

DINAMIKA

(Njutnovi zakoni, Ravnomerno kružno kretanje, inercijalne sile, dinamika rotacije)

1. a) Koliku masu ima olovna kugla prečnika 2 cm? Gustina olova je 11300 kg/m^3 .
Koliki je impuls te kugle ako se njen centar kreće brzinom 10 m/s?

Rešenje: $m=47 \text{ g}$

- b) Koliki impuls ima gvozdена kocka ivice 5 cm koja, krećući se ravnomerno, pređe 5 m za 2 s? Gustina gvožđa je 7900 kg/m^3 .

Rešenje: $p=0,47 \text{ kg m/s}$

2. a) Na telo koje miruje počne da deluje sila od 0,5 N. Posle koliko vremena će telo da ima impuls 5 kg m/s?

Rešenje: $t=10 \text{ s}$

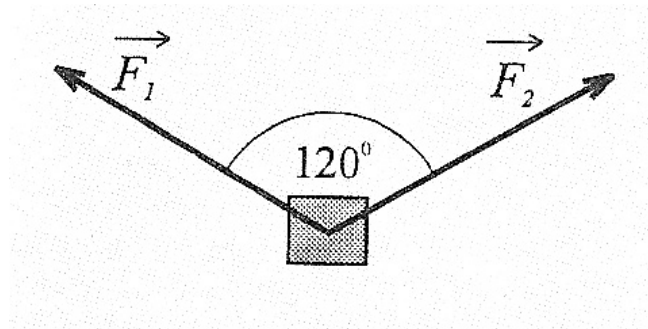
- b) Impuls tela promeni se za 2 s sa 8 kg m/s na 12 kg m/s. Kolika sila je delovala na telo?

Rešenje: 2 N

3. Metak mase 1 g uleće u dasku brzinom od 400 m/s, a izleće iz nje brzinom od 350 m/s. Ako se metak kroz dasku kretao 0,1 ms, kolika je srednja sila kojom je daska delovala na metak?

Rešenje: $F=500 \text{ N}$

4. a) Na telo mase 40 g deluju sile istih inteziteta 0,2 N. Ugao između pravaca delovanja sila je 120° . Koliko je ubrzanje tela?

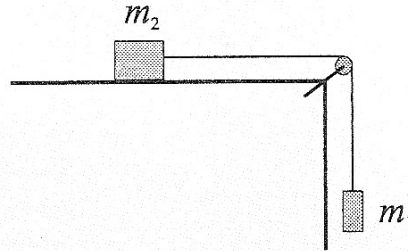


Rešenje: $a= 5 \text{ m/s}^2$

- b) Na telo mase 2 kg deluju u međusobno normalnim pravcima sile od 3 N i 4 N. Koliko je ubrzanje tela?

Rešenje: $a= 2,5 \text{ m/s}^2$

5. Naći ubrzanje tela i silu zatezanja niti u sistemu prikazanom na slici ako je $m_1=2$ kg i $m_2=4$ kg. Mase niti i kotura, kao i trenje su zanemarljivi.



Rešenje: $a=3,3 \text{ m/s}^2$; $F=13,3 \text{ N}$

6. Pod dejstvom sile 9 N, telo mase 300 g kreće se po kružnoj putanji prečnika 60 cm. Koliki je period tog kretanja?

Rešenje: $T=0,6 \text{ s}$

7. Za plafon lifta koji se kreće ubrzano naviše obešena je elastična opruga na čijem donjem kraju je teg. Koje sile deluju na teg u inercijalnom referentnom sistemu, a koje u referentnom sistemu vezanom za lift?

Rešenje: INERCIJALNI SISTEM: $ma=F_e-mg$; SISTEM VEZAN ZA LIFT: $F_i+mg=F_e$

8. Naći moment inercije i moment impulsa rotacije Zemlje oko svoje ose. Zemlju smatrati homogenom kuglom, poluprečnika 6370 km i mase $5,96 \times 10^{24}$ kg.

Rešenje: $I=9,7 \times 10^{37} \text{ kg m}^2$; $L=7 \times 10^{33} \text{ kg m}^2/\text{s}$

9. Koliko je ugaono ubrzanje točka momenta inercije 1 kg m^2 kada na njega deluje moment sile $0,5 \text{ Nm}$?

Rešenje: $\alpha=0,5 \text{ rad/s}^2$

10. Za koliko se promeni moment impulsa valjka kada na njega tokom 5 sekundi deluje moment sile 1 Nm ?

Rešenje: $\Delta L=5 \text{ kg m}^2/\text{s}$

11. Maseni točak ima moment inercije 70 kg m^2 . Koliko je ugaono ubrzanje ako se za 10 sekundi ugaona brzina točka ravnomerno povećava od 0 do 30 rad/s ? Koliki moment sile pri tome deluje na točak?

Rešenje: $\alpha=3 \text{ rad/s}^2$; $M=210 \text{ Nm}$

12. Zamajac momenta inercije 245 kg m^2 rotira učestanošću 20 s^{-1} . Nakon jednog minuta od prestanka delovanja momenta sile koji je dovodio do rotacije, zamajac se zaustavi. Naći moment sile trenja i broj obrtaja zamajca do zaustavljanja.

Rešenje: $M=513 \text{ Nm}$; $N=600$ obrtaja

13. Na disk poluprečnika 20 cm koji miruje počne da deluje tangencijalna sila 2 N . Posle koliko vremena će disk imati moment impulsa $1 \text{ kg m}^2/\text{s}$?

Rešenje: $t=2,5 \text{ s}$

14. Zamajac rotira učestanošću 20 s^{-1} pri čemu je njegov moment impulsa $2000 \text{ kg m}^2/\text{s}$. Kada prestane da deluje moment sile koji je dovodio do rotacije, zamajac se zaustavi posle 1000 obrtaja. Naći moment sile trenja i vreme koje protekne od prestanka delovanja obrtnog momenta do zaustavljanja.

Rešenje: $t=100 \text{ s}$; $M=20 \text{ Nm}$

4. STATIKA

RAVNOTEŽA

Oblast klasične mehanike u kojoj se proučavaju uslovi i vrste ravnoteže tela (materijalne tačke) naziva se statika.

Za tela koja ne dobijaju ubrzanje iako na njih deluju sile nalaze se u stanju ravnoteže.

Postoji **statička** i **dinamička** ravnoteža.

1. **Statička** – ako telo na koje deluju sile ostaje u stanju mirovanja u odnosu na inercijalni referentni sistem.
2. **Dinamička** – ako se telo kreće ravnomerno pravolinijski.

U mehanici, a naročito u statici, ne obraća se pažnja na fizička svojstva i strukturu čvrstih tela, ukoliko se to izričito ne zahteva. Time se opravdava korišćenje pojma materijalne tačke. Pored toga, u statici postoji i pojam **idealnog krutog tela** (kraće – **kruto telo**).

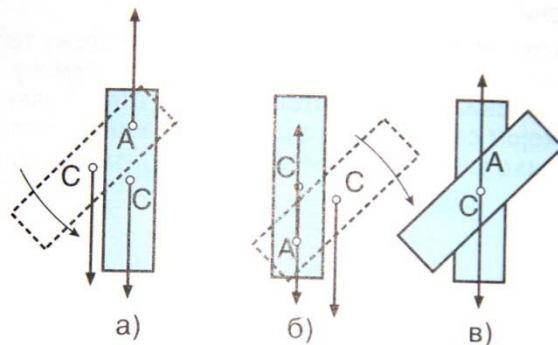
Kruto telo je telo koje ne menja oblik i zapreminu pod delovanjem spoljašnjig sila.

VRSTE RAVNOTEŽE

Razlikujemo tri položaja ravnoteže tela:

1. **stabilna**
2. **labilna (nestabilna)**
3. **indiferentna**

1. **Ako se telo izvede iz položaja ravnoteže, a potom, prepušteno samom sebi, ponovo vrati u prvobitan položaj, tada je taj položaj ravnoteže stabilan.**
2. **Telo se nalazi u nestabilnom (labilnom) položaju ravnoteže ako se izvedeno iz tog položaja, pa prepušteno samom sebi, nastavlja i dalje da se udaljava od prvobitnog položaja.**
3. **Ako se telo izvede iz indiferentnog u drugi položaj ono, prepušteno samom sebi, ostaje i dalje u tom novom položaju. U tom slučaju je rezultanta težine tela i sile reakcije podloge uvek jednaka nuli.**



Стабилна, нестабилна и
индиферентна равнотежа

POLUGA

Poluga pripada vrsti prostih mašina. Kotur i točak su izvesne modifikacije poluge. Svako kruto telo koje može da se obrće oko tačke oslonca, odnosno ose obrtanja je primer poluge. U strogom smislu, pod polugom se podrazumeva **šipka od čvrstog materijala čije se poprečne dimenzije mogu zanemariti u odnosu na njenu dužinu.**

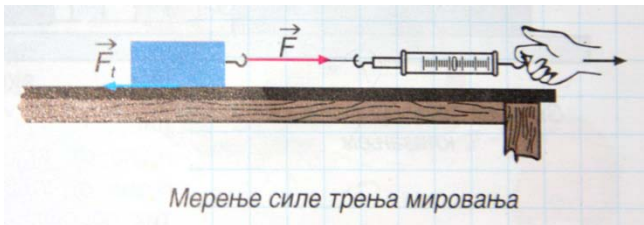
Poluga je u ravnoteži kada je algebarski zbir momenata sila koje na nju deluju jednak nuli.

TRENJE, SILA TRENJA

Sila trenja ispoljava se u više oblika: **sila trenja mirovanja, sila trenja klizanja, sila trenja kotrljanja i sila otpora sredine.**

SILA TRENJA MIROVANJA

Na stolu se nalazi telo, na koje je zakačen dinamometar koji vučemo paralelno sa podlogom. Telo se nalazi u stanju mirovanja iako na njega deluju sile. Telo deluje silom pritiska na sto, ali delovanje te sile kompenzuje sila reakcije podloge (stola). Pored toga, deluju sila trenja \vec{F}_t i sila vuče \vec{F} kao na slici:



Sa povećanjem sile vuče, povećava se sila trenja mirovanja sve dok se pri nekoj određenoj vrednosti te sile telo ne pokrene i ne počne da klizi. To znači da postoji maksimalna vrednost sile trenja mirovanja.

Sila trenja mirovanja (statičkog trenja) jednaka je pointenzitetu i pravcu, a suprotnog smera sili koja deluje na telo paralelno sa dodirnom površinom tog tela sa podlogom (drugim telom).

SILA TRENJA KLIZANJA

Kada sila koja deluje na telo duž dodirne površine postane veća od maksimalne sile trenja mirovanja, telo počinje da se kreće i dobija ubrzanje. U trenutku kada telo počinje da se pomera, sila trenja mirovanja prelazi u silu trenja klizanja.

Sila trenja klizanja srazmerna je sili pritiska, odnosno sili koja normalno deluje na dodirnu površinu tela (podlogu).

$$F_t = \mu N$$

μ - koeficijent trenja klizanja.

Intenzitet sile trenja jednak je proizvodu koeficijenta trenja i sile (ili rezultante sile) koja normalno deluje na podlogu (dodirnu površinu tela).

Koeficijent trenja klizanja karakteriše obe dodirne površine i zavisi od prirode materijala od kojeg su tela izrađena, kao i od stepena uglačanosti njihovih dodirnih površina. Određuje se eksperimentalno i uvek je manji od jedinice.

Sila trenja klizanja suprotnog je smera od brzine kretanja tela.

Eksperimentalno je utvrđeno da sila trenja klizanja ne zavisi od veličine dodirne površine.

KRETANJE TELA POD UTICAJEM SILE TRENJA

Posmatrajmo voz koji je u pokretu. Kada mašinovođa pritisne kočnicu, na kompoziciju voza deluje sila trenja između kočnica i točka i između točka i šina. Pod uticajem te sile (težina voza je kompenzovana silom reakcije šine, a otpor vazduha je praktično zanemarljiv) voz se zaustavlja nakon što je prešao određeno rastojanje – *put kočenja*.

Usled te sile voz se kreće negativnim ubrzanjem:

$$-\vec{a} = \frac{\vec{F}_t}{m}$$

F_t - sila trenja

m - masa voza

Izaberimo koordinatnu x-osu, tako da se njen pozitivan smer poklapa sa smerom brzine kretanja voza. Pošto je sila trenja suprotno usmerena od smera brzine voza i ubrzanje koje ona saopštava je suprotno orjentisano u odnosu na smer brzine. To ubrzanje je negativno (usporenje) i iznosi:

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

v_0 - intenzitet brzine voza u trenutku početka kočenja t_0

v – intenzite brzine na putu kočenja u trenutku t .

Pošto je krajnja vrednost brzine voza nula ($v = 0$) sledi:

