

6. Statika čvrstog tela

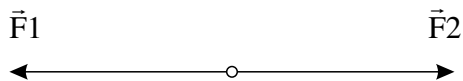
6.1 Predmet statike

Kada na neko telo deluje sila dovoljnog intenziteta, dolazi do njegovog ubrzanja. U najčešćem slučaju, kada na telo istovremeno deluje više sila, ono može da se kreće ubrzano, uniformno ili da ostane u miru. Ako se pod dejstvom sila telo izvodi iz stanja mirovanja tako da dolazi do njegovog ubrzanja, sile nisu uravnotežene. Medjutim, ako se pod dejstvom sila telo kreće uniformno ili ostaje u miru, sile su uravnotežene. Deo mehanike koji proučava uslove ravnoteže tela pod dejstvom sila naziva se **statika**.

Ovde će najpre biti razmatrano delovanje sila na materijalnu tačku i uslovi njene ravnoteže, a zatim delovanje sila na kruto telo. Pod krutim telom podrazumeva se telo koje se pod dejstvom sila ne deformiše. Inače, svako realno telo se pod uticajem sila, u zavisnosti od njihovog intenziteta, manje ili više deformiše. Medjutim, kada su sile malog intenziteta, čvrsta tela velike otpornosti trpe neznatne deformacije. Ovakva tela se sa određenom aproksimacijom mogu posmatrati kao kruta tela.

6.2 Uslov ravnoteže materijalne tačke

Najjednostavniji slučaj ravnoteže je kada na materijalnu tačku deluju dve sile istog intenziteta i pravca, a suprotnog smera (sl. 7.1).



Sl. 6.1: Ravnoteža materijalne tačke pod dejstvom dve sile

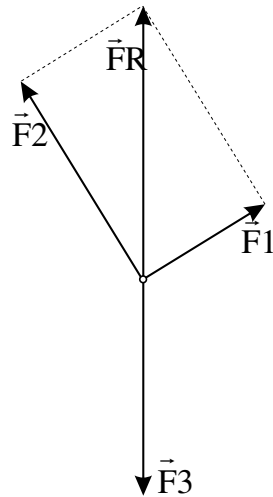
Ako na materijalnu tačku deluje više sila, njihova rezultanta jednaka je njihovom vektorskom zbiru, pa je uslov ravnoteže:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_R = 0. \quad (6.1)$$

Prema uslovu geometrijskog sabiranja ovo je ispunjeno kada je poligon sila zatvoren. Na primer, kada na materijalnu tačku deluju tri sile, tada se sile \vec{F}_1 i \vec{F}_2 slože u rezultantu \vec{F}_R , koja mora da bude istog intenziteta i pravca sa trećom silom \vec{F}_3 , a suprotnog smera (sl. 7.2). Na sličan način se može postupiti kada na materijalnu tačku deluje veći broj sila.

Uslovi ravnoteže materijalne tačke se mogu izraziti i preko komponentata sila u pravcu koordinatnih osa. Ako je rezultanta svih sila jednaka nuli, tada i zbir komponentata u pravcu svake koordinatne ose mora da bude jednak nuli, tj.

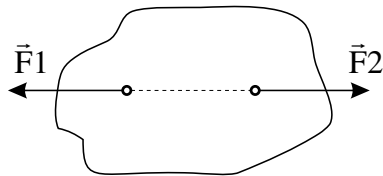
$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n F_{ix} &= 0, \\ \sum_{i=1}^n F_{iy} &= 0, \\ \sum_{i=1}^n F_{iz} &= 0. \end{aligned} \quad (6.2)$$



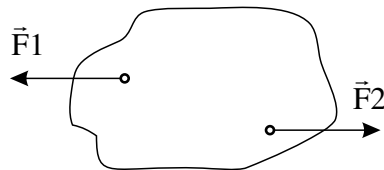
Sl. 6.2: Ravnoteža materijalne tačke pod dejstvom tri sile

6.3 Delovanje sile na kruto telo

Kada na kruto telo deluju dve sile istog pravca sa različitim napadnim tačkama (sl. 7.3), uslov ravnoteže je da su sile istog intenziteta, a suprotnog smera (u tom slučaju je vektorski zbir sile jednak nuli). Medjutim, ako na telo deluju sile istog intenziteta, čiji se pravci delovanja ne poklapaju (sl. 7.4), telo neće vršiti translatorno kretanje, ali će rotirati. Ovo pokazuje da uslove ravnoteže krutog tela treba precizirati tako da ono ne vrši ni promenljivo translatorno, ni promenljivo rotaciono kretanje.



Sl. 6.3: Delovanje sile čiji se pravci poklapaju



Sl. 6.4: Delovanje sile čiji se pravci ne poklapaju

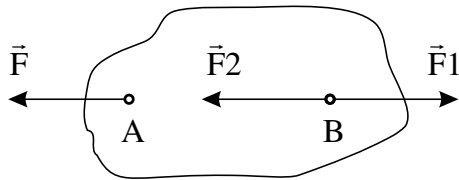
Dejstvo sile na kruto telo se ne menja ako se njena napadna tačka pomeri duž pravca tog dejstva. Neka na kruto telo deluje sila \vec{F} sa napadnom tačkom A (sl. 7.5). Ako u proizvoljnoj tački B u pravcu delovanja sile \vec{F} deluju sile \vec{F}_1 i \vec{F}_2 , međusobno suprotnog smera, a istog intenziteta kao \vec{F} , one neće imati nikakav uticaj na kretanje tela, pošto im je rezultanta jednaka nuli. Sistem od ove tri sile može se posmatrati na sledeći način.

Sile \vec{F} i \vec{F}_1 teže samo da istegnu telo, a ne da ga pokrenu. Zato se, što se tiče kretanja tela, uzajamno dejstvo ove dve sile poništava i ostaje samo sila \vec{F}_2 . Kao što se vidi, sistem sile \vec{F} , \vec{F}_1 i \vec{F}_2 svodi se u jednom slučaju na silu \vec{F} , a u drugom na silu \vec{F}_2 , što opravdava pomenuti stav o premeštanju napadne tačke sile.

6.4 Statički moment sile

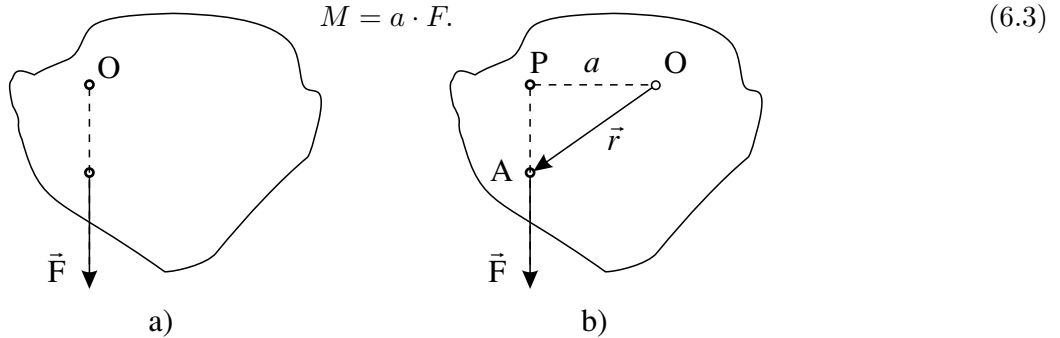
Kao što je već naglašeno, telo pod uticajem sile može da vrši kako translatorno, tako i rotaciono kretanje oko ose ili tačke. Veličina koja karakteriše uticaj sile na rotaciju tela naziva se **statički moment sile** M .

Da bi se došlo do izraza za statički moment sile, posmatraće se dejstvo sile na telo koje može da rotira oko tačke O (sl. 7.6). Kada se pravac dejstva sile poklapa sa tačkom O (sl. 7.6a), telo neće vršiti rotaciono kretanje. Ako pravac dejstva sile \vec{F} ne prolazi kroz tačku O , doći će do rotacije tela. Eksperimentalno je



Sl. 6.5: Uz objašnjenje pomeranja napadne tačke sile

pokazano da je efikasnost delovanja sile na rotaciju tela utoliko veća ukoliko je veće normalno rastojanje pravca delovanja sile od tačke O , tj. ukoliko je veći krak sile $a = \overline{PO}$ (sl. 7.6b). Prema tome, intenzitet statičkog momenta sile se može izraziti u obliku



Sl. 6.6: Uz objašnjenje statičkog momenta sile

Statički moment sile se može izraziti i pomoću vektora položaja \vec{r} napadne tačke A u odnosu na tačku O , tj.

$$M = rF \sin(\vec{r}, \vec{F}). \quad (6.4)$$

Statički moment sile je vektorska veličina čiji je pravac normalan na ravan u kojoj leže vektor sile \vec{F} i vektor položaja \vec{r} , tj. pravac vektora \vec{M} se poklapa sa pravcem ose rotacije. Osa rotacije stoji normalno na ravan kojoj pripadaju \vec{r} i \vec{F} . Na slici 7.6b osa rotacije O stoji normalno na ravan crteža. Prema tome, statički moment sile se može prikazati kao vektorski proizvod vektora položaja \vec{r} napadne tačke sile i sile \vec{F} koja deluje na telo

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}. \quad (6.5)$$

Smer statičkog momenta sile određuje se pravilom desnog zavrtnja ili desne ruke (vidi odeljak 3.3).

Jedinica za statički moment sile je Nm .