

FIZIKA 1

1. Put i pomak
2. Brzina (trenutna i srednja)
3. Akceleracija
4. Newtonovi zakoni mehanike
5. Sila trenja
6. Tlak (hidrostatski i atmosferski)
7. Mehanički rad
8. Energija (vrste energije, zakon očuvanja energije)
9. Snaga
10. Toplinski kapacitet tijela

FIZIKA 2

1. Električni potencijal i napon
2. Električni kapacitet i kondenzatori
3. Električna struja
4. Električni otpor
5. Ohmov zakon
6. Elektromagnetska indukcija
7. Valovi zvuka, ultrazvuk
8. Osnovni zakoni geometrijske optike
9. Odbijanje svjetlosti, zrcala
10. Leće

Literatura:

Željko Jakopović, Petar Kulišić: **Fizika** za dvogodišnji i trogodišnji program **1** i **2**

1. Put i pomak

Za neko tijelo kažemo da se giba ako mijenja položaj u odnosu prema nekom drugom tijelu za koje smo uvjetno uzeli da miruje. Apsolutno ili potpuno mirovanje tijela ne postoji (gibanje Zemlje oko osi i oko Sunca, gibanje galaksije, itd.)

Kruto tijelo može se gibati na dva načina, tj. translacijski i rotacijski.

Tijelo se giba translacijski kada sve njegove čestice istodobno prelaze staze jednakog oblika i duljine, pa pri opisu takvog gibanja čitavo tijelo možemo zamijeniti jednom česticom koju zovemo materijalna točka.

Tijelo se giba rotacijski kada se čestice gibaju po kružnicama čiji centri leže u istoj točki ili na istom pravcu (osi). Pri gibanju čestice na različitoj udaljenosti od osi istodobno prelaze različite kružnice, odnosno različite duljine staze.

Svako složeno gibanje može se uvijek opisati pomoću tih dvaju načina gibanja.

Tijelo se može gibati po stazi (putanji) koja je pravac ili krivulja. Duljina koju tijelo prijeđe po stazi zovemo *put*. Za razliku od puta, *pomak* je udaljenost na pravcu (najkraća udaljenost) za koju se promijenio položaj tijela u određenom smjeru.

Prijeđeni put označava se uvijek slovom s , dok se pomak uvijek označava slovom \vec{d} .



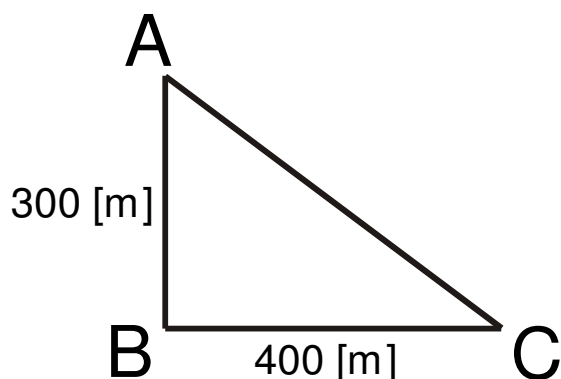
Kako se pomak opisuje brojem i jedinicom, te se može označiti njegov pravac i smjer, kažemo da je pomak vektorska veličina.

Put se opisuje brojem i jedinicom, no on nema stalan smjer, pa kažemo da je pomak skalarna veličina.

Prijeđeni put uvijek je jednak algebarskom zbroju vrijednosti (duljina) svih malih pomaka po stazi od početnoga do završnog položaja.

Primjer:

Ako kao na slici, pješak krene iz točke A prema točki B koja je udaljena 300 metara, a zatim iz točke B krene prema točki C koja je udaljena još dodatnih 400 metara, koliki put će prijeći i koliki će pri tome biti njegov pomak!



$$s = 300 \text{ m} + 400 \text{ m} = 700 \text{ m}$$

$$\vec{d} = \sqrt{300^2 + 400^2}$$

$$\vec{d} = \sqrt{90000 + 160000}$$

$$\vec{d} = \sqrt{250000}$$

$$\vec{d} = 500[\text{m}]$$

2. Brzina (trenutna i srednja)

Pojam brzine uvodi se kako bismo mogli opisati razlike u gibanjima tijela. Naime, znamo da različita tijela mogu za isto vrijeme prijeći različite putove (pješač i automobil, itd.).

Srednja ili prosječna brzina je omjer prijeđenog puta s vremenskim intervalom za koji smo taj put prošli. To je skalarna veličina, jer nema stalan smjer. Srednju brzinu označavamo oznakom \bar{v} , prijeđeni put označavamo s Δs , proteklo vrijeme s Δt , dok je jedinica za brzinu metar po sekundi, oznaka $[m/s]$.

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \left[\frac{m}{s} \right].$$

Trenutna brzina je vektorska veličina čiji je smjer određen pomakom u pojedinom trenutku, tj. ona ima isti smjer kao i pomak u određenom trenutku. Obično je pri gibanju nekog tijela trenutna ili stvarna brzina u različitim trenucima različita. Njenu vrijednost možemo uvijek naći kao kvocijent prijeđenog puta i obično vrlo kratkog vremenskog intervala u kojem je to tijelo prošlo taj put, ako se pri tome vrijednost brzine nije mijenjala, tj.:

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \left[\frac{m}{s} \right].$$

Za neko tijelo kažemo da ima stalnu brzinu samo onda ako se iznos i smjer njegove brzine tokom vremena ne mijenja.

1. primjer:

Kolika je bila srednja brzina gibanja automobila koji je za 2 sata prošao put dugačak 120 kilometara?

$$\begin{aligned} t &= 2[h] \\ s &= 120[km] \\ \bar{v} &= ? \end{aligned} \quad \begin{aligned} \bar{v} &= \frac{\Delta s}{\Delta t} \\ \bar{v} &= \frac{120km}{2h} \\ \bar{v} &= 60 \left[\frac{km}{h} \right] \end{aligned}$$

2. primjer:

Kolika je srednja brzina gibanja trkača koji za 9.95 sekundi pretrči stazu dugačku 100 metara?

$$\begin{aligned} t &= 9,95[s] \\ s &= 100[m] \\ \bar{v} &= ? \end{aligned} \quad \begin{aligned} \bar{v} &= \frac{\Delta s}{\Delta t} \\ \bar{v} &= \frac{100m}{9,95s} \\ \bar{v} &= 10,05 \left[\frac{m}{s} \right] \end{aligned}$$

3. primjer:

Koliki put prijeđe tijelo koje se giba srednjom brzinom 12 [m/s] nakon 8 minuta?

$$\bar{v} = 12 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$t = 8[\text{min}] = 480[\text{s}]$$

$$s = ?$$

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

$$s = 12 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \times 480 [\text{s}]$$

$$s = 5760 [\text{m}]$$

4. primjer:

Kolika je prava brzina gibanja tijela koje za 0.02 sekunde prijeđe put dugačak 6.2 centimetara?

$$\Delta t = 0.02[\text{s}]$$

$$\Delta s = 6.2[\text{cm}] = 0.062[\text{m}]$$

$$\bar{v} = ?$$

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

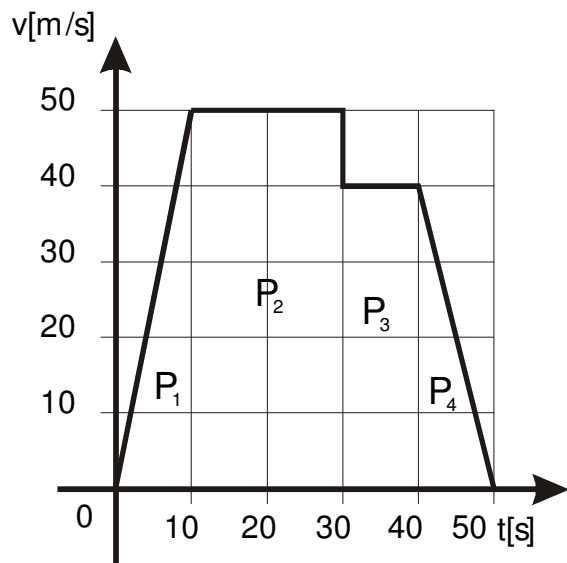
$$\bar{v} = \frac{0.062\text{m}}{0.02\text{s}}$$

$$\bar{v} = 3.1 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Ukoliko se u koordinatnom sustavu prikaže kako se brzina mijenja s vremenom pri gibanju nekog tijela, tada je moguće grafičkim putem odrediti prijeđeni put tijela i to tako da se izračuna površina onog lika koji nastane ispod krivulje u tako dobivenom v - t grafikonu. Uvijek je površina lika dobivenog ispod krivulje jednaka prijeđenom putu tijela. U slučaju kada se ispod krivulje dobije složeni lik za čiju površinu ne postoji formula, tada je taj lik potrebno razdijeliti na više manjih likova čije površine znamo izračunati, pa tek na kraju sve površine zbrojiti kako bismo dobili ukupnu površinu takvog složenog lika.

5. primjer:

Izračunaj ukupno prijeđeni put tijela čije je gibanje prikazano slijedećim v - t grafom!



$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_1 = \frac{10 \times 50}{2} = 250$$

$$P_2 = 20 \times 50 = 1000$$

$$P_3 = 10 \times 40 = 400$$

$$P_4 = \frac{10 \times 40}{2} = 200$$

$$P = 250 + 1000 + 400 + 200$$

$$P = 1850$$

$$s = 1850 [\text{m}]$$

3. Akceleracija

Akceleracija je promjena brzine u određenom vremenskom intervalu.

Srednja akceleracija definira se kao kvocijent promjene brzine Δv i vremenskog intervala Δt u kojem se ta promjena dogodila, tj.:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right].$$

Srednja akceleracija označava se oznakom \bar{a} , dok je mjerna jedinica metar u sekundi na kvadrat.

Vrijednost trenutne akceleracije definira se kao kvocijent promjene brzine Δv i vrlo kratkog vremenskog intervala u kojem se vrijednost akceleracije nije promijenila. Ukoliko promatramo gibanje tijela u kojem se vrijednost akceleracije ne mijenja, tada su trenutna i srednja akceleracija jednake, pa i trenutnu izračunavamo jednako kao i srednju, tj.:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right].$$

Akceleracija je vektorska veličina, jer opisuje promjenu vektorske veličine, tj. brzine i njezin je smjer uvijek u smjeru promjene brzine u određenom trenutku.

Po iznosu akceleracija može biti pozitivna, negativna i jednaka nuli.

Pozitivnu akceleraciju ima ono tijelo čija se brzina gibanja povećava, negativnu akceleraciju ima ono tijelo čija se brzina gibanja smanjuje, dok se tijelo čija je akceleracija jednaka nuli giba stalnom brzinom, pa takvo gibanje vrlo često nazivamo i jednoliko gibanje.

1. primjer:

Izračunaj akceleraciju tijela čija se brzina za 5 sekundi promijenila od početne brzine 10 [m/s] na konačnu brzinu od 30 [m/s]!

$$\begin{aligned} \Delta t &= 5 \text{ [s]} \\ v_1 &= 10 \text{ [m/s]} \\ v_2 &= 30 \text{ [m/s]} \\ a &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \\ a &= \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \\ a &= \frac{30 - 10}{5} \\ a &= 4 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \end{aligned}$$

2. primjer:

Vlak se giba brzinom 72 [km/h] i počinje kočiti, jer se približava stanici. Izračunaj njegovu akceleraciju ako je kočenje trajalo 1 minutu!

$$v_1 = 72 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = \frac{72000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_2 = 0 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$t = 1 [\text{min}] = 60 [\text{s}]$$

$$a = ?$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 - 20}{60}$$

$$a = -0.33 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

3.primjer:

Koliko dugo će trajati zaustavljanje automobila koji se giba brzinom 36 [km/h] ako je akceleracija $-0,5$ [m/s²]?

$$v_1 = 36 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = \frac{36000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_2 = 0 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$a = -0.5 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$t = ?$$

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

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

$$\Delta t = \frac{0 - 10}{-0.5}$$

$$\Delta t = 20 [\text{s}]$$

4. Newtonovi zakoni mehanike

Newton je znanstvenik koji je obavio najveću sintezu znanosti u svoje vrijeme. On je sistematizirao u načela, definicije i zakonitosti klasične mehanike. Poslije njega nije izrečeno nijedno novo načelo klasične mehanike, osim što su zakoni jednostavnije izraženi djelotvornijim matematičkim metodama.

Zakonomitosti klasične mehanike Newton je izrekao u slijedeća tri zakona:

1. Tijelo koje miruje ustraje u mirovanju, a tijelo koje se giba jednoliko po pravcu ustraje u tome gibanju, sve dok to ne promijene neke vanjske sile (sila trenja, i sl.).
2. Akceleracija tijela je izravno razmjerna sili koja djeluje na tijelo i istog je smjera, a obrnuto je razmjerna masi tijela:

$$a = \frac{F}{m} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right], \text{ ili:}$$

Sila koja djeluje na tijelo jednaka je umnošku mase tog tijela i akceleracije koje je tijelo dobilo njezinim djelovanjem:

$$F = m \times a [\text{N}]$$

3. Ako jedno tijelo djeluje na drugo tijelo nekom silom, tada istodobno drugo tijelo djeluje na prvo tijelo silom jednake vrijednosti, ali suprotnog smjera:

$$\vec{F}_{2,1} = -\vec{F}_{1,2}$$

1. primjer:

Kolikom silom moramo djelovati na tijelo mase 2 kilograma da bi se ono gibalo akceleracijom 5 [m/s²]?

$$m = 2 \text{ [kg]}$$

$$a = 5 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$F = m \times a$$

$$F = 5 \times 2$$

$$F = 10 \text{ [N]}$$

2. primjer:

Kolikom akceleracijom će se gibati tijelo čija je masa 500 grama kada na njega djelujemo silom od 10 N?

$$m = 500 \text{ [g]} = 0.5 \text{ [kg]}$$

$$F = 10 \text{ [N]}$$

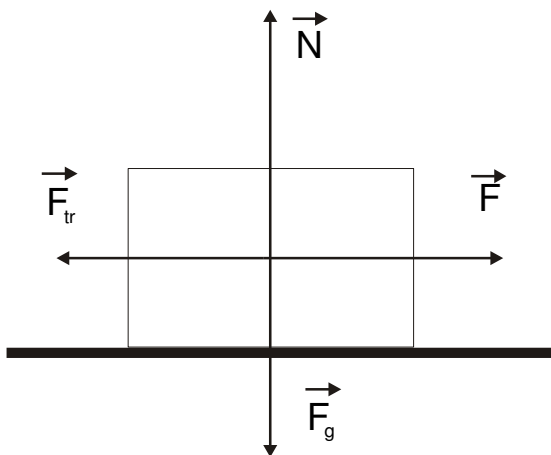
$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{10}{0.5}$$

$$a = 20 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

5. Sila trenja

Trenje je sila koja djeluje na tijelo kada ga nastojimo pokrenuti ili se već giba po podlozi i uvijek djeluje na tijelo u suprotnom smjeru od smjera gibanja tijela. Trenje nastaje zbog hrapavosti površine tijela koje se giba i hrapavosti podloge po kojoj se tijelo giba, te zbog elektromagnetskog međudjelovanja molekula tijela i podloge.



Ovisno o načinu gibanja tijela po podlozi razlikujemo trenje klizanja i trenje kotrljanja. Trenje kotrljanja je bitno manja, pa zbog toga klizanje tijela nastojimo uvijek zamijeniti kotrljanjem.

Silu trenja pri pokretanju tijela zovemo statičko trenje, a pri gibanju dinamičko trenje.

Statičko trenje je uz iste uvjete uvijek bitno veće od dinamičkog trenja klizanja. Općenito, sila trenja F_{tr} će biti veća što je veća pritisna sila F_p (veća težina predmeta) i što je hrapavost površina veća. Omjer sile trenja i pritisne sile ostaje konstantan pri istoj hrapavosti površina, te vrsti materijala tijela i podloge:

$$\frac{F_{tr}}{F_p} = \text{konst.}$$

Upravo omjer sile trenja i pritisne sile opisuje utjecaj hrapavosti i vrste tvari koje su u dodiru na trenje, pa ga zovemo faktor trenja i označavamo slovom μ . Zbog toga silu trenja računamo po formuli:

$$F_{tr} = \mu \times F_p.$$

1. primjer:

Kolika je sila trenja kada tijelo mase 5 kilograma pokrećemo po podlozi uz koeficijent trenja 0.5?

$$m = 5 \text{ [kg]}$$

$$F_p = 5 \times 10 = 50 \text{ [N]}$$

$$\mu = 0.5$$

$$F_{tr} = ?$$

$$F_{tr} = \mu \times F_p$$

$$F_{tr} = 0.5 \times 50$$

$$F_{tr} = 25 \text{ [N]}$$

2. primjer:

Izračunaj koeficijent trenja ako nam je za pokretanje tijela čija je masa 10 kilograma potrebna sila od 50 N!

$$m = 10 \text{ [kg]}$$

$$F_p = 10 \times 10 = 100 \text{ [N]}$$

$$F_{tr} = 50 \text{ [N]}$$

$$\mu = ?$$

$$\mu = \frac{F_{tr}}{F_p}$$

$$\mu = \frac{50}{100}$$

$$\mu = 0.5$$

3. primjer:

Koliku masu ima tijelo koje možemo iz stanja mirovanja pokrenuti silom od 20 N, ako je koeficijent trenja 0.4?

$$F_{tr} = 20 \text{ [N]}$$

$$\mu = 0.4$$

$$m = ?$$

$$F_p = \frac{F_{tr}}{\mu}$$

$$F_p = \frac{20}{0.4}$$

$$F_p = 50 \text{ [N]}$$

$$m = \frac{50}{10}$$

$$m = 5 \text{ [kg]}$$

6. Tlak (hidrostatski i atmosferski)

Tlak je plošna sila, tj. tlak p jednak je kvocijentu pritiskne sile F okomite na plohu i površine S te plohe na koju sila djeluje.

$$p = \frac{F}{S} \text{ [Pa]}$$

Mjerna jedinica za tlak je paskal. Uz nju još je zakonita i jedinica bar:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Atmosferski tlak, kao što mu i sam naziv govori, nastaje u atmosferi i to zbog težine čestica zraka i njihovog djelovanja na sva tijela koja se nalaze u atmosferi. Atmosferski tlak je najveći na razini mora (jer je tada stupac zraka iznad nas najviši) i iznosi $1.013 \times 10^5 \text{ [Pa]}$, a smanjuje se s povećanjem nadmorske visine (jer je tada stupac zraka iznad nas manji, a i zrak postaje pri vrhu atmosfere rjeđi). Atmosferski tlak također ovisi i o vremenu, tj. u području lijepog i suhog vremena je viši, a u području ružnog i kišnog vremena je niži. Njegovim preciznim mjerenjem i praćenjem mogu se dobiti vremenske prognoze. Instrument za mjerenje atmosferskog tlaka zove se barometar.

Hidrostatski tlak djeluje na sva tijela koja su uronjena u neku tekućinu. Nastaje zbog težine i djelovanja čestica tekućine na tijelo koje je u nju uronjeno. Iznos hidrostatskog tlaka na neko tijelo ovisi o gustoći tekućine i o dubini na kojoj se tijelo nalazi. Dakle, hidrostatski tlak p_h biti će veći što tekućina ima veću gustoću ρ , te što se tijelo nalazi na većoj dubini h .

$$p_h = \rho \times g \times h \text{ [Pa]}$$

Točan iznos hidrostatskog tlaka na nekoj dubini možemo dobiti tako da ga uvećamo za iznos vanjskog tlaka, a to je najčešće za iznos atmosferskog tlaka:

$$p = p_0 + \rho \times g \times h.$$

1. primjer:

Koliki tlak proizvede okomito djelovanje sile od 200 N na površinu 400 cm²?

$$F = 200 \text{ [N]}$$

$$S = 400 \text{ [cm}^2\text{]} = 0.04 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$p = ?$$

$$p = \frac{F}{S}$$

$$p = \frac{200}{0.04}$$

$$p = 5000 \text{ [Pa]}$$

2. primjer:

Kolikom silom treba djelovati na površinu od 10 cm² da bismo proizveli tlak od 500 Pa?

$$S = 10 \text{ [cm}^2\text{]} = 0.001 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$p = 500 \text{ [Pa]}$$

$$F = ?$$

$$F = p \times S$$

$$F = 500 \times 0.001$$

$$F = 0.5 \text{ [N]}$$

7. Mehanički rad

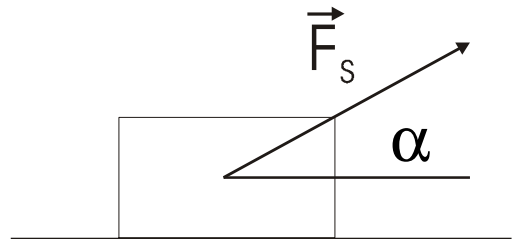
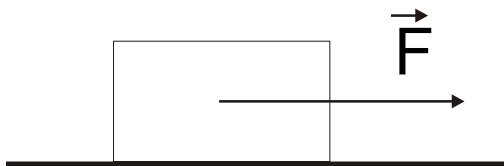
Rad je djelovanje sile na određenom putu. Ukoliko djelovanje sile ne prouzroči gibanje tijela na koje smo djelovali, tj. ako nema pomaka tijela zbog djelovanja sile na njega, rad je jednak nuli.

Najjednostavniji primjer je kada stalna sila F djeluje na tijelo i pomiče ga po pravcu u smjeru djelovanja sile. Tada je rad jednak umnošku sile i prijeđenog puta:

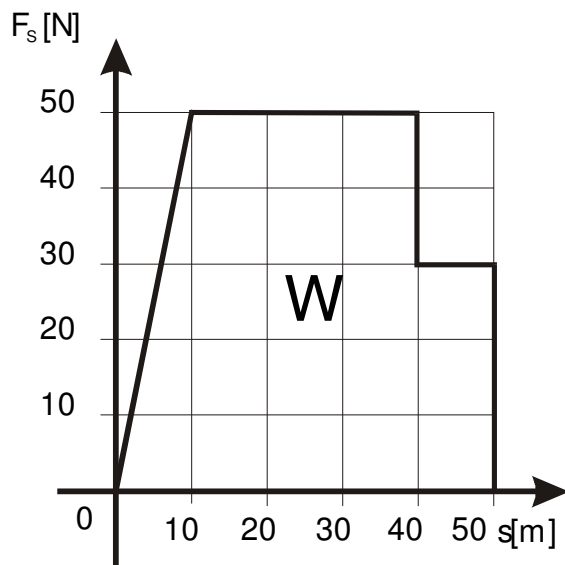
$$W = F \times s \text{ [J]}$$

Jedinica za rad zove se džul prema fizičaru Joulesu. Ukoliko smjer sile nije u smjeru puta, nego s putem zatvara neki kut α , tada rad obavlja samo ona komponenta sile koja je u smjeru puta, tj.:

$$W = F_s \times s \text{ [J]}$$



Rad se može odrediti i grafički. Ako se tijelo giba pod utjecajem sile F pravocrtno i pri tome prijeđe put s , te ako u koordinatnom sustavu na ordinatu nanosimo iznos sile F_s u smjeru puta, a na apscisu prijeđeni put s dobivamo dijagram u kojem je površina lika ispod krivulje jednaka izvršenom radu.



1. primjer:

Koliki rad obavimo kada na neko tijelo djelujemo silom u smjeru puta od 150 N i pri tome ga pomaknemo za 80 centimetara?

$$F = 150 \text{ [N]}$$

$$s = 80 \text{ [cm]} = 0.8 \text{ [m]}$$

$$W = ?$$

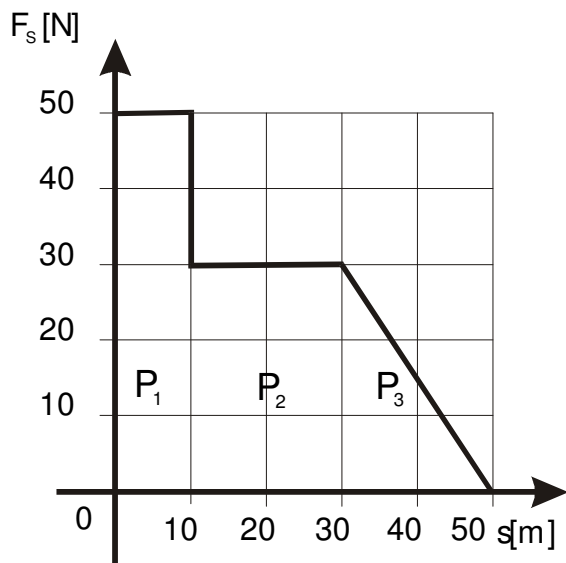
$$W = F \times s$$

$$W = 150 \times 0.8$$

$$W = 120 \text{ [J]}$$

2. primjer:

Pomoću slijedećeg dijagrama odredi izvršeni rad!



$$P_1 = 10 \times 50 = 500$$

$$P_2 = 20 \times 30 = 600$$

$$P_3 = \frac{20 \times 30}{2} = 300$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P = 500 + 600 + 300$$

$$P = 1400$$

$$W = 1400 \text{ [J]}$$

8. Energija (vrste energije, zakon očuvanja energije)

Energija je sposobnost tijela da obavlja neki rad. Tijelo koje ima veću energiju može obaviti i veći rad. Kada tijelo obavlja rad energija mu se smanjuje, a kada se rad obavlja na tijelu energija mu se povećava. Iz navedenog proizlazi da se rad može pretvoriti u energiju i energija u rad, pa zbog toga rad i energija imaju istu jedinicu, džul. Dva osnovna oblika u kojima susrećemo energiju su mehanički i nemehanički oblik energije. U mehaničku energiju ubrajamo potencijalnu i kinetičku energiju, dok u nemehaničke oblike energije ubrajamo sve ostale oblike kao što su električna, sunčana, kemijska, nuklearna, itd.

Ako promatramo mikroskopski tada postoje samo dvije osnovne vrste energije, a to su potencijalna i kinetička energija, a svi ostali oblici energije se mogu svesti na njih.

Neko tijelo ima kinetičku energiju ako može obaviti rad zbog toga što se giba određenom brzinom. Njegova kinetička energija ovisi o masi tijela i kvadratu brzine kojom se to tijelo giba:

$$E_k = \frac{m \times v^2}{2} [\text{J}].$$

Potencijalnu energiju ima svako ono tijelo koje je sposobno obaviti neki rad zbog svog položaja u odnosu prema ostalim tijelima. Potencijalna energija ovisi o masi tijela i visini (položaju) na kojoj se tijelo nalazi:

$$E_p = m \times g \times h [\text{J}].$$

Zakon očuvanja energije glasi:

U zatvorenom sustavu ukupna energija je očuvana. To znači da se ona ne može uništiti, potrošiti, ni proizvesti iz ničega, već se može samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.

Zatvoreni sustav je onaj u kojem tijela djeluju samo jedno na drugo, a ne postoji djelovanje tijela s okolinom, tj. u njemu na tijela ne djeluje sila trenja, kao ni bilo koja druga vanjska sila.

1. primjer:

Izračunaj potencijalnu energiju tijela mase 4 kilograma koje se nalazi na visini od 120 centimetara!

$$m = 4 [\text{kg}]$$

$$h = 120 [\text{cm}] = 1.2 [\text{m}]$$

$$E_p = ?$$

$$E_p = m \times g \times h$$

$$E_p = 4 \times 9.81 \times 1.2$$

$$E_p = 47.088 [\text{J}]$$

2. primjer:

Na kojoj visini se nalazi tijelo mase 10 kilograma ako njegova potencijalna energija iznosi 250 [J]?

$$m = 10 [\text{kg}]$$

$$E_p = 250 [\text{J}]$$

$$h = ?$$

$$h = \frac{E_p}{m \times g}$$

$$h = \frac{250}{10 \times 9.81}$$

$$h = 2.55 [\text{m}]$$

3. primjer:

Koliku kinetičku energiju ima automobil čija je masa 1 tona kada se giba brzinom 72 km/h?

$$m = 1 \text{ [t]} = 1000 \text{ [kg]}$$

$$v = 72 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = \frac{72000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$E_K = ?$$

$$E_K = \frac{m \times v^2}{2}$$

$$E_K = \frac{1000 \times 20^2}{2}$$

$$E_K = 200000 \text{ [J]}$$

4. primjer:

Kolikom se brzinom giba automobil čija je masa 2 tone ako ima kinetičku energiju 100000 [J]?

$$m = 2 \text{ [t]} = 2000 \text{ [kg]}$$

$$E_K = 100000 \text{ [J]}$$

$$v = ?$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_K}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 100000}{2000}}$$

$$v = \sqrt{100}$$

$$v = 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

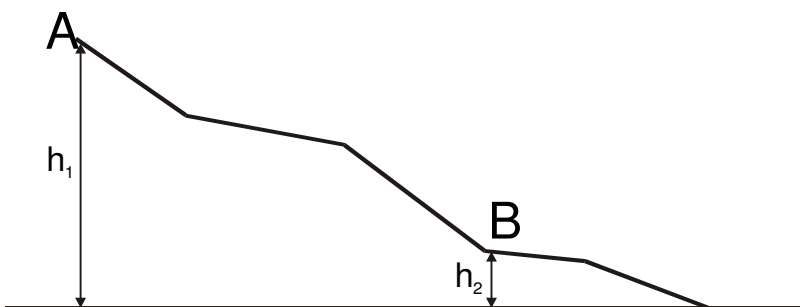
5. primjer:

Skijaš se spušta niz brijeg. Ako je početna visina s koje je krenuo 40 metara iznad podnožja brijega, koliku će brzinu imati kada se spusti do visine od 15 metara iznad podnožja?

$$h_1 = 40 \text{ [m]}$$

$$h_2 = 15 \text{ [m]}$$

$$v = ?$$



$$E_P = E_K$$

$$m \times g \times h_1 = m \times g \times h_2 + \frac{m \times v^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2}{m} \times m \times g \times (h_1 - h_2)$$

$$v = \sqrt{2 \times g \times (h_1 - h_2)}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9.81 \times (40 - 15)}$$

$$v = \sqrt{490.5}$$

$$v = 22.14 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

9. Snaga

Snaga je brzina obavljanja rada ili brzina prijenosa, odnosno pretvorbe energije. Najvažnija karakteristika svakog stroja je njegova snaga. Snažniji stroj može u kraćem vremenu obaviti određeni rad. Zbog toga je srednja snaga omjer rada i vremena u kojem je taj rad obavljen:

$$P = \frac{W}{t} [\text{W}]$$

Kako je rad umnožak sile i puta, tj. $W = F \times s$, izraz za snagu možemo napisati i u obliku:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times s}{t} = F \times v.$$

Jedinica za snagu zove se vat [W] prema fizičaru Jamesu Wattu. Ranije se upotrebljavala i jedinica koja se zvala konjska snaga, no ona danas više nije dozvoljena (1 KS = 735,5 W).

1. primjer:

Izračunaj snagu elektromotora koji može za 1 minutu obaviti rad od 60000 [J]!

$$t = 1 [\text{min}] = 60 [\text{s}]$$

$$W = 60000 [\text{J}]$$

$$P = ?$$

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

$$P = \frac{60000}{60}$$

$$P = 1000 [\text{W}]$$

2. primjer:

Koliko vremena treba elektromotoru snage 1 kW da bi podigao teret mase 200 kilograma na visinu od 10 metara?

$$P = 1 [\text{kW}] = 1000 [\text{W}]$$

$$m = 200 [\text{kg}]$$

$$s = 10 [\text{m}]$$

$$t = ?$$

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

$$t = \frac{F \times s}{P}$$

$$t = \frac{m \times g \times s}{P}$$

$$t = \frac{200 \times 9.81 \times 10}{1000}$$

$$t = 19.62 [\text{s}]$$

10. Toplinski kapacitet tijela

Zagrijavanjem nekog tijela temperatura će mu se povećavati, dok će mu se hlađenjem temperatura smanjivati. Toplinski kapacitet tijela je omjer topline Q i promjene temperature $\Delta T = T_2 - T_1$, tj.:

$$C = \frac{Q}{T_2 - T_1} = \frac{Q}{\Delta T} \left[\frac{\text{J}}{\text{K}} \right].$$

Jedinica za toplinski kapacitet je džul po kelvinu [J/K].

Specifični toplinski kapacitet c materijala definira se kao toplina koja je potrebna da se jednom kilogramu tog materijala povisi temperatura za 1 kelvin (ili stupanj celzijusa):

$$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \times \frac{Q}{\Delta T} \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right].$$

Jedinica za specifični toplinski kapacitet je džul po kilogramu i kelvinu [J/kgK].

Specifični toplinski kapacitet ovisi o vrsti materijala. U usporedbi s ostalim materijalima voda ima vrlo visok specifični toplinski kapacitet (4190 J/kgK), pa se koristi kao sredstvo za prijenos topline i za uskladištenje toplinske energije (centralno grijanje). Upravo zbog toga su zime u primorskim krajevima blaže nego u unutrašnjosti, dok su u proljeće temperature u unutrašnjosti više nego u primorskim krajevima.

Da bismo neki materijal zagrijali od temperature T_1 do temperature T_2 potrebno mu je dovesti toplinu Q koja će biti jednaka:

$$Q = m \times c \times (T_2 - T_1) [\text{J}], \text{ ili}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T [\text{J}].$$

Pri hlađenju tijela od temperature T_2 na temperaturu T_1 oslobodit će se toplina Q dana po tom istom izrazu.

Primjer:

Koliko topline je potrebno dovesti vodi mase 1 kilogram da bismo je zagrijali od temperature 15°C do temperature 85°C ?

$$m = 1 \text{ [kg]}$$

$$T_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 85^\circ\text{C}$$

$$c = 4190 \text{ [J/kgK]}$$

$$Q = ?$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = m \times c \times (T_2 - T_1)$$

$$Q = 1 \times 4190 \times (85 - 15)$$

$$Q = 293300 \text{ [J]}$$

1. Električni potencijal i napon

Električni potencijal ϕ_A neke točke A električnog polja jednak je omjeru potencijalne energije E_{PA} u toj točki i naboja Q u toj točki, tj.:

$$\phi_A = \frac{E_{PA}}{Q} [\text{V}].$$

Jedinica za električni potencijal zove se volt [V].

Napon se definira kao razlika potencijala između dviju točaka u električnom polju:

$$U_{BA} = \phi_B - \phi_A [\text{V}].$$

Jedinica za napon ista je kao i za električni potencijal i zove se volt. Instrument kojim se mjeri iznos napona između nekih dviju točaka zova se voltmetar i u strujni krug uvijek se spaja paralelno s trošilom.

Kako je razlika potencijalnih energija jednaka radu obavljenom kada se naboj premjesti iz početnog položaja A u konačni položaj B, veza napona i rada dana je formulom:

$$U = \frac{W}{Q} [\text{V}].$$

Zbog toga je rad potreban da bi se naboj Q prenio iz točke A električnog polja u neku točku B električnog polja:

$$W = Q \times U [\text{J}].$$

Primjer:

Izračunaj rad koji je potrebno obaviti da bismo naboj od 10^{-6} [C] premjestili iz neke točke A u neku točku B između kojih postoji napon od 1000 [V]!

$$Q = 10^{-6} [\text{C}]$$

$$U_{AB} = 1000 [\text{V}]$$

$$W = ?$$

$$W = Q \times U$$

$$W = 10^{-6} \times 1000$$

$$W = 10^{-3} [\text{J}]$$

2. Električni kapacitet i kondenzatori

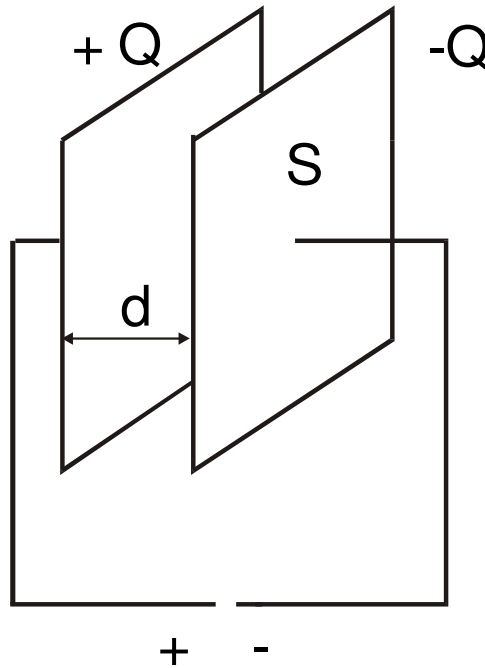
Kondenzatori su elektronički elementi čija je uloga skupljanje i čuvanje električnog naboja u strujnom krugu. Sastoje se od dva metalna vodiča (ploče) koji su međusobno razmaknuti, a prostor između njih ispunjen je nekim izolacijskim materijalom.

Kapacitet kondenzatora je količina naboja koja može stati na njegove ploče pri određenom iznosu napona, te se može odrediti po formuli:

$$C = \frac{Q}{U} [\text{F}].$$

Jedinica za kapacitet zove se farad prema fizičaru Michaelu Faradayu. Kako je to vrlo velika jedinica, vrlo često se upotrebljavaju manje jedinice kao što su mikrofarad [μF], nanofarad [nF], pikofarad [pF], itd.

Najjednostavniji je pločasti kondenzator koji se sastoji od dviju međusobno paralelnih metalnih ploča između kojih je izolator.



Kapacitet pločastog kondenzatora određen je izrazom:

$$C = \epsilon_0 \times \epsilon_r \times \frac{S}{d} [\text{F}],$$

gdje je:

- ϵ_0 – permitivnost vakuuma,
- ϵ_r – permitivnost izolatora koji se nalazi između ploča,
- S – površina ploča,
- d – razmak između ploča.

1. primjer:

Izračunaj kapacitet kondenzatora na čijim pločama se nalazi naboj od 10^{-9} [C] pri naponu od 100 [V]!

$$Q = 10^{-9} \text{ [C]}$$

$$U = 100 \text{ [V]}$$

$$C = ?$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$C = \frac{10^{-9}}{100}$$

$$C = 10^{-11} \text{ [F]}$$

2. primjer:

Koliki je napon između ploča kondenzatora ako je kapacitet $100 \mu\text{F}$, a na pločama kondenzatora nalazi se naboj od 10^{-3} [C]?

$$C = 100 \text{ [}\mu\text{F]}$$

$$Q = 10^{-3} \text{ [C]}$$

$$U = ?$$

$$U = \frac{Q}{C}$$

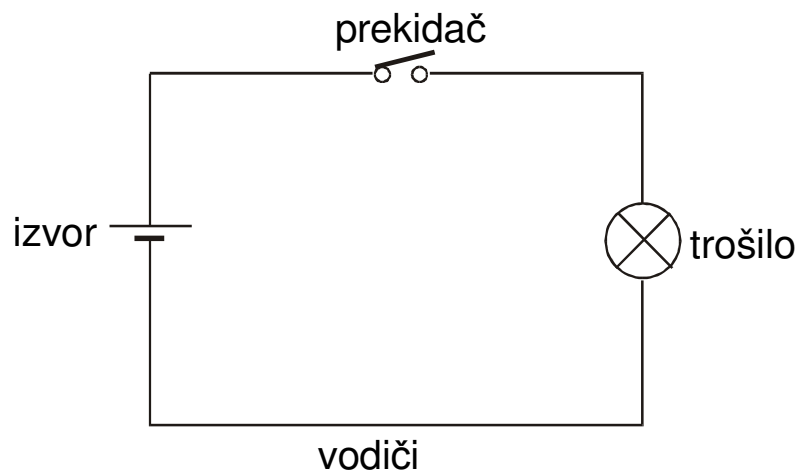
$$U = \frac{10^{-3}}{100 \times 10^{-6}}$$

$$U = \frac{10^{-3}}{10^{-4}}$$

$$U = 10 \text{ [V]}$$

3. Električna struja

Električnu struju čini usmjerenno gibanje električnih naboja kroz vodič pod utjecajem električnog polja. Električna struja može teći samo ako postoje slobodni nositelji naboja i električno polje. Najjednostavniji strujni krug sastoji se od izvora, vodova, trošila i prekidača.



Zbog razlike napona na polovima izvora uspostavlja se električno polje u vodiču kojim se počinju gibati slobodni elektroni. Vodiči su izrađeni od materijala koji dobro provode električnu struju (bakar). Trošilo pretvara električnu energiju u neku drugu vrstu energije, dok prekidač služi za zatvaranje i otvaranje strujnog kruga.

Za smjer struje u strujnom krugu uzimamo smjer od pozitivnog prema negativnom polu, dok je stvaran smjer gibanja elektrona u vodiču od negativnog prema pozitivnom polu.

S obzirom na vodljivost električne struje materijale dijelimo na:

- vodiče (dobro provode električnu struju: bakar, srebro, željezo...),
- izolatore (ne provode električnu struju: drvo, plastika, guma,...),
- poluvodiče (provode električnu struju samo u jednom smjeru, a u suprotnom smjeru pružaju veliki otpor: kristali silicija i germanija),
- supravodiče (ne pružaju nikakav otpor prolasku električne struje: materijali visoke tehnologije- još su u razvoju).

Ako kroz određeni presjek vodiča prođe naboj Q u nekom vremenu t , tada je jakost električne struje definirana omjerom:

$$I = \frac{Q}{t} [\text{A}].$$

Jedinica za jakost električne struje zove se amper, a instrument kojim se mjeri jakost struje zove se ampermetar. Stalna struja ima jakost od jednog ampera ako u jednoj sekundi presjekom vodiča proteče naboj od jednog kulona.

Primjer:

Koliki naboj prođe presjekom vodiča za vrijeme od 0.01 [s] ako vodičem teče struja jakosti 10 [A]?

$t = 0.01$ [s]

$I = 10$ [A]

$Q = ?$

$$Q = I \times t$$

$$Q = 10 \times 0.01$$

$$Q = 0.1 [\text{C}]$$

4. Električni otpor

Svaki vodič, ma kako on bio dobar, pruža otpor prolasku električne struje. Iznos otpora koji pruža neki vodič ovisi o svojstvima samog vodiča. Električni otpor nastaje zbog međudjelovanja slobodnih elektrona i iona u kristalnoj rešetki vodiča. To međudjelovanje ometa nesmetano gibanje elektrona, pa djeluje slično kao trenje. Zbog toga se vodič grije zbog prolaska električne struje, a zagrijavanje će biti veće što su veći struja i otpor.

Električni otpor vodiča je omjer napona na vodiču i jakosti struje koja teče kroz vodič:

$$R = \frac{U}{I} [\Omega].$$

Jedinica za električni otpor zove se om, a iznos otpora nekog vodiča može se odrediti pomoću ommetra. Vodič ima otpor 1Ω ako pri naponu od jednog volta njime teče struja jakosti jednog ampera.

Električni otpor nekog vodiča razmjernan je duljini vodiča l i koeficijentu električne vodljivosti ρ , a obrnuto je

razmjernan površini presjeka S vodiča:

$$R = \rho \times \frac{l}{S} [\Omega].$$

Primjer:

Izračunaj otpor žarulje kojom pri naponu 220 [V] teče struja jakosti 0.5 [A]!

$$U = 220 \text{ [V]}$$

$$I = 0.5 \text{ [A]}$$

$$R = ?$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{220}{0.5}$$

$$R = 440 \text{ [}\Omega\text{]}$$

5. Ohmov zakon

Ohmov zakon vrijedi gotovo za sve vodiče, a posebno za metale ili kovine, pa ga možemo definirati na slijedeći način:

Jakost struje što protječe vodičem pri stalnoj temperaturi razmjerna je naponu na njegovim krajevima, ili ako se pri promjeni napona otpor vodiče ne mijenja, tada za njega vrijedi Ohmov zakon.

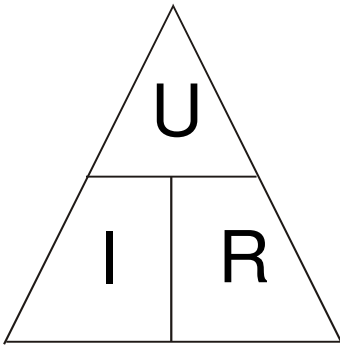
$$I = \frac{U}{R}, R = \text{konst.}$$

Ohmov zakon ovisno o tome što želimo izračunati, možemo pisati i u slijedećim oblicima:

$$U = I \times R,$$

$$R = \frac{U}{I}.$$

Da bismo Ohmov zakon lakše pamtili često se služimo Ohmovim trokutom iz kojeg slijedi:



$$\begin{aligned} U &= I \times R \text{ [V]} \\ I &= \frac{U}{R} \text{ [A]} \\ R &= \frac{U}{I} \text{ [}\Omega\text{]} \end{aligned}$$

1. primjer:

Kolika je jakost struje koja teče kroz trošilo otpora 500 [Ω], ako je napon 250 [V]?

$$R = 500 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$U = 250 \text{ [V]}$$

$$I = ?$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{250}{500}$$

$$I = 0.5 \text{ [A]}$$

2. primjer:

Koliki je napon na trošilu otpora 200 [Ω] kada kroz njega teče struja jakosti 3 [A]?

$$R = 200 [\Omega]$$

$$I = 3 [A]$$

$$U = ?$$

$$U = I \times R$$

$$U = 3 \times 200$$

$$U = 600 [V]$$

3. primjer:

Koliki je otpor trošila kojim teče struja jakosti 2.5 [A] pri naponu 12 [V]?

$$I = 2.5 [A]$$

$$U = 12 [V]$$

$$R = ?$$

$$R = \frac{U}{I}$$

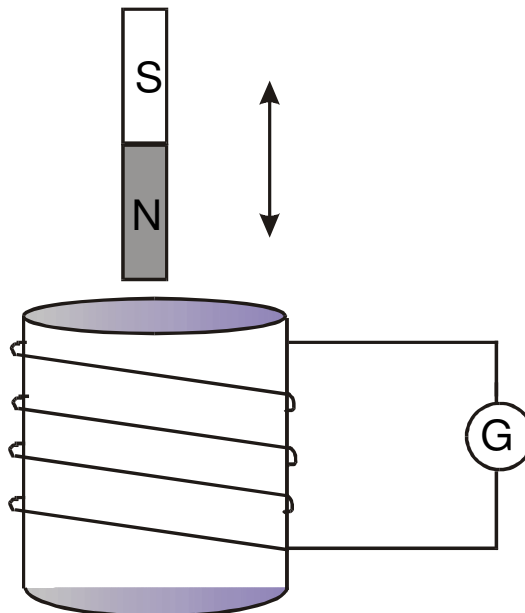
$$R = \frac{12}{2.5}$$

$$R = 4.8 [\Omega]$$

6. Elektromagnetska indukcija

Elektromagnetsku indukciju možemo opisati kao pojavu pobuđivanja električne struje u vodiču koji se nalazi u promjenljivom magnetskom polju.

Naime, ako neki vodič ili zavojnicu postavimo u promjenljivo magnetsko polje koje možemo postići gibanjem stalnog magneta u odnosu prema vodiču ili zavojnici, kao što je to prikazano na slici, tada se u vodiču ili zavojnici inducira promjenljiva električna struja čiji smjer i jakost možemo očitati na galvanometru.



Inducirani napon u zavojnici biti će veći što je brža i veća promjena magnetskog toka i što zavojnica ima veći broj zavoja. Magnetski tok može se mijenjati osim gibanjem magneta i gibanjem vodiča ili zavojnice, rotacijom magneta ili zavojnice promjenom jakosti struje u zavojnici elektromagneta (električni generatori), itd. Inducirani napon u zavojnici će uvijek biti jednak:

$$U_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} [\text{V}].$$

Navedeni zakon naziva se Faradayev zakon elektromagnetske indukcije.

U navedenoj formuli $\Delta\Phi$ je promjena magnetskog toka u vremenu Δt , N je broj zavoja zavojnice, dok postojanje predznaka minus objašnjava Lenzovo pravilo po kojem inducirani napon ima uvijek suprotan smjer od smjera napona koji je tu promjenu izazvao.

Pojavu elektromagnetske indukcije koristimo u električnim generatorima za proizvodnju električne struje, u elektromotorima, transformatorima, itd.

Primjer:

Koliki napon će se inducirati u zavojnici koja ima 500 zavoja ako je promjena magnetskog toka 10^{-2} [Wb/s]?

$N = 500$ zavoja

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 10^{-2} \left[\frac{\text{Wb}}{\text{s}} \right]$$

$U_i = ?$

$$U_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$U_i = -500 \times 10^{-2}$$

$$U_i = -5 [\text{V}]$$

7. Valovi zvuka, ultrazvuk

Zvuk je longitudinalan mehanički val koji čuje ljudsko uho. Valovi koji mogu zatirati bubnjić našeg uha su longitudinalni mehanički valovi frekvencije od 16 Hz (herca) do 20 kHz (kiloherca). Zvučne valove čija je frekvencija manja od 16 Hz nazivamo infrazvuk, dok zvučne valove čija je frekvencija veća od 20 kHz nazivamo ultrazvuk.

Infrazvuk i ultrazvuk ljudsko uho ne čuje. Zvučne valove možemo proizvesti raznim glazbenim instrumentima, zvučnicima, govorom, pjevanjem i sl. Ultrazvuk može nastati elastičnim titrajima u kristalima, dok infrazvuk nastaje pri potresima u tlu, pri radu teških strojeva, itd.

Kada zvuk putuje kroz zrak, čestice zraka titraju oko svog ravnotežnog položaja, pa se mijenja i tlak zraka oko neke ravnotežne vrijednosti. Tamo gdje je pomak čestica zraka najveći, promjena tlaka je najmanja i obrnuto. Upravo na te lokalne promjene tlaka zraka osjetljiv je bubnjić našeg uha, pa zbog toga zatitra u ritmu lokalnih promjena tlaka zraka, te se na taj način stvori osjet zvuka.

Brzina zvuka ovisi o gustoći sredstva kojim se zvuk širi, pa je brzina veća u onim sredstvima koja imaju veću gustoću. Jakost zvuka je intenzitet zvučnog vala, tj. energija koju zvučni val u jedinici vremena prenese kroz jediničnu površinu okomitu na smjer rasprostiranja zvuka. Jedinica jakosti zvuka je W/m^2 (vat po metru kvadratnom). Razinu jakosti zvuka L računamo po formuli:

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} [\text{dB}],$$

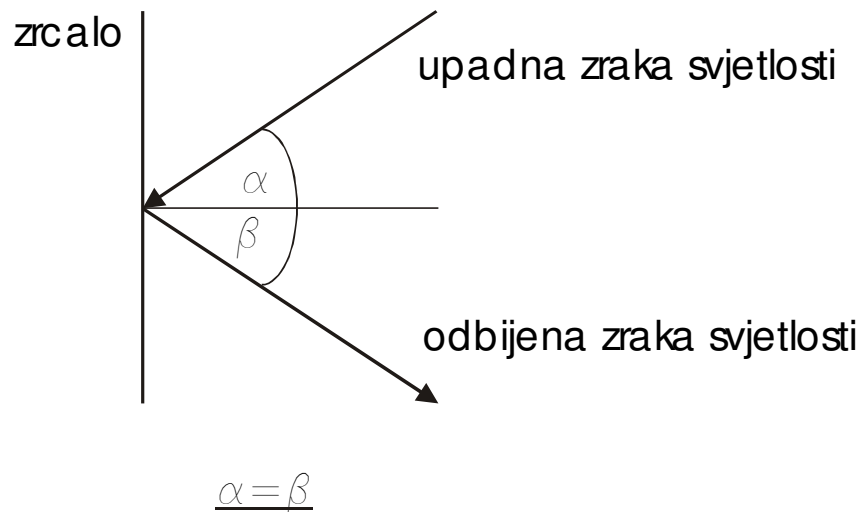
gdje je I jakost zvuka, I_0 jakost zvuka na granici čujnosti (10^{-12} W/m^2), dok je jedinica decibel.

Budući da ultrazvučni valovi zbog svoje vrlo visoke frekvencije prenose i puno veću energiju nego običan zvuk na tome se temelje i njegove primjene (bušenje, brušenje, čišćenje, ispitivanje homogenosti materijala i zavarenih spojeva, radar, mjerenje dubine, medicinska dijagnostika, itd.)

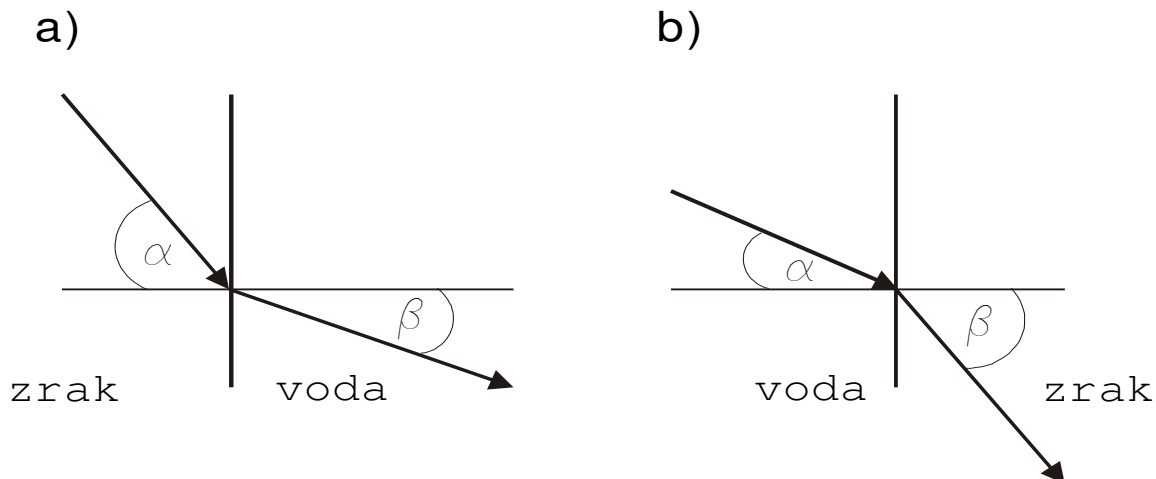
8. Osnovni zakoni geometrijske optike

Geometrijska optika temelji se na osnovnim zakonima optike, uz pretpostavku da se svjetlost rasprostire posve pravocrtno u homogenom optičkom sredstvu. Četiri osnovna zakona glase:

1. Zakon pravocrtnog rasprostiranja svjetlosti. **U homogenom prozirnom sredstvu svjetlosna zraka rasprostire se pravocrtno.**
2. Zakon nezavisnosti snopova zraka svjetlosti. **Ako jedan snop zraka svjetlosti prolazi kroz drugi, oni ne utječu jedan na drugoga.**
3. Zakon odbijanja ili refleksije svjetlosti. **Upada li zraka svjetlosti na neku glatku površinu predmeta i pritom se dio svjetlosti odbija u obliku zrake, odbijena i upadna zraka nalaze se u istoj ravnini okomitoj na površinu predmeta, a upadna i odbijena zraka čine jednake kutove s okomicom na površinu predmeta u točki upada (upadni kut jednak je odbojnom kutu).**

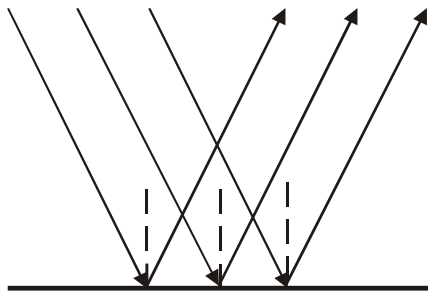


4. Zakon loma ili refrakcije svjetlosti. **Upada li zraka svjetlosti na graničnu površinu između dva prozirna sredstva pod nekim kutom, tako da nije okomita na tu površinu, ona će promijeniti smjer svog rasprostiranja, odnosno zraka svjetlosti će se lomiti. Zraka svjetlosti lomi se prema okomici kada ide iz optički rjeđeg u optički gušće sredstvo (zrak – voda), a od okomice kada ide iz optički gušćeg u rjeđe sredstvo (voda – zrak). To je posljedica činjenice što se svjetlost giba većom brzinom u rjeđem sredstvu, a manjom brzinom u gušćem sredstvu.**

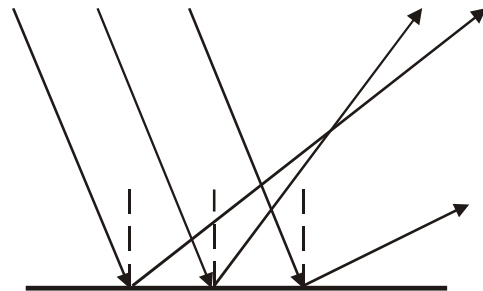


9. Odbijanje svjetlosti, zrcala

Zrcalo je svaka ravna i dobro uglačana površina od koje se svjetlost odbija pravilno. To znači da vrijedi da je upadni kut jednak odbojnom kutu. Kada se svjetlost odbija od neke hrapave površine tada je odbijanje raspršeno ili difuzno.

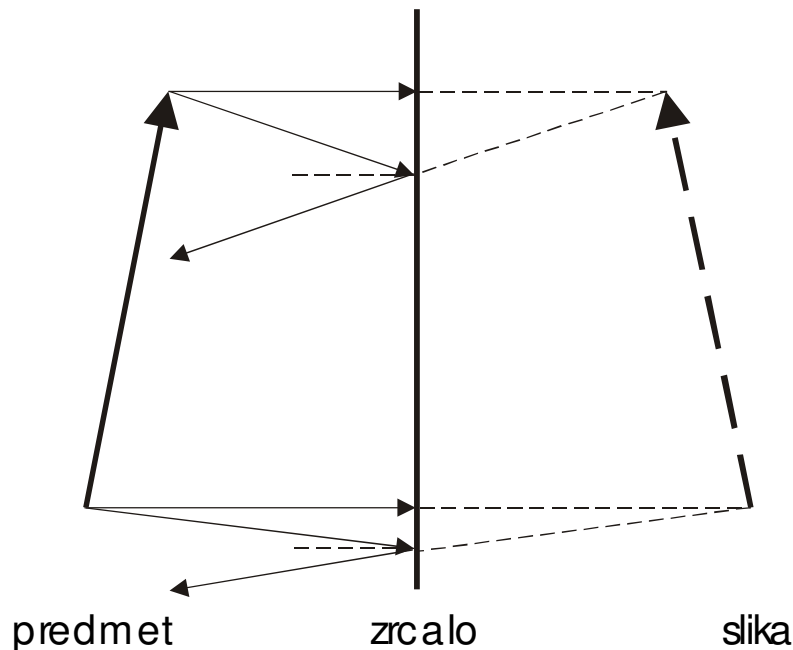


pravilno ili regularno odbijanje



raspršeno ili difuzno odbijanje

Ovisno o obliku glatke površine zrcala mogu biti ravna, sferna, parabolična, cilindrična ili eliptična. Najčešće upotrebljavamo ravno zrcalo. Slika nekog predmeta koju dobijemo ravnim zrcalom je uspravna, jednake veličine kao i predmet, ima zamijenjenu lijevu i desnu stranu, te se nalazi onoliko iza zrcala koliko se predmet nalazi ispred zrcala, pa zbog toga kažemo da je slika prividna.



Ravna zrcala primjenjuju se u različitim instrumentima i napravama, kao što su grafoskop, periskop, mikroskop, teleskop, sekstant i instrumenti za mjerenje malih kutova.

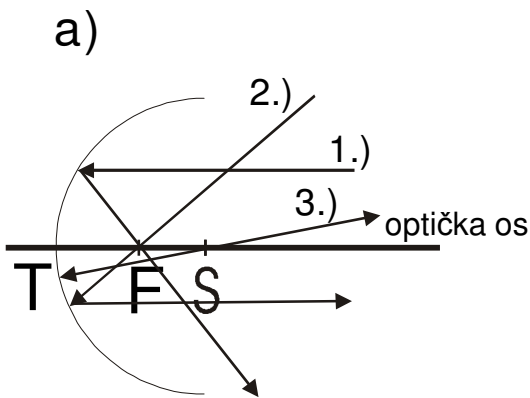
Sferna zrcala imaju zrcalne površine u obliku dijela kugline plohe (sfere), pa mogu biti udubljena (konkavna), ako je glatka unutarnja strana, ili ispupčena (konveksna) ako je glatka vanjska strana zrcala.

Glavne točke sfernih zrcala su središte zakrivljenosti S, tjeme T i žarište ili fokus zrcala F koje se nalazi na polovici udaljenosti između tjemena zrcala i fokusa, pa je žarišna udaljenost zrcala:

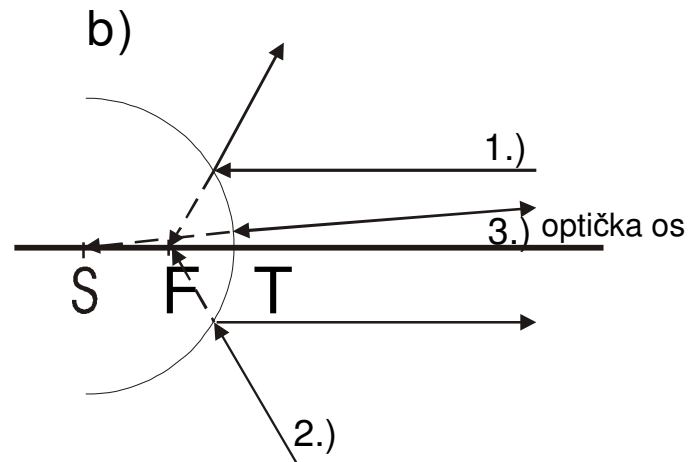
$$f = \frac{R}{2} [\text{m}],$$

gdje je R polumjer zrcala.

Svjetlosne zrake koje upadaju na sferna zrcala odbijaju se sukladno zakonu odbijanja svjetlosti. Na slijedećoj slici možemo uočiti tri karakteristična zrake svjetlosti pomoću kojih je moguće geometrijskom konstrukcijom dobiti točan položaj, orijentaciju i veličinu slike nekog predmeta postavljenog pred sferno zrcalo.



udubljeno zrcalo



izbočeno zrcalo

1. zraka svjetlosti:

Zraka svjetlosti koja na zrcalo dolazi paralelno s optičkom osi, odbija se od zrcala tako da prolazi kroz fokus ili žarište zrcala.

2. zraka svjetlosti:

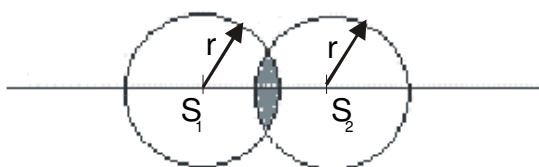
Zraka svjetlosti koja na zrcalo dolazi prolazeći kroz fokus ili žarište, odbija se od zrcala tako da bude paralelna s optičkom osi zrcala.

3. zraka svjetlosti:

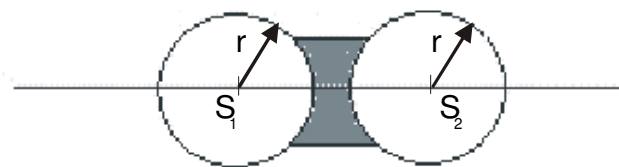
Zraka svjetlosti koja dolazi na zrcalo prolazeći kroz središte zakrivljenosti, odbija se sama u sebe, tj. vraća se istim putem kojim je i došla na zrcalo.

10. Leće

Leće su prozirna optička tijela omeđena s dva dioptra od kojih je barem jedan zakrivljen. Leće općenito dijelimo u dvije osnovne grupe, a to su sabirne leće i rastresne leće. Osnovna razlika između njih je u tome što sabirne leće imaju tanke rubove, a široke su u sredini, pa zbog toga sabiru zrake svjetlosti, dok rastresne leće imaju široke rubove, a tanke su u sredini, pa rastresaju zrake svjetlosti.



sabirna leća



rastresna leća

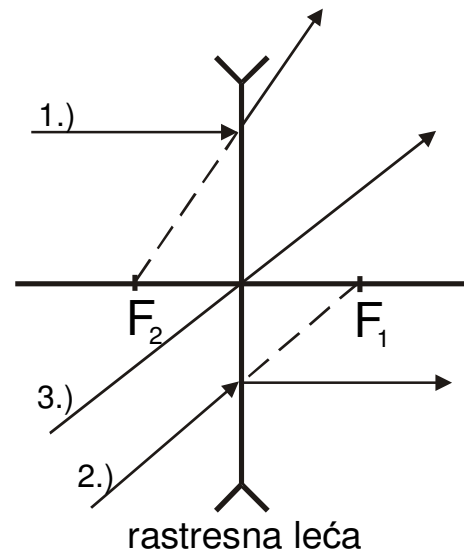
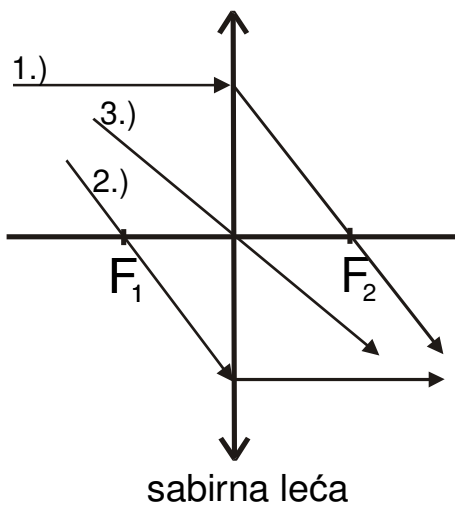
Kako leće imaju dva središta zakrivljenosti, jednako tako imaju i po dva žarišta ili fokusa. Žarišna daljina leće je udaljenost između središta leće i fokusa ili žarišta, te je za sabirne leće uvijek pozitivna, a za rastresne leće uvijek negativna a određuje se po formuli:

$$f = \frac{r}{2} [\text{m}].$$

Jakost neke leće jednaka je recipročnoj vrijednosti žarišne daljine. Jedinica za jakost leće je m^{-1} ili dioptrija. Jakosti sabirnih leća uvijek su pozitivne, a rastresnih leća uvijek su negativne. Jakost leće određuje se po formuli:

$$j = \frac{1}{f} [\text{m}^{-1} = \text{dioptrija}].$$

I kod leća postoje tri karakteristične zrake svjetlosti pomoću kojih možemo geometrijski odrediti točan položaj, veličinu i orijentaciju slike nekog predmeta:



1. zraka svjetlosti:

Zraka svjetlosti koja dolazi na leću paralelno s optičkom osi, lomi se nakon prolaska kroz leću tako da prolazi kroz fokus ili žarište.

2. zraka svjetlosti:

Zraka svjetlosti koja na leću dolazi prolazeći kroz fokus ili žarište, lomi se nakon prolaska kroz leću tako da bude paralelna s optičkom osi.

3. zraka svjetlosti:

Zraka svjetlosti koja prolazi kroz središte leće prolazi kroz leću bez loma, tj. nastavlja se gibati istim pravcem.

Leće imaju široku primjenu od optičkih instrumenata poput mikroskopa, teleskopa, naočala, itd.

U oku se također nalazi sabirna leća koja sabire zrake svjetlosti koje ulaze u oko i šalje ih na mrežnicu.