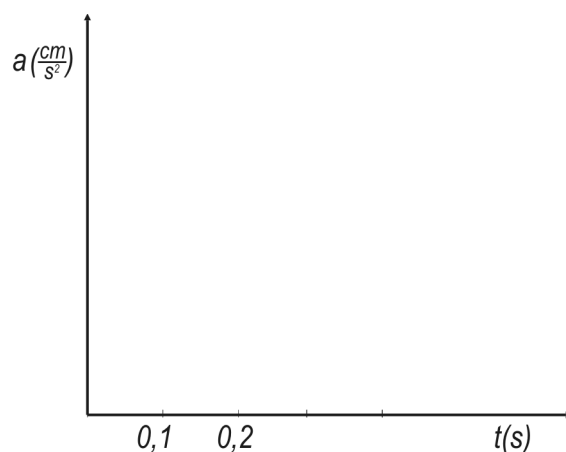
### Navodilo:

Prepiši podatke o trenutnih hitrostih pri 4. vaji na koncu prve, druge, ..., pete desetinke sekunde. Izračunaj spremembo hitrosti v vsaki desetinki sekunde. Izračunaj pospešek na posameznem odseku. Meritve in rezultate vpiši v tabelo. Nariši graf odvisnosti pospeška od časa,  $a = a(t)$ . Kaj lahko poveš o pospešku pri enakomerno pospešenem gibanju papirnatega traku?

### Meritve:

$t$ (s)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$v$ ( $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ )					
$\Delta v$ ( $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ )					
$\Delta t$ (s)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$a$ ( $\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ )					

### Graf:



### Odgovor:

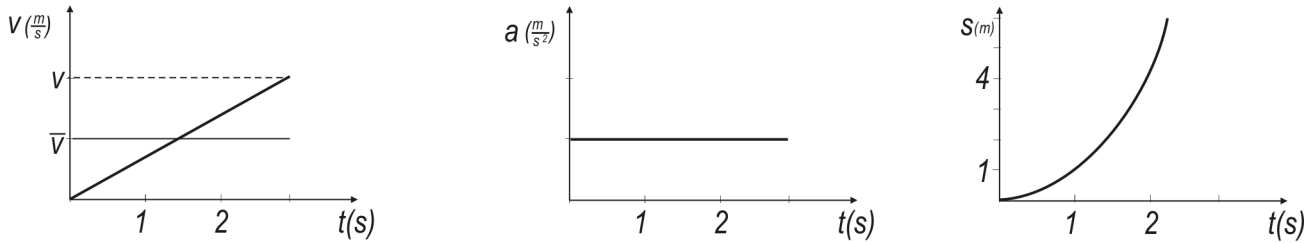
Pri enakomerno pospešenem gibanju lahko pot izračunaš na več načinov:

- iz povprečne hitrosti in časa.  $s = \bar{v} \cdot t$ ,
- iz trenutne hitrosti  $v$  in časa,  $t$ ,
- iz popeška  $a$  in časa  $t$ .

V zgledih 1) in 2) je gibanje sestavljeno. Upoštevaj prispevek  $v_0 \cdot t$ , ker je začetno hitrost različna od nič.  $v_0 \neq 0$ .

### Zgledi:

1)  $v_0 = 0$ , rezultanta sil na telo  $R$  je ves čas stalna in  $R > 0$ , gibanje je enakomerno pospešeno.

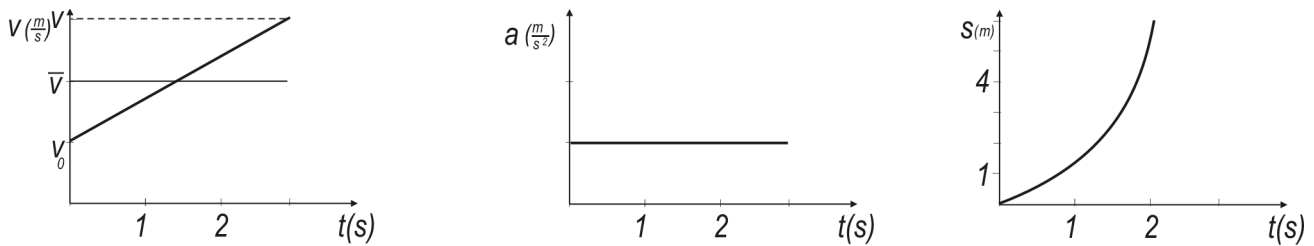


Velja:

$$\bar{v} = \frac{v}{2}, \quad v = a \cdot t, \quad s = \frac{v}{2} \cdot t \quad \text{ali} \quad s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}, \quad v = \frac{2s}{t}, \quad a = \frac{2s}{t^2}$$

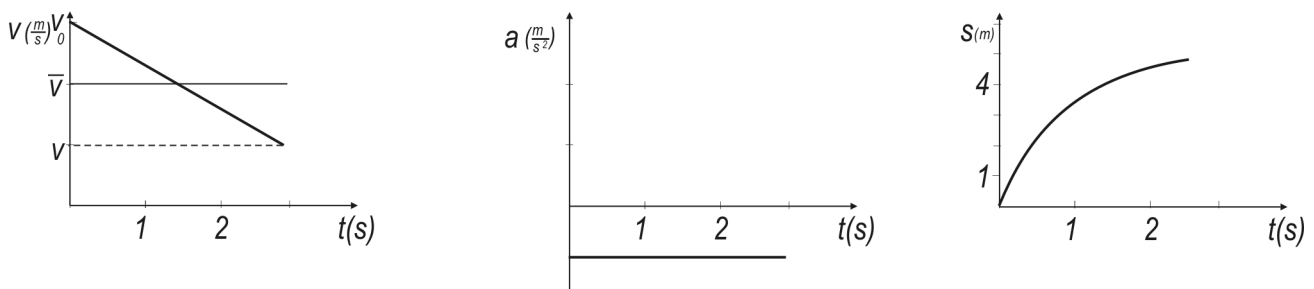
2)  $v_0 \neq 0$ , rezultanta sil na telo  $R$  je stalna in  $R > 0$ , gibanje je enakomerno pospešeno.



$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}, \quad v = v_0 + a \cdot t, \quad s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}, \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

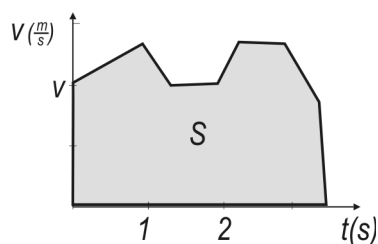
3)  $v_0 = 0$ , rezultanta sil na telo  $R$  je stalna in  $R < 0$ , gibanje je enakomerno pojemajoče, pospešek  $a < 0$ .



$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}, \quad v = v_0 + at, \quad s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

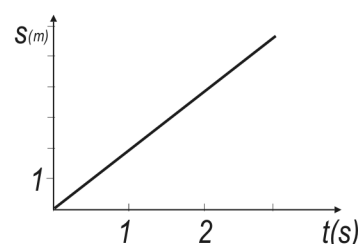
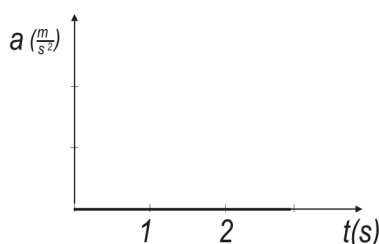
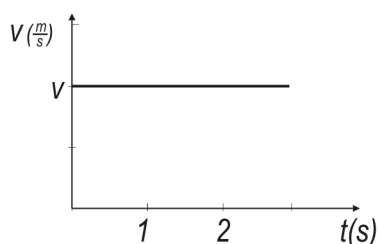
$$s = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}, \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

4) Gibanje je neenakomerno pospešeno, rezultanta sil na telo ni stalna, pospešek se spreminja.



Pot, ki jo opravi telo v izbranem časovnem intervalu, je po velikosti enaka ploščini lika, ki ga omejujejo graf  $v(t)$ , odsek na abscisni osi in ordinati začetka in konca opazovanja.

5) Gibanje je premo in enakomerno, rezultanta sil na telo je 0.



$$\bar{v} = v, \quad s = v \cdot t$$

## \*6. VAJA - PROSTI PAD

### Naloga:

Izračunaj pospešek pri prostem padu uteži.

### Potrebščine:

Vir napetosti, brnač, indigo, papirnati trak, ravnilo, utež, lepilni trak.

### Navodilo:

Brnač nalepi z lepilnim trakom na navpično stranico omare, mizo, tako, da bo trak mimo pisala drsel navpično. Priključi ga na vir napetosti. Na utež prilepi papirnat trak, ki naj bo po dolžini (skupaj z utežjo) nekoliko krajši od višine, na kateri je brnač. Utež spusti, da prosto pada, pri tem pa vleče trak skozi brnač, ki je priključen na izmenično napetost 5 V. Na traku označi začetno in končno piko, ter izmeri pot - razdaljo med njima. Preštej pike in izračunaj čas, v katerem je utež skupaj s trakom opravila to pot. Pospešek izračunaj po enačbi  $a = \frac{2s}{t^2}$ , podatke vpiši v tabelo. Opiši, kakšne vrste gibanje je prosti pad (enakomerno - neenakomerno, krivo - premo, pospešeno ...). Katera sila deluje na telo, ki nad površjem Zemlje prosto pada?

### Meritve in računi:

$s$ (m)	$t$ (s)	$a = \frac{2s}{t^2}$ ( $\frac{m}{s^2}$ )

### Odgovori:

Prosti pad je .....in..... gibanje, Na telo, ki na Zemlji prosto pada deluje privlačna sila Zemlje ..... Upor zraka je v tem primeru zanemarljiv. Zaradi stalne sile je prosti pad ..... gibanje. Pospeše prostega pada na Zemlji je  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ , kar zaokrožimo na  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .

$$v = g \cdot t, \quad s = h = \frac{gt^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad v = \frac{2s}{t}$$

## I. VAJE IN NALOGE

- Kolesar vozi premo in enakomerno in prevozi v vsaki minuti 300 m. Izračunaj hitrost kolesarja in jo izrazi v  $\frac{m}{s}$  in  $\frac{km}{h}$ .
- Pri enakomernem gibanju je pot premo sorazmerna s časom. Katera količina je koeficient sorazmerja?
- Kolikšna je povprečna hitrost kolesarja, če prevozi v desetih minutah 3,6 km?
- Kolikšno pot prevozi avtomobilček, če se giblje dvajset sekund enakomerno s hitrostjo  $2 \frac{m}{s}$ ? V kolikšnem času bi pri enaki vožnji prevozil 100 m?
- Koliko časa traja potovanje z letalom iz kraja A v kraj B,  $\overline{AB} = 1800$  km, če letalo leti s stalno hitrostjo  $900 \frac{km}{h}$ ?
- Izrazi hitrosti v preglednici v kilometrih na uro.

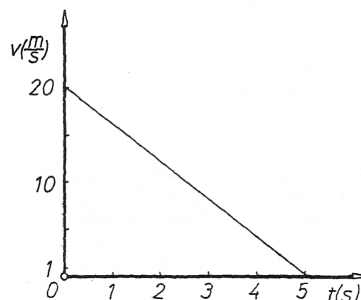
$v \left( \frac{m}{s} \right)$	5	10	15	20	1
$v \left( \frac{km}{h} \right)$					

- Izrazi hitrosti v tabeli v metrih na sekundo.

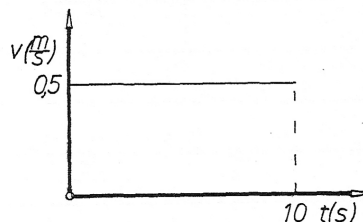
$v \left( \frac{km}{h} \right)$	3.6	18	36	54	72
$v \left( \frac{m}{s} \right)$					

- \*8. Razdaljo med dvema drevesoma prehodi enakomerno. Z vrstico ali nitko in dolžinskim merilom izmeri opravljeno pot, z uro izmeri čas hoje med drevesoma. Izračunaj hitrost hoje. Vajo ponovi vsaj trikrat in izračunaj povprečje.
- Avto vozi enakomerno pet minut s hitrostjo  $54 \frac{km}{h}$ . Zapiši hitrost v metrih na sekundo. Kolikšno pot je prevozil v tem času?

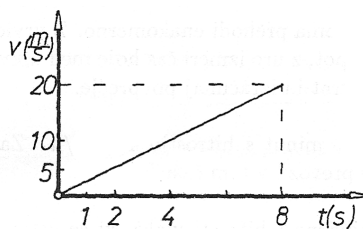
- \*\*10. Graf prikazuje časovno odvisnost hitrosti vlaka, ki se ustavlja. Izračunaj povprečno hitrost med ustavljanjem. Izračunaj povprečno hitrost med tretjo in četrto sekundo. Kolikšno pot opravi vlak med ustavljanjem?



- Graf kaže hitrost gibanja smeti na tekočem traku. Koliko časa se je smet gibala? Ali je bilo njeno gibanje neenakomerno? Kolikšno pot opravi smet v petih sekundah od začetka opazovanja? Kolikšna je bila povprečna hitrost med peto in šesto sekundo?



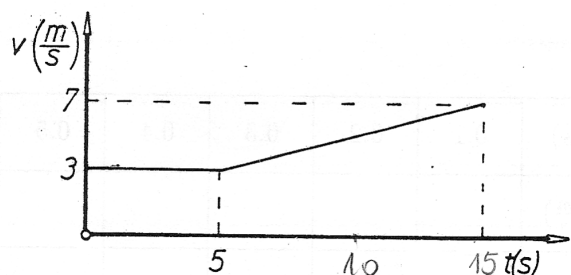
- \*\*12. Graf kaže spremembo hitrosti v odvisnosti od časa pri speljevanju avtomobila. Kolikšna je povprečna hitrost med speljevanjem? Kolikšna je povprečna hitrost med četrto in šesto sekundo? Kolikšna je trenutna hitrost po šesti sekundi?



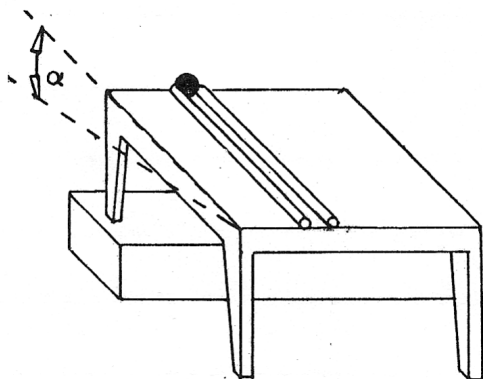
- Povprečna hitrost smučarja med peto in šesto sekundo je  $40 \text{ m/s}$ . Nariši graf  $v = v(t)$  hitrosti v odvisnosti od časa za pet sekund, če je gibanje enakomerno. Kolikšno pot presmuča v petih sekundah? V kolikšnem času bi presmučal 1 km?
- Kolikšen je pospešek, če se je hitrost v dveh sekundah spremenila za  $4 \frac{m}{s}$ ?
- Kolikšna je sprememba hitrosti pri prostem padu po dveh sekundah? Težni pospešek je približno  $10 \frac{m}{s^2}$  (zračni upor zanemarimo).



- \*16. Letalo z začetno hitrostjo  $200 \frac{m}{s}$  se na letališki stezi ustavlja enakomerno pospešeno. Izračunaj pospešek letala, če se ustavi v osmih sekundah.
- \*\*17. Kolesar vozi enakomerno pet sekund in pripelje do klanca, po katerem se pelje še deset sekund. Graf  $v = v(t)$  kaže hitrost kolesarja v odvisnosti od časa. Kolikšen je pospešek kolesarja do pete sekunde? Kolikšen je pospešek kolesarja med peto in petnajsto sekundo? Kolikšna je povprečna hitrost kolesarja med peto in deseto sekundo?



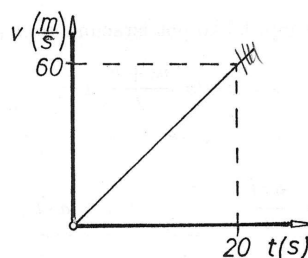
- \*18. Mizo na eni strani podloži (glej sliko) in na njej naredi žleb iz dveh palic. Izmeri dolžino žleba (pot  $s$ ) in spusti po njem frnikolo. Izmeri čas, v katerem se frnikola (krogla) preotali od začetka do konca žleba. Vajo ponovi trikrat in vsakič izmeri čas. Podatke vpiši v preglednico.



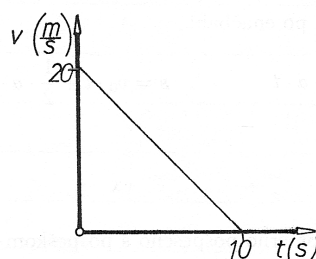
Štev.	1.	2.	3.	Povprečje
$s$ (m)				
$t$ (s)				
$\bar{v}$ ( $\frac{m}{s}$ )				
$v$ ( $\frac{m}{s}$ )				
$a$ ( $\frac{m}{s^2}$ )				

- a) Oceni (izmeri) nagnjenost klanca, izmeri naklonski kot  $\alpha$ .
- b) Izračunaj povprečno hitrost, končno hitrost in pospešek pri vsakem merjenju.
- c) Izračunaj še aritmetične sredine vseh količin pri tej vaji.

- \*19. Graf  $v = v(t)$  kaže odvisnost hitrosti od časa pri vzletu letala. Kolikšna je povprečna hitrost letala v dvajsetih sekundah? Kolikšen je v tem času pospešek letala? Kolikšna je hitrost letala po dveh sekundah od starta? Kolikšen je v tem času pospešek letala?



- \*\*20. Graf  $v = v(t)$  prikazuje odvisnost hitrosti od časa pri zaviranju vlaka. Kolikšna je povprečna hitrost med ustavljanjem? Kolikšen je pospešek vlaka? Kolikšna je hitrost vlaka na koncu pete sekunde?



21. Sankač se začne gibati enakomerno pospešeno s pospeškom  $a = 4m/s^2$ . Kolikšno hitrost doseže po petih sekundah? Kolikšno pot prevozi v tem času? Nariši graf hitrosti v odvisnosti od časa  $v = v(t)$  za prvih pet sekund gibanja!

- \*\*22. Vlaku, ki se giblje s hitrostjo  $54 \frac{km}{h}$ , se začne ustavljati enakomerno pospešeno s pospeškom  $-3 \frac{m}{s^2}$ . V kolikšnem času se ustavi? Kolikšna je njegova povprečna hitrost med ustavljanjem?

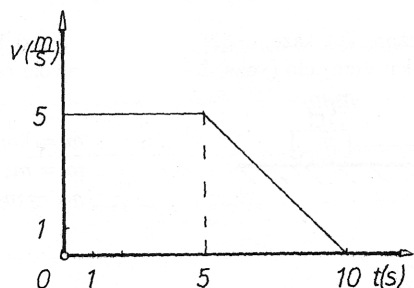
23. Izračunaj višino, s katere je priletel kamen, če je prosto padal 3 sekunde proti središču Zemlje. Kolikšna je njegova hitrost tik pred tlemi (zračni upor zanemarimo)?

\*24. V kolikšnem času doseže avto hitrost  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , če se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  in je njegova hitrost na začetku  $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ? Kolikšno pot prevozi v tem času?

25. Vlak, ki se ustavlja enakomerno pospešeno, ima začetno hitrost  $18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in se ustavi v treh sekundah. Nariši graf  $v = v(t)$ ! Kolikšen je pospešek vlaka?

26. Kapljica vode pada z 20 m visokega balkona. V kolikšnem času pade na tla? Kolikšna je njena hitrost tik pred tlemi (zračni upor zanemarimo)?

\*\*27. Narisan je graf  $v = v(t)$  za gibanje drsalca. Kolikšno pot predrsa v desetih sekundah? S kolikšnim pospeškom se ustavlja?



28. Žogico izstrelimo s tal navpično navzgor s hitrostjo  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Po kolikšnem času pade nazaj na tla (zračni upor zanemarimo).

29. Jabolko je padlo na tla z višine 5 m. Kolikšno hitrost je doseglo tik pred tlemi? Koliko časa je padalo (zračni upor zanemarimo)?

\*\*30. Avto spelje naravnost in enakomerno pospešeno. V peti sekundi prevozi 45 m.  
a) Izračunaj njegov pospešek.  
b) Izračunaj hitrost avta na koncu 5. sekunde.  
c) Kolikšno pot je opravil avto do konca 5. sekunde?

\*31. Pretvori v osnovne enote:

$$5,5 \frac{\text{km}}{\text{s}^2} = \quad 120 \frac{\text{m}}{\text{min}} = \quad 0,6 \frac{\text{km}}{\text{min}} =$$

$$54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \quad 5,55 \frac{\text{dm}}{\text{s}^2} = \quad 24 \frac{\text{m}}{\text{min}} =$$

$$600 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = \quad 18 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = \quad 1080 \frac{\text{dm}}{\text{h}} =$$

32. S kolikšnim pospeškom se ustavlja vlak, če ima začetno hitrost  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in se ustavi enakomerno pojemajoče v šestih sekundah? Nariši graf  $v = v(t)$  za takšno gibanje vlaka.

33. Kolesar pripelje do klanca in ima hitrost  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . V naslednjih dveh sekundah se giblje enakomerno pospešeno in se mu hitrost poveča na  $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

- Izračunaj pospešek kolesarja.
- Kolikšno pot prevozi v tem času?
- Nariši graf  $v = v(t)$  za gibanje kolesarja.

34. Kolesarju z začetno hitrostjo  $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  hitrost pet sekund enakomerno pojema do hitrosti  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

- Nariši graf  $v(t)$ .
- Izračunaj pojemek kolesarja.
- Izračunaj kolikšno pot prevozi v tem času.

35. Avto se giblje premo in enakomerno s hitrostjo  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

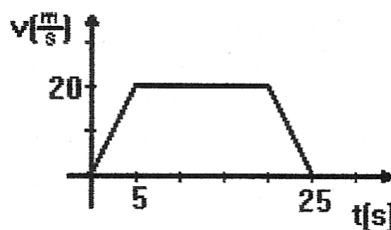
- Kolikšno pot prevozi v 15 minutah?
- V kolikšnem času bo prevozil 72 km?

36. Jože kolesari premo enakomerno s hitrostjo  $9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  sto sekund, nato pa še deset minut s hitrostjo  $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Kolikšno pot je prekolesaril?

37. Kolesar se giblje 3 sekunde enakomerno pospešeno s pospeškom  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

- Kolikšno hitrost doseže?
- Kolikšno pot prevozi v tem času?
- Nariši graf  $v(t)$ .

\*\*38. Telo se giblje kot kaže graf  $v = v(t)$ .



- Kolikšno pot opravi?
- Nariši graf  $a = a(t)$

39. Po ravnih tirih pelje lokomotiva s hitrostjo  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Strojvodja enakomerno zavira dve sekundi s pospeškom  $a = -8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

- Nariši graf  $v = v(t)$  za gibanje lokomotive.
- Izračunaj zavorno pot (razdaljo med začetkom in koncem zaviranja).

## Poglavje 2

# SILA, MASA IN POSPEŠEK

Za telo, na katerega ne delujejo sile, velja, da ohranja obliko, velikost, maso in miruje ali pa se giblje enakomerno in ohrani smer ter hitrost gibanja. (I. Newtonov zakon)

Če na telo deluje zunanja sila, se telo giblje pospešeno v smeri sile.

Pospešek telesa je premosorazmeren z rezultanto zunanjih sil, ki delujejo na telo, in obratno sorazmeren z maso telesa. Pospešek ima usmerjenost rezultante sil.

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m}$$

Sila  $\mathbf{F}$  in pospešek  $\mathbf{a}$  sta usmerjeni količini (vektorja).

Masa  $m$  je skalar.

Ker merimo maso v kilogramih (kg) in pospešek v metrih na sekundo na kvadrat ( $\frac{m}{s^2}$ ), je enota za silo:  $1 \frac{m \cdot kg}{s^2} = 1N$  Newton (izg. njutn).

Enačbo  $a = \frac{F}{m}$  je prvi zapisal Isaac Newton (1643–1727) in jo imenujemo 2. Newtonov zakon:

Velikost sile izmeriš z vzmetno tehtnico - silomer (dinamometer). Enota za merjenje velikosti sil je newton (njutn), ki ga označimo z N. Če sila 1 N deluje na maso 1 kg ji da pospešek  $1 \frac{m}{s^2}$  ( $N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$ ).

Dopolni tabelo:

	kN	MN	mN	$\mu N$
F (N)				

## 7. VAJA - SILA IN POSPEŠEK

### Naloga:

Izračunaj pospeške telesa s stalno maso pri različnih silah.

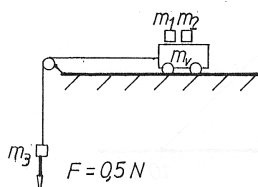
### Potrebščine:

Voziček, 50-gramske uteži, škripec, vrvica, dolžinsko merilo, štoparica.

### Navodilo:

Voziček povežemo z utežmi, kot kažejo slike. Masa telesa naj bo stalna, vlečno silo pa večamo. Merimo čas, v katerem telo (voziček in uteži) prevozi izbrano razdaljo, na primer 0.6 m.

a)

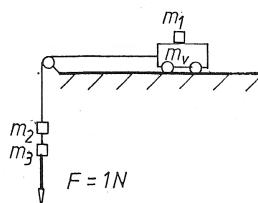


$m = \text{konstanta}$

$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_v$

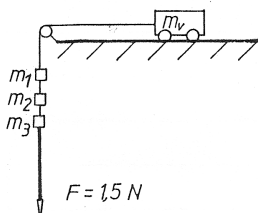
$m_1 = m_2 = m_3 = 50 \text{ g}$

b)



$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_v$

c)



$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_v$

### Meritve:

- \* Izmerjene vrednosti količin zapiši v preglednico.
- \* Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici in jih vanjo vpiši.
- \* Kako je pospešek telesa odvisen od vlečne sile, ki nanj deluje?

$F$ (N)	$m$ (kg)	$s$ (m)	$t$ (s)	$\bar{v} = \frac{s}{t} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$	$v = 2 \cdot \bar{v} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$	$a = \frac{v}{t} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$
0.5		0.6				
1		0.6				
1.5		0.6				

### Odgovor:

Če je pri nespremenjeni masi telesa sila na telo 2-, 3-, 4-krat večja, je pospešek 2-, 3-, 4-krat .....  
 Pospešek je ..... sorazmeren s silo.

## 8. VAJA - MASA IN POSPEŠEK

### Naloga:

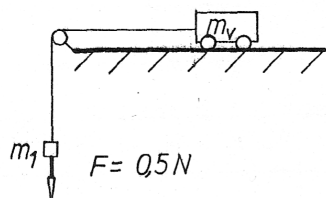
Izračunaj pospeške teles z različnimi masami, na katera deluje enaka vlečna sila.

### Potrebščine:

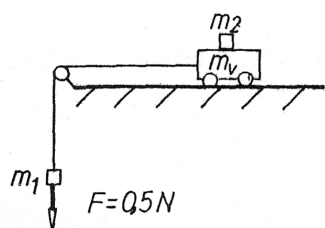
Voziček, vrv, 50-gramske uteži, dolžinsko merilo, štoparica, škripec.

### Navodilo:

Voziček povežemo z utežjo, kot kažejo slike. Vlečna sila naj bo stalna  $F = 0,5 \text{ N}$  (teža uteži za 50 g), mase teles (voziček in uteži) pa naj bodo različne. Izmerimo čase, v katerih telo prevozi razdaljo 0.6 m.

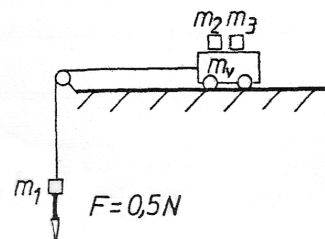


$$m = m_v + m_1$$



$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_v$$



### Meritve:

- \* Izmerjene vrednosti količin vpiši v preglednico.
- \* Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici in jih vanjo vpiši.
- \* Kako je pospešek odvisen od mase telesa?

$F$ (N)	$m$ (kg)	$s$ (m)	$t$ (s)	$\bar{v} = \frac{s}{t}$ ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ )	$v = 2 \cdot \bar{v}$ ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ )	$a = \frac{v}{t}$ ( $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )
0,5		0,6				
0,5		0,6				
0,5		0,6				

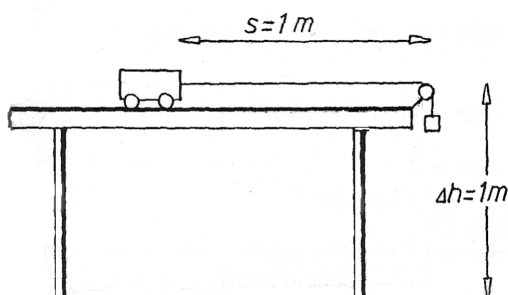
### Odgovor:

Naj bo pospešek telesa z maso  $m$  pri stalni sili  $F$  enak  $a$ . Pri enako veliki sili  $F$  je ..... telesa, ki ima 2, 3, 4 krat večjo maso enak  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  pospeška  $a$ . Če ima telo 2 krat večjo maso in deluje nanj 2 krat večja sila bo pospešek telesa ..... Pospešek telesa, ki ima stalno maso in nanj deluje 2 krat večja sila bo ..... Pri nalogah uporabi enačbe:

$$a = \frac{F}{m} \quad m = \frac{F}{a} \quad F = m \cdot a$$

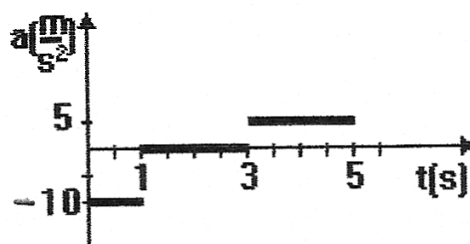
## II. VAJE IN NALOGE

1. Telo z maso 2 kg se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom  $2\frac{m}{s^2}$ . Kolikšna je rezultanta sil, ki delujejo nanj?
2. Teža telesa na Zemlji je 10 N. Kolikšna je masa tega telesa?
3. Na čoln z maso 100 kg deluje rezultanta sil 200 N. S kolikšnim pospeškom se giblje?
- \*4. Kolikšna je zaviralna sila na lokomotivo z maso 20 t, če ima začetno hitrost  $15\frac{m}{s}$  in se ustavi v 30 sekundah?
- \*\*5. Po klancu z nagibom  $30^\circ$  se spusti sankoč, ki s sanmi vred tehta 40 kg. S kolikšnim pospeškom se sankoč giblje, če je sila trenja 50 N? Dinamično komponento teže določi grafično ali računsko.
- \*\*6. Voziček in utež povežemo z vrstico preko škripca, kot kaže slika. Masa vozička je 200 g, masa uteži pa 100 g, maso vrvice zanemarimo.



- a) S kolikšnim pospeškom se giblje voziček, če trenje zanemarimo?
- b) V kolikšnem času pripelje voziček do roba mize?
- c) Za koliko se zmanjša potencialna energija uteži?
7. Voziček z maso 500 kg potiskata učenca, vsak s silo 100 N v smeri gibanja. Kolikšen je pospešek vozička, če na voziček ne deluje v smeri gibanja nobena druga sila? Kolikšno hitrost doseže po dveh sekundah potiskanja?
8. Sankoč, ki tehta skupaj s sanmi 60 kg pride do ravnine s hitrostjo  $20\frac{m}{s}$  in se ustavi v štirih sekundah.
  - a) Izrazi njegovo začetno hitrost v  $\frac{km}{h}$ .
  - b) Kolikšen je pospešek sankoča?
  - c) Kolikšna je sila trenja na sanke?
9. Na telo z maso 2 kg deluje sila 10 N pet sekund.
  - a) Kolikšen je pospešek telesa?
  - b) Kolikšno hitrost telo doseže?
  - c) Izrazi končno hitrost v  $\frac{km}{h}$ .

- \*10. Lokomotiva, ki pelje  $72\frac{km}{h}$  po ravnih tirih, se ustavi v petih sekundah.
  - a) Kolikšno pot prevozi med ustavljanjem?
  - b) Kolikšna je povprečna zaviralna sila na lokomotivo, če je njena masa 20 t?
- \*\*11. Graf na sliki prikazuje pospeške sankoča na ravni stezi. Njegova začetna hitrost je  $20\frac{m}{s}$ , skupaj s sanmi pa tehta 70 kg.
  - a) Nariši graf  $v = v(t)$  za gibanje sankoča glede na pospeške.
  - b) Izračunaj rezultante sil na sankoča s sanmi na posameznih odsekih.



- \*\*12. Skakalec z elastiko (bungee jumping) skoči v globino. Ko se vrv s prožnostnim koeficientom  $100\frac{N}{m}$  raztegne za 20 m, se ustavi (hitrost je enaka nič).
  - a) Kolikšen je pospešek skakalca v tej točki, če je njegova masa 80 kg?
  - b) Nariši sile, ki v tem trenutku nanj delujejo.
- \*13. Kamen z maso 1 kg izstrelimo s tal navpično navzgor s hitrostjo  $40\frac{m}{s}$ .
  - a) Čez koliko časa pade nazaj na tla (zračni upor zanemarimo)?
  - b) Izračunaj povprečno zaviralno silo na kamen, če pade v blato in se v njem ustavlja 0,01 s.
- \*\*14. Papirnati pladenj z maso 0,1 kg pade z višine 7,2 m na tla v 2,4 s. Kolikšen povprečni zračni upor deluje na pladenj?
- \*\*15. Jabolko z maso 20 dag pade z 20 m visokega drevesa v blato in se v njem ustavlja 0,01 sekunde. Kolikšna je sila upora, ki deluje nanj v blatu? Zračni upor zanemarimo.
- \*\*16. Dvesto gramsko raketo izstrelimo navpično navzgor z motorjem, ki deluje 5 s in ima potisno silo 10 N (zračni upor in maso motorja zanemarimo).
  - a) Kolikšno hitrost raketa doseže?
  - b) Kolikšno višino doseže?
17. Zapiši I. Newtonov zakon (zakon o ravnovesju) in III. Newtonov zakon (zakon o vzajemnem učinku).

## Poglavje 3

# DELO IN ENERGIJA

### PONOVITEV

Oznaka za delo je . . . . ., enota za delo je . . . . . Delo je produkt izbrane . . . . . in premika njenega prijemališča v smeri . . . . .

$$A = F \cdot s$$

Večino energije za opravljanje dela dobimo s svetlobo od . . . . .  
ldots . . . . .; Izkoriščamo še . . . . . energijo, geotermalno energijo . . . . ., energijo . . . . . (plima in oseka) in kemijsko energijo (baterije) in jedrsko . . . . . Oznaka za energijo je . . . . . ali E, enota za energijo je . . . . .

Delo in toplota, ki ju telo prejme ali odda v enoti časa je . . . . . Oznaka za moč je . . . . ., enota za moč je . . . . .

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

;

$$P = \frac{Q}{t}$$

Kadar telo prejme delo ali toploto se mu lahko spremeni kinetična, potencialna, prožnostna in notranja . . . . .

Telesu se spremeni notranja energija, če se mu spremeni:

1. . . . .
2. . . . .
3. . . . .

Spremembo notranje energije pri segrevanju (ohlajanju) izračunamo po enačbi  $\Delta W_n = m \cdot c \cdot \Delta T$ .

Spremembo notranje energije pri spremembah agregatnega stanja izračunamo po enačbah:

$$\Delta W_n = q_t \cdot m \text{ (pri taljenju ali zmrzovanju)}$$

$$\Delta W_n = q_i \cdot m \text{ (pri izparevanju ali utekočinjenju - kondenzaciji)}$$

Če prožno telo napnemo (stisnemo ali raztegnemo), se mu zaradi prejetega dela poveča . . . . .  
ldots . . . . ., energija. Če napeto (stisnjeno ali raztegnjeno) prožno telo sprostimo, lahko odda . . . . . ,  
prožnostna energija pa se mu . . . . .

**KINETIČNA ENERGIJA,  $W_k$** 

Telesa, ki se ..... imajo kinetično energijo.

Če telo prejme delo in se mu poveča samo kinetična energija, velja enačba:

$$A = \Delta W_k$$

Zgled:

Na voziček, ki se giblje brez trenja, deluje na 1 m dolgi poti sila 1 N v smeri premika. Vozičku se zaradi tega med potiskanjem poveča hitrost. Vozičku se je torej povečala ..... energija.

Velja:

$$A = \Delta W_k \quad A = F \cdot s \quad A = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ J}$$

Enačbo  $A = F \cdot s$  preoblikujemo. Uporabimo enačbi  $F = m \cdot a$  in  $s = \frac{1}{2}at^2$ .

$$A = F \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot at^2 \quad A = \frac{1}{2}m(at)^2$$

Če je začetna hitrost  $v_0 = 0$ , je  $v = a \cdot t$

$$A = \Delta W_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Enačba velja, če je začetna hitrost opazovanega telesa 0 in če so spremembe drugih energij enake nič. Če začetna hitrost opazovanega telesa ni enaka nič, pa velja:

$$A = \Delta W_k = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

Opazovanemu telesu se spremeni kinetična energija, če se spremenita masa ali hitrost telesa. Spremeni se mu za toliko, kolikor dela telo od okolice prejme ali kolikor dela telo okolici odda.

**POTENCIALNA ENERGIJA,  $W_p$** 

Ponovimo:

Delo teže je nasprotno enako spremembi potencialne energije.

$$A_{\text{teže}} = \Delta W_p = F_g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = h - h_0$$

$\Delta h$  ... sprememba višine

$h_0$  ... začetna višina

$h$  ... končna višina

Če telo dvignemo, za izbrano višinsko razliko, se mu potencialna energija ....., če pa ga za izbrano višinsko razliko spustimo, se mu potencialna energija ....., Če telo ostane na isti višini je sprememba potencialne energije enaka .....

Če telo prejme delo in se mu poveča samo potencialna, energija velja enačba:

$$A = \Delta W_p$$

Potencialna energija telesa je odvisna od:

1. mase telesa
2. njegove oddaljenosti od središča planeta
3. težnostnega pospeška planeta



## ENERGIJSKI ZAKON IN ENERGIJSKE SPREMEMBE

Vsota dela in toplote, ki ju telo prejme ali odda, je enaka spremembi skupne energije telesa.

Spoznanje imenujemo **energijski zakon** in se glasi:

$$A + Q = \Delta W$$

Sprememba skupne energije telesa :

$$\Delta W = \Delta W_k + \Delta W_p + \Delta W_{pr} + \Delta W_n$$

$W_{pr}$  – prožnostna energija,  $W_n$  – notranja energija

Če telo ni prejelo ali oddalo toplote ali dela, velja:

$$\Delta W = 0$$

Telesu se skupna vsota energije ne spremeni. Posamezne energije pa se lahko pretvarjajo v druge. Govorimo o energijskih pretvorbah.

Pri energijski pretvorbi potencialne energije v kinetično velja:

$$\Delta W_p + \Delta W_k = 0$$

$$-\Delta W_p = \Delta W_k$$

$$-m \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

$$-v^2 - v_0^2 = 2g\Delta h$$

Če je  $v_0 = 0$ , velja  $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$ . Pri tem naj se druge vrste energij (notranja, prožnostna) ne spreminjajo.

## 9. VAJA - POTENCIALNA ENERGIJA IN MASA

### Naloga:

Izračunaj spremembo potencialne energije opazovanih teles.

### Potrebščine:

Knjiga, svinčnik, torba, dolžinsko merilo.

### Navodilo:

Steljaj različne predmete in izračunaj spremembo njihove potencialne energije, če jih dvigneš s stola na mizo.

### Meritve:

Predmet	$m$ (kg)	$\Delta h$ (m)	$\Delta W_p$ (J)
torba			
knjiga			
svinčnik			

Sprememba potencialne energije telesa je odvisna od teže in spremembe višinske razlike.

## 10. VAJA - LEGA TELESA IN POTENCIALNA ENERGIJA

### Naloga:

Izračunaj spremembe potencialne energije knjige pri različnih spremembah lege.

### Potrebščine:

Knjiga, dolžinsko merilo.

### Meritve:

Knjigo prestavimo:	$m$ (kg)	$\Delta h$ (m)	$\Delta W_p$ (J)
s stola na mizo			
s tal na mizo			
z mize na tla			
z mize na isto mizo			
s stola na enako visok stol			

## ENERGIJSKI ZAKON IN ENERGIJSKE SPREMEMBE

Opišimo energijske spremembe zrna koruze pokavke v naslednji zgodbi:

- Zrno koruze pokavke se razpoči in odleti proti stropu.
- Ko leti proti stropu, je vedno počasnejše in se v nekem trenutku ustavi.
- Začne padati proti tlam.
- Na tleh odskoči.
- Ponovno leti proti stropu in se v nekem trenutku ustavi.
- Začne padati proti tlam.
- Pade na tla in se ustavi.
- Zrno enakomerno dvignem do višine ovratnika.
- Zrno podrgnem ob ovratnik.
- Zrno se ohladi.

Odgovori:

- a)..... f).....  
 b)..... g).....  
 c)..... h).....  
 d)..... i).....  
 e)..... j).....

Zrno koruze je v zgodbi oddajalo ali iz okolice prejelo:

- a)..... b).....

Zrnu so se spreminjale naslednje vrste energije:

- a)..... c).....  
 b)..... d).....

Zgodbo končujemo z enačbo, v kateri so zajete energijske spremembe zrna koruze pokavke:  $A + Q = \Delta W$ .

### III. VAJE IN NALOGE

1. Za naslednje pojave zapiši vrsto in spremembo energije opazovanega telesa. Zapiši tudi ali telo prejema (oddaja) delo in toploto ali oboje. Opazovano telo je podčrtano.

- Voziček potisnem z roko tako, da se začne premikati.
- Kepo plastelina spustim, da pade na tla.
- Ravnilo drgnem ob hlače.
- Torbo dvignem na rame.
- Stalim led.
- Segrevam vodo.
- Napnem lok.
- Voda zmrzne.
- Z napetim lokom izstrelim puščico.

Odgovori:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

2. Na voziček deluje, na poti 2 m, sila  $F = 20 \text{ N}$ . Za koliko se spremeni kinetična energija vozička?

3. Opeko z maso 3 kg dvignemo za 1 m. Za koliko se ji spremeni potencialna energija?

4. Dva kg vode ohladimo od  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  na  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Za koliko se ji spremeni notranja energija?

5. Stalili smo 2 kg ledu pri temperaturi  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Za koliko se je poveča notranja energija?

6. Pri temperaturi vrelišča izparimo 2 kg vode. Za koliko se spremeni notranja energija?

7. Zapiši energijski zakon v obliki enačbe, nato še z besedami!

\*8. Žogico za namizni tenis spuščaj z višine 1 m. Večkrat izmeri največjo doseženo višino po prvem odboju in izračunaj povprečno vrednost. Za koliko odstotkov se je potencialna energija žogice zmanjšala?

9. Zapiši moči naslednjih naprav: avto, likalnik, radio, električni štedilnik, pralni stroj. Podatke oceni ali prepisi iz prospektov (napisov na napravah).

\*\*10. Odmeri 1 kg vode in izmeri njeno temperaturo. Vodo nato mešaj s stepalnikom z največjo hitrostjo vsaj 5 minut. Takoj po mešanju ponovno izmeri temperaturo vode.

a) Iz podatka o moči stepalnika izračunaj oddano delo v petih minutah.

b) Izračunaj spremembo notranje energije vode med stepanjem.

c) Primerjaj delo, ki ga je stepalnik oddal, in spremembo notranje energije vode. Izračunaj izkoristek stroja po enačbi:

$$\eta = \frac{\Delta W_n}{A}$$

11. Kolikšno moč ima dvigalo, ki dvigne breme z maso 1 t 50 m visoko v 20 s?

\*12. Stroj za metanje žogic pospešuje žogico pol sekunde z močjo 500 W. Za koliko se spremeni kinetična energija žogice, ki tehta 20 g? S kolikšno hitrostjo odleti žogica iz stroja?

\*13. S 1000 W-atnim potopnim grelnikom segrejemo 2 kg vode od temperature  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  na  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  v dveh minutah.

a) Za koliko se je spremenila notranja energija vode?

b) Kolikšen je izkoristek grelnika?

\*14. V kolikšnem času stalimo 0,5 kg ledu pri temperaturi  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , če led prejema toploto od grelnika z močjo 2000 W? Zaradi izgub je izkoristek grelnika 50 %.

15. Izračunaj kinetično energijo puščice z maso 100 g, ki leti s hitrostjo  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

\*16. Za koliko se zmanjša kinetična energija kroglice pri biljardu po odboju, če se zaleti v steno s hitrostjo  $5 \text{ m/s}$  in odbije s hitrostjo  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ? Masa kroglice je 250 g.

- \*17. Iz enačbe:  $\Delta W_k = \frac{1}{2}mv^2$  izrazi hitrost .
- \*18. Na žogo z maso 1 kg deluje sila 400 N na poti pol metra. Izračunaj hitrost, s katero odleti žoga po sunku.
19. Izračunaj spremembo potencialne energije kilogramske knjige, če pade z 2 m visoke omare na tla.
- \*20. Zmajar z maso 70 kg naj odleti z vrha Triglava do Kopra in pristane tik ob morju. Za koliko se mu spremeni potencialna energija?
- \*21. Kolikšna je masa kovanca, če pade z 1 m visoke mize na tla in pri tem odda 0,1 J dela? Kovanec se pri tem ne segreje.
- \*\*22. Na kateri nadmorski višini je izskočil padalec z maso 75 kg, če je pristal na nadmorski višini 496 m, med padanjem pa se mu je potencialna energija zmanjšala za 75300 J?
- \*23. S kolikšno hitrostjo pade na tla jabolko s 6 m visoke veje? Zračni upor zanemarimo.
- \*\*24. Za koliko se segreje svinčena krogla, če pade z višine 4,2 m na tla in se vsa potencialna energija pretvori v notranjo ( $\Delta W_n = m \cdot c \cdot \Delta T$ )? Specifična toplota svinca je  $130 \frac{J}{kgK}$ .
- \*\*25. Kolikšno je razmerje hitrosti ( $v_2 : v_1$ ) tik pred odbojem žoge od tal in po njem, če po prvem odboju žoga doseže 81 % začetne višine? Zračni upor zanemarimo.
- \*26. Izračunaj največjo višino, ki jo doseže žogica, če jo vržemo navpično navzgor s hitrostjo  $20 \frac{m}{s}$ . Zračni upor zanemarimo.
- \*27. Žoga z maso 0,4 kg pade z višine 10 m in se odbije 6 m visoko. Pri odboju ne odda niti ne prejme dela ali toplote.
- a) Kolikšna je kinetična energija žoge tik pred tlemi - pred odbojem?
- b) Kolikšna je njena prožnostna energija med odbojem?
- c) kolikšna je njena notranja energija po odboju?
- \*28. Telo z maso 3 kg se giblje, kot kaže graf na sliki:
- 
- a) Izračunaj zaviralno silo na telo.
- b) Izračunaj spremembo kinetične energije.
29. Izračunaj spremembo notranje energije dveh kilogramov vrele vode, ki se ohladi na temperaturo 323 K.
- \*\*30. Vreča vode pade na tla z vrha 125 m visoke stolpnice. Pri tem se vodi polovica potencialne energije pretvori v notranjo.
- a) Za koliko kelvinov se voda segreje?
- b) Zapiši možnosti, kaj se zgodi s tisto polovico potencialne energije, ki se ni spremenila v notranjo.
- \*\*31. Kroglico z maso 50 g izstrelimo s tal navpično navzgor tako, da ima 40 J kinetične energije.
- a) Izračunaj hitrost kroglice ob izstrelitvi.
- b) Kolikšno višino doseže, če se ji vsa kinetična energija spremeni v potencialno.
- c) Nariši graf  $v = v(t)$  za gibanje kroglice.
- \*32. Žoga z maso 0,5 kg se zaleti v tla s hitrostjo  $16 \frac{m}{s}$ , odbije se pa z  $12 \frac{m}{s}$ .
- a) Kolikšna je njena kinetična energija pred odbojem?
- b) Kolikšna je njena kinetična energija tik za odbojem?
- c) Kolikšna je sprememba njene kinetične energije?
- d) Koliko je imela največ prožnostne energije med odbojem?

## Poglavje 4

# ENAKOMERNO KROŽENJE

### 11. VAJA: OBHODNI ČAS IN FREKVENCA

Čas, v katerem enakomerno krožeče telo naredi en obhod, imenujemo obhodni čas. Izračunamo ga kot količnik izmerjenega časa in števila obhodov v tem času.

$$t_0 = \frac{t}{n}$$

Število obhodov, ki jih naredi enakomerno krožeče telo v eni sekundi, imenujemo **frekvenca**. Izračunamo jo kot količnik med številom obhodov in časom, v katerem jih je telo opravilo.

$$\nu = \frac{n}{t}$$

Enota za merjenje frekvence je Hz (herc):  $\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}} = \text{s}^{-1}$ .

Obhodni čas in frekvenca sta v obratnem sorazmerju.

$$\nu = \frac{1}{t_0} \qquad t_0 = \frac{1}{\nu}$$

#### Naloga:

Izmeri čas, v katerem se enakomerno krožeče telo enkrat zavrti. Izračunaj še število obhodov v eni sekundi.

#### Potrebščine:

Kroglica na vrvi ali gramofon z gramofonsko ploščo, kolo bicikla (enakomerno krožeče telo).

#### Navodilo:

Obesek (selotejp) priveži na vrstico in ga enakomerno zavrti okoli kazalca. Preštej obhode enakomerno krožečega telesa v eni minuti (desetih sekundah) in izračunaj obhodni čas. Izračunaj število obhodov v eni sekundi.

#### Meritev:

Št. meritve		1	2	3
Št. obhodov	$n$			
Čas	$t$			
Frekvenca	$\nu$			

## 12. VAJA - KROŽILNA HITROST

Količnik obsega krožnice, ki jo opiše telo pri enakomernem kroženju, in obhodnega časa imenujemo krožilna hitrost. Izračunamo jo lahko po enačbah:

$$v = \frac{2\pi r}{t_0} \quad \text{ali} \quad v = \frac{2\pi r n}{t} \quad \text{ali} \quad v = 2\pi r \nu$$

### Naloga:

Izračunaj krožilno hitrost enakomerno krožečega telesa.

### Potrebščine:

Kroglica na vrvici ali gramofon z gramofonsko ploščo ali kolo bicikla, dolžinsko merilo, ura, pisalo.

### Navodilo:

Pri tej vaji lahko uporabiš meritve in podatke iz prejšnje vaje. Telo (kroglica, značka na plošči, nalepka na kolesu) naj enakomerno kroži. Izmeri oddaljenost telesa od središča kroženja (polmer) in obhodni čas. Izračunaj obseg krožnice, ki jo telo opiše v enem obhodu. Količnik med obsegom in obhodnim časom je krožilna hitrost označenega dela telesa. Izračunaj jo.

### Meritve:

Št. meritve		1	2	3
Polmer krožnice	$r$			
Obseg	$s$			
Čas	$t_0$			
Krožilna hitrost	$v$			

$$v = \frac{s}{t_0} \quad s = 2\pi r \quad t_0 = \frac{t}{n}$$

### 13. VAJA: CENTRIPETALNA SILA

#### Naloga:

Določi sile, ki delujejo na kroglico med njenim enakomernim kroženjem in jih nariši.

#### Potrebščine:

Kroglica, vriv, palica.

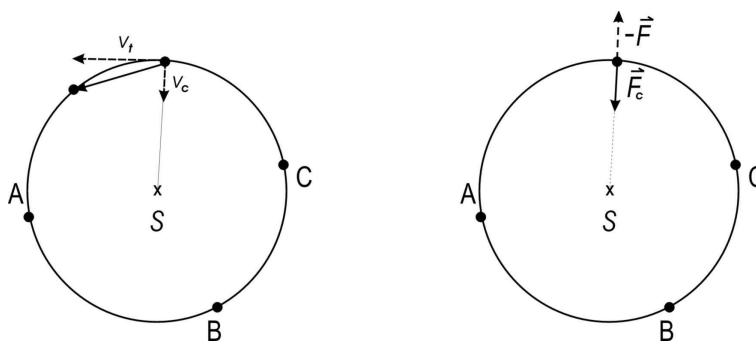
#### Navodilo:

Kroglico (selotejp, obesek) privežemo na vrivico in jo enakomerno vrtimo okoli prsta (kazalca). V sliki vriši komponente hitrosti in sil, ki delujejo na enakomerno krožeče telo. Kateri sili je enaka njihova vsota? V katero smer kaže vsota sil pri enakomernem kroženju?

#### Slika:



Nariši smeri in približne velikosti hitrosti in sil, ki delujejo na kroglico med enakomernim kroženjem v izbranih točkah  $A$ ,  $B$  in  $C$ .



#### Odgovori:

Enakomerno kroženje je krivo gibanje. V vsaki točki ga sestavimo iz premika v tangencialni smeri, ki se po velikosti hitrosti ne spreminja, in iz premika proti središču krožnice, ki je posledica pospeška. Ta kaže ves čas proti središču krožnice in ima stalno velikost. Silo, ki povzroča pospešek proti središču kroženje (sila vrvice na sliki) in deluje proti središču kroženja, imenujemo centripetalna sila.

## 14. VAJA: VELIKOST CENTRIPETALNE SILE

### Naloga:

Izmeri velikost centripetalne sile.

### Potrebščine:

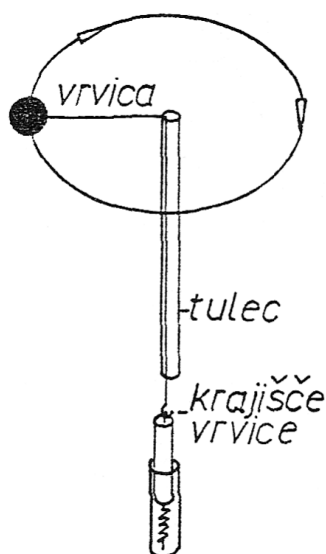
Vzmetna tehtnica, tulec, kroglica privezana na vrvico.

### Navodilo:

Sestavi napravo, s katero boš lahko meril velikost centripetalne sile (glej sliko). S pomočjo tulca boš enakomerno vrtel kroglico na vrvici, na drugem krajišču vrvice pa boš meril rezultanto sil - centripetalno silo. Kroglico boš vrtel v vodoravni ravnini. Polmer krožnice in frekvenca kroženja naj se med kroženjem ne spreminjata. Izmeri in zapiši velikost centripetalne sile. Meritev lahko večkrat ponoviš in izračunaš povprečno vrednost centripetalne sile.

Ponovi poskus pri kroglici z večjo ali manjšo maso, pri spremenjenem polmeru kroženja in nato spreminjaj še frekvenco. Vsakokrat spreminjaj le eno samo količino. Od katerih količin je velikost centripetalne sile odvisna?

### Slika:



### Meritve:

	1. meritev	2. meritev	3. meritev
$F_c$ (N)			

### Odgovori:

Če je masa kroglice večja, je centripetalna sila .....

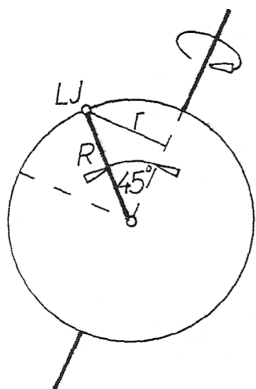
Če je polmer krožnice ....., je centripetalna sila manjša.

Centripetalna sila se z naraščanjem frekvence ..... poveča.



## IV. VAJE IN NALOGE

1. Gramofonska plošča se zavrti 45-krat v eni minuti. Izračunaj obhodni čas in frekvenco. S kolikšno hitrostjo kroži delček prahu, ki je 3 cm (6 cm, 9 cm) oddaljen od središča kroženja.
2. Vrtiljak se enakomerno zavrti in naredi 4 obrate vsako minuto. Izračunaj krožilno hitrost sedeža, ki je 5 m oddaljen od osi.
- \*3. Izračunaj krožilno hitrost Lune okoli Zemlje, če je od nje oddaljena 380 000 km in jo obkroži v 27 dneh. Katera sila pri kroženju Lune okoli Zemlje je centripetalna?
- \*\*4. Izračunaj krožilno hitrost Ljubljane okoli Zemljine osi! Nalogo poenostavi. Zemlja naj bo krogla. Smer Ljubljana – središče Zemlje je proti Zemljini osi nagnjena za kot  $45^\circ$



$$R^2 = 2r^2$$

$$r = \frac{R\sqrt{2}}{2}$$

- \*\*5. S kolikšno hitrostjo krožijo kraji, ki imajo zemljepisni širini  $30^\circ$ ? Pomagaј si s Pitagorovim izrekom.
- \*\*6. S kolikšno hitrostjo krožijo kraji, ki so na zemljepisni širini  $60^\circ$ .

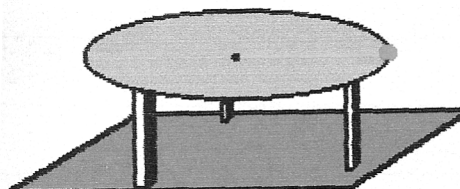
- \*7. Fant sedi na enakomerno krožečem vrtiljaku. Poimenuј sile, ki delujejo nanj in jih nariši v zvezek.



8. Zaradi katere sile umetni sateliti enakomerno krožijo okoli Zemlje? Poišči podatke o tem, kolikšna mora biti njihova hitrost, da ne padejo na Zemljo.
9. Kroglica kroži 1 dm od osi tako, da opiše 50 obhodov v eni minuti in štiridesetih sekundah.
  - a) Izračunaj frekvenco in obhodni čas kroženja.
  - b) Izračunaj krožilno hitrost kroglice.
- \*10. Kolikšna je krožilna hitrost Zemlje pri gibanju okoli Sonca? Za tirnico namesto elipse vzami krog. Razdaljo Zemlja – Sonce zaokroži na 150 milijonov kilometrov.
 

Navodilo:

Dolžino poti po kateri Zemlja potuje okoli Sonca (obseg krožnice) deli z obhodnim časom Zemlje (365 dni). Hitrost izrazi v kilometrih na uro in v metrih na sekundo.
- \*11. Na robu okrogle mize s polmerom 1 m enakomerno kroži kroglica, ki je z vrvico povezana s središčem mize (glej sliko). Njen obhodni čas je 0,68 s. Ko se vrvica pretrga, kroglica pade na tla v 0,4 s. Izračunaj višino mize in dolžino poti, ki jo napravi kroglica v smeri tangente preden pade na tla.





# Poglavje 5

## ZEMLJA IN OSONČJE

### PRIVLAČNE SILE MED TELESI

Osončje sestavljajo Sonce in telesa, ki se gibljejo okrog njega. V našem Osončju je osem planetov, precejšnje število planetoidov in kometov. Okoli nekaterih planetov krožijo sateliti (lune).

Planeti se gibljejo okoli Sonca po elipsah zaradi privlačne sile Sonca (centripetalne sile). Tudi planeti delujejo na Sonce z nasprotno enako silo (po zakonu o vzajemnem učinku). Silo, s katero se privlačita dve telesi zaradi njune mase, izračunamo po **Newtonovem gravitacijskem zakonu**:

**Telesi z masama  $m_1$  in  $m_2$  se privlačita s silo  $F$ , ki je sorazmerna produktu njunih mas in obratno sorazmerna kvadratu razdalje  $r$  med njima.**

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

$G$  je gravitacijska konstanta ( $G = 6.7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ ),  $m_1$  in  $m_2$  sta masi teles,  $r$  je razdalja med težiščema teles.

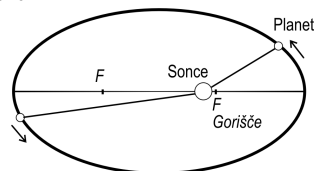
Gravitacijsko polje planetov, zvezd, Zemlje, Lune lahko ponazorimo s silnicami, ki imajo smer sile teže na telo v vsaki točki polja. Silnice so usmerjene proti težišču planeta (zvezde), tako kot gravitacijska sila.

Naštej in zapiši imena planetov v Osončju. Razvrsti jih po oddaljenost od Sonca.

Prvi je gibanje planetov natančno opisal astronom in fizik Johannes Keppler:

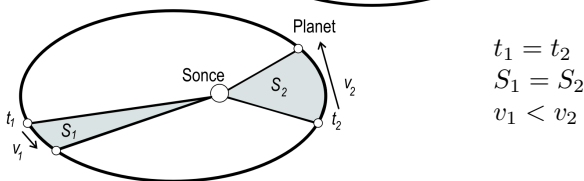
#### 1. KEPPLERJEV ZAKON:

Planeti se gibljejo okoli Sonca po elipsah. V skupnem gorišču teh elips je Sonce.



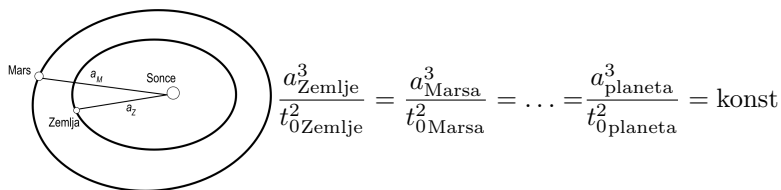
#### 2. KEPPLERJEV ZAKON:

Zvezdnica planet – Sonce opiše v enakih časovnih presledkih enako velike ploščine.



#### 3. KEPPLERJEV ZAKON

Kvadrati obhodnih časov planetov so v enakem razmerju kot kubi njihovih velikih polosi. Polos elipse je razdalje od središča elipse do najbolj oddaljene točke na tiru.



## 15. VAJA: RISANJE ELIPSE

### Naloga:

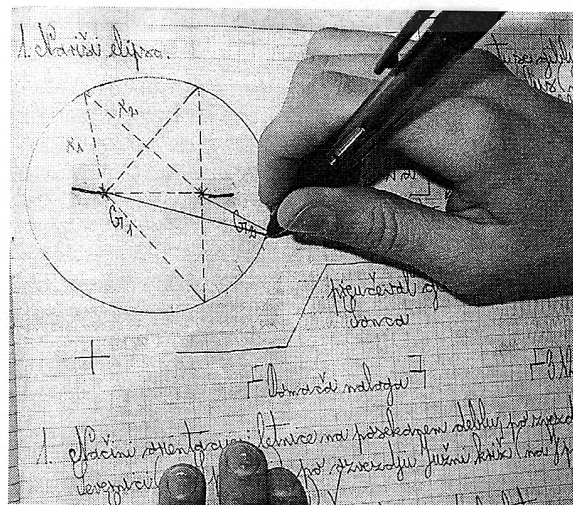
Nariši elipso.

### Potrebščine:

Vrvica ali nitka, dva žeblička ali lepilni trak, pisalo, dolžinsko merilo, deska ali kos stiroporne plošče, list papirja.

### Navodilo:

Na desko ali na primeren kos stiroporja nalepi list papirja. Oba žeblička zabij skozi list v desko približno 20 cm drug od drugega. Okoli njiju napelji sklenjeno vrvico, ki naj bo daljša od dvojne razdalje med žebličkoma, kot kaže slika (npr. 60 cm). S konico flomastra, s svinčnikom ali kemičnim svinčnikom, ki naj drsi ob vrvici nariši najprej eno polovico in nato še drugo polovico elipse. Med risanjem mora biti vrvica ves čas napeta (glej sliko). Točki, kjer sta zabita žeblička, označi z  $G_1$  in  $G_2$ . Imenujemo ju gorišči elipse. Za elipso velja, da je vsota razdalj od obeh gorišč do poljubne točke na elipsi stalna in je enaka veliki osi elipse ( $r_1 + r_2 = 2a$ ). Vajo lahko izvedeš tudi tako, da konca nitke nalepiš z lepilnim trakom na list, tako določiš gorišči elipse, nato pa nadaljuješ kot v prejšnjem primeru.



## 16. VAJA: PONAZORITEV GIBANJA PLANETOV

### Naloga:

Ponazori gibanje planetov po elipsi.

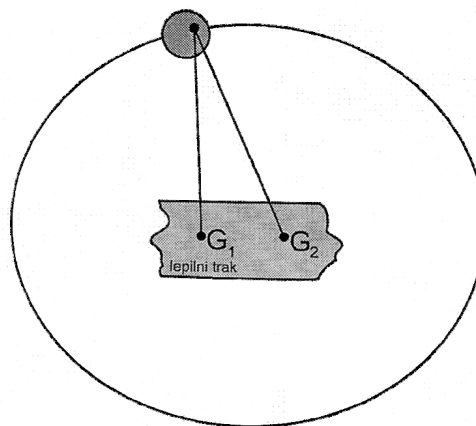
### Potrebščine:

Gumb (prevrtana kroglica), močnejša nitka, lepilni trak, pisalo.

### Navodilo:

Košček močnejšega sukanca, dolgega 15 do 20 cm napelji skozi luknjico okroglega gumba (prevrtano kroglico, podložko, matico ipd.), nato oba konca sukanca prilepi z lepilnim trakom na sredino lista (v zvezek) približno 7 cm narazen. S tem si določiš gorišči elipse. Gumb premikaj po napeti vrvici in z gibanjem opiši elipso.

Gibanje gumba po elipsi okoli gorišča ponazarja gibanje planeta, na primer Zemlje, okoli Sonca. Denimo, da je Sonce v gorišču  $G_1$ . Označi točko na tiru, v kateri je razdalja med Soncem in Zemljo najmanjša, s črko A, točko v kateri je razdalja med Zemljo in Soncem največja, pa s črko B. V luknjico, skozi katero si napeljal sukanec, ali pa v sosednjo postavi konico pisala in tako kot pri prejšnji vaji nariši elipso. Tir, po katerem se giblje gumb ponazarja gibanje planeta po elipsi okoli Sonca (glej sliko).



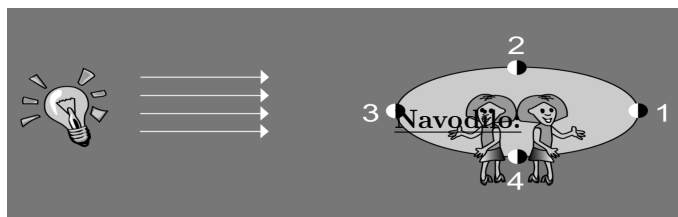
## 17. VAJA: PRIKAZ LUNINIH MEN

### Naloga:

S pomočjo svetila in žogice ponazori Lunine mene.

### Potrebščine:

Žogica za tenis, svetilo, zatemnjen prostor, barvice.



V zatemnjenem prostoru postavi svetilo (grafoskop) v oddaljeni kot tako, da sveti proti tvoji glavi. Žogico za tenis postavlja v lege 1, 2, 3 in 4, kakor je prikazano na sliki. Pri tej vaji predstavlja svetloba iz grafoskopa sončno svetlobo, žogica za tenis Luno, tvoja glava pa Zemljo. Ko je žogica v označeni legi, obrni glavo tako, da boš gledal proti njej. Model Lune (žogico) dvigni ravno toliko, da ne zaide v senco tvoje glave (Zemlje) v legi 1, in da se ne znajdeš v senci žogice – Lune v legi 3.

Katero Lunino meno si v posamezni legi ponazoril? Kolikšen del Lune je osvetljen s Sončno svetlobo? Opiši in nariši, kolikšen del osvetljene površine vidiš, kadar je žogica v legah od 1 do 4. Ali se osvetljeni del Lune med gibanjem Lune spreminja, ali ne?

### Slika in opis lege:

Legi	Ime Lunine mene	Skica vidnega dela žogice	Opis Lunine mene
1.			
2.			
3.			
4.			

Opomba: Prvi in zadnji krajec se iz različnih geografskih širin vidita zelo različno – z južne poloble celo nasprotno.

## 18. VAJA: SONČEV IN LUNIN MRK

### Naloga:

S pomočjo svetila in žogice ponazori Sončev in Lunin mrk.

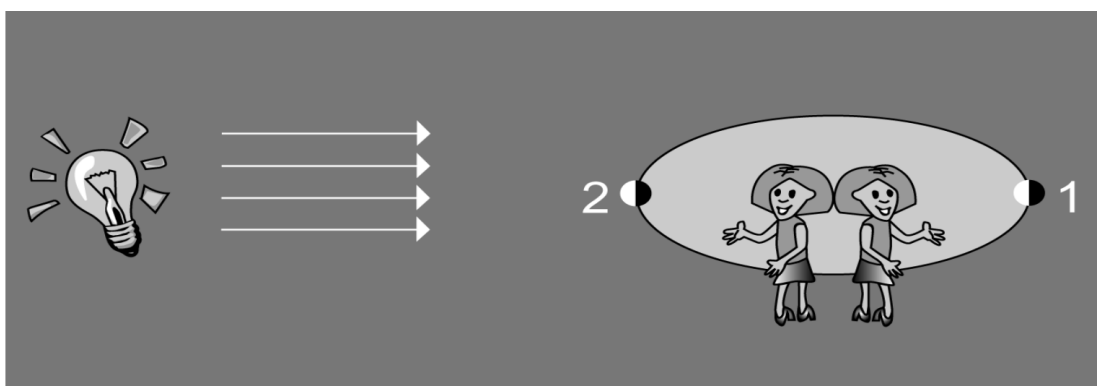
### Potrebščine:

Žogica za tenis, svetilo (žarnica, grafoskop, baterija), zatemnjen prostor.

### Navodilo:

V zatemnjeni učilnici postavi svetilo (grafoskop) v oddaljeni kot učilnice tako, da sveti proti tvoji glavi. Žogico za tenis postavi najprej v lego 1 in nato v lego 2, kot je prikazano na sliki. Svetloba grafoskopa predstavlja Sončno svetlobo, žogica za tenis Luno, tvoja glava pa Zemljo. Obrni se tako, da boš gledal proti modelu Lune. V legi 1 dvigni žogico ravno toliko, da zaide v senco glave, v legi 2 pa toliko, da ti pade senca žogice na oči. V obeh legah so svetilo, žogica – Luna in glava – Zemlja približno na isti premici.

Kateri pojav si ponazoril v legi 1 in katerega v legi 2? Kolikšen del modela Lune je v teh dveh legah osvetljen? Katera senca je večja: senca žogice ali senca glave? Primerjaj velikosti Lunine in Zemljine sence. Skiciraj in opiši oba pojava.



### Opis vaje:

Lega	Ime in opis pojava	Skica pojava
1		
2		

### Odgovori:

## Lunine mene

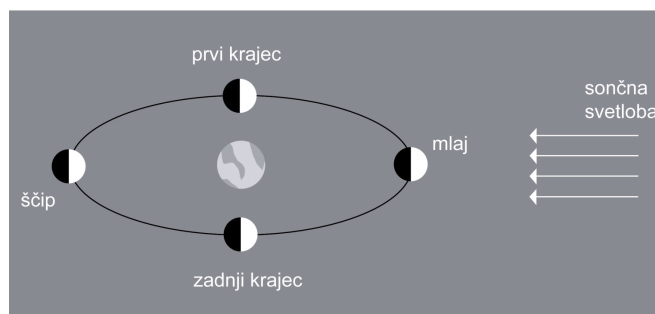
Luna je stalna spremljevalka Zemlje, je njen naravni satelit. Okrog Zemlje se giblje s hitrostjo  $1 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . Ravnina Luninega tira oklepa z ravnino Zemljinega tira (z ekliptiko) kot približno  $5^\circ$ . V času, ko se Luna enkrat zavrti okoli svoje osi, opravi hkrati tudi en obhod okoli Zemlje. Zaradi tega vidimo z Zemlje vedno isto polovico Lune. Luna sama ne sveti, le odbija Sončevo svetlobo. Čeprav Sonce ves čas osvetljuje polovico Lune, jo vidimo kakor rumen krog le ob ščipu (polni Luni). Luna je vsak večer videti nekoliko drugačna. Z Zemlje vidimo različno velik del osvetljene Lunine površine zato, ker Luna spreminja svojo lego glede na Zemljo in Sonce. Govorimo o Luninih spremembah, menah ali fazah. To so značilne ponavljajoče se spremembe oblike vidnega dela osvetljene Lunine ploskve. Za en obhod okoli Zemlje potrebuje Luna približno 27,3 dneva, v tem času pa se Zemlja na poti okoli Sonca premakne za skoraj  $30^\circ$ . Zaradi gibanja Zemlje potrebuje Luna približno dva dni več, da je pod enakim kotom glede na Sonce in Zemljo, kakor v začetku opazovanja (glej sliko). Ker se lega Zemlje glede na Sonce spreminja, se Lunine mene ponavljajo na 29,5 dneva.

### Lunine mene so:

1. **MLAJ:** Luna je približno med Soncem in Zemljo; če bi bila natanko med njima (na isti premici), bi bil Sončev mrk ob vsakem mlaju. Ne vidimo je, ker je proti Zemlji obrnjen njen neosvetljeni del.
2. **PRVI KRAJEC:** Svetloba se na Zemljo odbija od tistega dela osvetljene Lunine ploskve, ki je obrnjena proti Zemlji. Iz naših krajev jo vidimo v obliki črke D.
3. **POLNA LUNA** ali **ŠČIP:** Zemlja je približno med Luno in Soncem; če bi bila natanko med njima (na isti premici), bi bil Lunin mrk ob vsakem ščipu. V tej fazi je ves osvetljeni del Lune obrnjen proti Zemlji, Luno vidimo kot svetlo rumen krog.
4. **ZADNJI KRAJEC:** Na Zemljo se svetloba odbija od tistega dela osvetljene Lunine ploskve, ki je obrnjena proti Zemlji. Iz naših krajev jo vidimo v obliki črke C.

Lunine mene, kakor jih vidita:

a) astronom iz zelo oddaljene vesoljske ladje in



b) opazovalec iz naših krajev na Zemlji



- Luna se giblje okoli Zemlje v smeri od zahoda proti vzhodu, v isti smeri se Zemlja vrti okoli svoje osi.
- Kroženje Lune je posledica Zemljine privlačne sile. Zaradi te centripetalne sile Luna vztraja na svojem tiru.
- Tudi Luna deluje z nasprotno enako silo na Zemljo, zaradi tega nastajata plima in oseka.

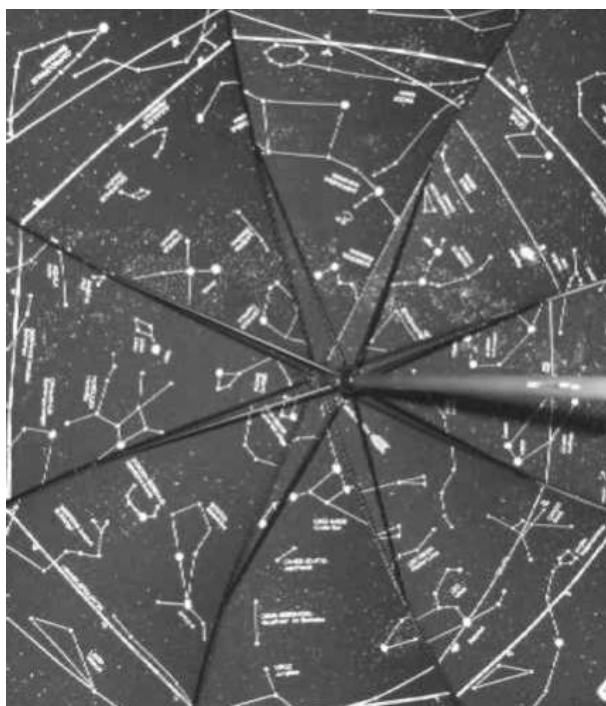
## Zvezde:

Ko pogledamo v nebo nad nami, si lahko mislimo, da gledamo v veliko poveznjeno skodelico. Mesec, planeti in zvezde se zdijo kot različna svetila, ki se navidezno gibljejo po dnu obrnjene skodelice. Zvezde so na nebu podnevi in ponoči, in zaradi vrtenja Zemlje navidezno krožijo okrog nas. Zdi se, da vsak dan vzhajajo na vzhodu, zahajajo pa na zahodu. Podnevi jih ne vidimo, ker je celotno nebo svetlo zaradi sipanja Sončeve svetlobe v Zemljinem ozračju. Na Luni, ki nima atmosfere, je nebo temno tudi na njeni osvetljeni strani. Opazovalec na Luni bi videl zvezde tudi z osvetljene strani Lune 'podnevi', če ne bi gledal naravnost v Sonce, ampak nekoliko v stran.

Zvezde se razlikujejo po barvi in izsevu. Zvezde, ki so približno enako stare, pogosto najdemo v gručah ali zvezdnih kopicah. Medsebojne lege zvezd na nebu se spreminjajo tako počasi, da v življenju enega človeka tega ne opazimo. Podobno kakor na Soncu potekajo tudi v drugih zvezdah jedrske reakcije. Katere zvezde lahko v jasni noči iz danega kraja ob izbrani uri vidimo, je odvisno od zemljepisne širine in zemljepisne dolžine opazovališča in od dneva v letu (datuma). Zaradi vrtenja Zemlje in njenega gibanja okoli Sonca je zvezdnato nebo nad nami vsako noč in vsako uro videti drugačno.

Da bi zvezde lažje prepoznavali, so jih ljudje že od nekdaj razvrščali v večje skupine – ozvezdja. Povezali so jih z navideznimi črtami, kvadrati, križi, loki in liki. Ozvezdjem so dajali prepoznavna imena, najpogosteje mitološka in živalska. Zamisel o ozvezdjih se je izkazala za zelo dobro, saj pomaga pri prepoznavanju in opazovanju različnih objektov na nočnem nebu. Astronomi so se leta 1930 dogovorili o razdelitvi celotnega neba na 88 območij – ozvezdij.

Najbolj znana ozvezdja so tista, ki sestavljajo živalski krog – zodiak. Ta ozvezdja ležijo na navidezni poti, po kateri se v približku gibljejo tudi planeti. Če bi bila ozvezdja vidna podnevi, bi lahko videli, v katerem od njih je v izbranem trenutku Sonce. Tudi Sonce se namreč navidezno giblje po nebu skozi dvanajst ozvezdij zodiaka po velikem krogu **ekliptiki**, vendar v nasprotnem smislu od dnevnega vrtenja zvezdnega neba. V enem dnevu se premakne približno za eno stopinjo ( $360^\circ$  v 365 dnevih), v enem letu pa popiše cel krog.



Dežnik s sliko ozvezdij severnega neba.



## 19. VAJA: DEŽNIK ZA PRIKAZ GIBANJA ZVEZD

### Naloga:

Īzdelaj model zvezdnega neba za prikaz gibanja ozvezdij in zvezd.

### Potrebščine:

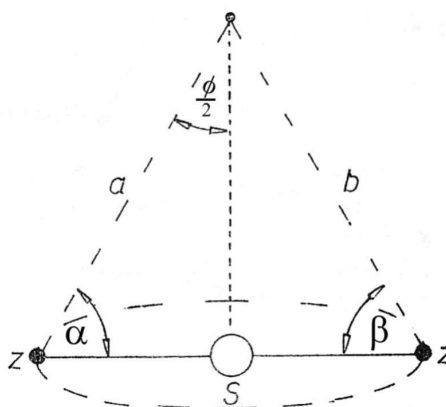
Veliki deŹnik temnomodre ali črne barve, rumena fluorescentna barva za risanje po platnu, svinčnik, zvezdna karta, fotokopirni stroj.

### Navodilo:

Fotokopiramo zvezdno karto severnega neba tako, da ji povečamo format. Kopijo nato razreŹemo na osem enakih delov, da dobimo ploščinsko enake kroŹne izseke; lahko jih tudi oštevilčimo, da bomo dele znali ponovno sestaviti v celoto. Dele ponovno povečamo – fotokopiramo tako, da na koncu dobimo osem kroŹnih izsekov na formatu papirja formata A3 (dolŹina polmera izseka naj bo enaka dolŹini daljšega roba papirja). Z malce spretnosti bi lahko izseke povečevali tudi po diagonali papirja A3, tako da dobimo največje moŹne slike. KroŹne izseke nato iz papirja izreŹemo in jih nalepimo na zgornjo stran deŹnika tako, da vrh deŹnika ponazarja Severnico. DeŹnik nato od zgoraj osvetlimo (stopimo pod luč) tako, da bodo skozi prosojno tkanino vidne zvezde in ozvezdja, ki so na papirju. Zvezde, ozvezdja in linije, ki prikazujejo oblike ozvezdij in druge konture nato na deŹnik skiciramo. Črte in pike prevlečemo s fluorescentno barvo in počakamo, da se risbe posušijo. Z vrtenjem v nasprotni smeri gibanja urinih kazalcev ponazorimo navidezno vrtenje zvezd okoli Severnice. Ozvezdja bodo vidna še lepše, če deŹnik nekaj časa osvetlimo, nato pa ga zavrtimo in pogledamo v zatemnjenem prostoru. Tik ob konci deŹnika lahko narišeš tudi Severnico, saj ni čisto v osi vrtenja Zemlje. Glej sliko na strani 40. Na podoben način lahko narediš še model za prikaz ozvezdij juŹnega neba.

Zvezde, ki jih vidimo na nebu, so različno velike, imajo različno maso in sij. Vidimo jih zato, ker oddajajo svetlobo. Hitrost svetlobe v praznem prostoru je pribliŹno  $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . Svetloba potuje od Sonca do Zemlje pribliŹno 8 minut in 20 sekund. Povprečno razdaljo med Soncem in Zemljo imenujemo astronomska enota in meri 150 000 000 km. Ker so razdalje do drugih zvezd mnogo večje kot do Sonca, jih merimo v **svetlobnih letih**. Svetlobno leto je razdalja, ki jo svetloba prepotuje v enem letu in je pribliŹno  $10^{16}$  m. Zvezde so od Zemlje različno oddaljene (glej tabelo s primeri). Nam najbliŹja je zvezda Proxima Centauri v razdalji 4,2 svetlobnega leta, vidna je iz juŹne Zemljine poloble.

ZVEZDA	RAZDALJA v svetlobnih letih
Severnica	650
Sirij	9
Vega	30
Spika	160



### PARALAKSA

Razdaljo do zvezd določajo na več načinov. Do bliŹnjih zvezd jo določajo z letno paralakso (glej sliko – paralaksa je označena s  $\phi$ ). Kota  $\alpha$  in  $\beta$ , pod katerima vidimo zvezdo glede na ravnino kroŹenja Zemlje, izmerijo vsakega pol leta. Zemljini legi v polletnem razmiku sta oglišči trikotnika z osnovnico, dolgo 300 000 000 km. Če poznamo osnovnico trikotnika in prileŹna kota, lahko izračunamo drugi dve stranici trikotnika. Narisana slika ni realna, ker so razdalje do zvezd v primerjavi z dvakratno razdaljo Zemlje do Sonca veliko večje.

**\*20. VAJA: DOLOČANJE RAZDALJE DO ZVEZD S PARALAKSO****Naloga:**

S pomočjo paralakse določi razdaljo do oddaljenega predmeta (dimnika, smreke).

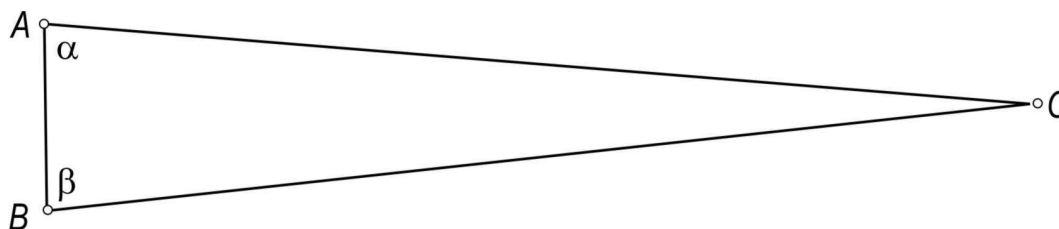
**Potrebščine:**

Merilni trak, kotomer, kalkulator, velik list papirja.

**Navodilo:**

Že stari Grki so ugotovili, da iz znane dolžine stranice trikotnika in k tej stranici priležnih kotov, trikotnik lahko narišemo in izmerimo ali izračunamo dolžine drugih količin.

S pomočjo geometrijske konstrukcije (ali z uporabo kosinusovega izreka) lahko določiš (izračunaš) dolžine drugih dveh stranic. Na ta način boš določil razdaljo do oddaljenega dimnika ali drevesa.

**Slika:**

Za osnovnico  $AB$  vzemi dolžino zidu ob šoli (ob hiši, med dvema drevesoma) dolgo vsaj 50 metrov. S kotomerom natančno izmeri kota  $\alpha$  in  $\beta$ , pod katerima iz krajišč stranice  $AB$  vidiš oddaljeni predmet (dimnik, drevo) v točki  $C$  (glej sliko). Načrtaj trikotnik  $ABC$  v zmanjšanem merilu, izmeri dolžini stranic  $AC$  in  $BC$  ter s pomočjo merila izračunaj oddaljenost predmeta od oglišč  $A$  in  $B$ .

**Meritve in računi:**

Osnovnica $AB$	Kot $\alpha$	Kot $\beta$	$AC$	$BC$

Način merjenja razdalj s paralakso je uporaben

za določanje razdalj do bližnjih zvezd. (do 100 sv. let). Razdalje v našem Osončju merijo zelo natančno s pomočjo radarja. Za razdalje do zvezd v naši galaksiji ( $10^5$  sv. let), razdalje do drugih bližnjih galaksij pa načine merjenja s prilagajanjem in primerjanjem lastnosti zvezd z razdaljami izmerjenih s pomočjo paralakse, prilagajanjem h glavni veji HR diagrama, s pomočjo Kefeid, in pojavom Supernov v najbolj oddaljenih delih vesolja ( $10^7$  sv. let in več).

**Odgovor:**

## 21. VAJA: ORIENTACIJA PO SEVERNICI

### ORIENTACIJA PO ZVEZDAH:

Zvezde navidezno krožijo po nebu, ker se Zemlja vrtili okoli svoje osi. Zaradi gibanja Zemlje okoli Sonca na nebu ne vidimo vse leto istih zvezd. Na severni polobli Zemlje se ponoči orientiramo po zvezdi Severnici, na južni polobli pa po ozvezdju Južni križ.

### Naloga:

V jasni noči, brez Lune določi strani neba po Severnici. Opiši potek.

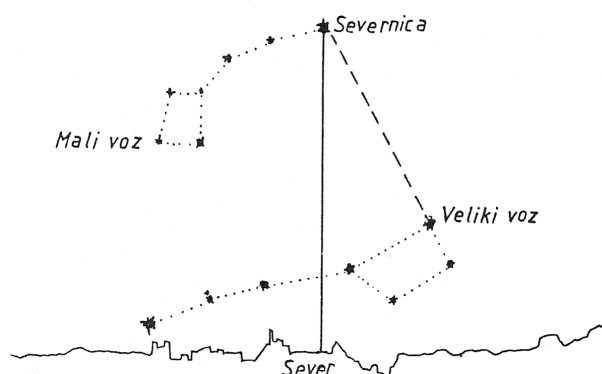
### Potrebščine:

Zvezdna karta, kompas, svinčnik, knjiga o orientaciji po zvezdah.

### Navodilo:

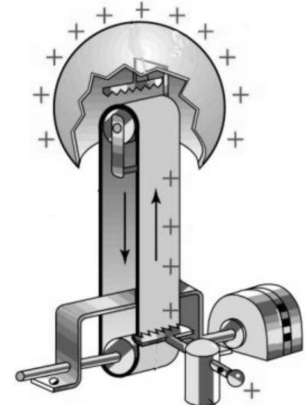
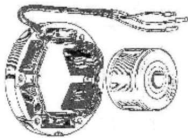
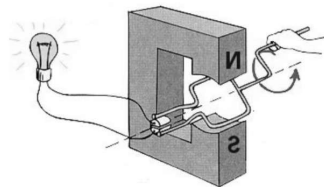
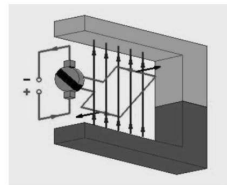
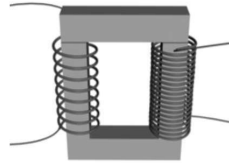
S pomočjo zvezdne karte poišči Severnico. Najprej poišči ozvezdji Velikega in Malega voza. Opiši kako na nebu (zvezdni karti) poiščeš Severnico in dopolni sliko.

### Odgovor in slika:



## V. VAJE IN NALOGE

1. Naštej nekaj načinov orientacije.
2. Poišči v zvezdnih preglednicah podatke o oddaljenosti drugo Zemlji najbližjo zvezdo in ga zapiši ob njeno ime.
3. Nekatere zvezde in ozvezdja za opazovalce iz naših krajev ne vzhajajo in ne zahajajo, so nadobzornice. Zapiši imena treh nadobzorniških ozvezdij. Kako ta ozvezdja vidijo opazovalci na ekvatorju in kako tisti na tečajjih?
4. Napiši imena vsaj treh galaksij.
5. Kaj so zvezdni utrinki?
6. Kateri planet ima znamenite Galilejeve lune? Naštej jih po imenih. Zakaj je njihov vzdevek Galilejeve lune?
7. Katera zvezda je Zemlji najbližja?
- \*8. Izračunaj hitrost gibanja Zemlje okoli Sonca. Račun poenostavi tako, da namesto elipse vzameš za tir krožnico, ki ima polmer enak povprečni razdalji med Zemljo in Soncem.
9. Naštej in skiciraj sile, ki delujejo na Zemljo med gibanjem okoli Sonca.
- \*10. Izračunaj obodno hitrost vrtenja (krožilno hitrost) Zemlje okoli svoje osi za točko na ekvatorju.
11. Naštej plinaste planete v našem Osončju.
- \*12. Severnico lahko poiščeš tudi s pomočjo ozvezdja Kasiopeje. Opiši postopek.
13. Zaradi katere sile se Luna giblje okoli Zemlje?
- \*14. Ob ogledu fotografije Lune ugotoviš, da so na njenem površju številne okrogle oblike različnih velikosti. Zapiši, kaj so te okrogle oblike in kako so nastale.



## Poglavje 6


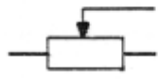

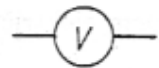
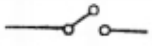

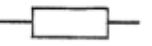

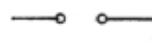
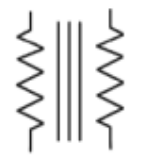
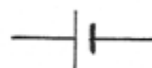

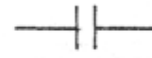
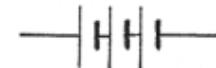
# ELEKTRIČNI TOK

### ELEKTRIČNI NABOJ, NAPETOST

### IN ELEKTRIČNO DELO

### ELEKTRIČNI TOK

Za elemente v električnih vezjih uporabljamo posebne oznake:

	žarnica		drsni upornik
	žica		merilnik napetosti voltmeter
	stikalo		merilnik električnega toka ampermeter
	upornik		žična tuljava
	generator		transformator
	galvanski člen		dioda
	kondenzator		
	akumulator, baterija		

## 22. VAJA: ELEKTRIČNI KROG

### Naloga:

Ugotovi, kdaj je v električnem krogu električni tok.

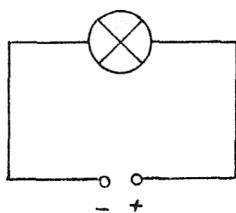
### Potrebščine:

Napetostni vir, žarnica z grlom, žice.

### Navodilo:

Sestavi električni krog, v katerem bodo žarnica, vir napetosti (lahko tudi baterija) in žice, kot kaže narisana shema. Vir napetosti naj požene električni tok skozi žarnico, da bo svetila. Kako lahko prekineš električni krog? Naštej in preizkusi nekaj načinov. Kolikšna je največja napetost, na katero smeš priključiti žarnico, da ne pregori?

### Vezava:



### Odgovori:

## UČINKI IN SMER ELEKTRIČNEGA TOKA

## 23. VAJA: MAGNETNI UČINEK

### Naloga:

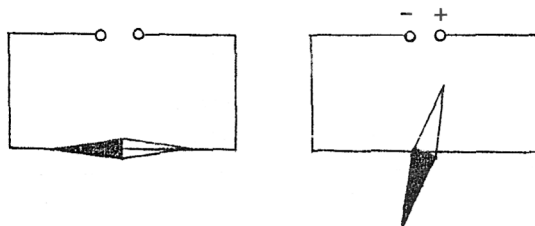
Opazuj vrtenje magnetne igle v bližini žice, v kateri je električni tok.

**Potrebščine:** Žice, magnetna igla, napetostni vir.

### Navodilo:

Pod žico, v kateri je električni tok, položi magnetno iglo. S stikalom vklaplaj in izklaplaj tok. Opazuj smer zasuka igle. Zamenjaj priključka na izviri in ponovno skleni električni krog. V katero smer se igla zavrti tokrat?

### Vezava:



### Dopolni odgovore:

Električni tok v žici deluje na magnetno iglo z magnetno ..... Če priključka v sklenjenem električnem krogu zamenjamo, se igla zavrti v ..... smer. Sklepamo, da ima električni tok poleg smeri, ki mu jo določa žica, tudi usmerjenost. Dogovorjena usmerjenost električnega toka zunaj vira je od pozitivnega proti negativnemu "priključku".

## 24. VAJA: KEMIČNI UČINEK

### Naloga:

Naredi elektrolizo slane vode.

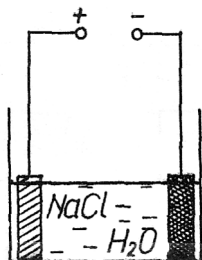
### Potrebščine:

Kovinski plošči (elektrodi), napetostni vir, slana voda, kozarec, žice.

### Navodilo:

V steklen kozarec (posodo) nalij slano vodo. Vanjo potopi kovinski elektrodi in ju priključi na vir napetosti do 10 voltov. Opazuj kapljevino v kozarcu. Kaj se zgodi? Zamenjaj priključka. Kaj opaziš?

### Vezava:



Molekule vode se obnašajo kot dipoli: na tisti strani molekule, kjer je kisik, je molekula nekoliko bolj negativna, na drugi strani, kjer sta vodika, pa bolj pozitivna. Molekule vode zrahljajo ionske vezi med natrijem in klorom, tako da NaCl razpade na ione, ki so prosto gibljivi v raztopini.

Pod vplivom električnega toka se začnejo ioni gibati proti eni od ..... . Pozitivni ioni se gibljejo proti ....., negativni ioni pa proti .....; elektrodi. Natrij, ki se je izločil, se z vodo veže v natrijev lug NaOH. Na negativni elektrodi se izloča tudi ..... Na pozitivni elektrodi pa se izloča .....; Količina izločene snovi je premo sorazmerna s tokom in časom trajanja elektrolize.

Če bi po elektrolizi slane vode dodali nekaj kapljic fenolftaleina, bi se ta obarvala vijoličasto, saj je fenolftalein indikator za OH ione.

## 25. VAJA: TOPLOTNI UČINEK

### Naloga:

Izdelaaj model varovalke.

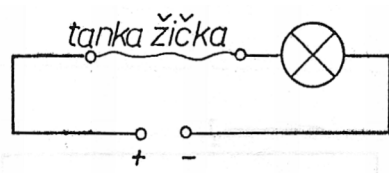
### Potrebščine:

Žarnica, tanka žica iz žične gobice za čiščenje posode, napetostni vir, priključne žice.

### Navodilo:

Iz tanke žice napravimo varovalko. Žico in žarnico povežemo v električni krog, kot kaže slika. Napetost večamo do nazivne napetosti za žarnico. Če žica še vedno ne pgori, jo skrajšamo in vajo ponovimo. Če žica ne pgori, potem poskus izvedemo brez žarnice. Zakaj žica varovalke pgori?

### Vezava:



### Odgovor:

Učinki električnega toka so: ....., ..... in toplotni. Na osnovi magnetnega in kemičnega učinka sklepamo, da ima električni tok usmerjenost, pri toplotnem učinku tega ne moremo.

### MERJENJE ELEKTRIČNEGA TOKA

#### \*27. VAJA: SILA MED VODNIKOMA, V KATERIH JE ELEKTRIČNI TOK

**Naloga:**

Ugotovi, kaj se zgodi, če skozi dve vzporedni žici, ki sta nekaj centimetrov narazen, teče električni tok v obeh žicah v isto smer in kaj če je smer toka nasprotna.

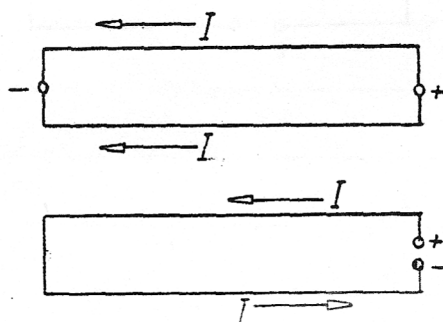
**Potrebščine:**

Napetostni vir, daljši žici iz cekasa ali trakova iz alufolija (1 m ali več), stativi.

**Navodilo:**

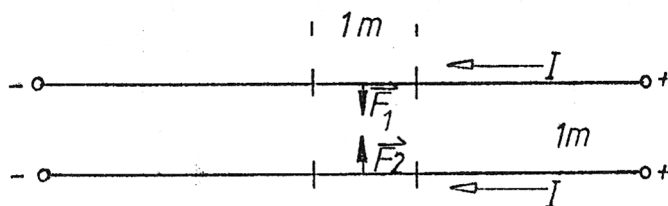
Vzporedno napeti žici priključimo na napetost od 10 do 20 voltov tako, da je tok v obeh žicah usmerjen v isto smer, drugič pa v nasprotno (glej sliko). Kaj opaziš?

**Vezavi:**



**Odgovor:**

Električni tok označimo z  $I$ , enota za merjenje električnega toka je amper (A). Kadar je v dveh dolgih vzporednih žicah, ki sta druga od druge oddaljeni 1 m, enako velik električni tok in se 1 m dolgi žici privlačita ali odbijata s silo  $0,2 \mu\text{N}$ , je v žicah tok 1 A. Vodnika na sliki se privlačita.



Električni tok merimo z ampermetrom, oznaka na shemi je . Vežemo ga pred ali za porabnikom, zaporedno. Pri zaporedni ...

ldots..... so elementi v električne krogu: porabnik, merilnik toka (.....) in vir vezani drug za drugim.



## ELEKTRIČNI TOK IN ELEKTRIČNI NABOJ

### 27. VAJA: MERJENJE ELEKTRIČNEGA TOKA

#### Naloga:

Izmeri električni tok skozi žarnico.

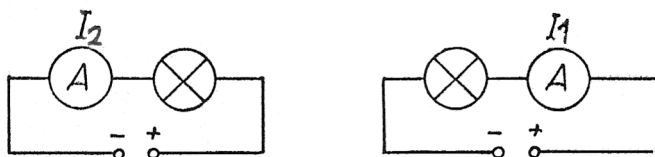
#### Potrebščine:

Ampermeter, žice, napetostni vir, žarnica.

#### Navodilo:

Žarnico in ampermeter veži na vir napetosti tako, kot kažeta sliki. Napetost uravnaj tako, da ne presega nazivne napetosti žarnice. Izmeri tok skozi žarnico na dva načina. Vezavo ampermetra v električni krog glej na sliki. Primerjaj oba izmerka. Kaj ugotoviš?

#### Vezavi:



#### Meritve:

Napetost na žarnici $U$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)

#### Odgovor:

Vezavo merilnika električnega toka (ampermeter) pred ali za žarnico kakor kaže slika imenujemo zaporedna vezava. Po sklenjenem električnem krogu, v katerem je vir napetosti, teče ..... naboj. Nosilci naboja v kovinah so elektroni. Pretočeni naboj je produkt električnega toka in časa, v katerem je naboj tekel.

$$e = I \cdot t \qquad I = \frac{e}{t} \qquad t = \frac{e}{I}$$

Skozi vsak presek žice v nerazcepljenem električnem krogu se pretoči enak električni naboj. Električni naboj se ne uniči in ne nastaja iz nič. Električni naboj se po žicah le pretaka. Enota za merjenje naboja je ampersekunda (As). Naboj elektrona je  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  As.

Izračunaj naboj, ki steče skozi žarnico v 10 sekundah, v eni minuti in v eni uri.

$t$	10 s	1 min	1 h
$e$			

## NAPETOST, ELEKTRIČNO DELO IN MOČ

### \*28. VAJA: ELEKTRIČNO DELO

#### Naloga:

Pretočeni naboj in električno delo.

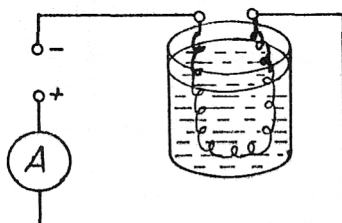
#### Potrebščine:

1 m cekasove žice (grelne žice), posoda z vodo (kozarec za vlaganje), napetostni vir, ampermeter, žice, štoparica, digitalni termometer, krokodilske spojke.

#### Navodilo:

Cekasovo žico zvijemo v spiralo in jo potopimo v kozarec z 1 kg vode. Vežemo jo na vir napetosti in nastavimo napetost na 8 V. Izmerimo začetno temperaturo vode in merimo čas, v katerem se segreje za 2 K. Merimo tudi tok skozi žico. Med segrevanjem vodo večkrat premešamo z leseno paličico. Sprememba notranje energije vode je enaka električnemu delu, če izgube zanemarimo. Od česa je odvisno za koliko se bo voda segrela?

#### Vezava:



#### Meritve:

$m$ (kg)	$T_0$ (°C)	$T_1$ (°C)	$\Delta T$ (K)	$t$ (s)	$U$ (V)	$I$ (A)	$e$ (As)
1			2		8		

#### Odgovor:

Zaradi pretočenega naboja se žica .....

*ldots* . Žica prejme električno delo, zato se ji poveča ..... energija, tako kot vodi, ki je od žice prejela .....

Električno delo je premo sorazmerno s pretočenim nabojem.

$$A_e \propto e$$

$$A_e \propto I \cdot t$$

Če pri napetosti 1V teče v električnem krogu tok 1A, se vsako sekundo pretoči naboj ..... Električno delo pa je enako 1 J = 1VAs.

Žarnica pri napetosti 12 V oddaja 48 J dela, če vsako sekundo teče skoznjo tok ..... Pretočeni naboj je .....

## \*29. VAJA: ODVISNOST ELEKTRIČNEGA DELA OD NAPETOSTI

### Naloga:

Ugotovi odvisnost električnega dela od napetosti.

### Potrebščine:

Cekasova žica, posoda z vodo, napetostni vir, ampermeter, žice, štoparica, digitalni termometer, krokodilske sponke.

### Navodilo:

Cekasovo žico vežemo enako kot pri prejšnji vaji, potopimo jo v 1 kg vode in izmerimo začetno temperaturo vode. Žico priključimo na napetost 16 V in merimo čas, v katerem se voda segreje za 2 K. Merimo tudi tok in pridno mešamo. Ugotovi odvisnost spremembe notranje energije vode od pretočenega naboja in od napetosti. Nariši vezavo!

### Vezava:

### Meritve:

$m$ (kg)	$T_0$ (°C)	$T_1$ (°C)	$\Delta T$ (K)	$t$ (s)	$U$ (V)	$I$ (A)	$e$ (As)
1			2		16		

Dopolni:

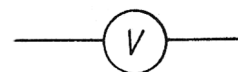
Ker je napetost ..... kakor pri vaji 28, je ..... tudi tok. 1 kg vode se za 2 K segreje približno ..... krat hitreje, kot pri prejšnji vaji.

Električno delo je produkt napetosti in električnega naboja, ki se pretoči skozi porabnik.

$$A = U \cdot e \qquad U = \frac{Ae}{e} \qquad (V = \frac{J}{As})$$

Enota:  $J = V \cdot As$

Če prejme porabnik od izvira 1 J električnega dela, ko steče skozenj naboj 1 As, je priključen na napetost 1V (volt).



Električno napetost merimo z voltmetrom. V shemah označimo voltmeter z znakom

Moč električnega porabnika izračunamo po enačbi:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} \quad \Rightarrow \quad P = U \cdot I$$

Moč je produkt napetosti na porabniku in toka skozenj. Enota  $W = V \cdot A$

Delo je produkt moči in časa.  $A = P \cdot t$  Enota  $J = W \cdot s$ , kWh = 3,6 MJ.

## VI. VAJE IN NALOGE

1. Naštej pet električnih porabnikov.
2. Naštej vire električnega toka.
3. Na kolikšno napetost so priključeni porabniki električnega dela v hišnem električnem omrežju?
4. Katero energijo izkoriščamo za pridobivanje električnega dela?
5. Na osnovi katerega učinka električnega toka deluje žarnica?
6. Na osnovi katerih učinkov delujejo varovalke?
7. Na osnovi katerega učinka električnega toka deluje elektromotor?
8. Na osnovi katerega učinka električnega toka deluje akumulator?
9. Na osnovi katerega učinka električnega toka delujejo generatorji v elektrarnah?
10. Generator poganja skozi žarnico tok 100 mA. V kolikšnem času se skozi njo pretoči naboj 10 As?
11. Naboj 15 As je stekel skozi porabnik v 0,3 s. Kolikšen je bil tok?
12. S kolikšno silo bi se privlačil (odbijal) vsak meter dveh dolgih vzporednih žic, ki sta 1 m narazen, če bi po žicah tekli tok 5 A?
- \*13. Kolikšen tok je v dveh dolgih vzporednih vodnikih, ki sta 1 m narazen in se vsak njun meter privlači s silo  $0,01 \mu\text{N}$ ?
- \*14. Če je v raztopini modre galice tok 1 A, se vsako sekundo izloči  $\frac{1}{3}$  mg bakra. Kolikšna količina bakra bi se izločila, če teče tok 6 A skozi raztopino 10 s?
- \*15. Tok 1 A izloči iz raztopine žveplove 6 kisline  $10,4 \text{ cm}^3$  pokalnega plina (vodika in kisika) v 1 minuti. V kolikšnem času bi tok 5 A izločil 1 l pokalnega plina?
16. Preizkusi, ali se pri 28. in 29. eksperimentalni vaji izračunana napetost ujema z napetostjo na napetostnem viru.  
Uporabi enačbo  $U = \frac{A_e}{e} = \frac{\Delta W_n}{e} = \frac{mc\Delta T}{I \cdot t}$   
Kaj ugotoviš?
17. Izračunaj električno moč grelne žice v 28. in 29. vaji.
18. Kolikšen je tok skozi žarnico z močjo 55 W pri napetosti 220 V?
19. Kolikšen je tok skozi varovalko pralnega stroja, če dela z močjo 2200 W pri napetosti 220 V?
- \*20. V kolikšnem času dvigne električni žerjav betonski blok z maso 100 kg 50 m visoko, če dela z močjo 1 kW? Predpostavi, da gre vse delo za spremembo potencialne energije
- \*\*21. V kolikšnem času zavre 1 kg vode z začetno temperaturo  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , če jo segrevamo z grelnikom, ki ima moč 2000 W? Za segrevanje vode gre le približno polovica električnega dela, drugo polovico odda grelnik v okolico. Izkoristek tega grelnika je 50 %.
22. Naštej učinke električnega toka in za vsak učinek zapiši po tri primere uporabe.
23. Žarnica je priključena na napetost 20 V in ima moč 0,2 W.
  - a) Nariši vezavo.
  - b) Kolikšen je tok v žarnici?
  - c) Kolikšen naboj se pretoči skozi žarnico v eni uri?

# ELEKTRIČNI UPOR

## MERJENJE TOKA PRI RAZLIČNIH VEZAVAH DVEH ŽARNIC

### 30. VAJA: ZAPOREDNO VEZANI ŽARNICI

**Naloga:**

Izmeri tok v električnem krogu.

**Potrebščine:**

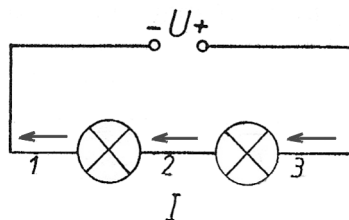
Žarnici, ampermeter, napetostni vir, žice.

**Navodilo:**

Dve različni žarnici veži v električni krog zaporedno na napetostni vir. Napetost na viru naj ne presega vsote nazivnih napetosti obeh žarnic. Izmeri električni tok v krogu. Nariši vezave z merilniki na merilnih mestih 1, 2 in 3. Kaj ugotoviš? Izpolni preglednico!

**Vezava:**

**Vezave pri meritvah:**



**Meritve:**

$U$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)

**Odgovor:**

**\*31. VAJA: VZPOREDNA VEZAVA ŽARNIC**

**Naloga:**

Izmeri tokove v žarnicah in v električnem krogu.

**Potrebščine:**

Žarnici, napetostni vir, žice, ampermeter.

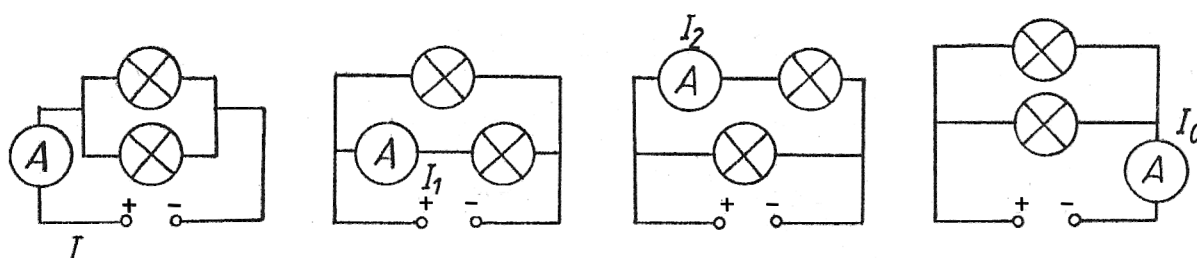
**Navodilo:**

Različni žarnici veži vzporedno na napetostni vir. Izmeri:

- a) skupni tok pred obema žarnicama  $I$ ,
- b) tok v žarnici 1  $I_1$ ,
- c) tok v žarnici 2  $I_2$ ,
- d) skupni tok za obema žarnicama  $I_0$ .

Meritve zapiši v preglednico. Zapiši zvezo med skupnim tokom ( $I$ ) in posameznima tokoma ( $I_1$  in  $I_2$ ).

**Vezave:**



**Meritve:**

$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_0$ (A)

**Odgovor:**

Če se dogovorimo, da je električni tok, ki je usmerjen v razvejišče, pozitiven, tok, ki je usmerjen iz njega, pa negativen, velja, da je vsota tokov v razvejišču enaka nič.

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0$$

Za levo razvejišče velja:  $I - I_1 - I_2 = 0$  ali  $I = I_1 + I_2$

Za desno razvejišče pa velja: .....

**\*32. VAJA: ELEKTRIČNI TOK V ŽARNICAH****Naloga:**

Primerjaj skupno jakost električnih tokov v električnih krogih:

- a) z eno žarnico,
- b) z enakima, zaporedno vezanima žarnicama,
- c) z enakima, vzporedno vezanima žarnicama.

**Potrebščine:**

Več enakih žarnic, žice, napetostni vir, ampermeter.

**Navodilo:**

Žarnico vezemo v električni krog z ampermetrom in izmerimo električni tok. Nato dve enaki žarnici vezemo zaporedno, nato pa še vzporedno in vsakokrat izmerimo skupni tok skozi žarnice. Vse tri meritve naredimo pri enaki napetosti vira, ki naj ne presega mejne napetosti ene žarnice. Nariši vse tri vezave. Kaj ugotoviš?

**Vezave:****Odgovori:**

Če pri stalni napetosti večamo število zaporedno vezanih porabnikov,  
bo električni tok v električnem krogu .....

Če pri stalni napetosti večamo število vzporedno vezanih porabnikov,  
bo skupni tok v električnem krogu .....

## MERJENJE NAPETOSTI PRI RAZLIČNIH VEZAVAH ŽARNIC

### 33. VAJA: MERJENJE NAPETOSTI

**Naloga:**

Izmeri napetost med priključkoma žarnice v električnem krogu.

**Potrebščine:**

Žarnica, žice, voltmeter, napetostni vir.

**Navodilo:**

Žarnico v električnem krogu veži na stalno napetost, ki naj ne bo večja od nazivne napetosti žarnice. Izmeri napetost med priključkoma žarnici z voltmetrom, ki ga veži vzporedno z žarnico. Nariši shemo vezave in zapiši rezultat meritve.

**Vezava:**

**Meritev:**

Izmeril si hkrati tudi napetost med priključkoma napetostnega vira. Prepričaj se, da je napetost med priključkoma žarnice enaka napetosti vira na katerega je žarnica priključena.



### 34. VAJA: NAPETOSTI NA ZAPOREDNO VEZANIH ŽARNICAH

#### Naloga:

Izmeri napetost med točkama v električnem krogu pri zaporedno vezanih žarnicah.

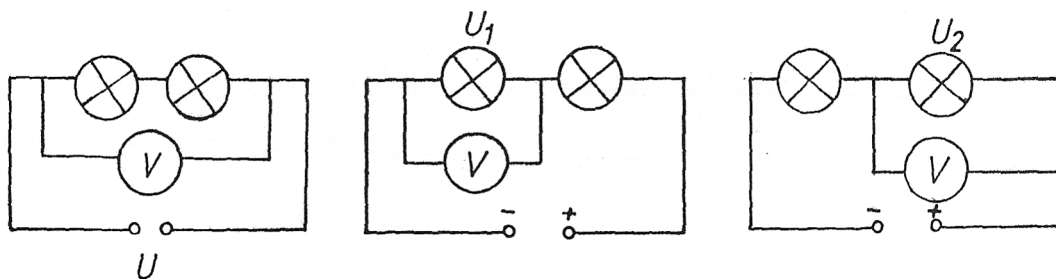
#### Potrebščine:

Žarnici, žice, voltmeter, napetostni vir.

#### Navodilo:

Izmeri skupno napetost na dveh zaporedno vezanih žarnicah, ki sta vezani na stalno napetost (enako kot v prejšnji vaji). Izmeri napetost na vsaki žarnici posebej, če sta zaporedno vezani v električni krog, in nariši vezave. Meritve vpiši v preglednico. Ugotovi zvezo med skupno napetostjo ( $U$ ) in padcem napetosti na posameznih žarnicah ( $U_1$  in  $U_2$ ).

#### Vezave:



#### Meritve:

$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)

#### Odgovor:

Če  $n$  porabnikov vezemo zaporedno na stalno napetost, je skupna napetost enaka . . . . . napetosti na posameznih porabnikih.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

**35. VAJA: NAPETOST NA VZPOREDNO VEZANIH ŽARNICAH****Naloga:**

Ugotovi zvezo med skupno napetostjo in posameznimi napetostmi pri vzporedni vezavi žarnic v električnem krogu.

**Potrebščine:**

Žarnici, žice, voltmeter, napetostni vir.

**Navodilo:**

Žarnici veži vzporedno na vir stalne napetosti. Izmeri skupno napetost in posamezne napetosti na žarnicah. Kaj ugotoviš? Ugotovitev zapiši z enačbo. Nariši sheme vezav in meritve vpiši v preglednico.

**Vezave:****Meritve:**

$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)

**Odgovor:**

Če  $n$  porabnikov vežemo vzporedno na stalno napetost, je napetost na vsakem porabniku enaka napetosti vira. Porabniki v gospodinjstvu in industriji so na napetost 220 V (380 V) vezani .....

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

### \*36. VAJA: GALVANSKI ČLEN

#### Naloga:

Izmeri napetosti različnih galvanskih členov.

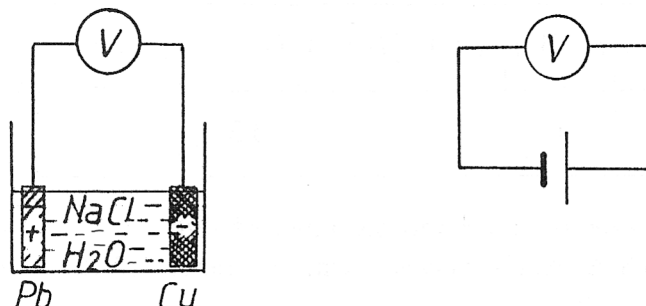
#### Potrebščine:

Kovinske plošče iz različnih snovi, žice, voltmeter, slana voda, raztopina modre galice, krokodilske sponke.

#### Navodilo:

Sestavi galvanski člen, kot kaže slika, in izmeri njegovo gonilno napetost. Izmeri napetost galvanskega člena pri različnih kombinacijah elektrod v isti raztopini (NaCl) Nato vajo ponovi v raztopini modre galice (CuSO<sub>4</sub>). Meritve vnese v tabelo. Naštej sestavne dele galvanskega člena. Od česa je odvisna napetost galvanskega člena?

#### Slika:



#### Meritve:

Slana voda

Elektrodi	$U$ (V)
Cu - Pb	
Cu - Zn	
Cu - Al	
Zn - Al	
Cu - Fe	
Zn - Pb	
Cu - Cu	

Raztopina modre galice

Elektrodi	$U$ (V)
Cu - Pb	
Cu - Zn	
Cu - Al	
Zn - Al	
Cu - Fe	
Zn - Pb	
Cu - Cu	

#### Odgovor:

Galvanski členi, vezani zaporedno (vzporedno), sestavljajo baterijo. Akumulator je galvanski člen, ki ga lahko polnimo. Napetost med priključkoma neobremenjenega člena (to je člena, ki ne poganja toka) imenujemo gonilna napetost.

### 37. VAJA: NAPETOST ZAPOREDNO VEZANIH GALVANSKIH ČLENOV

#### Naloga:

Izmeri skupno napetost zaporedno vezanih galvanskih členov.

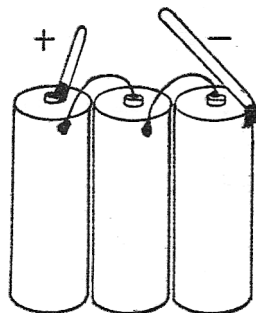
#### Potrebščine:

Ploščata baterija (4,5 V), voltmeter, žice, krokodilske sponke.

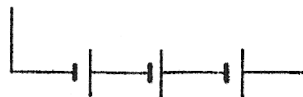
#### Navodilo:

Ploščati 4,5-voltni bateriji odstrani plastični pokrovček. V notranjosti baterije so trije zaporedno vezani galvanski členi. Izmeri napetost posameznega člena in skupno napetost dveh (treh) zaporedno vezanih členov. Meritve vpiši v preglednico. Kaj ugotoviš? Nariši sheme vezav pri meritvah.

#### Slika:



#### Vezava:



#### Meritve:

	1. člen	2. člen	3. člen	Zaporedno vezana člena			Trije zaporedno vezani členi
				1. in 2.	2. in 3.	1. in 3.	
$U$ (V)							

#### Odgovor:

Skupna gonilna napetost zaporedno vezanih galvanskih členov je enaka vsoti gonilnih napetosti posameznih

členov.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

### 38. VAJA: NAPETOST VZPOREDNO VEZANIH GALVANSKIH ČLENOV

**Naloga:**

Izmeri napetost dveh enakih vzporedno vezanih galvanskih členov.

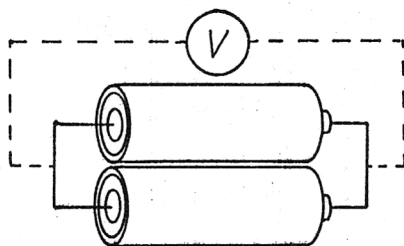
**Potrebščine:**

Voltmeter, žice, dva galvanska člena za 1,5 V.

**Navodilo:**

Enaka galvanska člena z gonilnima napetostima 1,5 V veži vzporedno, kot kaže slika. Izmeri napetost posameznih členov in skupno napetost vzporedno vezanih členov. Nariši shemo vezave. Meritve vpiši v preglednico. Kaj ugotoviš?

**Slika:**



**Vezave:**

**Meritve:**

	1. člen	2. člen	Vzporedno vezana člena
$U$ (V)			

**Odgovor:**

Skupna gonilna napetost vzporedno vezanih galvanskih členov z enakimi gonilnimi napetostmi je enaka gonilni napetosti posameznega člena.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

## DELO ELEKTRIČNEGA TOKA IN ENERGIJSKI ZAKON

## 39. VAJA: POLNJENJE AKUMULATORJA

**Naloga:**

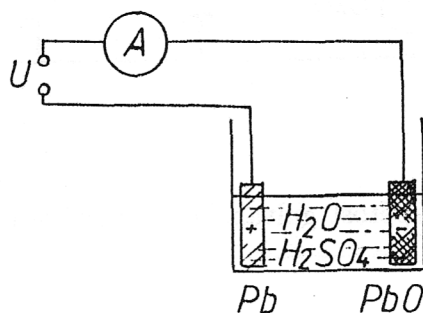
Zapiši energijske spremembe pri polnjenju akumulatorja.

**Potrebščine:**

Napetostni vir, ampermeter, žice, akumulator, krokodilske sponke.

**Navodilo:**

Akumulator in ampermeter veži v električni krog zaporedno z virom, ki naj ima gonilno napetost za 0,1 do 0,5 volta večjo od gonilne napetosti akumulatorja. Izmeri tok in izračunaj naboj, ki v desetih sekundah steče skozi akumulator. Zapiši energijsko spremembo za akumulator. Nariši shemo vezave.

**Vezava:****Meritve:**

$t = 10 \text{ s}$

$I =$

**Odgovor:**

Akumulator med polnjenjem prejema električno delo in notranja energija se mu večja. Ko akumulator praznimo, električno delo oddaja in notranja energija se mu manjša.

Kadar je v sklenjenem električnem krogu električni tok, porabniki električno delo prejemaajo, viri pa električno delo oddajajo.

V energijski zakon vključimo tudi električno delo.

$$A_m + A_e + Q = \Delta W$$

Vsota mehanskega dela, električnega dela in toplote je enaka spremembi celotne energije telesa.



## UPOR ŽICE IN DRSNI UPORNIK

### 41. VAJA: ODVISNOST UPORA ŽICE OD NJENE DOLŽINE

**Naloga:**

Izračunaj upor žice pri različnih dolžinah.

**Potrebščine:**

Cekasova žica, ampermeter, voltmeter, vir napetosti, vezavne žice, krokodilske sponke.

**Navodilo:**

Približno 1 m ( $l_1$ ) dolgo cekasovo žico priključi na napetost 5 V in izmeri električni tok v žici. Nato priključi na enako napetost le polovico ( $l_2 = \frac{1}{2}l_1$ ) te žice in spet izmeri tok. Kaj ugotoviš? Nariši vezavo in izpolni tabelo.

**Vezava:**

**Meritve:**  $S_1 = S_2$

$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ $\Omega$	$R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ $\Omega$
		5	5				

**Odgovor:**

Če je dolžina žice s stalnim presekom 2-, 3-, 4-krat krajša (daljša), je njen upor 2-, 3-, 4-krat ..... (.....).

### 42. VAJA: ODVISNOST UPORA ŽICE OD NJENEGA PRESEKA

**Naloga:**

Izračunaj upor žic iz iste snovi različnih presekov.

**Potrebščine:**

Cekasovi žici z različnima presekomoma (ali vezic z enakim presekom), voltmeter, ampermeter, vir napetosti, vezavne žice, krokodilske sponke.

**Navodilo:**

Enako dolgi cekasovi žici z različnima presekomoma priključi na napetost 5 V in vsakokrat izmeri tok v posamezni žici. Nariši vezavo in izpolni tabelo. Kaj ugotoviš? Če nimaš dveh cekasovih žic z različnima presekomoma, potem lahko narediš tako, da spleteš skupaj dve žici enakega preseka in dobiš žico z dvojnim presekom ( $S_2 = 2 \cdot S_1$ ). Izmeri premer žice in izračunaj presek:  $S = \pi \cdot r^2$

**Vezava:**

**Meritve:**  $l_1 = l_2, S_2 > S_1$

$r_1$ (mm)	$S_1$ (mm <sup>2</sup> )	$r_2$ (mm)	$S_2$ (mm <sup>2</sup> )	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )
				5	5				

**Odgovor:**

Če je presek žice s stalno dolžino 2-, 3-, 4-krat večji, je upor žice 2-, 3-, 4-krat .....



### \*43. VAJA: ODVISNOST UPORA ŽICE OD SNOVI

#### Naloga:

Izračunaj upor cekasove in bakrene žice, ki imata enaka preseka in sta enako dolgi.

#### Potrebščine:

Približno 1 m dolgi žici iz bakra in cekasa z enakima presekom, ampermeter, voltmeter, vir napetosti, vezavne žice, krokodilske sponke.

#### Navodilo:

Cekasovo žico priključi na napetost 5 V in izmeri tok v žici. Nato enako dolgo bakreno žico enakega preseka le priključi jo na napetost med 0,1 V in 0,5 V in izmeri tok v žici. Nariši vezavo in izpolni tabelo. Kaj ugotoviš?

#### Vezava:

Meritve:  $l_1 = l_2, S_1 = S_2$

	$U$ (V)	$I$ (A)	$R$ ( $\Omega$ )
cekas			
baker			

#### Odgovor:

Upor žice je odvisen od ..... žice, od njenega ..... in od vrste .....  
*ldots* ...; iz katere je žica. Upor bakrene žice je ..... od upora enako dolge žice enakega preseka iz cekasa.

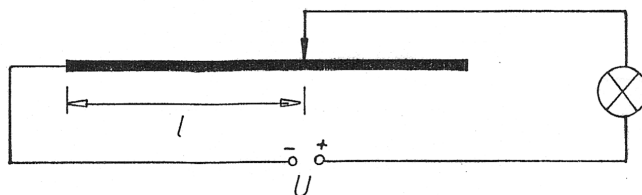
Upor žice je premo sorazmerna z njeno dolžino in obratno sorazmerna z njenim presekom. Upor je odvisen še od snovi, iz katere je žica. Upor žice z dolžino  $l$  in presekom  $S$  iz snovi z znanim specifičnim uporom izračunamo po enačbi  $R = \zeta \cdot \frac{l}{S}$ . Enota specifičnega upora je  $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ , kar je enako  $\Omega \text{m}$ . Z grško črko  $\zeta$  (zeta) je označen specifični upor, ki je odvisen od snovi, iz katere je žica.

Specifični upor snovi je upor 1 m dolge žice iz te snovi s presekom 1 mm<sup>2</sup>.  
 Preglednica specifičnih uporov nekaterih snovi:

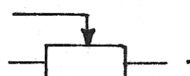
Kemijska oznaka	Cu	Al	Au	Ag	Zn	Hg
$\zeta$ ( $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ )	0.017	0.027	0.023	0.016	0.059	0.96

Upor snovi je odvisna tudi od temperature.

Odvisnost upora od dolžine žice izkoriščamo pri drsnih upornikih (potenciometrih). Model drsnega upornika je dolga žica, navita okoli neprevodnega valja. Tok v porabniku uravnavamo s spreminjanjem dolžine žice na drsnem uporniku (glej poenostavljeno sliko). Novejši drsni uporniki imajo namesto žice ploščico iz grafitu.



Oznaka za drsni upornik je



#### 44. VAJA: DRSNI UPORNIK

##### Naloga:

Uporabi drsni upornik za spreminjanje toka skozi žarnico.

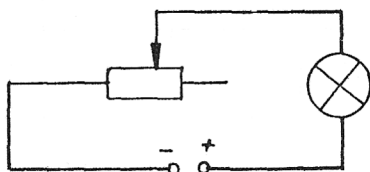
##### Potrebščine:

Žarnica, napetostni vir, žice, ampermeter, drsni upornik, krokodilske sponke.

##### Navodilo:

Drsni upornik, ampermeter, žarnico in vir napetosti zveži v električni krog tako, kot kaže slika. Napetost na viru naj ne presega nazivne napetosti žarnice. S spreminjanjem lege drsnika drsnega upornika spreminjaj svetilnost žarnice. Izmeri tok skozi žarnico, ko sveti najslabše ( $I_1$ ) in tok, ko sveti najmočnejše ( $I_2$ ). V kateri legi je drsnik v prvem primeru in v kateri legi je takrat, ko žarnica sveti najmočnejše? Izračunaj skupni upor žarnice in drsnega upornika za vsako lego drsnika posebej.

##### Vezava:



##### Meritve:

$U$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )

##### Odgovor:

## 45. VAJA: DRSNI UPORNIK KOT DELILNIK ELEKTRIČNE NAPETOSTI

### Naloga:

Z drsnim upornikom spreminjaj tok skozi žarnici (moč žarnic).

### Potrebščine:

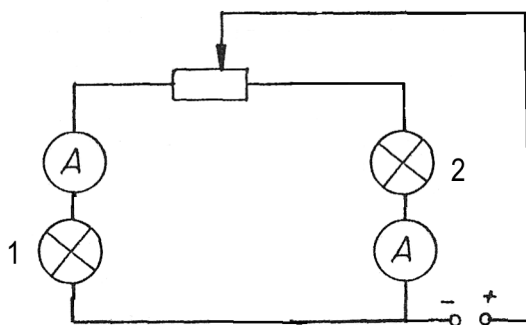
Enaki žarnici, vir napetosti, vezavne žice, dva ampermetra, krokodilske sponke, drsni upornik.

### Navodilo:

Žarnici, drsni upornik in oba ampermetra priključi na napetostni vir tako, kot kaže shema. Napetost vira naj ne bo večja od nazivne napetosti žarnic. S spreminjanjem lege drsnika spreminjaj razmerje tokov v žarnicah. Kaj ugotoviš? Izmeri največji in najmanjši tok v vsaki žarnici, kadar je drsni v skrajni levi legi in kadar je v skrajni desni legi. Izpolni tabelo. Kolikšna je napetost na vsaki od žarnic takrat, kadar je drsni v skrajnih legah.

Naravnaj drsni tako, da bosta tokova skozi žarnici enaka. Kako je v tem primeru razdeljena napetost? Kako svetita žarnici takrat?

### Vezava:



### Meritve:

Delilnik napetosti	Žarnica 1		Žarnica 2	
	$U_1$ (V)	$I_1$ (A)	$U_2$ (V)	$I_2$ (A)
Leva				
Desna				

### Odgovori:

## NADOMESTNI UPOR ZAPOREDNO VEZANIH UPORNIKOV

### \*46. VAJA: ZAPOREDNA VEZAVA RAZLIČNIH UPORNIKOV

#### Naloga:

Izračunaj nadomestni upor zaporedno vezanih upornikov.

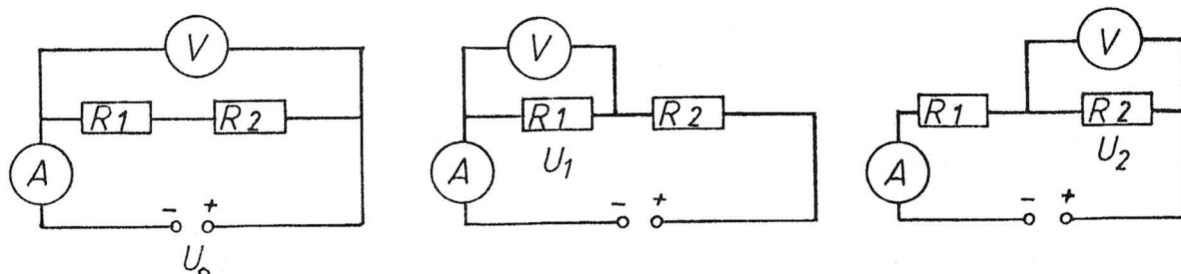
#### Potrebščine:

Ampermeter, voltmeter, napetostni vir, žice, različna upornika (na primer 100  $\Omega$  in 300  $\Omega$ ).

#### Navodilo:

Upornika in ampermeter veži zaporedno na napetost  $U_0 = 10$  V. Izmeri tok v krogu, padec napetosti na posameznih upornikih in skupno napetost na upornikih, kot kažejo vezave. Izračunaj razmerje posameznih napetosti ( $U_1 : U_2$ ) in ga primerjaj z razmerjem obeh uporov ( $R_1 : R_2$ ). Kaj ugotoviš? Napiši zvezo med skupnim nadomestnim uporom in upori posameznih upornikov. Vrednosti izmerjenih in izračunanih količin vpiši v preglednico.

#### Vezave:



#### Meritve:

$U_0$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I$ (A)	$R_n = \frac{U_0}{I}$ ( $\Omega$ )	$R_1 = \frac{U_1}{I}$ ( $\Omega$ )	$R_2 = \frac{U_2}{I}$ ( $\Omega$ )	$R_1 : R_2$	$U_1 : U_2$

#### Odgovori:

Nadomestni upor zaporedno vezanih upornikov v električnem krogu je enak ..... uporov posameznih upornikov.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Razmerje napetosti na posameznih upornikih pri zaporedni vezavi je enako razmerju njihovih .....

$$U_1 : U_2 : U_3 : \dots : U_n = R_1 : R_2 : R_3 : \dots : R_n$$

Tok v električnem krogu z zaporedno vezanimi uporniki je povsod .....

## NADOMESTNI UPOR VZPOREDNO VEZANIH UPORNIKOV

### \*47. VAJA: VZPOREDNA VEZAVA RAZLIČNIH UPORNIKOV

#### Naloga:

Ugotovi odvisnost nadomestnega upora od posameznih uporov vzporedno vezanih upornikov.

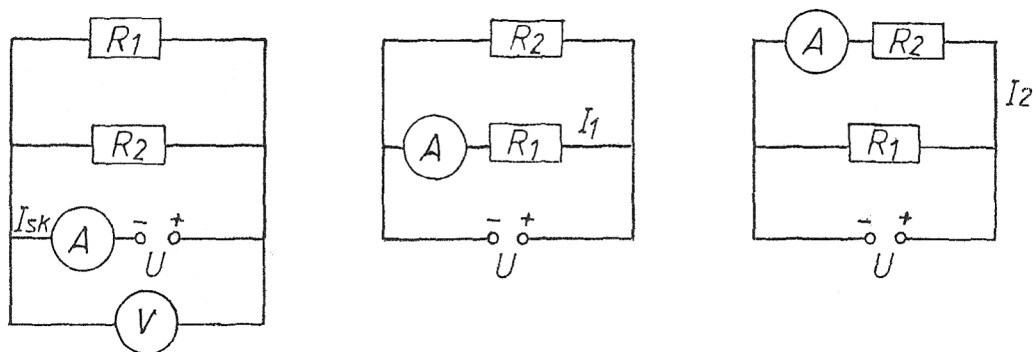
#### Potrebščine:

Ampermeter, voltmeter, žice, napetostni vir, upornika z različnima uporoma, na primer 100 Ω in 400 Ω.

#### Navodilo:

Vzporedno vezana upornika priključi na napetost 10 V. Izmeri skupni tok in tok skozi vsakega od obeh upornikov. Izračunaj nadomestni upor upornikov. Izračunaj razmerje tokov skozi upornika ( $I_1 : I_2$ ) in razmerje uporov ( $R_1 : R_2$ ). Kaj ugotoviš? Rezultate meritev in računov vpiši v preglednico.

#### Vezave:



#### Meritve:

$U$	$U_1$	$U_2$	$I_{sk}$	$I_1$	$I_2$	$R = \frac{U}{I_{sk}}$	$R_1$	$R_2$	$I_1 : I_2$	$R_1 : R_2$
(V)	(V)	(V)	(A)	(A)	(A)	(Ω)	(Ω)	(Ω)		
10										

#### Odgovor:

Nadomestni upor pri vzporedni vezavi upornikov je manjša od katerega koli posameznega upora v vezavi. Za upor vzporedno vezanih upornikov velja enačba:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Razmerje tokov pri vzporedni vezavi upornikov je enako razmerju obratnih vrednosti uporov.

$$I_1 : I_2 : I_3 : \dots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} : \dots : \frac{1}{R_n}$$

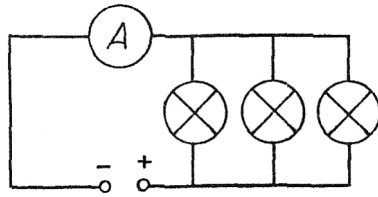
Razmerje tokov v dveh vzporedno vezanih upornikih je obratno razmerju njunih .....

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

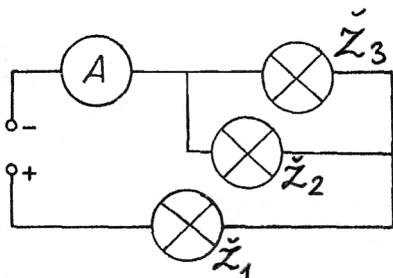
Napetost na vsakem vzporedno vezanem uporniku je ..... napetosti vira.

## VII. VAJE IN NALOGE

1. Tri enake žarnice vezemo v električni krog, kot kaže slika. Izračunaj tok skozi posamezno žarnico, če je skupni tok 1.2 A.

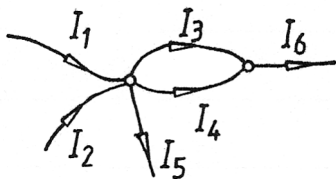


- \*2. Enake žarnice in ampermeter vezemo v električni krog, kot kaže slika. Ampermeter kaže tok 0.5 A. Kolikšen je tok skozi posamezno žarnico ( $I_1, I_2, I_3$ )? Dopolni preglednico.



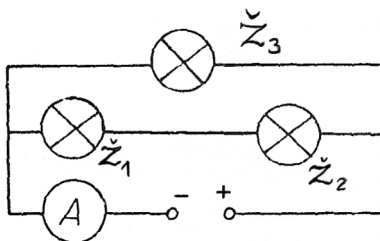
$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)
0.5			

3. Upoštevaj, da je vsota tokov v vsakem razvejišču enaka nič in izračunaj vrednosti manjkajočih podatkov v preglednici.



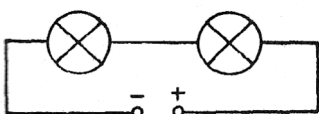
$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$I_4$ (A)	$I_5$ (A)	$I_6$ (A)
0.1		0.3		0.2	0.9

- \*\*4. Tri enake žarnice in ampermeter vezemo, kot kaže slika. Ampermeter kaže tok 0.6 A. Kolikšni so tokovi  $I_1, I_2, I_3$ , ki tečejo skozi posamezno žarnico  $\check{Z}_1, \check{Z}_2, \check{Z}_3$ ? Dopolni preglednico.



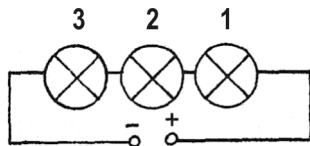
$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)

5. Štiri enake žarnice so vzporedno vezane na napetost 20 V. Kolikšen je tok v posamezni žarnici, če vse štiri skupaj porabljajo moč 8 W? Kolikšen naboj steče skozi vse žarnice v petih minutah? Nariši shemo vezave!
6. V električni krog vezemo dve enaki žarnici, kot kaže slika. Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici.



$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$P_1$ (W)	$P_2$ (W)
	6				0,4		

7. Tri različne žarnice vežemo, kot kaže slika. Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici in jo izpolni.

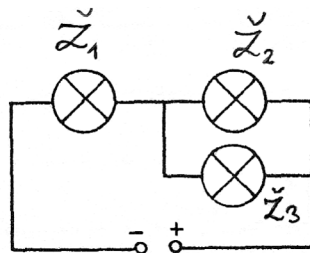


$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$P_1$ (W)	$P_2$ (W)	$P_3$ (W)
6		2	1			0,2				

8. Tri enake žarnice vežemo vzporedno na napetost 4,8 V. Ampermeter kaže, da je tok skozi eno žarnico 0,3 A. Nariši vezavo žarnic in merilnika. Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici.

$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$P_1$ (W)	$P_2$ (W)	$P_3$ (W)	$P$ (W)

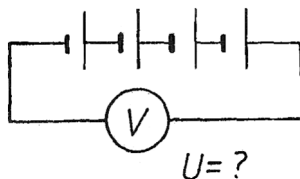
\*9. Tri različne žarnice vežemo, kot kaže slika. Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici.



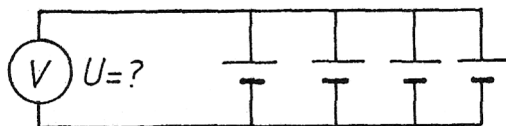
$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$P_1$ (W)	$P_2$ (W)	$P_3$ (W)
	3		2	1	0,7				

10. Kolikšen je tok v dveh enakih žarnicah, ki sta vezani vzporedno na napetost 6 V in imata skupno moč 3 W? Kolikšen naboj steče skozi vsako žarnico v dveh minutah?

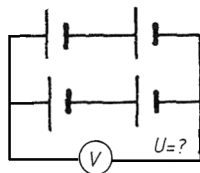
11. Določi skupno gonilno napetost galvanskih členov, če ima vsak člen gonilno napetost 3 V.



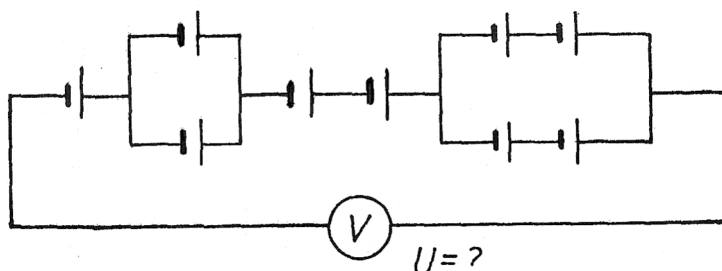
12. Določi skupno gonilno napetost galvanskih členov, če ima vsak člen gonilno napetost 2 V.



13. Določi skupno gonilno napetost galvanskih členov, če ima vsak člen gonilno napetost 1,5 V.

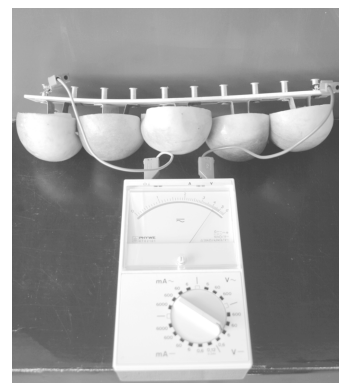
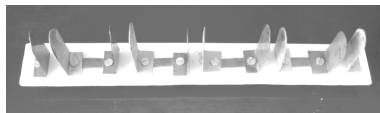


14. Določi skupno gonilno napetost galvanskih členov, če ima vsak člen gonilno napetost 3 V.

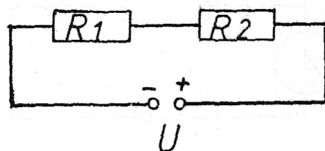


- \*15. Enaki ploščati bateriji z gonilnima napetostima po 4,5 V veži prvič vzporedno, drugič pa zaporedno. Nariši obe vezavi in za vsako zapiši skupno gonilno napetost.

- \*\*16. Iz treh, starih, ..... bakrenih in enakega števila cinkovih ploščic sestavi tri zaporedno vezane galvanske člene (baterijo). Elektrode zapiči v krompir (jabolko, limono), nato izmeri napetost tako sestavljene baterije. Nanjo lahko priključiš manjši porabnik: signalno žarnico ali svetilno diodo (v prevodni smeri). Nariši vezavo in zapiši meritve.



17. Izračunaj upornost upornika, ki je priključen na napetost 10 V in je v njem tok 10 mA.  
 18. Kolikšen je tok v uporniku z uporom 1 k $\Omega$ , če je priključen na napetost 20 V?  
 19. Enaka upornika sta vezana, kot kaže slika. Izračunaj vrednosti manjkajočih količin v preglednici.



$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )	$R$ ( $\Omega$ )
		5		0,1				



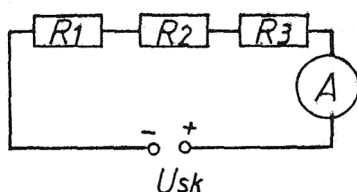
- \*20. Enaka upornika sta vezana vzporedno na napetost 8 V. Z ampermetrom smo izmerili tok 1 A v enem uporniku. Nariši vezavo in izračunaj vrednosti manjkajočih količin v preglednici.

$U$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )	$R$ ( $\Omega$ )
8				1				

21. Kolikšna je napetost med priključkoma grelna žice z uporom 10  $\Omega$ , če je v njej tok 2,5 A? Kolikšno moč oddaja grelna žica?
22. Kolikšen je upor 5 m dolge bakrene žice s presekom 1,7 mm<sup>2</sup>?
- \*23. Kako dolga je žice iz cinka s presekom 1,18 mm<sup>2</sup>, če je njen upor 1  $\Omega$ ?
- \*24. Kolikšen je tok skozi aluminijasto žico s presekom 0,81 mm<sup>2</sup> in dolžino 3 m, če je priključena na napetost 0,5 V?
25. Na drsnem uporniku je navita 5 m dolga žica iz cinka s presekom 0,059 mm<sup>2</sup>. Koliko je največji upor drsnega upornika?
26. Tri različne upornike z upori 2  $\Omega$ , 1  $\Omega$  in 3  $\Omega$  vežemo zaporedno na napetost 12 V. Izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici in nariši shemo vezave.

$U_{SK}$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$I$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )	$R_3$ ( $\Omega$ )	$R_{SK}$ ( $\Omega$ )
12								

27. Štiri enake upornike vežemo vzporedno na napetost 20 V. Tok v upornikih je 1 A. Nariši shemo vezave, izračunaj upor posameznega upornika in nadomestni upor.
- \*28. Upornike smo vezali, kot kaže slika. Izračunaj vrednosti manjkajočih količin v preglednici, če je notranji upor ampermetra 0,1  $\Omega$ .



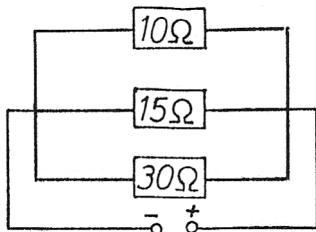
$U_{SK}$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$U_A$ (V)	$I$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )	$R_3$ ( $\Omega$ )	$R_A$ ( $\Omega$ )	$R_{SK}$ ( $\Omega$ )
	0.5		0.8		1		0.6		0.1	

- \*\*29. Imamo voltmeter z notranjim uporom 10 k $\Omega$  in merilnim obsegom merjenja napetosti do 1 V. Kolikšen predupor naj vežemo zaporedno k voltmetru, če želimo z njim meriti napetosti do 10 V?
- \*30. Trije zaporedno vezani uporniki  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 5 \Omega$  in  $R_3 = 15 \Omega$  so vezani na vir napetosti 15 V.
- Nariši vezavo.
  - Izračunaj napetosti na posameznih upornikih.
  - Izračunaj nadomestni upor upornikov.
  - Izračunaj tok skozi upornike.

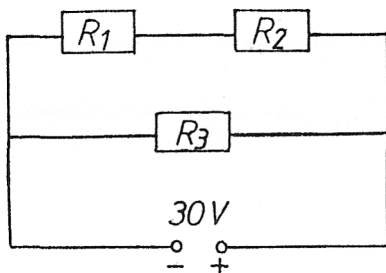
31. Upornika z uporom  $2\ \Omega$  in  $6\ \Omega$  vezemo vzporedno na napetost  $3\ \text{V}$ . Nariši vezavo in izračunaj manjkajoče vrednosti količin v preglednici.

$U_{\text{sk}}$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$R_n$ ( $\Omega$ )	$R_1$ ( $\Omega$ )	$R_2$ ( $\Omega$ )
						2	6

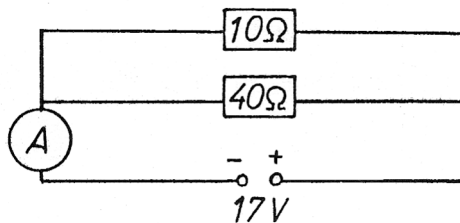
- \*32. Kolikšen je tok v posameznih upornikih, ki so vezani na napetost  $6\ \text{V}$ , kot kaže slika? Kolikšen je skupni tok?



- \*33. Kolikšen je nadomestni upor upornikov ( $R_1 = 5\ \Omega$ ,  $R_2 = 10\ \Omega$ ,  $R_3 = 30\ \Omega$ ) v električnem vezju na sliki? Kolikšen je tok skozi vsakega od njih in kolikšna je napetost na vsakem uporniku?

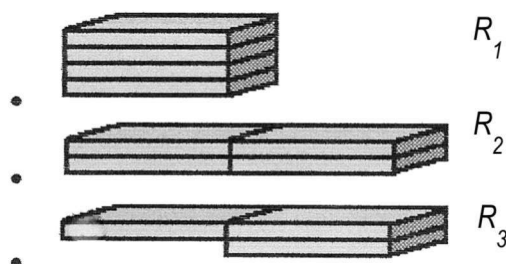


- \*\*34. Kolikšen je upor ampermetra na sliki, če kaže tok  $2\ \text{A}$ ? Kolikšna je napetost na upornikih?

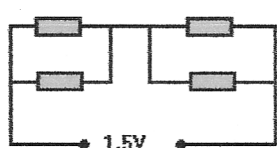


- \*35. Zakaj imajo voltmetri velik upor ( $\approx 10^3\ \Omega$  do  $10^6\ \Omega$ ), upor ampermetrov pa je čim manjši ( $\approx 0.001\ \Omega$ )?

\*36. Iz enakih koščkov kovinskih ploščic z uporom po  $2\ \Omega$  naredi konstrukcije, kot jih kažejo slike. Izračunaj nadomestne upore posameznih vezij.

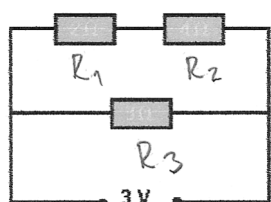


\*37. Izračunaj manjkajoče podatke v tabeli, če ima vsak od upornikov upor po  $2\ \Omega$ .



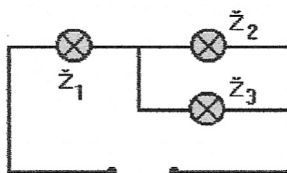
$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$U_4$ (V)	$U_{sk}$ (V)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$I_4$ (A)	$R_{sk}$ ( $\Omega$ )

\*38. Trije upori  $R_1 = 2\ \Omega$ ,  $R_2 = 4\ \Omega$ ,  $R_3 = 3\ \Omega$  so vezani kot kaže slika. Izpolni tabelo.



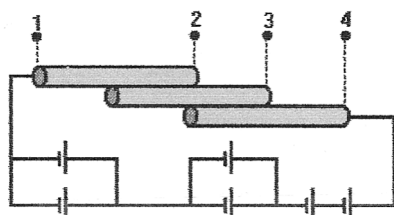
$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$U_{sk}$ (V)	$P_{sk}$ (W)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$I_{sk}$ (A)	$R_{sk}$ ( $\Omega$ )

\*\*39. Iz treh enakih žarnic naredi vezavo kot kaže slika. Dopolni tabelo.



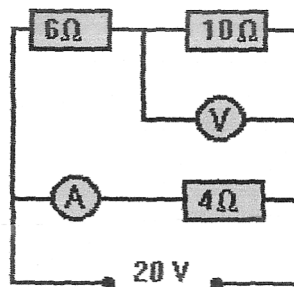
$I_{sk}$ (A)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$U_{sk}$ (V)	$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$P_{sk}$ (W)	$P_1$ (W)	$P_2$ (W)	$P_3$ (W)
		0,5 A		6 V							

\*\*40. Iz treh enakih neizoliranih žic z uporom po  $0,4\ \Omega$  sestavi vezje, ki je priključeno na baterijo, napetost vsakega galvanskega člena je  $0,3\ \text{V}$ . Izpolni tabelo.

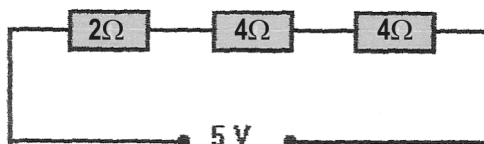


$U_{1-2}$ (V)	$U_{1-3}$ (V)	$U_{1-4}$ (V)	$U_{2-3}$ (V)	$P_{2-4}$ (W)	$P_{3-4}$ (W)

\*\*41. Koliko kažeta merilnika na sliki?

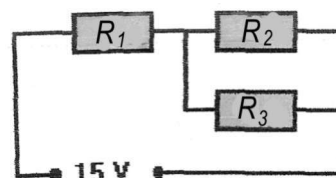


\*42. Upori so vezani kot kaže slika.  
Izpolni tabelo.



$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_3$ (V)	$U_{sk}$ (V)	$P_{sk}$ (W)	$I_1$ (A)	$I_2$ (A)	$I_3$ (A)	$I_{sk}$ (A)	$R_{sk}$ ( $\Omega$ )

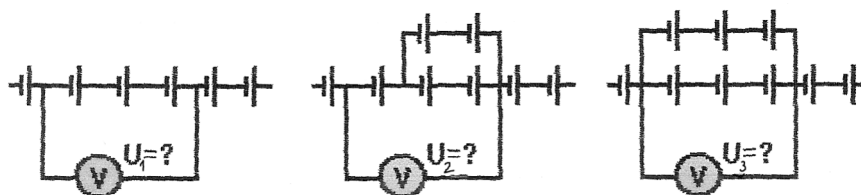
\*\*43. Kolikšni so tokovi v upornikih, če je upor vsakega od njih 20  $\Omega$ ?



\*44. Na voljo imamo 4 enake ploščate baterije. Nariši kako je treba vezati vse štiri na voltmeter, da bo ta pokazal naslednje napetosti:

- a) 9 V      b) 18 V      c) 4,5 V      d) 13,5 V

45. Kolikšno napetost pokažejo merilniki, če je napetost vsakega galvanskega člana 4 V?



46. Zapiši katere enote dobimo in katere fizikalne količine merimo s temi enotami:

- a)  $1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} =$       b)  $\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ As}} =$       c)  $\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} =$   
d)  $1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} =$       e)  $\frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} =$       f)  $1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ s} =$

## Poglavje 8

# NAELEKTRENJE TELES

### 48. VAJA: NAELEKTRENJE TELES Z LOČEVANJEM NABOJEV

#### Naloga:

Z drgnjenjem loči naboje na izolatorjih in jih raziskuj.

Z drgnjenjem ebonitne in steklene palice (izolatorja) ob krpo ločujemo električne naboje. Na ebonitni palici ostane več negativnih nabojev, volnena krpa pa se naelektri pozitivno. Če drgnemo stekleno palico z volneno krpo, jo naelektrimo pozitivno. Ko pozitivno in negativno naelektreni kovinski bučki elektroskopa stakneš, se naboja razelektrita (nevtralizirata), kar pokažeta kazalca obeh elektroskopov.

#### Potrebščine:

Ebonitna (plastična) palica, steklena palica, dva elektroskopa, volnena krpa (pulover).

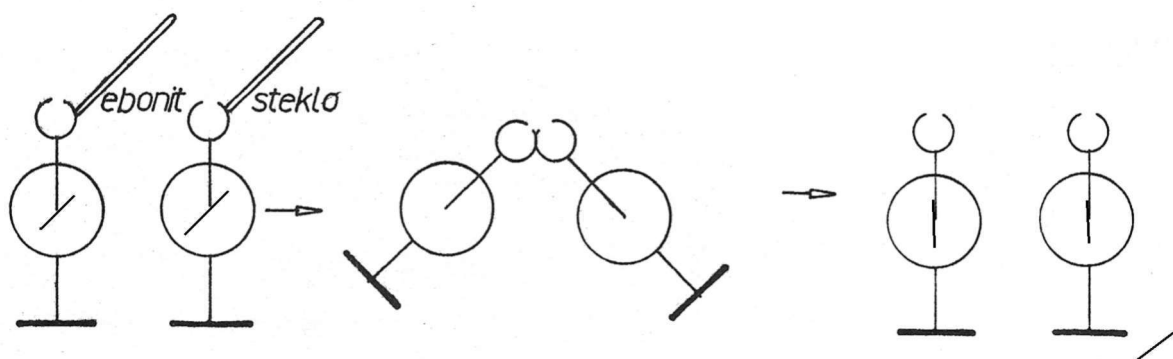
#### Navodilo:

Ebonitno palico večkrat podrgni z volneno krpo, nato se z njo dotakni kovinske kroglice elektroskopa. Kaj pokaže kazalec elektroskopa? Nariši sliko.

Podrgni z volneno krpo še stekleno palico in se z njo dotakni kroglice drugega elektroskopa. Dopolni slike.

Krogli elektroskopa nato poveži s prevodnikom (žico) ali stakni. Kaj pokažeta kazalca elektroskopov? Nariši sliko.

#### Slike:



#### Odgovori:

## 49. VAJA: NAELEKTRENJE TELES Z INFLUENCO

### Naloga:

Naelektri kazalec elektroskopa.

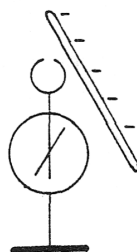
### Potrebščine:

Ebonitna (plastična) palica, elektroskop, volnena krpa (pulover).

### Navodilo:

Z drgnjenjem naelektri ebonitno palico in jo približaj kovinski krogli elektroskopa na 1 cm. Kaj opaziš? Dopolni sliko.

### Slika:



Na vsakem delu nenaektrenega (nevtralnega) elektroskopa je število pozitivnih in negativnih nabojev enako. Če kovinski krogli elektroskopa približaš negativno naelektreno ebonitno palico, se v kovinski krogli naboji preuredijo. Več ..... nabojev se nabere na tistem delu kovinske krogle, ki je bližje naelektreni palici. Na drugem delu elektroskopa (na kazalnem lističu) pa ostane več ..... nabojev. Vrtljivi kazalec se odkloni, ker se istoimenski električni naboji med seboj odbijajo. Ko naelektreno palico odmakneš, se pozitivni in negativni naboji na elektroskopu med seboj zopet pomešajo in elektroskop je nevtralen, kakor na začetku. Razdelitev nabojev zaradi bližine drugega naelektrenega telesa imenujemo **električna influenza**. Z elektroskopom merimo količino naboja in visoko napetost.

Poskus nadaljuj tako, da naelektreno ebonitno palico približaš (ne da bi se dotaknil) kovinski krogli elektroskopa in se nato s prstom proste roke za trenutek rahlo dotakneš naelektrene kovinske krogle elektroskopa in takoj, (ko se kazalec elektroskopa postavi v nevtralno lego) palico in prst naglo odmakneš. Ali je kazalec elektroskopa ob koncu poskusa ostal v nevtralni legi? Če je poskus ponovi. Zakaj se kazalec elektroskopa pri skrbno izvedenem poskusu najprej povese in nato zopet odkloni? Kakšen pomen ima dotik prsta s kovinsko kroglo elektroskopa? Kateri naboji ne morejo steči po prstu v Zemljo? Zakaj?

### Odgovor:

Ko se s prstom dotakneš elektroskopa, stečejo ..... naboji skozi tvoje telo v Zemljo. .... naboji, ki jih privlačijo nasprotno imenski naboji na palici ostanejo na izoliranem elektroskopu. Odklon kazalca po odmiku palice in prsta ob koncu poskusa pokaže, da je elektroskop naelektren. Da je naelektren pozitivno, se prepričaš tudi tako, da ga s kovinskim vodnikom povežeš z drugim enako zgrajenim in negativno naelektrenim elektroskopom. Če sta pred stikom odklona kazalcev obeh elektroskopov približno enako velika je razelektritev popolna. Če ne, si prebitek naboja (pozitivnega ali negativnega) pravično razdelita. Za poskuse z naelektrenimi telesi pogosto uporabljamo Elektrostatični generator ali van de Graaffov generator. Izdelal ga je R. van de Graaff leta 1931, uporablja trak iz izolatorja (guma, plastificirana guma) in kovinske ščetke s katerim dovaja naboj v notranjost kovinske krogle.

Z njim lahko dosežejo napetost več milijonov voltov. Take generatorje uporabljajo tudi v pospeševalnikih pri poskusih v jedrski fiziki. Pri šolskih poskusih naj z elektrostatičnim generatorjem ravna le učitelj, enako velja tudi za še starejši influenčni stroj.

## 50. VAJA: NAELEKTRENJE TELES Z VISOKONAPETOSTNIM VIROM

### Naloga:

Ugotovi, da delujejo med naelektrenimi telesi električne sile. Med istoimensko naelektrenimi odbojne, med raznoimensko naelektrenimi pa privlačne sile.

### Potrebščine:

Dve izolirani stojali, dva koščka alufolije (tanka aluminijasta folije), priključne žice, Van de Graaffov generator. Z njim naj ravna učitelj.

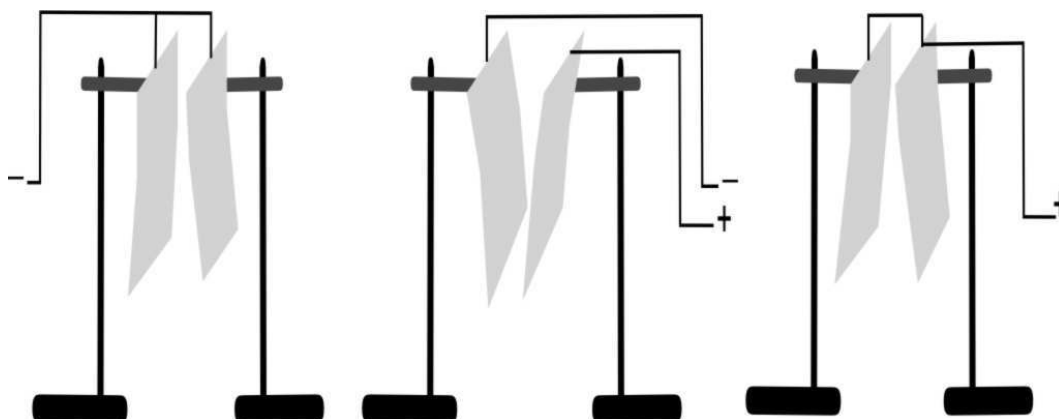
### Navodilo:

Z Van de Graaffovim generatorjem ločujemo električne naboje tako, da se grafitna guma drgne ob plastično ploščico in dovaja naboj v notranjost kovinske kupole. Pri tem se kupola naelektri pozitivno. Dva koščka alufolije obesi na izolirani stojali nekaj centimetrov narazen. Za hip ju priključi na generatorjem visoke napetosti, da se naelektrita (glej sliki):

- z istoimenskimi naboji,
- z raznoimenskimi naboji.

Kaj opaziš? Nariši sile, ki delujejo na posamezne kose naelektrene alufolije na sliki.

### Sliki:



### Odgovori:

Električno nevtralna telesa vsebujejo ..... število pozitivnih in negativnih nabojev. Med istoimenskimi naboji delujejo ..... sile, med raznoimenskimi pa delujejo ..... sile.

Telesa naelektrimo tako, da:

- naboje ločimo z drgnjenjem dveh izolatorjev,
- naboje v telesu ločimo z influenco,
- teleo priključimo na vir visoke napetosti (Van de Graaffov generator).

## ELEKTRIČNO POLJE

### 51. VAJA: ELEKTRIČNO POLJE

#### Naloga:

Med naelektrenimi telesi delujejo električne sile. Med raznoimensko naelektrenimi privlačne, med istoimenskimi pa odbojne. V okolici naelektrenih teles je električno polje. Ponazorimo ga s silnicami. Z zdrobovimi zrnici v olju prikaži električne silnice med raznoimensko naelektrenima ploščama.

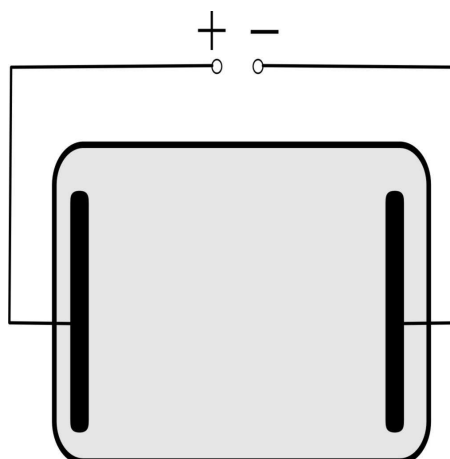
#### Potrebščine:

Kovinski plošči, ricinusovo olje, pšenični ali koruzni zdrob, Van de Graaffov generator ali visokonapetostni vir. Z njima naj ravna le učitelj.

#### Navodilo:

Kovinski plošči postavi v posodo z oljem in vanj vsuj nekaj zdroba. Plošči priključi na visokonapetostni vir, kot kaže slika. Kaj opaziš? Dopolni risbo s črtami v katere se uredijo zdrobova zrnca.

#### Slika:



#### Odgovor:



## \*52. VAJA: ELEKTRIČNO POLJE PLOŠČNEGA KONDENZATORJA

### Naloga:

Med naelektrenima ploščama kondenzatorja, ki sta blizu druga druge, je električno polje. Ob robovih in zunaj plošč kondenzatorja je električno polje nehomogeno, v prostoru med naelektrenima ploščama pa homogeno. Električne silnice so usmerjene. Po dogovoru izvirajo iz pozitivnih nabojev in poniknejo v negativnih. Kako ugotoviš, kje je električno polje kondenzatorja homogeno in kje nehomogeno?

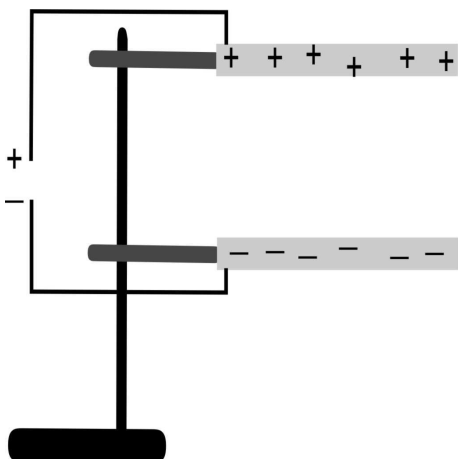
### Potrebščine:

Veliki kovinski plošči (ploščni kondenzator), zdrob, stojalo, vezavne žice, visokonapetostni vir, z njim naj ravna učitelj.

### Navodilo:

Enako veliki ravni kovinski plošči vpni v stojalo, kot kaže slika. Na spodnjo ploskev enakomerno nasuj nekaj zdroba. Plošči naelektri z visokonapetostnim virom. Opazuj vrvež premikajočih se zdrobovih zrnec. Kjer je gostota zdrobovih zrnca med ploščama enakomerna, je električno polje ..... Dopolni sliko.

### Slika:



### Odgovor:

### 53. VAJA: ELEKTRIČNO POLJE OKOLI TOČKASTEGA NABOJA

#### Naloga:

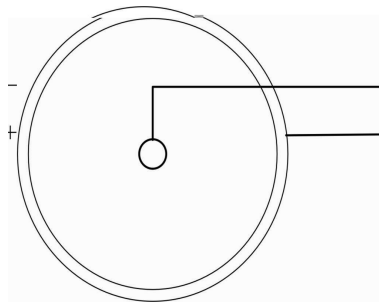
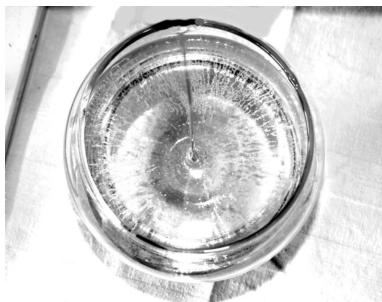
Ponazoritev električnih polj s silnicami.

#### Potrebščine:

Vezne žice, tanek kovinski trak zvit v obroč, kuhinjsko olje, zdrob, steklena ali keramična posoda, visokonapetostni vir s katerim naj ravna učitelj.

#### Navodilo:

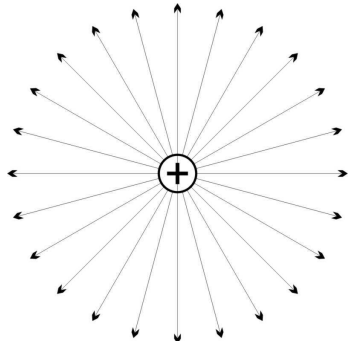
Kovinski obroč potopi v posodo z oljem. Kovinsko paličico (žico) pritrdi tako, da sega v olje na sredini obroča v olje pa vsuj nekaj zdroba. Obe elektrodi (žico in obroč) priključi na generator visoke napetosti. Kaj opaziš? Dopolni sliko.



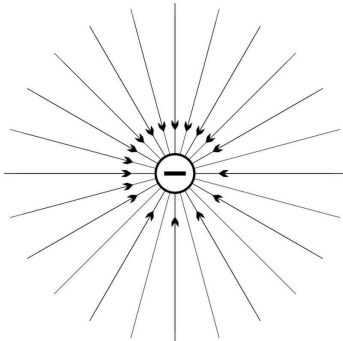
#### Odgovor:

#### Slike nekaterih električnih polj:

a) Električne silnice izvirajo iz pozitivnega naboja



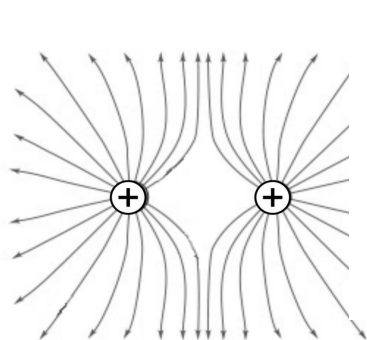
b) Električne silnice poniknejo v negativnem naboju



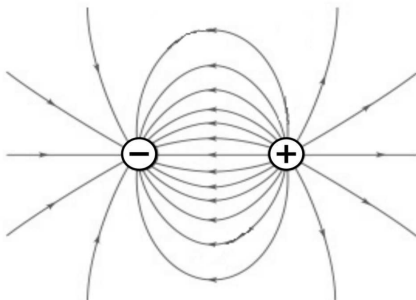
c) Bodice morskega ježka ponazarjajo električne silnice okoli točkastega naboja v prostoru



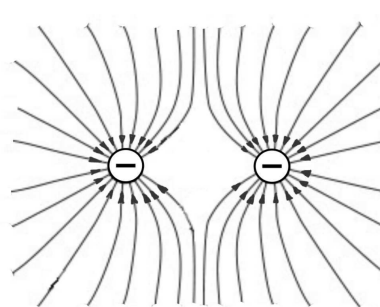
č) Električne silnice med pozitivnima točkastima nabojema



d) Električne silnice med raznoimen-skima točkastima nabojema



e) Električne silnice med negativnima točkastima nabojema



## 54. VAJA: JAKOST ELEKTRIČNEGA POLJA

### Naloga:

Primerjaj smer električne sile na naelektreno telo s smerjo silnic.

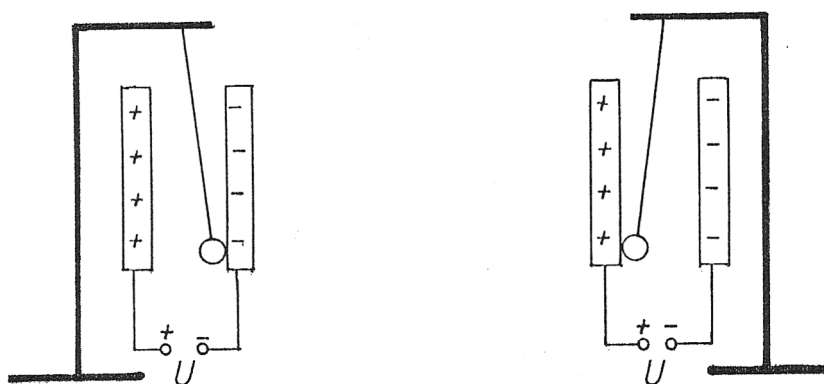
### Potrebščine:

Lahka kovinska kroglica (žogica za namizni tenis, prevlečena z alufolijo ali porisana z grafitnim svinčnikom), sukanec, ploščni kondenzator, stojala, visokonapetostni vir, z njim naj ravna učitelj.

### Navodilo:

Plošči kondenzatorja pritrdi na stojalo drugo blizu druge. Mednju vstavi s folijo prevlečeno kroglico, ki prosto visi na nitki. Plošči kondenzatorja naelektri z visokonapetostnim virom in kroglico, izmakni iz ravnovesne lege toliko, da se dotakne ene od plošč in jo izpusti. Kaj se zgodi? Opazuj gibanje naelektrene kroglice. Vriši smer električne sile na kroglico in primerjaj smer električne sile na naelektreno telo s smerjo silnic na sliki.

### Slika:



### Odgovor:

V prostoru okoli naelektrenega telesa je ..... polje. V električnem polju deluje na naelektreno telo ..... sila. S to silo določimo električno poljsko jakost.

Jakost električnega polja v izbrani točki je količnik sile na točkasto pozitivno naelektreno telo in naboja v tej točki polja.

$$E = \frac{F_e}{e}$$

Električna sila in jakost električnega polja sta enako usmerjeni, če je telo pozitivno naelektreno in nasprotno usmerjeni, če je naelektritev telesa negativna.

Enota za merjenje jakosti električnega polja je  $\frac{\text{N}}{\text{As}}$  ali  $\frac{\text{V}}{\text{m}}$ .

## ELEKTRIČNI TOK V PLINIH IN KOVINAH

### \*55. VAJA: ELEKTRIČNI TOK V PLINU (ZRAKU)

#### Naloga:

Ugotovi, kdaj teče električni tok skozi zrak (plin).

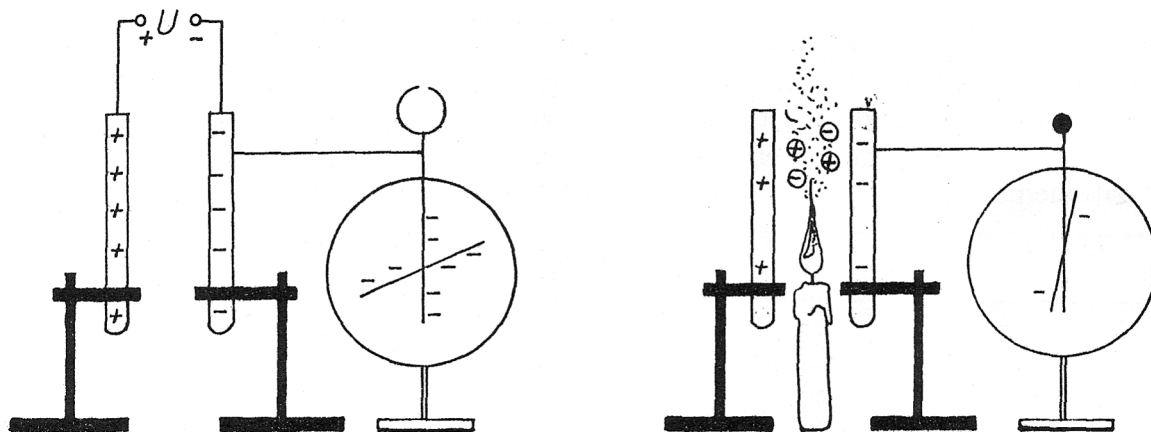
#### Potrebščine:

Ploščni kondenzator, sveča, vžigalice, vezne žice, elektroskop, stojalo, visokonapetostni vir. Z njim ravna učitelj.

#### Navodilo:

Plošči kondenzatorja pritrdi na stojali, eno od plošč poveži z elektroskopom. Plošči kondenzatorja naelektri z visokonapetostnim virom tako, da elektroskop pokaže odklon. Nato vir izključi in med plošči postavi gorečo svečo. Kaj kaže elektroskop?

#### Slika:



#### Odgovor:

Ko si med plošči postavili gorečo svečo, se je kondenzator ..... Plamen je povzročil nastanek ionskih parov (parov ion-elektron), nosilcev naboja. Na ione in elektrone deluje v električnem polju ..... Pozitivne ione privlači ..... naelektrena plošča kondenzatorja. Elektrone pa privlači ..... naelektrena plošča. V zraku med ploščama je stekel ..... elektronov in ionov.

## \*56. VAJA: ELEKTRIČNA ISKRA, STRELA

### Naloga:

S pomočjo Van de Graaffovega generatorja in kovinske krogle prikaži strelco.

### Potrebščine:

Visokonapetostni vir, vezavne žice, kovinska krogla na stojalu. Poskus naj izvaja učitelj.

### Navodilo:

Poženi Van de Graafov generator tako, da se kupola naelektri. V bližino kupole postavi kovinsko kroglo na izoliranem podstavku in jo približuj kupoli generatorja, dokler med kupolo in kroglo ne preskoči iskrica - strela.

Ali je bila na začetku krogla na podstavku naelektrena? Zakaj se naelektri, ko jo približaš krogli generatorja.



### Odgovori:

V zraku je vedno nekaj ionov in elektronov. Ker sta se kupola in krogla ..... je med njima ..... polje. Električna sila deluje na ione in elektrone v zraku in jih pospeši. Elektroni se gibljejo proti ..... naelektreni kupoli, pozitivni ioni pa proti .....  
*ldots*...; naelektreni krogli. Med gibanjem zadevajo atome plinov v zraku. Če z dovolj veliko hitrostjo zadenejo atom lahko iz njega izbijajo elektroni. Novo nastala ion in elektron, se prav tako pod vplivom električnega polja začneta gibati.

Strela je torej množica elektronov in ionov, ki se gibljejo v ..... polju. V nevihtnih oblakih se naboji ločijo zaradi gibanja drobnih vodnih kapljic skozi zrak. Navadno so vrhnji deli oblakov pozitivni, spodnji pa negativni. Napetost med spodnjim delom oblaka in zemljo je lahko večja od  $10^9$  V. Ob razelektritvah stečejo med oblakom in zemljo ali med dvema oblakoma tokovi, lahko večji od 100 kA, ki trajajo od 10  $\mu$ s do 100  $\mu$ s. Praznjenje se v presledkih od 0,01 s do 0,1 s, po isti ali drugi vijugasti in razcepljeni poti, 30 do 40 krat ponovi. Zrak se v trenutku močno segreje, povečata se tlak in prostornina, kar povzroči grmenje.

S strelovodi zaščitijo zgradbe pred razdiralnimi in zažigalnimi učinki strele tako, da ob udarih odvedejo električne naboje po kovinskih vodnikih v zemljo.

## 57. VAJA: ELEKTRIČNI TOK V KOVINAH

### Naloga:

Ponazori gibanje elektronov v kovinah.

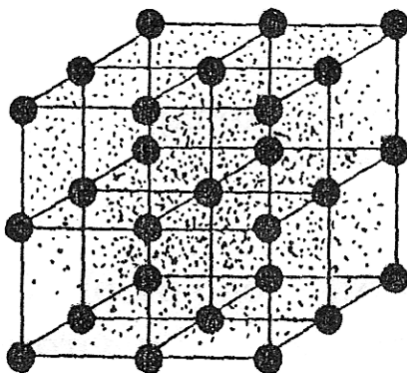
### Potrebščine:

Model vodovodne napeljave.

### Navodilo:

Gibanje elektronov v kovinah lahko ponazorimo z gibanjem tekočine v vodovodni napeljavi v kateri je voda (plin) pod tlakom. Ko odpremo pipo, se vsi deli vode v napeljavi začnejo hkrati premikati.

Podobno kot molekule idealnega plina se tudi prevodniški elektroni gibljejo neurejeno z različnimi hitrostmi in trkajo v kristalno mrežo. V električnem polju z jakostjo  $E$ , ki nastane, ko med konca kovine, priključimo napetost, dobijo elektroni še komponento hitrosti v nasprotni smeri polja.



### Odgovori:

Prevodniški elektroni v kovini, ki se zaradi termičnega gibanja pri sobni temperaturi zelo hitro in neurejeno gibljejo ( $110 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ), se vsi hkrati začnejo ..... še v smeri, ki jo narekuje napetost generatorja.

Zunanje električno polje jih pospeši, na svoji poti pa se zaletavajo v nihajoče ione in atome nečistoč v kovini. Zaradi tega se kovinska žica po kateri teče tok tudi greje. V bakreni žici po kateri teče tok 10 A pa je komponenta hitrosti elektronov v smeri od negativnega priključka proti pozitivnemu le  $0,75 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ .

V sklenjenem električnem krogu s kovinskimi prevodniki obstaja ..... Na elektrone deluje ..... sila, zato je v kovini tok elektronov usmerjen od negativnega priključka proti pozitivnemu.. Dogovor, da teče električni tok v nasprotni smeri kakor se gibljejo elektroni, torej od pozitivnega priključka proti negativnemu, je bil sprejet na osnovi magnetnih učinkov. Glej vajo 27.

## \*58. VAJA: ELEKTRIČNI TOK V KAPLJEVINAH

### Naloga:

Izmeri tok skozi različne kapljevine.

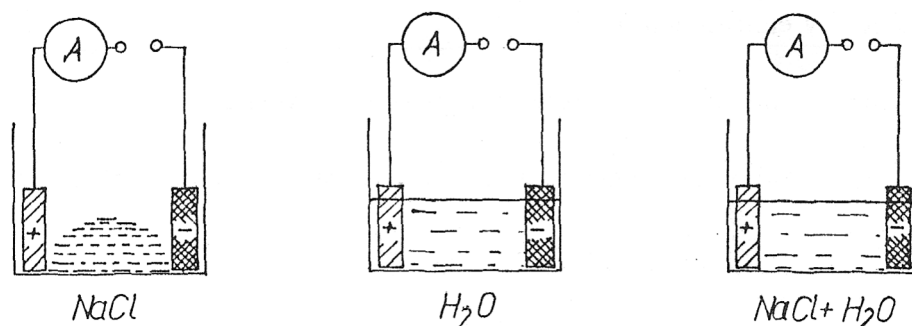
### Potrebščine:

Nizkonapetostni vir, elektrodi, destilirana voda, kristali soli (NaCl), slana voda, ampermeter, tri posode.

### Navodilo:

V prvo posodo damo nekaj soli, v drugo nalij destilirano vodo, v tretjo nalijemo nekaj slane vode. V vsako posodo potopi po dve elektrodi, ki ju veži na napetost 5 V. Meri tok skozi posamezne snovi v posodah. Meritve vpišemo v preglednico. Pri enaki napetosti izmeri še tok skozi 'trdo' vodo iz vodovoda.

### Slike:



### Meritve:

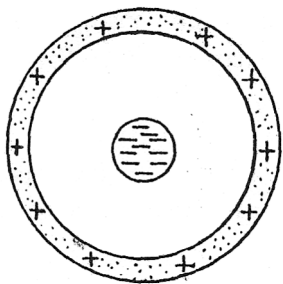
	Snov	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl + H <sub>2</sub> O	Trda voda
<i>I</i> (A)					

### Odgovor:

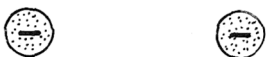
Skozi kristale kuhinjske soli električni tok pri danih pogojih ..... teče. Kuhinjska sol v vodi razpade na ione – disociira (glej vajo 25). V slani vodi so ..... in ..... ioni, ki se pod vplivom ..... začnejo gibati proti elektrodi z nasprotnoimenskim nabojem. Na elektrodah se izločijo čiste snovi (Na, Cl). Pojav imenujemo elektroliza. Kapljevine, ki prevajajo električni tok, so elektroliti ali raztopine elektrolitov. Električni tok v kapljevinah je usmerjeno gibanje pozitivnih in negativnih ionov.

## VIII. VAJE IN NALOGE:

- \*\*1. Nariši sliko silnic električnega polja naelektrenega (valjastega) kondenzatorja.

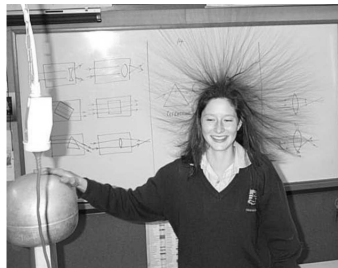


2. Nariši električne silnice med negativno naelektrenima kroglicama.



- \*\*3. Opiši vzrok za naelektritev telesa:
- Volnen pulover se naelektri, ko ga slačimo ali oblačimo.
  - Zaslon televizorja se naelektri, ko televizor vklopimo.
  - Plastični drog (na stopnišču) se naelektri ob prepihu.
4. Kroglica z nabojem  $e = 0,02 \text{ As}$ , je v električnem polju z jakostjo  $0,5 \frac{\text{N}}{\text{As}}$ . Kolikšna električna sila deluje nanjo?
5. Na naelektreno telo z nabojem  $0,1 \text{ As}$  deluje električna sila  $0,5 \text{ N}$ . Kolikšna je jakost električnega polja?
- \*\*6. Naelektreno plastično palico (v palico zvit plastični ovitek) približaj tankemu curku vode. Kaj opaziš? Opiši pojav.
- \*\*7. Ob nevihti udari strela v tla. Razloži nastanek električnega toka v zraku v tem primeru.
8. Na katere ione razpade v vodi modra galica? Proti kateri elektrodi se bodo gibali posamezni ioni v električnem polju?
- \*9. Opiši postopek za posrebritev s srebrovim nitratom ( $\text{AgNO}_3$ ).

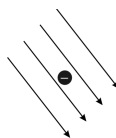
10. Zakaj trda (nedestilirana) voda iz vodovoda prevaja električni tok?
11. V električnem polju z jakostjo  $0,2 \frac{\text{N}}{\text{As}}$  lebdi (miruje) kroglica z neznano maso in nabojem  $5 \text{ As}$ . Kolikšna je masa kroglice, če deluje električna sila navpično navzgor?
12. Nariši električne silnice okoli naelektrene glave učenca, ki se dotika naelektrene kupole Van de Graafovega generatorja.



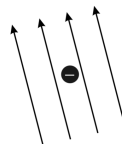
- \*\*13. koliko elektronov je v naboju  $3,2 \mu \text{ As}$ ?

14. Za kaj uporabljamo kondenzator?
15. Za kaj uporabljamo elektroskop?
16. Naštej načine, kako naelektrimo telesa.
17. Nariši smer sile, ki deluje na negativno naelektreno telo če je:

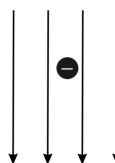
- a) v električnem polju,



- b) v magnetnem polju,



- c) v gravitacijskem polju.





## Poglavje 9

# MAGNETNO POLJE

### 59. VAJA: MAGNETNO POLJE PALIČASTEGA IN PODKVASTEGA MAGNETA

**Naloga:**

Z železnimi opilki prikaži silnice magnetnega polja.

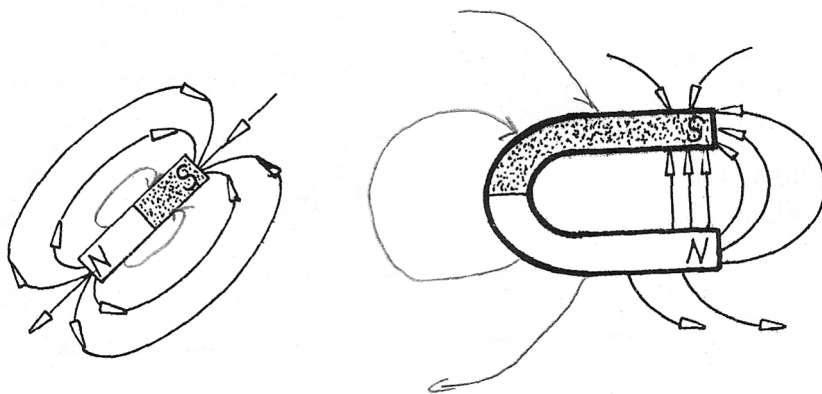
**Potrebščine:**

Paličasti (podkvasti) magnet, železni opilki, papir.

**Navodilo:**

Paličasti magnet prekrij z listom papirja in nanj natresi železne opilke. Kaj opaziš? Nariši sliko.

**Slike:**



**Odgovor:**

V okolici magnetov delujejo magnetne sile. Prostor, v katerem delujejo magnetne sile, imenujemo magnetno polje. Ponazorimo ga z magnetnimi silnicami (gostotnicami).

## 60. VAJA: MAGNETNO POLJE ZEMLJE

### Naloga:

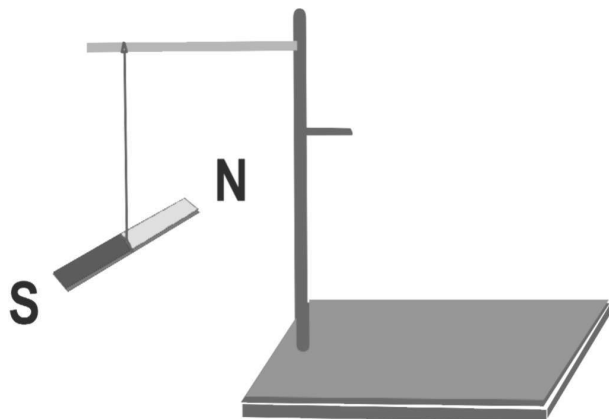
Prikaži delovanje šibkega magnetnega polja Zemlje na paličasti magnet (kompas) in ugotovi v katerih smereh se nahajata severni in južni magnetni pol Zemlje.

### Potrebščine:

Vrvica, tanek paličasti magnet.

### Navodilo:

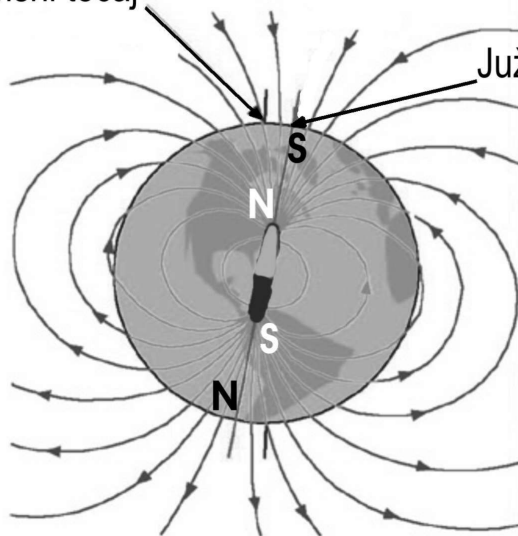
Paličasti magnet privežemo v težišču na tanko vrvico, drugi konec vrvice pa vpnemo v stojalo tako, da magnet prosto visi v zraku. Počakamo nekaj trenutkov, da magnet obmiruje. V kateri smeri se je magnet ustavil? Kaj sklepamo iz tega? Kaj se zgodi, če magnet odmaknemo iz smeri v kateri je obmireval in počakamo, da se umiri?



### Odgovor:

Magnet se postavi v smeri ....., ker nanj delujejo ..... sile. Okoli Zemlje je šibko ..... polje. Severni magnetni pol Zemlje se nahaja v bližini južnega zemljepisnega tečaja, južni magnetni pol pa v bližini severnega zemljepisnega tečaja.

Severni zemljepisni tečaj



Južni magnetni pol

## 61. VAJA: MAGNETNA SILA

### Naloga:

Ugotovi, na katere snovi (telesa) deluje magnetna sila.

### Potrebščine:

Kosi različnih kovin (baker, aluminij, železo), plastika, magneti.

### Navodilo:

Magnet približaj telesom iz različnih snovi. Na katera telesa deluje magnetna sila?

### Odgovor:

Magneti delujejo na telesa iz železa, niklja, kobalta, nekaterih zlitin in nekatere raztopine z magnetnimi silami. Nekatere snovi gostoto magnetnega polja močno ojačijo, to so feromagnetne snovi.



**\*62. VAJA: MAGNETNA SILA NA CUREK ELEKTRONOV V VAKUUMU****Naloga:**

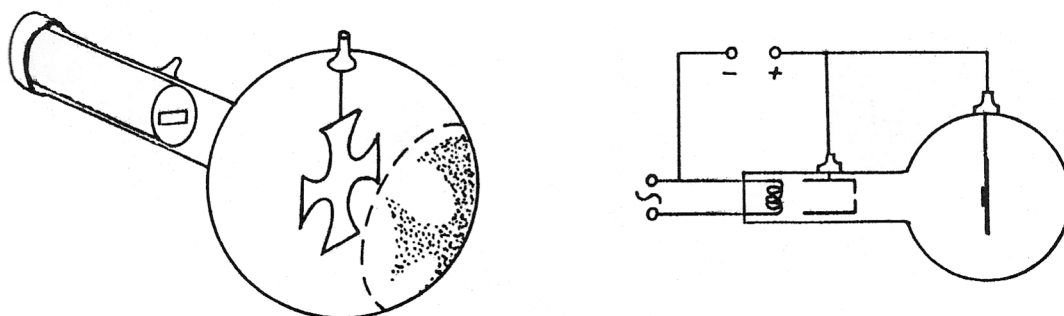
Opazuj gibanje elektronskega curka v 'praznem prostoru' (vakuumu).

**Potrebščine:**

Katodna cev s kovinskim križem in fluorescenčnim premazom (ZnS, CdS), visokonapetostni vir, žice, nizkonapetostni vir, magnet.

**Navodilo:**

Iz katodne cevi je izsesan zrak. V njej sta dve elektrodi (katoda in anoda), ki ju naelektrimo z visokonapetostnim virom (Van de Graaffovim generatorjem, z njim naj ravna učitelj). Med elektrodama je kovinski križ. Grelno žičko katode priključi na izmenično napetost nekaj voltov, tako da zažari.

**Slika:**

Iz žareče katode izhlapevajo elektroni. Napetost med pozitivno anodo in negativno katodo jih pospeši. Skozi drobno odprtino v anodi izhaja curek elektronov. Ker je na poti curka elektronov pozitivno naelektrjen kovinski križ, opaziš na fluorescentnem zaslonu katodne cevi senco križa. Zaslom zasveti le na mestih, v katera se zaletijo elektroni, ki jih ni zaustavili pozitivno naelektrjeni križ (glej sliko).

Elektronskemu curku približaj magnet. Kaj opaziš?

**Odgovor:**

Nosilci električnega toka v vakuumu so elektroni, ki izhajajo iz žareče ..... . Curek elektronov se ukrivi zaradi delovanja ..... sile.

### \*63. VAJA: SILA NA TOKOVODNIK V MAGNETNEM POLJU

#### Naloga:

Opazuj delovanje magnetne sile na vodnik skozi katerega teče električni tok v magnetnem polju .

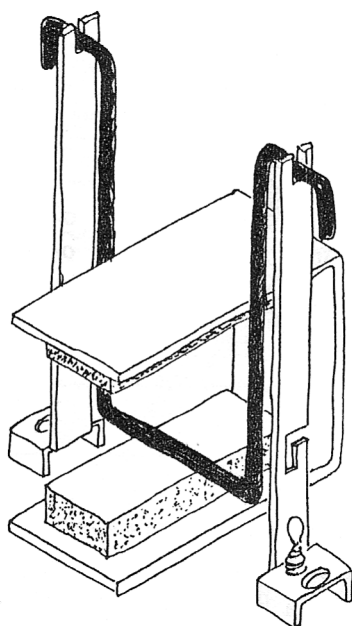
#### Potrebščine:

Sestavni deli tokovne gugalnice, napetostni vir, dva magneta, povezana z železnim jarmom tako, da tvorita podkvast magnet, priključne žice.

#### Navodilo:

Sestavi tokovno gugalnico (kot kaže slika) in vodnik gugalnice postavi v magnetno polje. Vodnik priključi na napetost nekaj voltov (5 V) tako, da je v njem kratkostični tok. Kaj opaziš? Zamenjaj priključka na viru in poskus ponovi. Kaj opaziš?

#### Slika:



#### Odgovori:

V vodniku, v katerem je električni tok, se gibljejo prevodniški ..... V magnetnem polju nanje deluje ..... sila, zato se vodnik premakne v smeri, ki je ..... na magnetne silnice.

**\*64. VAJA: MAGNETNO POLJE TOKOVODNIKA****Naloga:**

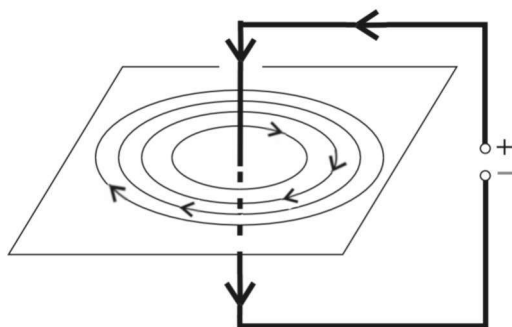
Ponazori magnetno polje ravnega električnega vodnika skozi katerega teče enosmerni električni tok.

**Potrebščine:**

Železni opilki, kos tršega papirja (karton), malonapetostni vir, krokodilske sponke, vezavne žice, vodnik.

**Navodilo:**

Z vodnikom predri raven kos papirja (karton) in ga namesti v vodoravno lego. Okoli vodnika nasuj drobne železne opilke. Vodnik za nekaj sekund priključi na malonapetostni vir enosmernega toka in papir med tem rahlo stresaj. Pozor, to je kratki stik. Kaj opaziš? Nariši ustrezno sliko.

**Slika:****Odgovor:**

Železni opilki se v okolici vodnika, v katerem je električni tok, postavijo v obliko  $s$ ..... Na opilke v okolici vodnika skozi katerega teče električni tok delujejo  $s$ ..... sile. Sklepamo, da okoli vodnika v katerem je električni tok nastane  $s$ ..... polje. Usmerjenost magnetnih silnic je določena s pravilom desnega vijaka. Če ga vrtiliš tako, da se pomika v smeri toka se smer vrtenja ujema z usmeritvijo magnetnih silnic. (Glej dogovor o smeri toka in o gibanju elektronov, vaja 57 in vaja 27.)

## \*65. VAJA: MAGNETNO POLJE TULJAVE

### Naloga:

Nariši sliko magnetnega polja tuljave.

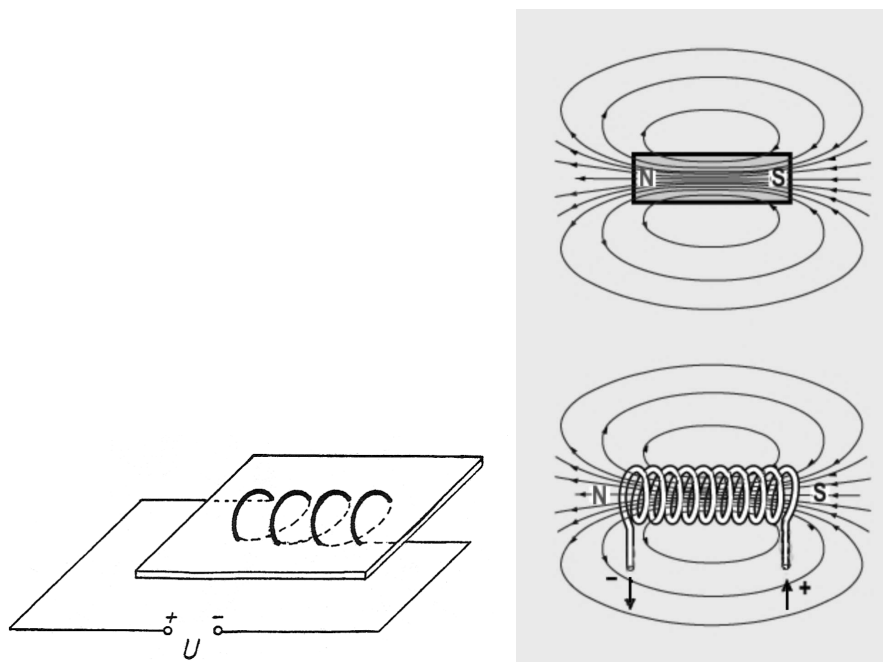
### Potrebščine:

Karton, valjast tulec, dolga bakrena žica, nizkonapetostni vir, železni opilki, list papirja, tuljava.

### Navodilo:

Žico, navito na plašč valja ali prizme, imenujemo tuljava. Naredi 10 do 20 cm dolgo tuljavo s 50 navoji in presekom nekaj  $\text{cm}^2$  ali pa za vajo uporabi že narejeno tuljavo. Tuljava naj bo narejena iz debelejše žice tako, da ovoji tuljave prebadajo karton ali tanjšo leseno ploščo, ki leži v osi tuljave. Tuljavo pritrdi tako, da bo ravnina kartona vodoravna. Na papir natresi železne opilke in tuljavo priključi na enosmerno napetost tako, da steče po ovajih tok nekaj amperov (glej sliko). Rahlo stresaj karton in pazi, da se ne pregreje in stali žica tuljave. Kaj opaziš? Nariši sliko.

### Slika:



**Odgovor:** Če skozi ovoje tuljave teče električni tok, nastane v tuljavi in v njeni okolici ..... polje, podobno ..... polju ..... magneta. Če je v tuljavi železno jedro, se gostota magnetnega polja poveča. Tuljavo z železnim jedrom imenujemo **elektromagnet**.

## DODATNE UČNE VSEBINE

### ELEKTROMAGNETNA INDUKCIJA

#### 66. VAJA: INDUKCIJA V VODNIKU

##### Naloga:

Ugotovi, kaj se zgodi, če v magnetnem polju premikamo vodnik pravokotno na smer magnetnih silnic.

##### Potrebščine:

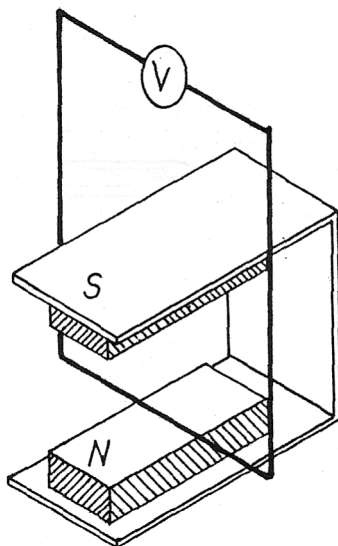
Vodnik, voltmeter, dva magneta z železnim jarmom ali podkvast magnet.

##### Navodilo:

Krajišči ravnega vodnika poveži z milivoltmetrom. Merilno območje voltmetra naj bo nastavljeno na največjo občutljivost, da se bo merilnik odzval na najmanjše spremembe napetosti. Z vodnikom zamahni po magnetnem polju:

- a) vzdolž silnic
  - b) pravokotno na smer silnic
- Kaj opaziš?

##### Slika:



##### Odgovor:

Med krajiščema vodnika, ki se premika pravokotno na silnice magnetnega polja, se pojavi električna napetost, ki ji pravimo **inducirana napetost**. Magnetna sila deluje na elektrone v vodniku tako, da se prevodniški nagnetetejo na enem krajišču žice, na drugem pa jih primanjkuje. Če se vodnik premika vzdolž magnetnih silnic, med njegovima krajiščema ni inducirane napetosti.



**\*67. VAJA: INDUKCIJA V TULJAVI****Naloga:**

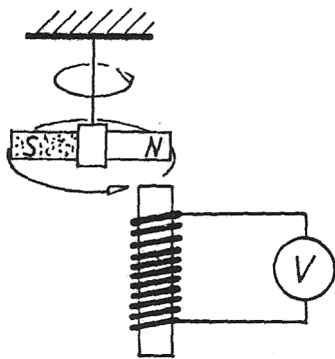
Ugotovi, kaj se zgodi, če nad koncem tuljave vrtimo magnet.

**Potrebščine:**

Tuljava, magnet, vrvica, voltmeter za enosmerno napetost z ničlo sredi skale.

**Navodilo:**

Tuljavo poveži z voltmetrom. Paličast magnet obesi na vrvico (Glej sliko.). Magnet zavrti nad koncem tuljave. Kaj pokaže voltmeter? Ponovi vajo tako, da vstaviš v tuljavo železno jedro. Kaj opaziš? Kakšna je električna napetost, ki se inducira v tuljavi?

**Odgovori:**

Če se v tuljavi spreminja magnetno polje, se v njej ..... električna napetost. Enak učinek dobiš, če tuljavo vrtiliš v stalnem magnetnem polju mirujočega magneta tako, da ovoji tuljave sekaš magnetne silnice. Na podoben način delujejo nekateri generatorji električne napetosti, na primer kolesarski dinamo.

**\*68. VAJA: GENERATOR IZMENIČNE NAPETOSTI – ALTERNATOR****Naloga:**

Ugotovi, kaj se zgodi, ko vrtimo gred kolesarskega dinama in nanj priključena žarnica zasveti?

**Potrebščine:**

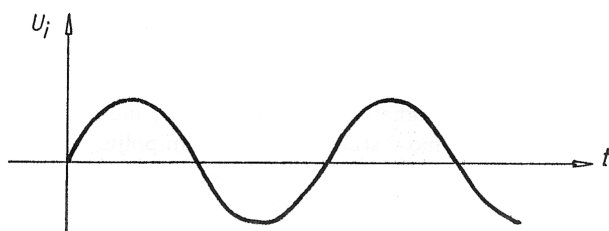
Kolo, kolesarski dinamo – alternator, ampermeter, žarnica.

**Navodilo:**

Kolesarski dinamo je preprost generator izmenične napetosti. Prejema mehansko delo in oddaja električno delo. Dinamo zveži zaporedno z merilnikom izmeničnega toka in z žarnico. Nariši vezavo. Zavrti kolo bicikla, ki naj zavrti rotor dinama (alternatorja). Kaj opaziš? Kaj pokaže ampermeter? Nariši vezavo.

**Vezava:****Odgovori:**

Ko vrtiliš gred dinama (rotor alternatorja), pri kolesarskem dinamumu je to magnet, opravljaš mehansko ..... Inducirana napetost generatorja požene električni tok skozi porabnik (žarnico) in opravlja ..... delo. Generatorji v elektrarnah ..... mehansko energijo v električno delo. Sinusna krivulja opisuje nihanje izmenične .....



# TRANSFORMATOR

## \*69. VAJA: NAPETOSTI NA TULJAVAH TRANSFORMATORJA

**Naloga:**

Ugotovi odvisnost napetosti od razmerja navojev na primarni in na sekundarni tuljavi transformatorja.

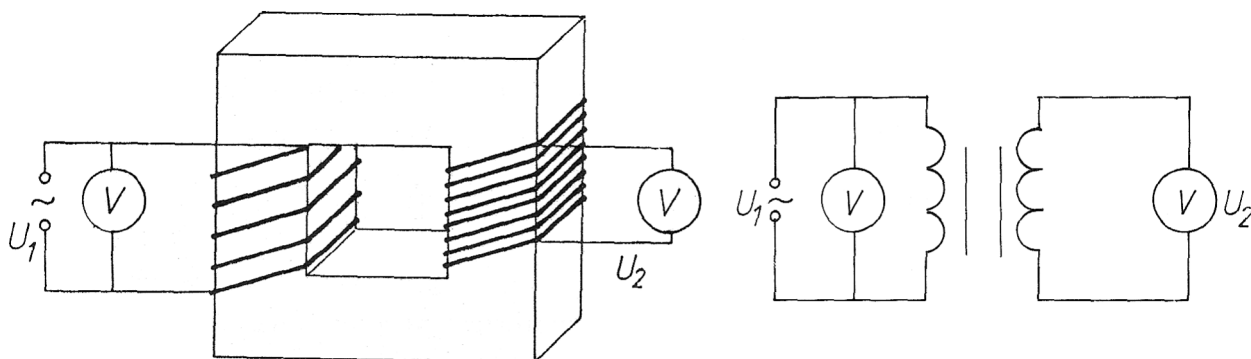
**Potrebščine:**

Več transformatorjev z različnimi razmerji števila ovojev, dva voltmetra za izmenično napetost, nizkonapetostni vir, žice.

**Navodilo:**

Na različne transformatorje veži na primarno tuljavo (nato tudi na sekundarno) izmenično napetost 5V. Meri napetosti na primarni in na sekundarni strani transformatorja. Za vsak transformator izračunaj razmerje števila ovojev in razmerje napetosti na primarni in na sekundarni strani transformatorja. Rezultate meritev in računov vpiši v preglednico. Kaj ugotoviš?

**Slika:**



**Meritve:**

$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$U_1 : U_2$	$N_1$	$N_2$	$N_1 : N_2$

**Odgovor:**

Če ..... napetost 5 V priključiš na tuljavo transformatorja, ki ima večje število ovojev, boš na drugi tuljavi, ki ima manjše število ovojev izmeril izmenično napetost ..... od 5 V.

Transformator pretvarja dano izmenično napetost v izmenično napetost druge velikosti. Sestavljen je iz železnega jedra ter iz primarne in sekundarne tuljave. Razmerje napetosti na primarni ( $U_1$ ) in na sekundarni tuljavi ( $U_2$ ) je enako razmerju števila ovojev na primarni in sekundarni tuljavi transformatorja.

$$U_1 : U_2 = N_1 : N_2$$

Če je izkoristek idealnega transformatorja 100-odstoten, je moč na primarni tuljavi enaka moči na sekundarni tuljavi. Tedaj velja:

$$P_1 = P_2$$

Iz tega sledi

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \qquad U_1 : U_2 = I_2 : I_1$$

Ker je  $U_1 : U_2 = N_1 : N_2$ , velja

$$I_2 : I_1 = N_1 : N_2$$

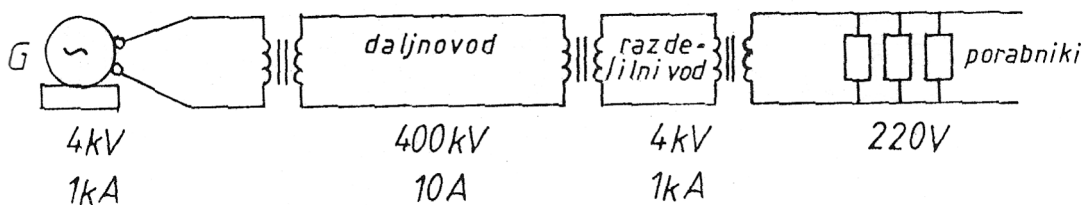
Razmerje tokov v tuljavah transformatorja je obratno razmerju njunih ovojev.

Spremembo napetosti in toka v sekundarni tuljavi uporabimo pri prenosu električne energije na daljavo. Segrevanje žic daljnovoda je odvisno od kvadrata jakosti toka, ki teče po daljnovodu, upora žic in od časa.

$$A_e = P \cdot t \qquad P = U \cdot I \qquad U = R \cdot I$$

$$Q = P \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

Pri prenosu električne moči na daljavo s transformatorjem povečajo napetost in zmanjšajo tok v žicah daljnovoda. Zato se žice daljnovoda manj grejejo in oddajajo manj toplote v okolico, saj je oddana toplota odvisna od kvadrata toka. Pred naseljem napetost postopoma transformirajo na 220 V (380 V), ki je primerna za uporabnike.



## 70. VAJA - ELEKTROMOTOR

### Naloga:

Razloži delovanje elektromotorja na enosmerno napetost.

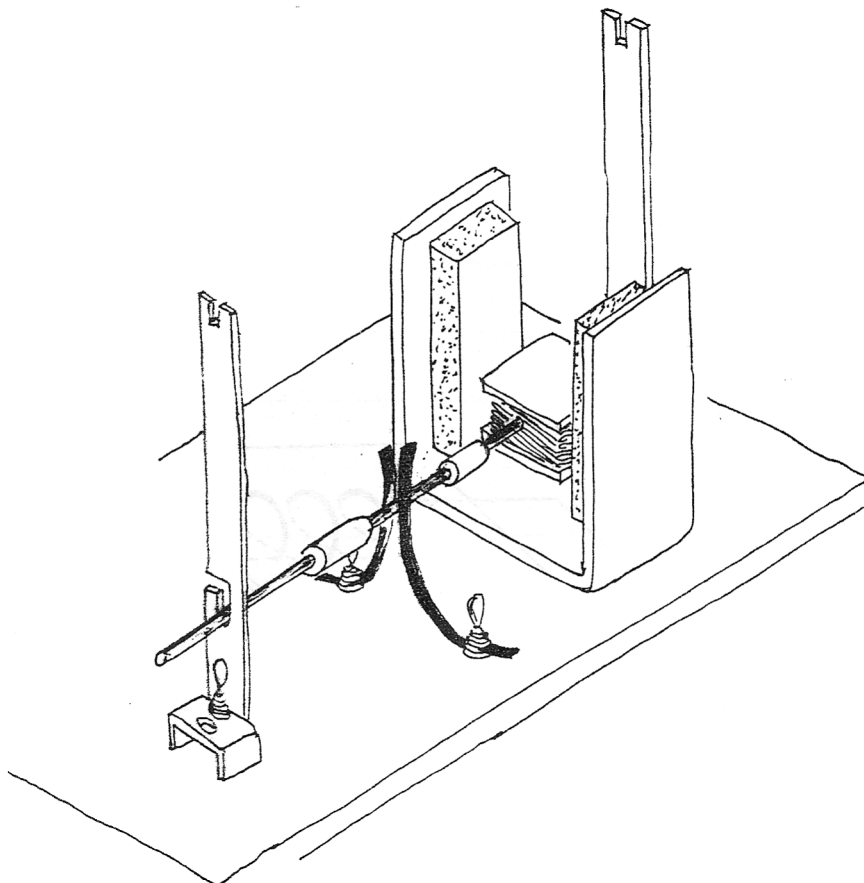
### Potrebščine:

Model elektromotorja, vezna plošča, stojala, dva magnetna, železni jarem, napetostni vir, priključne žice.

### Navodilo:

Model elektromotorja priključimo na enosmerno napetost nekaj voltov. Kaj opaziš? Zakaj je za vrtenje elektromotorja potrebno magnetno polje? Katera sila zavrti tuljavo elektromotorja okoli osi? Zakaj so potrebne krtačke?

### Slika:

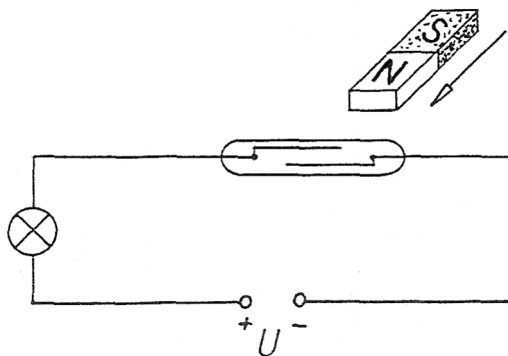


### Odgovori:

Na vrtljivo tuljavo, v kateri je električni tok, deluje v magnetnem polju magnetna sila tako, da jo zavrti. Krtački spreminjata smer toka skozi tuljavo. Lega tuljave in smer toka sta vsakega pol obrata enaka, zato se tuljava vrti ves čas v isto smer. Elektromotorji, narejeni za izmenično napetost, krtačk ne potrebujejo, ker se smer toka skozi tuljavo, ki je priključena na izmenično napetost, spremeni 100-krat v sekundi, to je s frekvenco 50 Hz.

## IX. VAJE IN NALOGE:

1. Kolesarski dinamo priključi najprej na enosmerno, nato še na izmenično napetost manjšo od 4 V. Kaj ugotoviš?
2. Preizkusi, katere sile delujejo med istoimenskima in raznoimenskima poloma dveh magnetov.
3. Tuljavo priključi na napetost nekaj voltov in jo približaj železnim predmetom. Kaj opaziš?
4. V električni krog zveži zaporedno magnetno (hermetično) stikalo, žarnico in nizkonapetostni vir. Magnet približaj stikalu (glej sliko). Kaj ugotoviš?



5. Kolikšno je razmerje ovojev na tuljavah transformatorja, če je napetost na primarni strani 500 V, na sekundarni pa 15 kV?
- \*\*6. Razstavi star dinamo (elektromotor) in navedi njegove sestavne dele.
7. Kolikšna je napetost na primarni tuljavi transformatorja, če ima primarna stran 2.000 ovojev, sekundarna pa 500? Napetost na sekundarni tuljavi je 220 V.
- \*8. Kolikšen toplotni tok odda 1 km dolga bakrena žica daljnovoda s presekom  $3.4 \text{ cm}^2$ , če je v njej tok 1 A?
- \*9. Koliko toplote oddajo v eni uri žice daljnovoda, če je na primarni strani transformatorja napetost 88 000 V, na sekundarni pa 220 V? Na sekundarni strani je tok 1000 A, upor žic daljnovoda pa je  $100 \Omega$ .

## REŠITVE NALOG

## I. GIBANJE

1.  $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

2. Hitrost.

3.  $\bar{v} = 0,36 \frac{\text{km}}{\text{mm}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

4.  $s = 40 \text{ m}, t = 50 \text{ s}$

5.  $t = 2 \text{ h}$

6.

$v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$	5	10	15	20	1
$v \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$	18	36	54	72	3,6

7.

$v \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$	3,6	18	36	54	72
$v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$	1	5	10	15	20

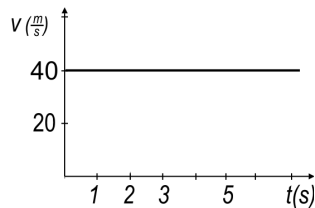
9.  $v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 4500 \text{ m}$

10.  $\bar{v} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \bar{v}_{3-4} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 50 \text{ m}$

11.  $s = 2,5 \text{ m}, v_{4-6} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , premo enakomerno gibanje

12.  $\bar{v} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \bar{v}_{4-6} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_6 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

13.



$s = 200 \text{ m}, t = 25 \text{ s}$

14.  $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

15.  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

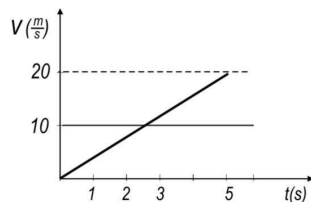
16.  $a = -25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

17.  $a_1 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_2 = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \bar{v}_{5-10} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

18.  $\bar{v} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}, a = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v_2 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, a_2 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

19.  $\bar{v} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, a = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v_5 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

21.



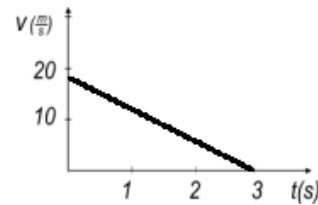
$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 50 \text{ m}$

22.  $t = 5 \text{ s}, \bar{v} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

23.  $h = 45 \text{ m}, v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

24.  $t = 10 \text{ s}, s = 100 \text{ m}$

25.



$a = -6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

26.  $t = 2,02 \text{ s} \approx 2 \text{ s}, v = 19,81 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

27.  $s = 37,5 \text{ m}, a = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

28.  $h = 20 \text{ m}, t = 4 \text{ s}$

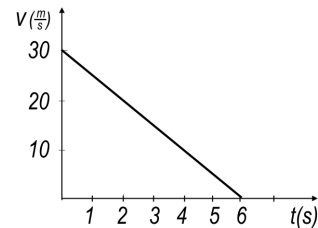
29.  $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, t = 1 \text{ s}$

30.  $a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 125 \text{ m}$

31.

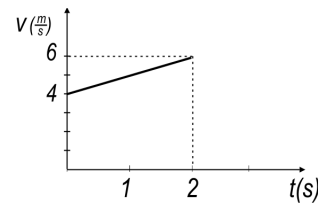
$$\begin{array}{ccc} 5500 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} & 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} & 0,555 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} & 0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & 0,03 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{array}$$

32.



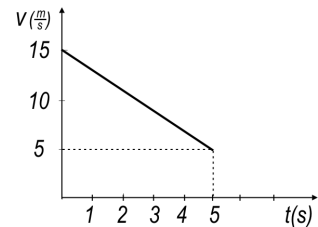
$a = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

33.



$a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s = 10 \text{ m}$

34.

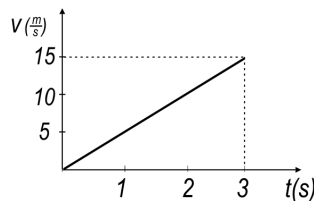


$a = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s = 50 \text{ m}$

35.  $s = 13,5 \text{ km}, t = 80 \text{ min}$

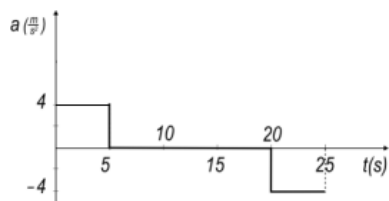
36.  $s = 3250 \text{ m}$

37.



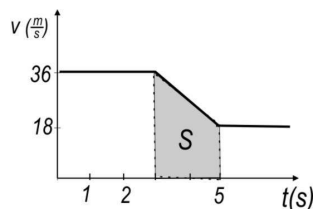
$v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 22,5 \text{ m}$

38.



$s = 400 \text{ m}$

39.

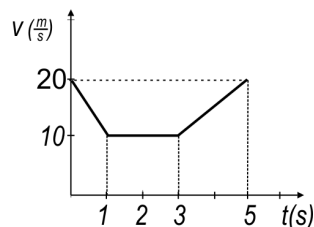


$s = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}, s = 4 \text{ m}$

## II. SILA, MASA IN POSPEŠEK

1.  $F = 4 \text{ N}$
2.  $m = 1 \text{ kg}$
3.  $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
4.  $F = -10\,000 \text{ N}$
5.  $a = 3,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
6.  $a = 3,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, t = 0,77 \text{ s}, \Delta W_{\text{pn}} = 1 \text{ J}$
7.  $a = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
8.  $v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}, a = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, F_{\text{tr}} = -300 \text{ N}$
9.  $a = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
10.  $s = 50 \text{ m}, F = -80000 \text{ N}$

11.



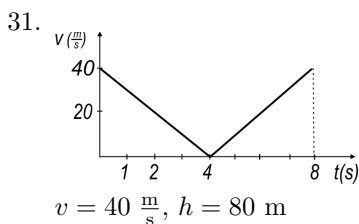
$F_1 = -700 \text{ N}, F_2 = 0 \text{ N}, F_3 = 350 \text{ N}$

12.  $a = -1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, F_g = 800 \text{ N}$  deluje navpično navzdol in  $F_{\text{elastike}} = 2000 \text{ N}$  deluje navpično navzgor.
13.  $t = 8 \text{ s}, F = -4000 \text{ N}$
14.  $F_n = -0,75 \text{ N}$
15.  $F_u = -400 \text{ N}$
16.  $R = 5 \text{ N}, v = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}, h = 500 \text{ m}$
17. I. Newtonov zakon (zakon o ravnovesju sil):  
Opazovano telo miruje ali se enakomerno in premo giblje, če je vsota sil, ki delujejo nanj, enaka nič.  
  
III. Newtonov zakon (zakon o vzajemnem učinku):  
Če prvo telo deluje na drugo z neko silo, deluje tudi drugo telo na prvo z nasprotno enako silo (Zakon o akciji in reakciji).

## III. DELO IN ENERGIJA

1. a) Prejme delo, poveča se mu kinetična energija.  
b) Potencialna energija se mu spremeni v kinetično ta pa v notranjo.  
c) Prejme delo, poveča se mu notranja energija.  
č) Prejme delo, poveča se ji potencialna energija.  
d) Prejme toploto ali delo, poveča se mu notranja energija.  
e) Prejme toploto, poveča se ji notranja energija.  
f) Prejme delo, poveča se mu prožnostna energija.  
g) Odda toploto, zmanjša se ji notranja energija.  
h) Prejme delo, poveča se ji kinetična energija.
2.  $\Delta W_k = 40 \text{ J}$
3.  $\Delta W_p = 30 \text{ J}$
4.  $\Delta W_n = -168000 \text{ J} = -168 \text{ kJ}$

5.  $\Delta W_n = 670000 \text{ J} = 670 \text{ kJ}$
6.  $\Delta W_n = 4520000 \text{ J} = -4,52 \text{ MJ}$
7.  $\Delta W = A + Q$   
Telesu se spremeni energija za toliko, kolikor dela in toplote odda ali prejme.
11.  $P = 25000 \text{ W} = 25 \text{ kW}$
12.  $\Delta W_k = 250 \text{ J}$ ,  $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
13.  $\Delta W_n = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$ ,  $\eta = 0,35$
14.  $t = 167 \text{ s} \approx 3 \text{ min}$
15.  $W_k = 20 \text{ J}$
16.  $\Delta W_k = -1,125 \text{ J}$
17.  $v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}}$
18.  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
19.  $\Delta W_p = -20 \text{ J}$
20.  $\Delta W_p = -2\,004\,800 \text{ J} \approx -2 \text{ MJ}$
21.  $m = 10 \text{ g}$
22.  $h = 596,4 \text{ m} \approx 600 \text{ m}$
23.  $v \doteq 10,95 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
24.  $\Delta T = 0,32 \text{ K}; =$
25.  $v_2 : v_1 = 9 : 10$
26.  $h = 20 \text{ m}$
27.  $W_k = 40 \text{ J}$ ,  $W_{pr} = 24 \text{ J}$ ,  $W_n = 16 \text{ J}$
28.  $F = -1,8 \text{ N}$ ,  $\Delta W_k = -22,5 \text{ J}$
29.  $\Delta W_n = 420\,000 \text{ J} = 420 \text{ kJ}$
30.  $\Delta T \approx 0,15 \text{ K}$ , voda odda delo in toploto zraku in tlom.



32.  $W_{k1} = 64 \text{ J}$ ,  $W_{k2} = 36 \text{ J}$ ,  $\Delta W_k = -28 \text{ J}$ ,  $W_{pr} = 36 \text{ J}$

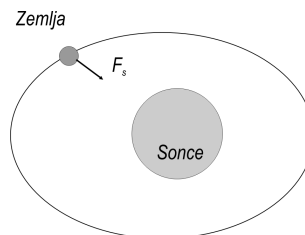
#### IV. ENAKOMERNO KROŽENJE

1.  $\nu \approx 0,75 \text{ Hz}$ ,  $t_0 \approx 1,33 \text{ s}$ ,  $v_1 \approx 14 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ,  $v_2 \approx 28 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ,  $v_3 \approx 42 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

2.  $v = 2,1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
3.  $v \doteq 3700 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
4.  $v = 1200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
5.  $v = 1450 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
6.  $v = 840 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
7. Sila teže (gravitacije), sila verige, če je sedež povezan z osjo vrtiljaka, zračni upor.
8. Na umetni satelit deluje privlačna sila Zemlje (gravitacija). Hitrost satelita tik nad površjem Zemlje bi bila  $7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ , V razdalji 36 000 km pa približno  $3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  (Geostacionarni satelit).
9.  $\nu = 0,5 \text{ Hz}$ ,  $t_0 = 2 \text{ s}$ ,  $v \doteq 3,14 \frac{\text{dm}}{\text{s}}$
10.  $v \doteq 107\,588,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 30 \cdot 10^5 = \frac{\text{km}}{\text{s}}$
11.  $h \doteq 0,8 \text{ m}$

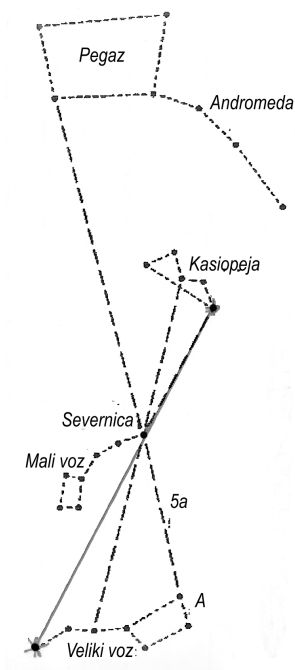
#### V. ZEMLJA IN OSONČJE

1. Orientiramo se lahko s pomočjo Severnice, Sonca, Lune in nekaterih drugih ozvezdij, spomočjo kompasa ipd.
2. Proksima Kentavra je oddaljena 4,2 svetlobnega leta.
3. Nadobzorniška ozvezdja so: Veliki medved, Mali medved, Kasiopeja, Kefej in Zmaj.
4. Andromedina galaksija, Trikotnik, Bodejeva galaksija, Vetrnica, Cigara, Bernardova galaksija, Deska za surfanje (M108) ...
5. Svetle sledi meteoritov (Ostanki kometov ali asteroidov), ki zaradi velike hitrosti (11 do  $74 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ) ob vstopu atmosfero Zemlje večinoma zgorejo. Pojav imenujemo utrinek.
6. Jupiter ima znamenite Galilejeve lune: Io, Kalisto, Ganimed, Evropa. Te lune je prvi z daljnogledom opazoval Galileo Galilei.
7. Sonce.  
modrikasto bela, svetlo modra, modra.
8.  $v = 107\,588 \frac{\text{km}}{\text{h}} \doteq 30\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
9. Sila Sonca.





10.  $v \doteq 1670 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 465 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
11. Jupiter, Saturn, Uran, Neptun.
12. Včasih se zgodi, da zadnjih dveh zvezd pri Velikem vozu ne vidiš. Takrat si pomagaj z drugim ozvezdjem, ki je vedno nad obzorjem in ga z lahkoto najdeš. To je ozvezdje Kasiopeje, ki ima obliko črke W. Pet njenih svetlejših zvezd leži nasproti Velikega voza. Potegni namišljeno črto od zadnje zvezde Velikega voza do prve zvezde v Kasiopeji. Nad razpoloviščem te črte najdeš Severnico.



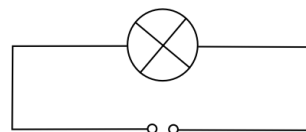
13. Luna ostaja na tiru zaradi gravitacijske sile Zemlje.
14. To so kraterji na Luni. ker Luna nima atmosfere, v kateri bi zgoreli meteorji, ki padejo na površje ob trku nastane nastane krater. Nekateri kraterji so vulkanskega izvora.

## VI. ELEKTRIČNI TOK

1. Televizor, likalnik, štedilnik, sesalnik, žarnice ...
2. Generator, dinamo, akumulator, baterije, sončna celica, alternator.
3.  $U = 220 \text{ V}$  izmenične napetosti.
4. Energijo Sonca, jedrsko energijo in energijo Lune. Lahko tudi vezavno energijo vode, energijo magnetnega polja...

5. Toplotni učinek.
6. Toplotni ali magnetni učinek.
7. Magnetni učinek.
8. Kemijski učinek.
9. Magnetni učinek.
10.  $t = 100 \text{ s}$
11.  $I = 50 \text{ A}$
12.  $F = 1 \mu \text{ N}$
13.  $I = 0,05 \text{ A}$
14.  $m = 20 \frac{2}{3} \text{ mg}$
15.  $t = 19,2 \text{ min}$
18.  $I = 0,25 \text{ A}$
19.  $I = 10 \text{ A}$
20.  $t = 50 \text{ s}$
21.  $t = 336 \text{ s} = 5,6 \text{ min}$
22. toplotni: žarnice, kalorifer, likalnik...  
magnetni: varovalka, elektromotor, generator...  
kemijski: elektroliza, galvanizacija, akumulator.
23.  $I = 0,01 \text{ A}$

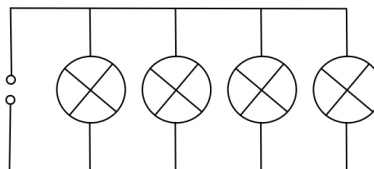
$$e = 36 \text{ As}$$



## VII. ELEKTRIČNI UPOR

1.  $I_1 = I_2 = I_3 = 0,4 \text{ A}$
2.  $I_1 = 0,5 \text{ A}, I_2 = I_3 = 0,25 \text{ A}$
3.  $I_2 = 1 \text{ A}, I_4 = 0,6 \text{ A}$
4.  $I_1 = I_2 = 0,2 \text{ A}, I_3 = 0,4 \text{ A}$

5.



$$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 0,1 \text{ A}, e = 120 \text{ As}$$

6.  $U = 12 \text{ V}, U_2 = 6 \text{ V}, I = I_1 = I_2 = 0,4 \text{ A}, P_1 = P_2 = 2,4 \text{ W}$

7.  $U_1 = 3 \text{ V}$ ,  $I = I_1 = I_2 = I_3 = 0,2 \text{ A}$ ,  
 $P_1 = 0,6 \text{ W}$ ,  $P_2 = 0,4 \text{ W}$ ,  $P_3 = 0,2 \text{ W}$
8.  $U = U_1 = U_2 = U_3 = 4,8 \text{ V}$ ,  $I = 0,9 \text{ A}$ ,  $I_1 = I_2 = I_3 = 0,3 \text{ A}$ ,  $P_1 = P_2 = P_3 = 1,44 \text{ W}$ ,  
 $P = 4,32 \text{ W}$
9.  $U = 5 \text{ V}$ ,  $U_2 = 2 \text{ V}$ ,  $I_3 = 0,3 \text{ A}$ ,  $P_1 = 3 \text{ W}$ ,  
 $P_2 = 1,4 \text{ W}$ ,  $P_3 = 0,6 \text{ W}$

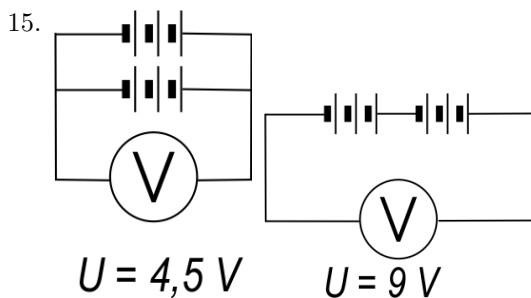
10.  $I_1 = I_2 = 0,25 \text{ A}$ ,  $e = 30 \text{ As}$

11.  $U = 12 \text{ V}$

12.  $U = 2 \text{ V}$

13.  $U = 3 \text{ V}$

14.  $U = 18 \text{ V}$



17.  $R = 1000 \Omega$

18.  $I = 0,02 \text{ A}$

19.  $U = 10 \text{ V}$ ,  $U_1 = 5 \text{ V}$ ,  $I = I_1 = I_2 = 0,1 \text{ A}$ ,  
 $R_1 = R_2 = 50 \Omega$ ,  $R = 100 \Omega$

20.  $U_1 = U_2 = 8 \text{ V}$ ,  $I = 2 \text{ A}$ ,  $I_2 = 1 \text{ A}$ ,  $R_1 = R_2 = 8 \Omega$ ,  $R = 4 \Omega$

21.  $U = 25 \text{ V}$ ,  $P = 62,5 \text{ W}$

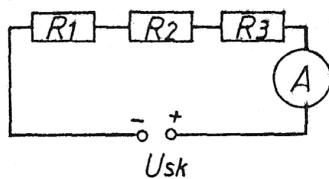
22.  $R = 0,05 \Omega$

23.  $l = 20 \text{ m}$

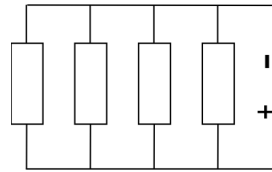
24.  $R = 0,1 \Omega$ ,  $I = 5 \text{ A}$

25.  $R = 5 \Omega$

26.  $U_1 = 4 \text{ V}$ ,  $U_2 = 2 \text{ V}$ ,  $U_3 = 6 \text{ V}$ ,  $I = 2 \text{ A}$ ,



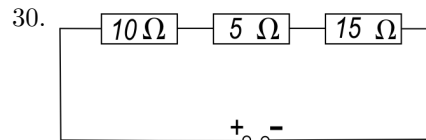
27.



$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20 \Omega$   
 $R_{SK} = 5 \Omega$

28.  $U_{SK} = 2 \text{ V}$ ,  $U_2 = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_A = 0,1 \text{ V}$ ,  $R_1 = 0,5 \Omega$ ,  $R_3 = 0,8 \Omega$ ,  $R_{SK} = 2 \Omega$

29.  $R = 90 \text{ k}\Omega$



$U_1 = 5 \text{ V}$ ,  $U_2 = 2,5 \text{ V}$ ,  $U_3 = 7,5 \text{ V}$   
 $R_{SK} = 30 \Omega$   
 $I_1 = I_2 = I_3 = 0,5 \text{ A}$

31.  $U_{SK} = U_1 = U_2 = 3 \text{ V}$ ,  $I_1 = 1,5 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,5 \text{ A}$ ,  
 $R_n = 1,5 \Omega$

32.  $I_1 = 0,6 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,4 \text{ A}$ ,  $I_3 = 0,2 \text{ A}$ ,  $I_{SK} = 1,2 \text{ A}$

33.  $U_1 = 10 \text{ V}$ ,  $U_2 = 20 \text{ V}$ ,  $U_3 = 30 \text{ V}$ ,  $I_1 = I_2 = 2 \text{ A}$ ,  $I_3 = 1 \text{ A}$ ,  $R_{SK} = 10 \Omega$

34.  $R_A = 0,5 \Omega$ ,  $U_1 = U_2 = 16 \text{ V}$ ,  $U_A = 1 \text{ V}$

35. Z ampermetri merimo tok in jih vežemo zaporedno, velik upor bi tok v vezju zmanjšal. Če bi bil upor voltmetra majhen, bi velik del toka tekel skozi voltmeter.

36.  $R_1 = 0,5 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$

37.  $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 0,75 \text{ V}$ ,  $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 0,375 \text{ A}$ ,  $R_{SK} = 2 \Omega$

38.  $U_1 = 1 \text{ V}$ ,  $U_2 = 2 \text{ V}$ ,  $U_3 = 3 \text{ V}$ ,  $P_{SK} = 4,5 \text{ W}$ ,  
 $I_1 = I_2 = 0,5 \text{ A}$ ,  $I_3 = 1 \text{ A}$ ,  $R_{SK} = 2 \Omega$

39.  $I_{SK} = 1 \text{ A}$ ,  $I_1 = 1 \text{ A}$ ,  $I_3 = 0,5 \text{ A}$ ,  $U_1 = 4 \text{ V}$ ,  
 $U_2 = U_3 = 2 \text{ V}$ ,  $P_{SK} = 6 \text{ W}$ ,  $P_1 = 4 \text{ W}$ ,  
 $P_2 = P_3 = 1 \text{ W}$

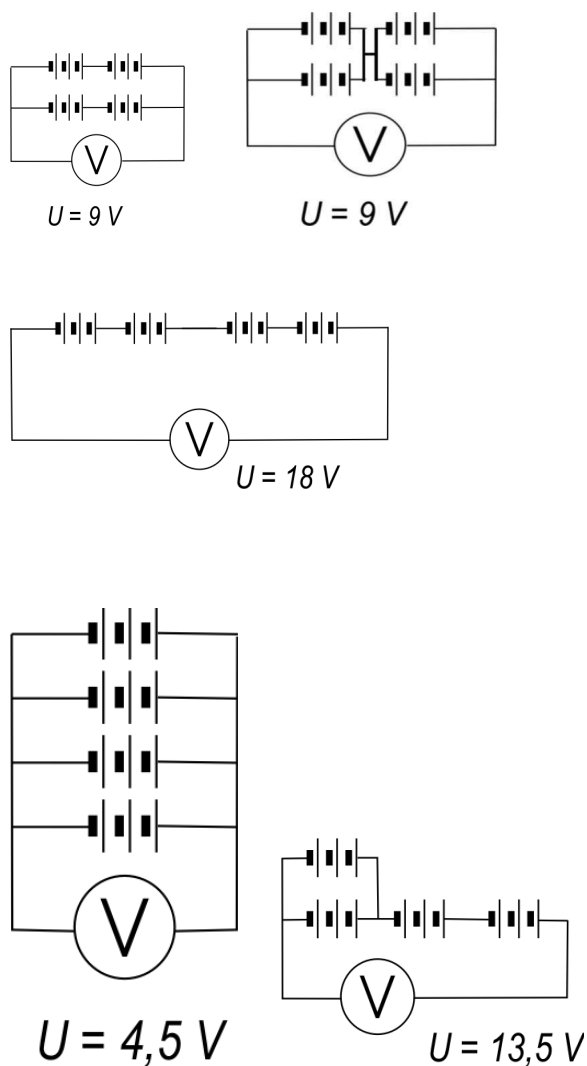
40.  $U_{1-2} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_{1-3} = 0,8 \text{ V}$ ,  $U_{1-4} = 1,2 \text{ V}$ ,  
 $U_{2-3} = 0,2 \text{ V}$ ,  $U_{2-4} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_{3-4} = 0,4 \text{ V}$

41.  $U = 12,5 \text{ V}$ ,  $I = 5 \text{ A}$

42.  $U_1 = 1 \text{ V}$ ,  $U_2 = U_3 = 2 \text{ V}$ ,  $I_1 = I_2 = I_3 = I_{SK} = 0,5 \text{ A}$ ,  $P_{SK} = 2,5 \text{ W}$ ,  $R_{SK} = 10 \Omega$

43.  $I_1 = 0,5 \text{ A}$ ,  $I_2 = I_3 = 0,25 \text{ A}$

44.



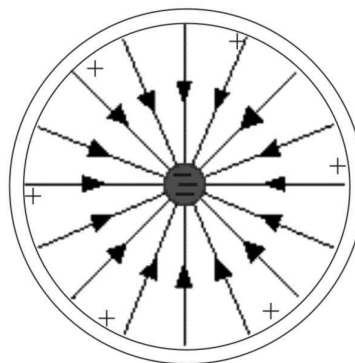
45.  $U_1 = U_2 = U_3 = 12 \text{ V}$

46.  $1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 1 \text{ W}$ ,  $\frac{1 \text{ J}}{\text{As}} = 1 \text{ V}$ ,  $\frac{1 \text{ J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}$

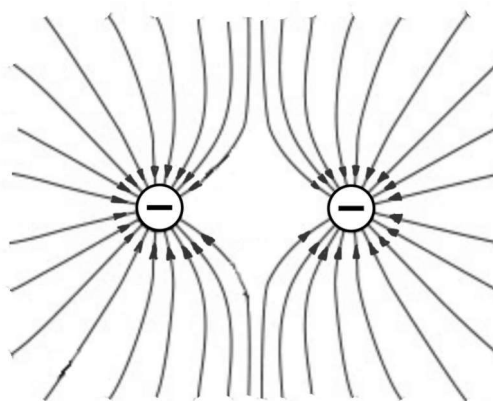
$1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ As}$ ,  $\frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 1 \Omega$ ,  $1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ J}$

## VIII. NAELEKTRENJE TELES

1.



2.



3. a) Drgnemo izolator ob izolator.
- b) Ekran se naelektri zaradi nabojev elektronov, ki izhajajo iz katodne cevi in pospešeni z visokonapetostjo zadevajo vanj.
- c) Drgneta se izolator (zrak) ob izolator (plastični drog).

4.  $F = 0,01 \text{ N}$

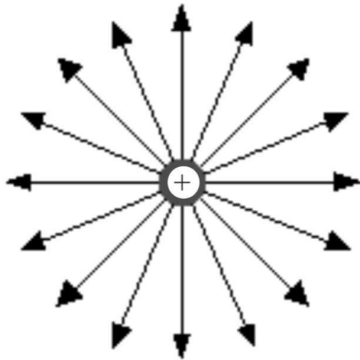
5.  $E = 5 \frac{\text{N}}{\text{As}}$

6. Curek vode se naelektri zaradi influence in se zaradi delovanja električne sile približa naelektrni palici.

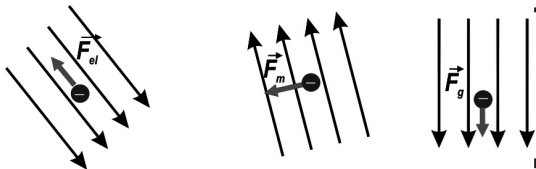
7. V oblakih se naboji ločijo zaradi gibanja vodnih kapljic po zraku. Ponavadi se spodnji del oblaka naelektri negativno, zgornji pa pozitivno. Tla, ki so pod oblakom, se zaradi influence naelektrijo z nasprotnoimenskim nabojem. Ker so v zraku ioni, steče tok med tlemi in oblakom - pride do razelektritve.

8. Modra galica v vodi razpade (disociira) na iona  $\text{Cu}^{++}$  in  $\text{SO}_4^{--}$ . Ioni  $\text{Cu}^{++}$  se bodo gibal proti negativni elektrodi, ioni  $\text{SO}_4^{--}$  pa proti pozitivni elektrodi.

9. V raztopino srebrovega nitrata ( $\text{AgNO}_3$ ) potopimo 2 elektrodi, namesto negativne elektrode priključimo na vir napetosti kovinski predmet, ki ga želimo posrebiti. Srebrovi ioni se gibljejo proti negativni elektrodi, kjer dobijo manjkajoče negativne naboje in se izločajo kot srebrovi atomi.
10. V vodovodni (trdi) vodi je množica anionov in kationov raznovrstnih snovi, ki se v električnem polju urejeno gibljejo.
11.  $m = 100 \text{ g}$
- 12.



13. Dvajset milijonov elektronov.
14. Za shranjevanje naboja.
15. Za merjenje naboja in visokih napetosti.
16. Telesa naelektrimo z:
  - influenco
  - drgnjenjem izolatorja ob izolator
  - priključimo jih na vir visoke napetosti
- 17.



## IX. MAGNETNO POLJE

1. Dinamo je generator za izmenično napetost, zato ga lahko uporabimo tudi kot elektromotor na izmenično napetost.
2. Med istoimenskima magnetnima poloma delujejo odbojne sile, med različnoimenskima pa privlačna sila.
3. Na železne in druge predmete iz feromagnetnih snovi bo delovala magnetna sila tuljave (in obratno).
4. Če stikalu približamo magnet, ta sklence električni krog in žarnica zasveti.
5.  $N_1 : N_2 = 1 : 30$
6. Rotor - tuljava, stator - magneti, ohišje.
7.  $U_1 = 880 \text{ V}$
8.  $P = 0,05 \text{ W}$
9.  $Q = 225\,000 \text{ J}$