

Formule (sile)

1. Sila: ako na tijelo mase m djeluje ukupna (rezultantna) sila F , onda ono dobija neko ubrzanje. Ubrzanje govori kako se brzina mijenja - ako je ubrzanje veliko, brzina tijela se brzo mijenja. Ako je ubrzanje 0, brzina tijela se uopće ne mijenja. Veća masa znači da tijelo teže ubrzava (ista sile će masivnijem tijelu dati manje ubrzanje). Kada je ukupna sila 0, tijelo ne ubrzava; dakle ili miruje (ako je u početku mirovalo) ili se giba stalnom brzinom po pravcu.

Mjerne jedinice:

- m mjerimo u kg (kilogram)
- F mjerimo u N (newton).

2. Sila teža: $F_g = mg$

Tijelo mase m planet privlači silom F_g . Ovdje g govori koliko je privlačenje snažno, tj. govori kako pretvoriti masu u težinu.

Težina tijela je dana *istim* izrazom, no to je sila na podlogu (sila kojom ju tijelo pritišće), a sila teža je sila na tijelo (sila kojom planet privlači tijelo).

Mjerne jedinice:

- g mjerimo u $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Ono nam govori kolikom silom planet djeluje na tijelo od 1kg. Primjerice, $7\frac{\text{N}}{\text{kg}}$ znači da tijelo od 1kg planet privlači silom od 7N . Dakle, tijelo mase 2kg bi privlačilo silom od 14N , itd.

3. Elastična sila:

$$F_{el} = k \cdot x$$

Da bismo oprugu produljili za x , treba ju rastezati silom F_{el} . Kada držimo oprugu na danom produljenju, onda na nju djeluju dvije sile: sila kojom je mi vučemo i elastična sila koja ju vraća u početni položaj. Kako opruga miruje (ubrzanje je 0), ukupna sila mora biti 0, odnosno naša sila jednaka je elastičnoj sili.

Mjerne jedinice:

- k mjerimo u $\frac{\text{N}}{\text{m}}$. Ona nam govori sa koliko newtona sile treba djelovati da bi se opruga produljila za 1m. Primjerice, Primjerice, ako je $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, onda na tu oprugu treba djelovati sa 100N da bi se ona produljila za 1m. Dakle, ako djelujemo s 200N, produljit će se za 2m, itd.

4. Sila trenja: $F_{tr} = \mu \cdot F_g$

Sila trenja se javlja kada tijelo zapinje po podlozi na kojoj se giba. Što je težina tijela F_g veća, i zapinjanje je veće, tj. sila trenja F_{tr} je veća. Sila trenja usporava tijelo (djeluje u suprotnom smjeru od brzine). Kada tijelo *jednoliko* povlačimo (stalna brzina, tj. ubrzanje je 0), onda je resultantna sila na tijelo 0, stoga sila trenja mora biti jednaka našoj sili.

- μ nema mjernu jedinicu i samo predstavlja postotak: s koliko posto težine tijela moramo djelovati da bismo jednoliko povlačili tijelo po podlozi. Primjerice, ako $\mu = 0.6$, onda je sila trenja samo 60% težine tijela. Dakle, ako je težina tijela 100N, onda je sila trenja 60N, ako je težina tijela 200N, sila trenja je 120N, itd.

μ ovisi i o hrapavosti površine tijela i o hrapavosti površine podloge (ovisi o paru podloga-tijelo, ne samo o podlozi!).

5. Tlak: $p = \frac{F}{A}$

Kada sila F djeluje na površinu A , stvorit će tlak p . Što je sila fokusirana na manju površinu (što je A manji), to je tlak veći.

Mjerne jedinice:

- p mjerimo u $\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ (pascali). Oni nam samo govore koliko sile u newtonima će djelovati na svaki m^2 površine. Primjerice, 200Pa

znači da na svaki m^2 djeluje 200N sile; tako npr. na 2m^2 djeluje 400N.

S druge strane, ako na 2m^2 površine djeluje ukupno 300N sile, onda na 1m^2 djeluje 150N. Dakle, tlak je 150Pa

6. Moment sile $M = F \cdot k$

Sila F djeluje na udaljenosti k od oslonca (oko kojeg se poluga rotira) i tako stvara moment sile M koji zakreće polugu¹.

Poluga je u ravnoteži kada je moment sile s obje strane isti $M_1 = M_2$. Poluga se inače okreće (i ubrzava svoje okretanje) na onu stranu na koju je moment sile veći²

U slučaju da na svaku stranu djeluje samo jedna sila, ravnoteža se postiže kada $F_1 k_1 = F_2 k_2$.

7. Gustoća tijela:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ovdje je m masa tijela, a V njegov volumen.

Mjerne jedinice:

- ρ mjerimo u $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Ovo nam govori kolika je masa 1m^3 te tvari. Npr. masa metra kubnog željeza je puno veća nego masa metra kubnog stiropora pa je željezo veće gustoće.

8. Hidrostatski tlak:

$$p = \rho gh$$

Kada zaronimo u tekućinu gustoće ρ na dubinu h , na nas djeluje tlak p . Ovu formulu možemo relativno lagano *izvesti*, stoga je nema potrebe pamtit. Dovoljno je zapamtiti sljedeću činjenicu: **u hidrostatskoj ravnoteži tlak na danoj dubini proizvodi težina stupca**

¹Ovdje pretpostavljamo da je sila okomita na polugu (tj. na vektor koji \vec{k} koji pokazuje od oslonca do mjesta na kojem sila djeluje). Da kojim slučajem sila nije okomita, onda bismo uzeli samo okomitu komponentu sile $M = F_{\perp} \cdot k$ (jer samo okomita komponenta sile utječe na rotaciju poluge).

²Uzmemo li da je moment sile koji rotira polugu u smjeru \odot pozitivan, onda je moment sile koji polugu rotira u suprotnom smjeru \odot negativan. Sada možemo reći da je poluga u ravnoteži kada je ukupni (tj. rezultatni) moment sile na polugu (zbroy svih momenata pazeći na predznak) jednak 0.

tekućine iznad naših glava. Ovo je zato što u hidrostatskoj (statika=mirovanje) taj stupac tekućine miruje. Sada, prema dolje ga gura njegova težina, a prema gore tlak tekućine na toj dubini (koji proizvode sudari sa atomima i molekulama) pa te dvije sile moraju biti iste.

Dakle, hidrostatski tlak je težina stupca tekućine po jedinici površine A tog stupca. Označimo li s h visinu stupca tako da je njegov volumen dan s $V = A \cdot h$, onda imamo sljedeći račun:

$$p = \frac{F_g}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho g A h}{A} = \rho g h$$

9. Sila uzgona:

$$F_u = \rho g V$$

Ovdje smo uronili tijelo volumena V u tekućinu gustoće ρ . To tijelo prema gore gura sila uzgona F_u . Ovu formulu isto možemo izvesti. Ključna stvar je da: **hidrostatski tlak ispod tijela (na većoj dubini) je veći nego iznad tijela i zato se javlja ukupna sila prema gore.**

Uzmimo da je tijelo kocka i da je površina gornje i donje plohe A . Ukupna sila koju tlak na tijelo proizvodi je stoga razlika sile ispod $F_2 = p_2 A$ tijela i sile $F_1 = p_1 A$ iznad tijela:

$$F_u = p_2 A - p_1 A = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A = \rho g (h_2 - h_1) A = \rho g V$$

Ovdje je $h_2 - h_1$ visina tijela (dubina donje stranice - dubina gornje).

Tijelo tone kada je sila teža $F_g = mg = \rho_{\text{tijela}} V g$ veća od sile uzgona $F_u = \rho_{\text{tekućine}} V g$. Ovo će se dogoditi upravo onda kada je gustoća tijela veća od gustoće tekućine.

10. Da bismo mogli ispravno koristiti formule, moramo poznavati sljedeće dvije matematičke činjenice.

- Recimo da imamo jednadžbu:

$$2x = 10$$

Nepoznanicu x ćemo pronaći ako se "riješimo" na neki način broja 2. Riječima, ova jednadžba kaže da dva x -a iznose deset, a nas

zanima koliko iznosi samo jedan x . Jednostavno, podijelimo obje strane jednakosti s 2 i dobijemo:

$$x = \frac{10}{2}$$

Dakle, 2 možemo prebaciti na drugu stranu jednakosti, no u tom slučaju operacija "pomnoži s 2" prelazi u njoj suprotnu operaciju "podijeli s 2".

- Recimo da sada imamo jednadžbu

$$\frac{x}{2} = 10$$

Riječima, ovo kaže da pola x -a iznosi 10, a nas zanima koliko iznosi cijeli x . Sada nepoznanicu x pronađemo tako da pomnožimo obje strane s 2. Ovo daje:

$$x = 10 \cdot 2$$

Dakle, i ovdje 2 možemo prebaciti na drugu stranu jednakosti, no pritom operacija "podijeli s 2" mora prijeći u njoj suprotnu operaciju "pomnoži s 2".

Primjerice, zadana je elastična sila od $F_{el} = 10\text{N}$ i konstanta elastičnosti $k = 60\frac{\text{N}}{\text{m}}$, a traži se produljenje x . Uvrstimo prvo sve u relevantnu formulu:

$$F_{el} = k \cdot x$$

$$10\text{N} = 60\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot x$$

Sada pronađemo x tako da 60 prebacimo na drugu stranu. Operacija množenja pritom prelazi u operaciju dijeljenja:

$$\frac{10\text{N}}{60\frac{\text{N}}{\text{m}}} = x$$

$$\frac{1}{6}\text{m} = x$$