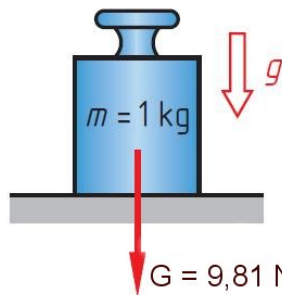




3. Tehnička fizika

3.1. Mehanika

3.1.1. Masa, težina, gustoća



m [kg] **Masa** je svojstvo tijela koje se očituje u ustrajnosti protiv promjena gibanja (tromosti, inercije) i u uzajamnom privlačenju drugih tijela.

ρ [kg/m³] **Gustoća** je omjer mase i volumena neke tvari ili tijela

G [N] **Težina** je sila kojom Zemlja privlači tijela. $G = m \cdot g$ [N]

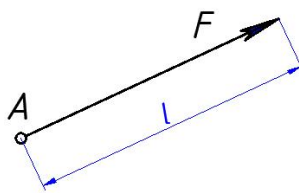
g [m/s²] **Ubrzanje** sile zemljine teže $g = 9,81$ [m/s²]

Primjer: $m = 500$ kg; $G = ?$ $G = 500 \cdot 9,81 = 4\,905$ [N]

Tablica gustoće nekih tehničkih materijala

Tvar	Gustoća ρ [kg/m ³]	Tvar	Gustoća ρ [kg/m ³]	Tvar	Gustoća ρ [kg/m ³]
aluminij	2700	nikal	8900	asfalt	1050 - 1380
bakar	8900	olovo	11340	led	916,7
cink	7100	platina	21450	papir	700 - 1200
kositar	8310	srebro	10500	plastike	850 - 1400
krom	7200	vanadij	6100	pluto	220 - 260
magnezij	1740	zlato	19320	voda (slana)	1030
mangan	7210 - 7440	željezo	7870	voda (slatka)	1000
molibden	10220	živa	13546	zemlja	5515,3

3.1.2. Statika



F [N] **Sila** je uzrok promjeni gibanja i oblika tijela.

a [m/s²] **ubrzanje** (akceleracija)

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

Primjer: $m = 45$ kg; $a = 4$ m/s²; $F = m \cdot a = 45 \cdot 4 = 180$ [N]

1. Zbrajanje i oduzimanje sila (F_R – rezultanta sila)



Težište ravninskih ploha:

a) pravokutnik

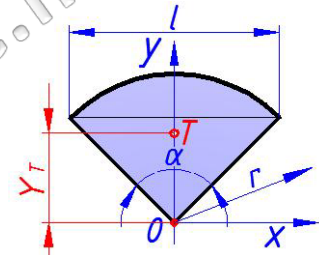
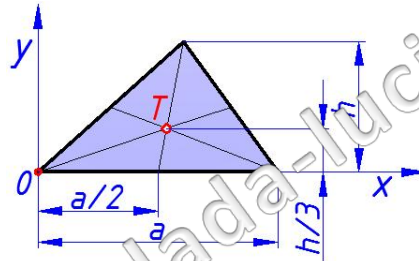
$$X_T = \frac{b}{2}; Y_T = \frac{a}{2}$$

b) trokut

$$X_T = \frac{a}{2}; Y_T = \frac{h}{3}$$

c) kružni isječak

$$\begin{aligned} \text{Za } \alpha = 45^\circ, Y_T &\approx 0,6002 \cdot r \\ \text{Za } \alpha = 90^\circ, Y_T &\approx 0,4244 \cdot r \end{aligned}$$



Koordinate težišta složenih površina:

$$X_T = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}; Y_T = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Primjer: (slika lijevo)

$$A_1 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ cm}^2; x_1 = 3 \text{ cm}; y_1 = 1,5 \text{ cm}$$

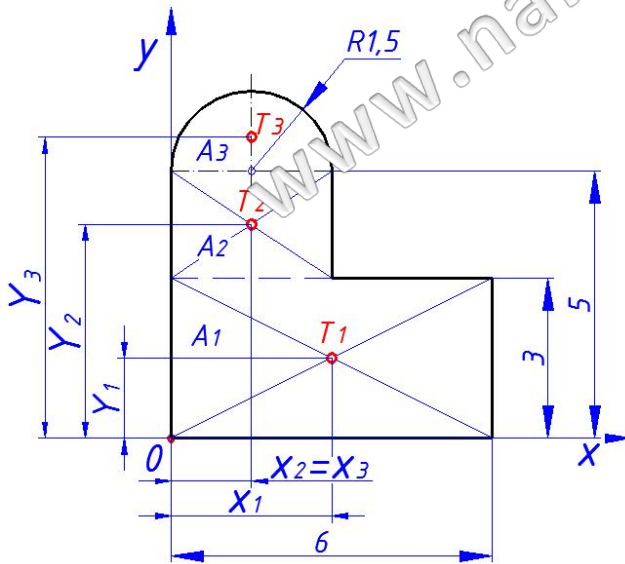
$$A_2 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ cm}^2; x_2 = 1,5 \text{ cm}; y_2 = 4 \text{ cm}$$

$$A_3 = \frac{r^2 \cdot \pi}{2} = \frac{1,5^2 \cdot \pi}{2} \approx 3,53 \text{ cm}^2; x_3 = 1,5 \text{ cm}$$

$$y_3 \approx 0,4244 \cdot r \approx 0,4244 \cdot 1,5 \approx 0,6366 \text{ cm}$$

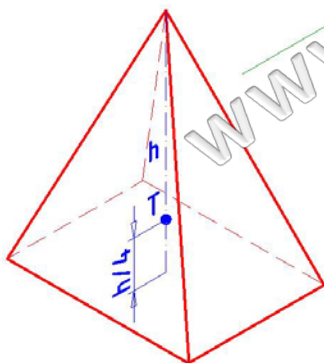
$$X_T = \frac{18 \cdot 3 + 6 \cdot 1,5 + 3,53 \cdot 1,5}{18 + 6 + 3,53} \approx 2,48 \text{ cm}$$

$$Y_T = \frac{18 \cdot 1,5 + 6 \cdot 4 + 3,53 \cdot 0,63}{18 + 6 + 3,53} \approx 1,93 \text{ cm}$$



Težište pravilnih geometrijskih tijela:

a) piramida

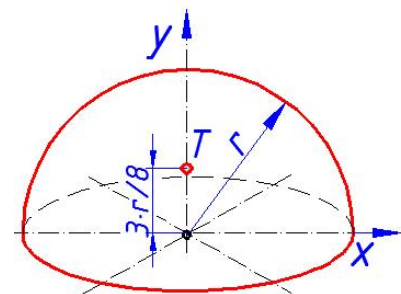


$$Y_T = \frac{h}{4}$$

b) stožac

$$Y_T = \frac{h}{4}$$

c) polukugla



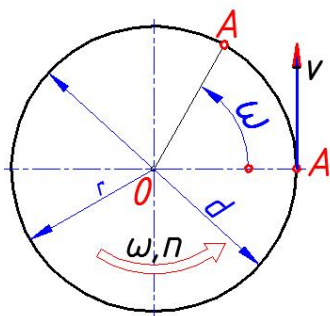
$$Y_T = \frac{3}{8} \cdot r$$

Koordinate težišta složenih tijela:

$$X_T = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n V_i}; Y_T = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$



2. Kružno gibanje



Jednoliko kružno gibanje:

v – obodna brzina; ω – kutna brzina; n – broj okretaja

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

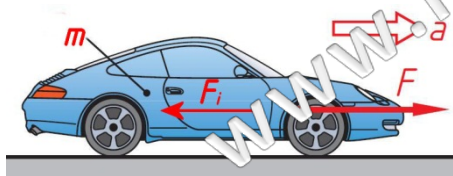
Primjer: Remenica promjera $d = 250 \text{ mm}$ okreće se s $n = 1400 \text{ min}^{-1}$.
Koliko je kutna brzina (ω) i obodna brzina (v)?

$$\frac{1}{\text{min}} = \text{min}^{-1} = \frac{1}{60 \text{ s}}; \quad n = 1400 \cdot \text{min}^{-1} = \frac{1400}{60 \text{ s}} = 23,33 \text{ s}^{-1}$$

$$v = \pi \cdot d \cdot n = 3,14 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 23,33 \text{ s}^{-1} = 18,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 23,33 = 146,5 \text{ s}^{-1}$$

3.1.5. Dinamika

1. Inercijalna sila (sila tromosti)



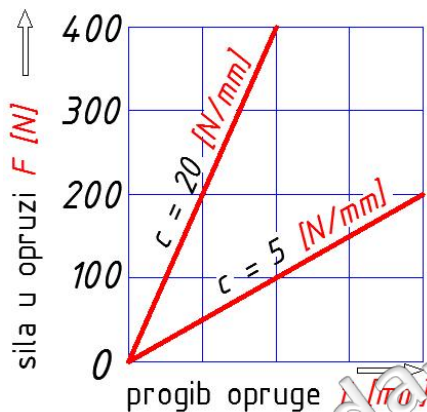
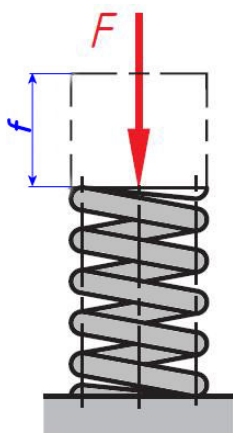
Ustrajnost, tromost ili inercija je svojstvo tijela da održava svoje stanje gibanja (mirovanja).

F_i – inercijalna sila ima smjer suprotan od smjera ubrzanja

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_i = -m \cdot \vec{a}$$

2. Sila u opruzi i karakteristika opruge



F – sila u opruzi

f – progib opruge

c – krutost opruge

$$c = \frac{F}{f} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]$$

$$F = c \cdot f; \quad \Delta F = c \cdot \Delta f$$

Primjer: Izračunaj silu koja djeluje na oprugu krutosti (karakteristike) $c = 10 \text{ N/mm}$ ako ta sila izaziva progib $f = 12 \text{ mm}$.

$$F = c \cdot f = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 12 \text{ mm} = 120 \text{ N}$$

3. Centrifugalna sila



Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja:

1. Što je masa?
2. Što je gustoća?
3. Što je težina?
4. Izračunajte masu (m) tijela čija težina iznosi $G = 9\ 810\ N$.
5. Izračunajte rezultantu dviju sila $F_1 = 5\ kN$ i $F_2 = 8\ kN$ koje djeluju u jednoj točki i čiji su napadni pravci pod međusobnim kutom od 90° .
6. Čemu je jednak moment sile?
7. Što je spreg (par) sila?
8. Izračunajte veličinu i položaj rezultante konkurentnog sustava sila: $F_1 = 5\ kN$, $\alpha_1 = 0^\circ$, $F_2 = 4\ kN$, $\alpha_2 = 90^\circ$, $F_3 = 3\ kN$, $\alpha_3 = 225^\circ$ i $F_4 = 6\ kN$, $\alpha_4 = 300^\circ$.
9. Izračunajte otpore u osloncima grede (**na slici desno**) koja je opterećena silama $F_1 = 5\ kN$, $F_2 = 3\ kN$ i $F_3 = 4\ kN$.
10. Što je težište?
11. Izračunajte koordinate težišta tijela sastavljenog iz valjka i polukugle (**slika desno**).
12. Što je trenje i čemu je jednaka sila trenja klizanja?
13. Koje vrste opterećenja razlikujemo?
14. Koje vrste naprezanja razlikujemo prema položaju vektora u presjeku?
15. Kako glasi Hookov zakon (napišite jednadžbu)?
16. Nacrtajte i objasnite σ - ϵ dijagram vlačnog pokusa.
17. Nabrojite sve vrste opterećenja prema načinu djelovanja sila.
18. Čemu jednako naprezanje pri vlačnom i tlačnom opterećenju?
19. Kako se izračunava ukupno produljenje slobodnog štapa zbog zagrijavanja?
20. Čemu jednako naprezanje na smicanje?
21. Koje vrste savijanja razlikujemo (objasnite način djelovanja opterećenja)?
22. Kako se izračunava naprezanje grede izložene savijanju?
23. Izračunajte moment inercije (I_x) i aksijalni moment otpora (W_x) čeličnog profila pravokutnog presjeka stranica $b = 5\ cm$ i $h = 10\ cm$.
24. Kako se izračunava naprezanje na uvijanje (τ_u)?
25. Izračunajte snagu koju može prenijeti vratilo na koje djeluje moment uvijanja $M_u = 250\ Nm$ i koje se vrti s $n = 500$ okretaja u minuti.
26. Čemu jednako naprezanje na uvijanje?
27. Koju će najveću visinu dostići tijelo izbačeno vertikalno uvis početnom brzinom $v_0 = 5\ m/s$.
28. Izračunajte brzinu tijela pri udaru u tlo ako je pušteno da slobodno pada s visine $h = 5\ m$.
29. Izračunajte kutnu brzinu (ω) točke pri jednolikom gibanju po kružnici ako je $n = 600\ min^{-1}$.
30. Kolika je sila inercije koju ima automobil mase $1200\ kg$ s ubrzanjem $a = 0,5\ m/s^2$.
31. Izračunajte mehanički rad (W) koji obavi viličar ako teret od $1,2\ t$ podigne na visinu od $3\ m$.
32. Što je mehanički rad, a što snaga?
33. Što je kinetička, a što potencijalna energija?
34. Kako se definira tlak i u kojim se jedinicama izražava?
35. Kako glasi Pascalov zakon?
36. Navedite pet osnovnih veličina i njihove jedinice koje se upotrebljavaju u elektrotehnici.
37. Kako glasi Ohmov zakon?

