



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



M 1 0 1 7 4 1 1 3

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

MEHANIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Petek, 28. maj 2010

SPLOŠNA MATURA

Moderirana različica

PODROČJE PREVERJANJA A

A1

Pretvorite podane veličine v zahtevane enote. Pri pretvarjanju naredite izračun.

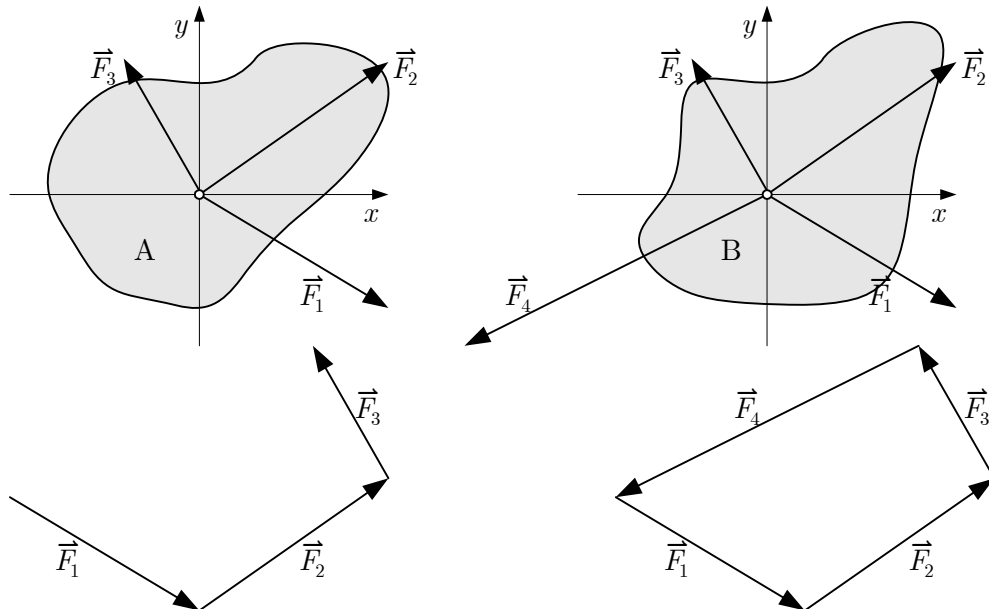
- a) $\rho = 0,02 \text{ g/mm}^3$ kg/m^3
(1 točka)
- b) $\sigma = 6 \text{ MPa}$ N/mm^2
(1 točka)
- c) $\eta = 120 \text{ mm}^2/\text{min}$ m^2/s
(1 točka)
- d) $E = 2 \text{ kWh}$ kJ
(1 točka)
- e) $W = 5 \text{ cm}^3$ m^3
(1 točka)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) $\rho = 0,02 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3} = 0,02 \cdot \frac{10^{-3} \text{ kg}}{(10^{-3} \text{ m})^3} =$
 $= 0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 20000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 1 točka
- b) $\sigma = 6 \text{ MPa} = 6 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 6 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{(10^3 \text{ mm})^2} =$
 $= 6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ 1 točka
- c) $\eta = 120 \frac{\text{mm}^2}{\text{min}} = 120 \cdot \frac{(10^{-3} \text{ m})^2}{60 \text{ s}} = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ 1 točka
- d) $E = 2 \text{ kWh} = 2 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 7200 \cdot 10^3 \text{ Ws} = 7200 \text{ kJ}$ 1 točka
- e) $W = 5 \text{ cm}^3 = 5 \cdot (10^{-2} \text{ m})^3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ 1 točka

A2

Na mirujoče telo A začnejo hkrati delovati sile \vec{F}_1 , \vec{F}_2 in \vec{F}_3 , na mirujoče telo B pa \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 in \vec{F}_4 . V obeh primerih gre za sistem sil s skupnim prijemaščem. V spodnjih skicah sta prikazana mnogokotnika sil za vsako telo. Lastne teže teles ne upoštevajte.



a) Napišite, ali se pod vplivom delujočih sil telo A prične gibati.

(1 točka)

.....

b) Če menite, da se telo A začne gibati, napišite, kako se telo giblje.

(2 točki)

.....

c) Če menite, da se telo A začne gibati, na skici označite smer njegovega gibanja.

(1 točka)

d) Napišite, ali se pod vplivom delujočih sil telo B prične gibati.

(1 točka)

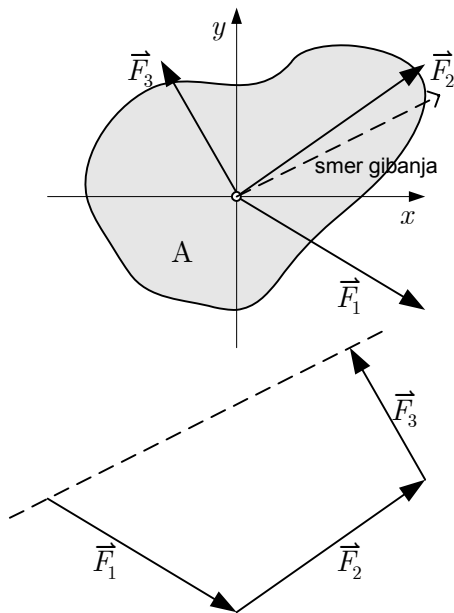
.....

Če menite, da se telo B začne gibati, napišite, kako se telo giblje

.....

Rešitev in navodila za ocenjevanje

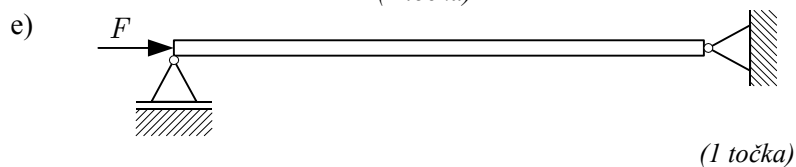
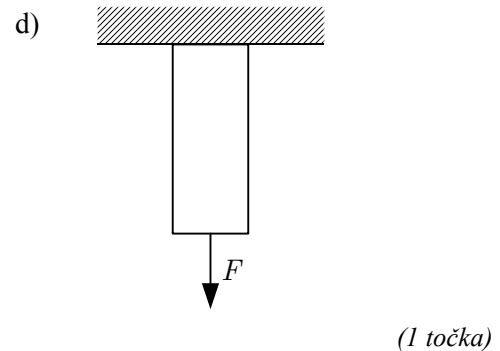
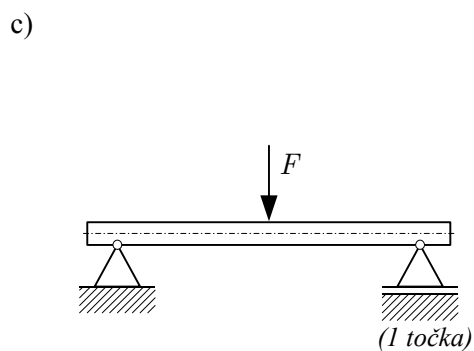
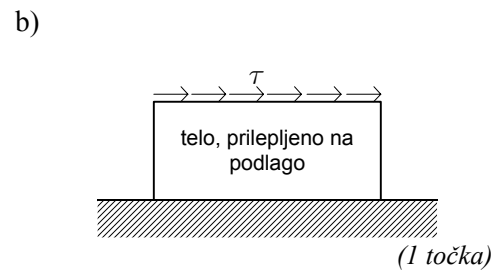
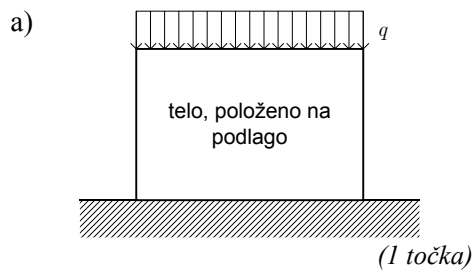
- a) Telo A se prične gibati 1 točka
 b) Telo A se giblje enakomerno pospešeno 2 točki
 c) Označena smer gibanja telesa A

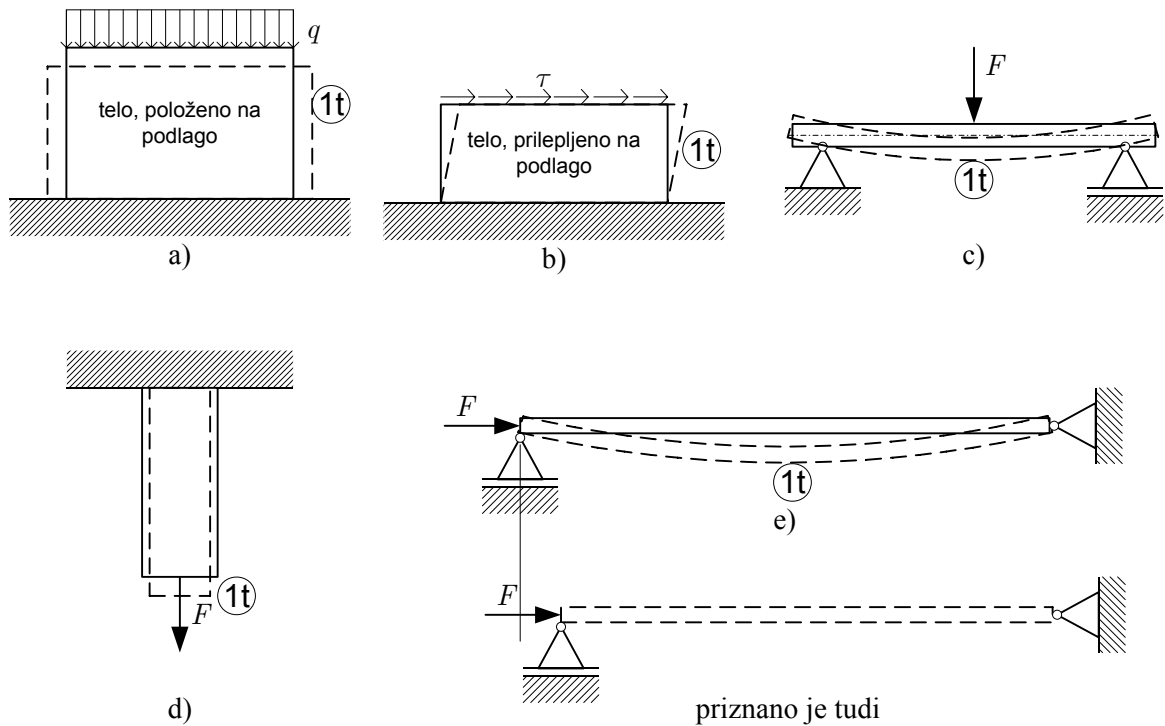


- d) Telo B miruje 1 točka
 1 točka

A3

Na skicah a...e je narisanih pet primerov obremenitev elastičnih teles. Za vsako od teh obremenitev na obstoječih risbah skicirajte deformirano obliko telesa.

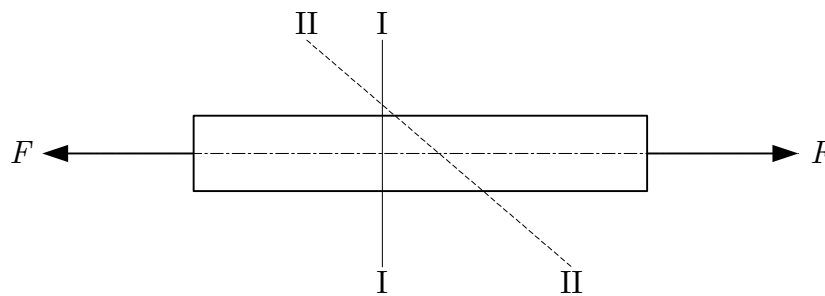


Rešitev in navodila za ocenjevanje

.....5x1 točka

A4

Palica kvadratnega prereza s stranico a je obremenjena s silama F , kot je narisano na skici. Obkrožite pravilne trditve.



a) V prerezu I – I se pojavi notranja sila velikosti:

A $F_N = F$

B $F_N = 2F$

C $F_N = 0$

(1 točka)

b) V prerezu I – I se pojavijo napetosti:

- A upogibna
- B natezna
- C strižna

(1 točka)

c) V prerezu II – II se pojavijo napetosti:

- A samo normalna
- B normalna in tangencialna
- C tlačna in upogibna

(1 točka)

d) Napišite izraz za velikost normalne napetosti v prerezu I – I.

(1 točka)

e) V katerem prerezu so večje normalne napetosti?

- A v prerezu II – II
- B v prerezu I – I

(1 točka)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

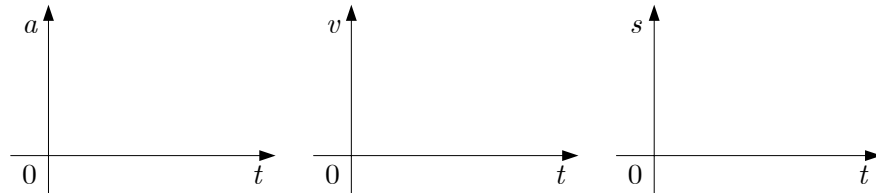
- a) $F_N = F$ (odgovor A) 1 točka
- b) V prerezu I – I se pojavi natezna napetost (odgovor B) 1 točka
- c) V prerezu II – II se pojavita normalna in tangencialna napetost (odgovor B) 1 točka
- d) $\sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{F}{a^2}$ 1 točka
- e) Večje normalne napetosti so v prerezu I – I 1 točka

A5

Z roba strehe se odlomi strešnik in prosto pada proti tlom.

a) Skicirajte diagrame $a-t$, $v-t$ in $s-t$ padanja strešnika, če zračni upor zanemarite.

(3 točke)



b) Napišite enoti hitrosti in pospeška.

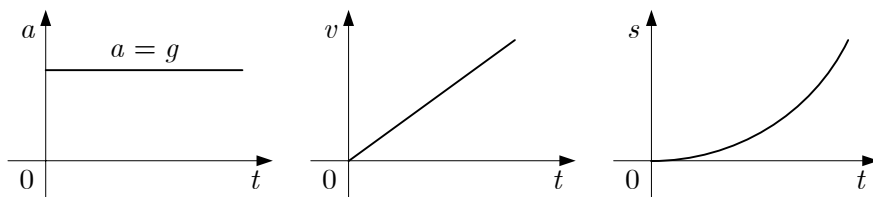
(2 točki)

Enota za hitrost je:

Enota za pospešek je:

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a)



.....(1+1+1) 3 točke

b)

Enota za hitrost je: $\frac{m}{s}$ 1 točka

Enota za pospešek je: $\frac{m}{s^2}$ 1 točka

A6

- a) Za spodaj napisane izraze napišite na levi strani enačaja oznake veličin, ki jih določajo napisani izrazi na desni strani enačaja:

(2 točki)

$$\underline{\hspace{2cm}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} = \frac{J\omega^2}{2}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} = J\alpha$$

- b) Z besedami napišite, kaj izračunamo z danimi izrazi:

(3 točke)

$$\frac{mv^2}{2} = \dots\dots\dots$$

$$\frac{J\omega^2}{2} = \dots\dots\dots$$

$$J\alpha = \dots\dots\dots$$

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a) $E_k = \frac{mv^2}{2}$

$$E_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

$$M = J\alpha \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

b) $\frac{mv^2}{2}$ = kinetična energija pri premočrtnem gibanju telesa

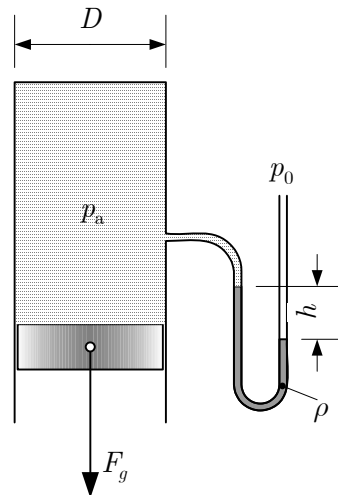
ali kinetična energija masne točke..... 1 točka

$$\frac{J\omega^2}{2} = \text{kinetična energija pri vrtenju telesa} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$J\alpha = \text{vrtilni moment} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A7

Bat, ki s spodnje strani zapira valj premera D , ima težo F_g . V valju je plin, katerega gostoto lahko zanemarimo. Na valj je priključena U-cev, v kateri je kapljevina gostote ρ . Desni krak U-cevi je odprt, zunanji tlak pa je p_0 . V mirujočem stanju (pri mirujočem batu) je razlika gladin kapljevine v U-cevi enaka h , kakor je prikazano na skici.



a) Obkrožite, kakšen je relativni tlak v valju:

(1 točka)

- A nadtlak;
- B relativni tlak je enak nič;
- C podtlak.

b) Napišite enačbo za izračun tega relativnega tlaka.

(1 točka)

c) Napišite enačbo za izračun absolutnega tlaka v valju in ga izrazite z danimi veličinami.

(1 točka)

d) Napišite enačbo za izračun teže bata v narisnem položaju. (Težo izrazite z veličinami, ki so navedene na skici.)

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a) Obkrožen odgovor C 1 točka

b) $p_p = \rho gh$ 1 točka

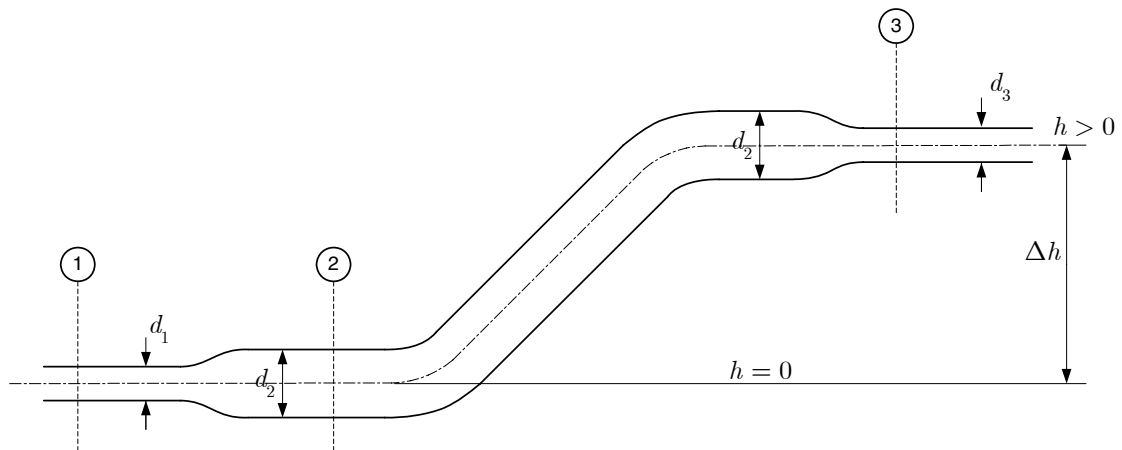
c) $p_a = p_0 - \rho gh$ 1 točka

d) $p_p = \rho gh = \frac{F_g}{A}$ ali $\left(\frac{F_g}{A} = p_p = p_0 - p_a \right)$ 1 točka

$F_g = \frac{\pi D^2}{4} \rho gh$ ali $F_g = \frac{\pi D^2}{4} (p_0 - p_a)$ 1 točka

A8

Po narisanim cevodu se pretaka idealna kapljevina. Na skici so označeni trije prerezi cevododa, za katere velja: $d_1 = d_3 < d_2$.



Preučite razmere med vrednostmi fizikalnih veličin v posameznih prerezih. Med spodaj navedenimi veličinami postavite ustrezen matematični znak (enačaja ali neenačaja, na primer $h_3 > h_1$).

- a) v_2 v_1 (1 točka)
- b) p_1 p_3 (1 točka)
- c) p_1 p_2 (1 točka)
- d) v_1 v_3 (1 točka)
- e) v_2 v_3 (1 točka)

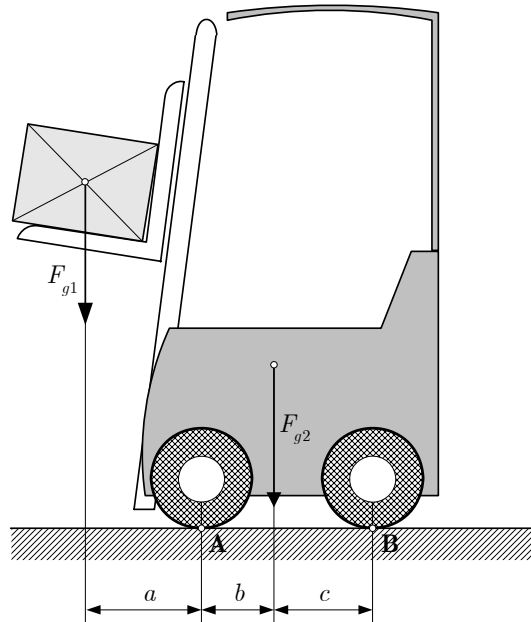
Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) $v_2 < v_1$ 1 točka
- b) $p_1 > p_3$ 1 točka
- c) $p_1 < p_2$ 1 točka
- d) $v_1 = v_3$ 1 točka
- e) $v_2 < v_3$ 1 točka

PODROČJE PREVERJANJA B

B1

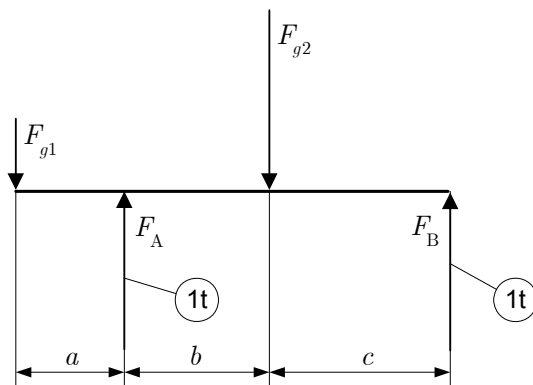
Na viličarju teže $F_{g2} = 20$ kN prenašamo breme mase 300 kg. Izmere na skici so: $a = 0,6$ m, $b = 0,8$ m in $c = 1$ m. Kotalnega trenja ne upoštevajte.



- Narišite reakcije v točkah A in B in pojasnite, okoli katere točke bi se pri pretežkem bremenu viličar prevrnil. (3 točke)
- Izračunajte reakcije v točkah A in B. (12 točk)
- Izračunajte moment bremena in moment teže viličarja glede na točko A. Ali se med površino koles in podlago pojavi drsno trenje? Pojasnite odgovor. (5 točk)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a)



Viličar bi se prevrnil okoli točke A 1 točka

- b) $F_{g1} = m_1 g$ 1 točka
 $F_{g1} = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$ 1 točka
 $\sum M_{iA} = 0$ ali $(\sum M_{iB} = 0)$ 1 točka
 $F_{g1} a - F_{g2} b + F_B (b + c) = 0$ ali $(F_{g1} (a + b + c) - F_A (b + c) + F_{g2} c = 0)$ 2 točki
 $F_B = \frac{F_{g2} b - F_{g1} a}{b + c}$ ali $\left(F_A = \frac{F_{g1} (a + b + c) + F_{g2} c}{b + c} \right)$ 1 točka
 $F_B = \frac{20 \cdot 0,8 - 2,943 \cdot 0,6}{0,8 + 1} = 7,91 \text{ kN}$ ali
 $\left(F_A = \frac{2,943 (0,6 + 0,8 + 1) + 20 \cdot 1}{0,8 + 1} = 15,04 \text{ kN} \right)$ 1 točka
 $\sum F_{iy} = 0$ 1 točka
 $F_A + F_B - F_{g1} - F_{g2} = 0$ 2 točki
 $F_A = F_{g1} + F_{g2} - F_B$ ali $(F_B = F_{g1} + F_{g2} - F_A)$ 1 točka
 $F_A = 2,943 + 20 - 7,91 = 15,04 \text{ kN}$ ali
 $(F_B = 2,943 + 20 - 15,04 = 7,91 \text{ kN})$ 1 točka

c) Moment bremena okoli točke A

- $M_1 = F_{g1} a$ 1 točka
 $M_1 = 2,943 \cdot 0,6 = 1,77 \text{ kNm}$ 1 točka

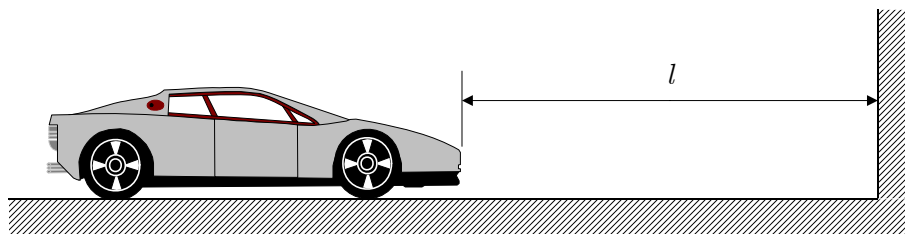
Moment teže viličarja okoli točke A

- $M_2 = F_{g2} b$ 1 točka
 $M_2 = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ kNm}$ 1 točka

Trenje med površino koles in podlago se pojavi, ker nastopi med njima tlačna normalna obremenitev. 1 točka

B2

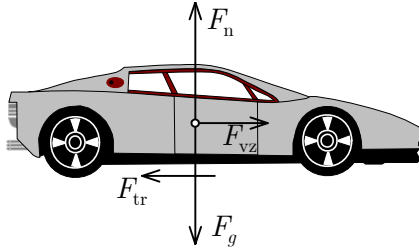
Med preizkusom varnosti se avto z maso $m = 980$ kg giblje s hitrostjo $v_0 = 144$ km/h. Ko je od zidu oddaljen $l = 60$ m, prične zavirati, tako da blokirajo zavore. Kolesa se od tega trenutka ne vrtijo več. Dinamični količnik drsnega trenja med gumo in cestiščem je $0,8$.



- a) Izračunajte dolžino zavorne poti, na kateri bi se avto ustavil, če ne bi bilo zidu. (9 točk)
- Ali se bo avto zaletel v zid (obkrožite odgovor)?
- A Da.
- B Ne.
- b) Izračunajte, s kolikšno hitrostjo se avto zaleti v zid. (4 točke)
- c) Izračunajte, koliko časa avto zavira, preden se zaleti v zid. (5 točk)
- d) Izračunajte energijo avtomobila v trenutku, ko ima hitrost 108 km/h. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) 1. način
- $E_{k1} - E_{k0} = \sum W_i$ 1 točka
- $\sum W_i = -W_{tr} = -F_{tr}s$ 1 točka
- $F_{tr} = \mu F_n = \mu mg$ 1 točka
- $E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2} = 0$ 1 točka
- $-\frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgs$ 1 točka
- $s = \frac{v_0^2}{2g\mu}$ 1 točka
- $s = \frac{40^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,8} = 101,94$ m (1+1) 2 točki
- Pravilen je odgovor A. 1 točka

2. način: D'Alambert

$$F_{tr} = \mu mg \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vz} = ma \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vz} - F_{tr} = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$ma - \mu mg = 0$$

$$a = \mu g \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$a = 0,8 \cdot 9,81 = 7,85 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_0 - at \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

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

$$t = \frac{40}{7,85} = 5,1 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$s = 40 \cdot 5,1 - \frac{7,85 \cdot 5,1^2}{2}$$

$$s = 101,9 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Pravilen je odgovor A..... 1 točka

b) 1. način

$$E_{k2} - E_{k0} = -W_{tr} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgl \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2\mu gl} = \sqrt{40^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot 0,8 \cdot 60} = 25,66 \text{ m/s} \dots\dots\dots (1+1) 2 \text{ točki}$$

2. način: Kinematične enačbe

$$s_1 = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$60 = 40t_1 - \frac{7,85t_1^2}{2}$$

$$7,85 t_1^2 - 80t_1 + 120 = 0$$

$$t_1 = \frac{80 \pm \sqrt{80^2 - 4 \cdot 7,85 \cdot 120}}{2 \cdot 7,85} = \begin{matrix} 8,36 \text{ s} \\ 1,83 \text{ s} \end{matrix} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

(Zgornje lahko kandidat izračuna tudi pri vprašanju c in se potem vrne k vprašanju b.)

$$v_1 = v_0 - at_1 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = 40 - 7,85 \cdot 1,83$$

$$v_1 = 25,65 \text{ m/s} \quad (92,3 \text{ km/h}) \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

3. način: Uporaba »osnovne« enačbe iz fizike

$$2as_1 = v_0^2 - v_1^2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2a s_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = \sqrt{40^2 - 2 \cdot 7,85 \cdot 60} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = 25,65 \text{ m/s} \quad (92,3 \text{ km/h}) \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

c) 1. način

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = l \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_2 = v_0 + at$$

$$a = \frac{v_2 - v_0}{t} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$l = v_0 t + \frac{v_2 - v_0}{t} \cdot \frac{t^2}{2} = \frac{v_0 + v_2}{2} t \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t = \frac{2l}{v_0 + v_2} = \frac{2 \cdot 60}{40 + 25,66} = 1,83 \text{ s} \dots\dots\dots (1+1) 2 \text{ točki}$$

2. način

Če kandidat reši vprašanje b po 2. načinu, prepíše čas

$$t_1 = 1,83 \text{ s} \dots\dots\dots 5 \text{ točk}$$

3. način

Če kandidat reši vprašanje b z energijami, pozna v_1 , za izračun pojemka lahko uporabi (osnovno) enačbo iz fizike

$$2as_1 = v_0^2 - v_1^2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$a = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2 s}$$

$$a = \frac{40^2 - 25,65^2}{2 \cdot 60} = 7,83 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = v_0 - at_1 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - v_1}{a} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t_1 = \frac{40 - 25,65}{7,85} = 1,83 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

4. način

Če kandidat reši vprašanje a po D'alambertu, pozna pojemek, iz vprašanja b pozna v_1 , za izračun lahko uporabi enačbo za hitrost pri enakomerno pojemajočem gibanju

$$v = v_0 - at \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$v_1 = v_0 - at_1 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - v_1}{a} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t_1 = \frac{40 - 25,65}{7,85} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

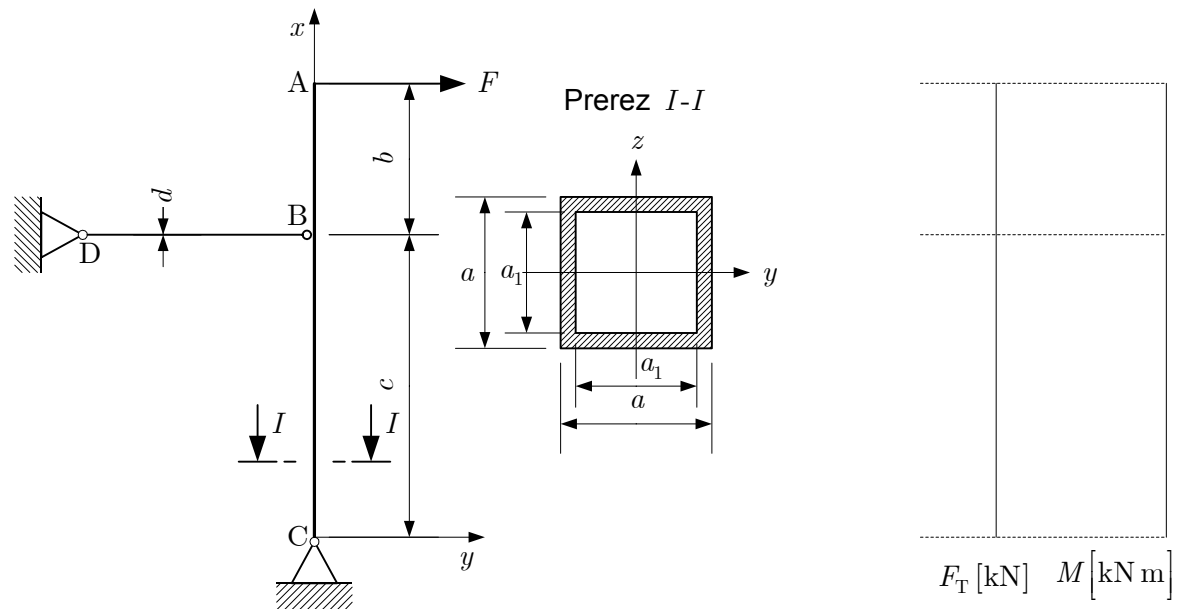
$$t_1 = 1,83 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) $E_k = \frac{mv^2}{2}$ 1 točka

$E_k = \frac{980 \cdot \left(\frac{108}{3,6}\right)^2}{2} = 441 \text{ kJ}$ 1 točka

B3

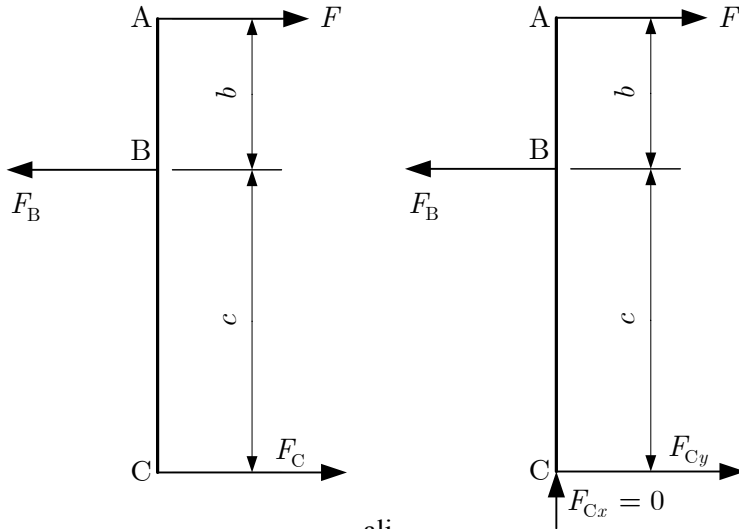
Narisani navpični nosilec \overline{AC} (steber) je v točki A obremenjen z vodoravno silo $F = 3 \text{ kN}$, v točki B pa je pripet na jekleno žico premera d . Izmere so: $b = 1 \text{ m}$, $c = 1,5 \text{ m}$. Lastno težo stebra zanemarimo.



- Imenujte podpri B in C ter v skico vrišite reakcije. (2 točki)
- Izračunajte reakcije v točkah B in C. (3 točke)
- V gornjo skico vrišite diagram prečnih sil in diagram upogibnih momentov za nosilec \overline{AC} . (4 točke)
- Izračunajte premer d pritrdilne jeklene žice \overline{BD} , če je dopustna normalna napetost v žici $\sigma_{\text{dop}} = 200 \text{ MPa}$. (3 točke)
- Izračunajte največji upogibni moment v nosilcu \overline{AC} in največjo upogibno normalno napetost, če sta dimenziji prereza nosilca $a = 80 \text{ mm}$ in $a_1 = 70 \text{ mm}$. (8 točk)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a) Podpora B je nihalna podpora, podpora C pa nepomična členkasta podpora 1 točka



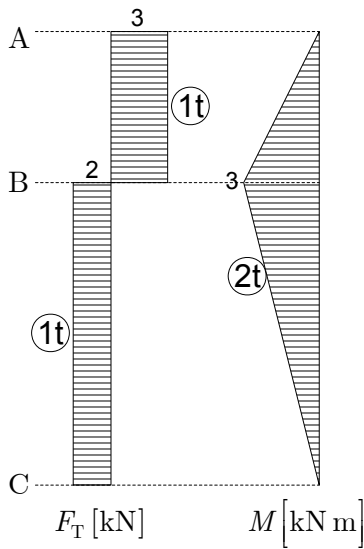
ali 1 točka

b) $\sum M_{iB} = 0 = F_C c - F b$ 1 točka

$$F_C = \frac{Fb}{c} = \frac{3000 \cdot 1}{1,5} = 2000 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\sum F_{iy} = 0 \Rightarrow F_B = F_C + F = 3000 + 2000 = 5000 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

c)



.....(1+1+2) 4 točke

d) $\sigma = \frac{F_N}{A} \leq \sigma_{dop}$ 1 točka

$$\frac{4F_B}{\pi d^2} \leq \sigma_{dop} \Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{4F_B}{\pi \sigma_{dop}}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 5000}{\pi \cdot 200}} = 5,64 \text{ mm} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

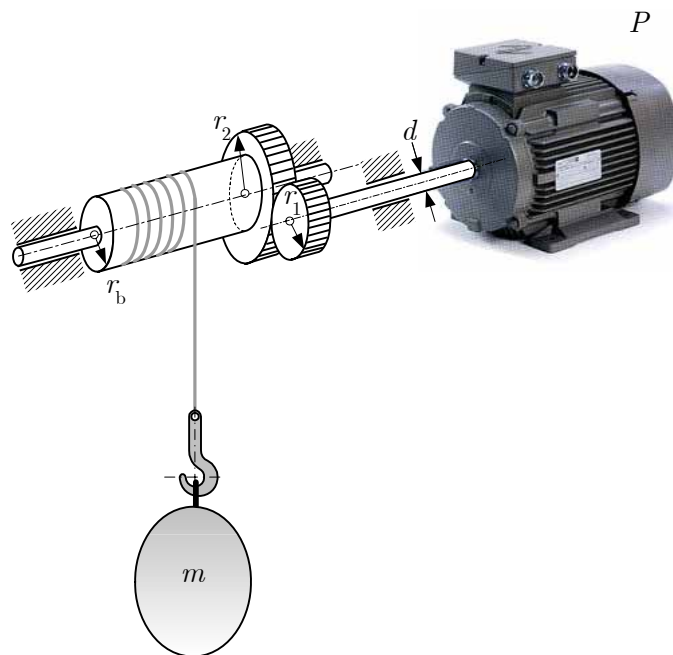
e) $M_{\text{maks}} = Fb$ 1 točka
 $M_{\text{maks}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ kN m}$ 1 točka
 $I_z = \frac{a^4}{12} - \frac{a_1^4}{12} = \frac{8^4}{12} - \frac{7^4}{12} = 141,25 \text{ cm}^4$ (1+1) 2 točki
 $W_z = \frac{I_z}{e_z} = \frac{141,25}{4} = 35,31 \text{ cm}^3$ 1 točka
 $\sigma_{\text{maks}} = \frac{M_{\text{maks}}}{W_z}$ 1 točka
 $\sigma_{\text{maks}} = \frac{3 \cdot 10^6}{35,31 \cdot 10^3} = 85 \text{ MPa}$ (1+1) 2 točki

PODROČJE PREVERJANJA C

C1

Z dvigalom, narisanim na skici, lahko dvigamo bremena do mase $m = 300$ kg.

Karakteristične mere dvigala so: $r_1 = 5$ cm, $r_2 = 40$ cm, $r_b = 25$ cm. Težo kavlja zanemarimo.



a) Izračunajte silo v vrvi v naslednjih primerih:

(8 točk)

A če največje dovoljeno breme dvigamo s stalno hitrostjo,

B če največje dovoljeno breme spuščamo s stalno hitrostjo $v_0 = 0,6$ m/s in ga nato v času 0,75 sekunde ustavimo z enakomernim pojemkom,

C če največje dovoljeno breme miruje na določeni višini.

b) Izračunajte potreben moment motorja, če je največja dovoljena sila v vrvi $F_v = 3,183$ kN.

(Izgube zanemarimo.)

(8 točk)

c) Izračunajte potrebno moč za dviganje bremena mase 300 kg s stalno hitrostjo $v = 0,6$ m/s.

Kolikšna je v tem primeru potrebna moč motorja, če je izkoristek dvigala enak $\eta = 90$ %.

(7 točk)

d) Izračunajte premer d gredi motorja, če je največja dovoljena sila v vrvi $F_v = 3,183$ kN in je

$\tau_{\text{dop}} = 20$ MPa.

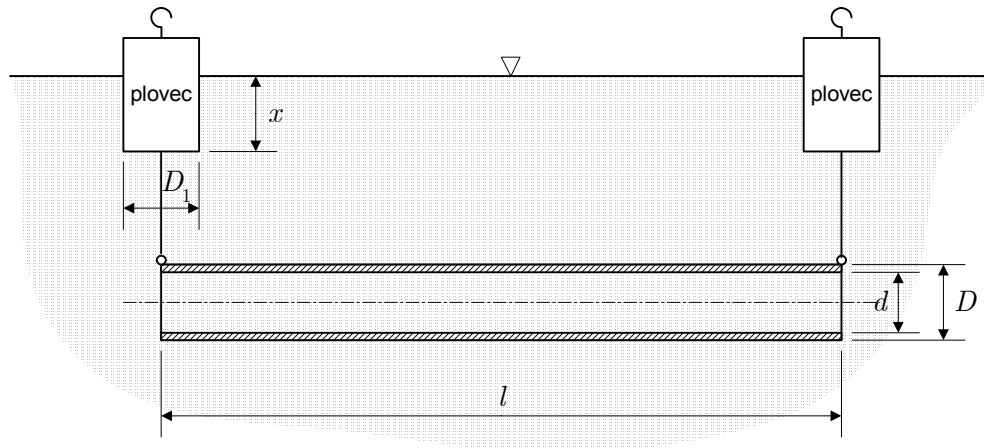
(7 točk)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a)
- A $F_v = mg = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$ (1+1) 2 točki
- B $v = v_0 - at = 0$ 1 točka
- $a = \frac{v_0}{t} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8 \text{ m/s}^2$ 1 točka
- $ma = \sum_i F_i$ 1 točka
- $ma = F_v - mg$ 1 točka
- $F_v = m(a + g) = 300(0,8 + 9,81) = 3183 \text{ N}$ 1 točka
- C $F_v = mg = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$ 1 točka
- b) $\sum M_i = 0$ 1 točka
- $F_v r_b = F_2 r_2$ 2 točki
- $F_2 = F_v \frac{r_b}{r_2} = 3183 \cdot \frac{25}{40} = 1989,4 \text{ N}$ 1 točka
- $M_m = M_1 = F_2 r_1 = F_v \frac{r_b}{r_2} r_1 = 3183 \cdot \frac{0,25}{0,40} \cdot 0,05 = 99,5 \text{ N m}$ (2+1+1) 4 točke
- ali
- $i = \frac{r_2}{r_1} = \frac{40}{5} = 8$ (1+1) 2 točki
- $M_2 = F_v r_b = 3183 \cdot 0,25 = 796 \text{ N m}$ (1+1) 2 točki
- $i = \frac{M_2}{M_1}$ 2 točki
- $M_1 = \frac{M_2}{i} = \frac{796}{8} = 99,5 \text{ N m}$ (1+1) 2 točki
- c) $P = Fv$ 1 točka
- $P_{\text{dviganja}} = mgv = 300 \cdot 9,81 \cdot 0,6 = 1765,8 \text{ W}$ (1+1+1) 3 točke
- $\eta = \frac{P_{\text{dviganja}}}{P_m}$ 1 točka
- $P_m = \frac{P_{\text{dviganja}}}{\eta} = \frac{1765,8}{0,9} = 1962 \text{ W}$ (1+1) 2 točki
- d) $\tau = \frac{T}{W_p} \leq \tau_{\text{dop}}$ 1 točka
- $T = M_m = 99,5 \text{ N m}$ 2 točki
- $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$ 1 točka
- $\frac{16T}{\pi d^3} \leq \tau_{\text{dop}} \Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau_{\text{dop}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 99500}{\pi \cdot 20}} = 29,4 \text{ mm}$ (1+1+1) 3 točke

C2

Jekleno cev, ki je na vsakem koncu obešena na pokončen valjast plovec s premerom $D_1 = 1$ m in maso $m_1 = 100$ kg, z dvigalom spustimo v vodo. Dolžina cevi je $l = 25$ m, zunanji premer cevi $D = 200$ mm, notranji premer cevi $d = 180$ mm, gostota jekla pa je $7,8$ kg/dm³.



- Izračunajte težo cevi. (5 točk)
- Določite maksimalno upogibno napetost v cevi, ko je cev (v horizontalni legi) še v zraku. (8 točk)
- Narišite sile, ki delujejo na cev, ko je že potopljena, in sile, ki delujejo na plovec. (4 točke)
- Izračunajte silo, s katero mora plovec držati cev navzgor. Gostota vode je 1000 kg/m³. (5 točk)
- Izračunajte, za koliko je pri tem plovec potopljen. (Lastno težo vrvi in vzgon nanjo zanemarite.) (8 točk)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a) Teža cevi:

$$F_g = mg = \rho Vg \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

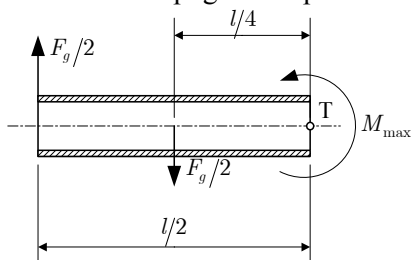
$$V = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)l \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (2^2 - 1,8^2) \cdot 250 = 149,2 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$m = 7,8 \cdot 149,2 = 1164 \text{ kg} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_g = 1164 \cdot 9,81 = 11418 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

b) Maksimalna upogibna napetost v cevi:



..... 1 točka

$$\sum M_T = 0$$

$$M_{\max} + \frac{F_g}{2} \frac{l}{4} - \frac{F_g}{2} \frac{l}{2} = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$M_{\max} = \frac{F_g l}{4} - \frac{F_g l}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{F_g l}{8} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$M_{\max} = \frac{11418 \cdot 25}{8} = 35681 \text{ Nm} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

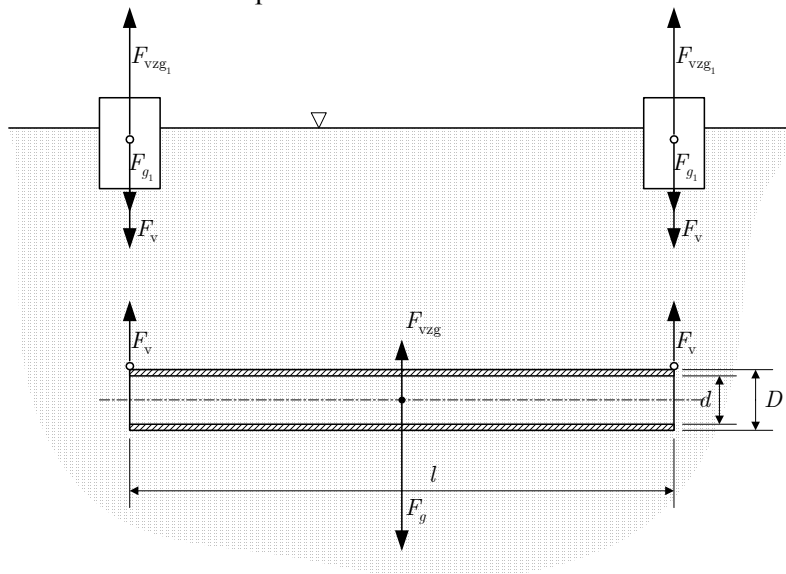
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{20^4 - 18^4}{20} = 270,1 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{35681 \cdot 10^3}{270,1 \cdot 10^3} = 132 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

c) Sile na cev in sile na plovec:



..... 4 točke

d) Sila, s katero plovec drži cev:

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_g - F_{vzg} - 2F_v = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_v = \frac{F_g - F_{vzg}}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vzg} = \rho_v V g \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vzg} = 1000 \cdot 0,1492 \cdot 9,81 = 1463,6 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_v = \frac{11418 - 1463,6}{2} = 4977,2 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

e) Ravnotežje plovca:

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_{vzg_1} - F_{g_1} - F_v = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vzg_1} = F_{g_1} + F_v \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{g_1} = m_1 g$$

$$F_{g_1} = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vzg_1} = 981 + 4977,2 = 5958,2 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_{vzg_1} = \rho_k g V$$

$$F_{vzg_1} = \rho_k g \frac{\pi D_1^2}{4} x \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$x = \frac{4 \cdot F_{vzg_1}}{\rho_k g \pi D_1^2} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

$$x = \frac{4 \cdot 5958,2}{1000 \cdot 9,81 \cdot \pi \cdot 1^2} = 0,77 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$