



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



SPOMLADANSKI ROK

## MEHANIKA

### NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Četrtek, 16. junij 2005

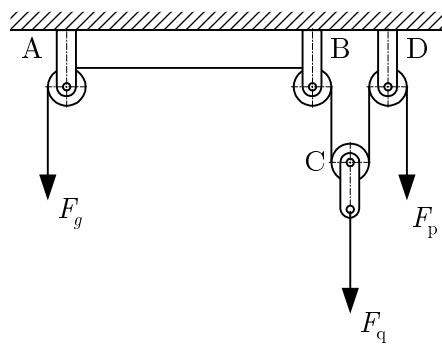
SPLOŠNA MATURA

## PODROČJE PREVERJANJA A

**A01**

Neraztegljiva gladka vrv je brez trenja napeljana skozi sistem idealno vrtljivih škripcev.

- V odvisnosti od teže  $F_g$  izrazite osne sile v vrvi na odsekih  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$  in  $\overline{CD}$ , če sistem miruje v prikazani legi.
- Določite teži  $F_q$  in  $F_p$  v odvisnosti od  $F_g$  tako, da sistem v prikazani legi miruje.
- Določite navpične komponente reakcij v podporah A, B in D.

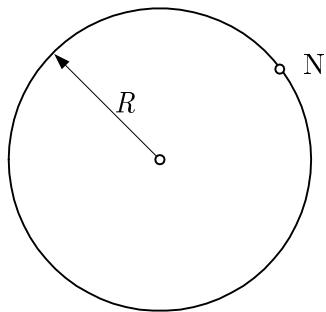


**Rešitev in navodila za točkovanje:**

- $F_{\overline{AB}} = F_g$  ..... 1 točka  
 $F_{\overline{BC}} = F_{\overline{CD}} = F_g$  ..... 1 točka
- $F_p = F_g$  ..... 1 točka  
 $F_q = 2F_g$  ..... 1 točka
- $F_A = F_g$   
 $F_B = F_g$   
 $F_D = 2F_g$  ..... 1 točka

A02

Točka N kroži enakomerno pojemajoče po krožnici polmera  $R$ . Izberite in na skici označite smer gibanja točke.



Za narisano lego točke N narišite v skico:

- vektor hitrosti točke in ga označite z  $\vec{v}$  ter smer vrtenja, ki jo označite z  $\omega$ ,
- tangencialni pospešek (pojemek) točke in ga označite z  $\vec{a}_t$ ,
- normalni pospešek točke in ga označite z  $\vec{a}_n$ ,
- skicirajte položaj točke po pretečenem času  $\Delta t$  in ga označite z  $N_1$ ,
- napišite enačbo za opravljeno pot točke v časovnem intervalu, če se je točka premaknila za kot  $\Delta\varphi$ .

*Rešitev in navodila za točkovanje:*



A03

V posodi je voda gostote  $\rho$ . Na njeno gladino položimo homogeno kroglo gostote  $\rho_1 = 0,8\rho$ . Obkrožite pravilne trditve.

1) Krogla bo (1 pravilen odgovor):

- A potonila na dno posode;
- B lebdela v vodi na kateri koli globini;
- C plavala delno potopljena.

2) Sila vzgona, ki deluje na kroglo, je odvisna od (2 pravilna odgovora):

- A oblike posode;
- B gostote vode;
- C tlaka zraka v okolici posode;
- D prostornine potopljenega dela krogle.

3) Prijemališče sile vzgona je (1 pravilen odgovor):

- A v težišču krogle;
- B v težišču potopljenega dela krogle;
- C v težišču dela krogle, ki je nad gladino vode.

4) Pri obravnavani krogli v posodi povečamo gostoto tekočine. Zaradi tega (1 pravilen odgovor):

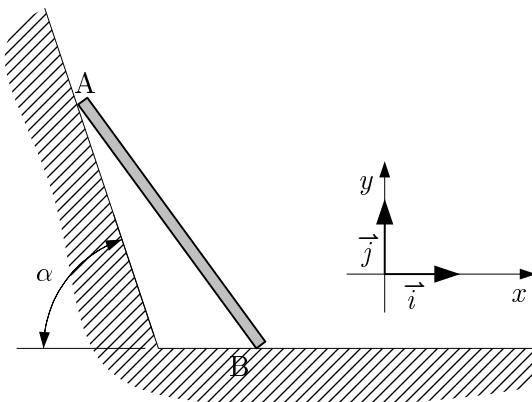
- A se sila vzgona na kroglo ne spremeni;
- B se sila vzgona na kroglo poveča;
- C se sila vzgona na kroglo zmanjša.

*Rešitev in navodila za točkovanje:*

- 1) C Plavala delno potopljena ..... 1 točka
- 2) B Gostote vode..... 1 točka  
D Prostornine potopljenega dela krogle ..... 1 točka
- 3) B V težišču potopljenega dela krogle..... 1 točka
- 4) A Sila vzgona na kroglo se ne spremeni..... 1 točka

A04

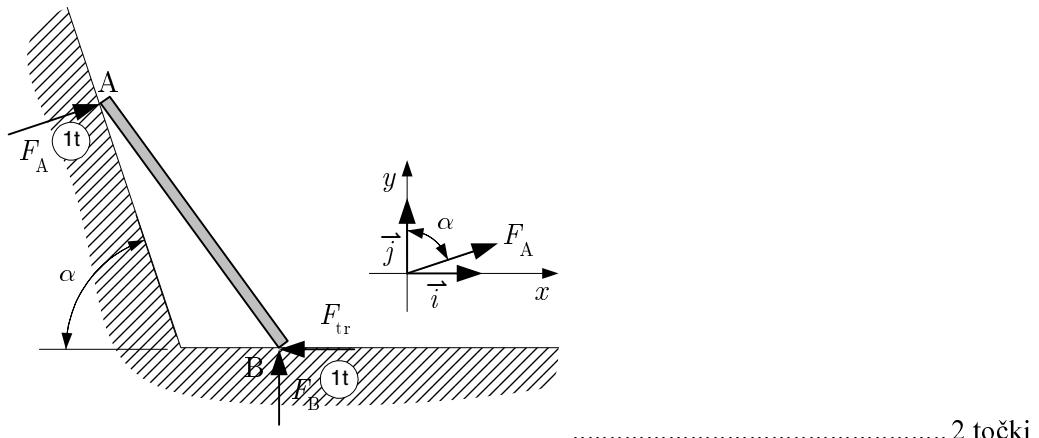
Na poševno gladko steno pod kotom  $\alpha$  je v točki A naslonjen zgornji konec lestve, ki je v točki B postavljena na hrapavo horizontalno podlago.



- V risbo vrišite vse sile, ki delujejo na lestev.
- Imenujte podporo A.
- Izrazite komponenti reakcije v podpori A v smereh x in y v odvisnosti od kota  $\alpha$  ter zapišite vektor reakcije  $\vec{F}_A$ .

*Rešitev in navodila za ocenjevanje:*

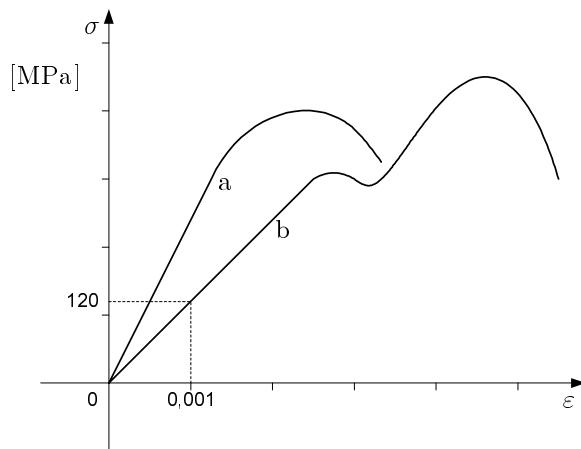
a)



- Podpora A je dotikalna (ali členkasto premična oz. pomicna). ..... 1 točka
- $F_{Ax} = F_A \sin \alpha$
- $F_{Ay} = F_A \cos \alpha$  ..... 1 točka
- $\vec{F}_A = F_A (\sin \alpha \vec{i} + \cos \alpha \vec{j})$  ali  $\vec{F}_A = (F_A \sin \alpha, F_A \cos \alpha)$  ..... 1 točka

A05

Na skici sta prikazana diagrama  $\sigma - \varepsilon$  za materiala a in b pri nateznem preizkušu.



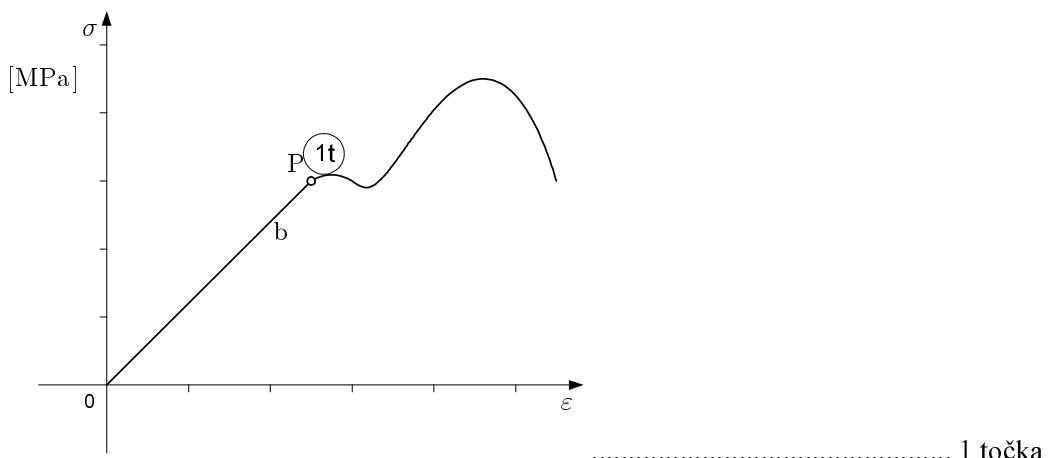
- a) Kateri material ima večji modul elastičnosti in zakaj?
  - b) Kateri material ima večjo natezno trdnost?
  - c) Za material b označite s črko P mejo proporcionalnosti.
  - d) Za koliko bi se podaljšala ( $v$  mm) 2 m dolga palica iz materiala b, če je napetost v palici  $\sigma = 120 \text{ MPa}$ ?

### ***Rešitev in navodila za ocenjevanje:***

- a) Večji modul elastičnosti ima material a, ker je naklon ravnega dela krivulje večji ..... 1 točka

b) Večjo natezno trdnost ima material b ..... 1 točka

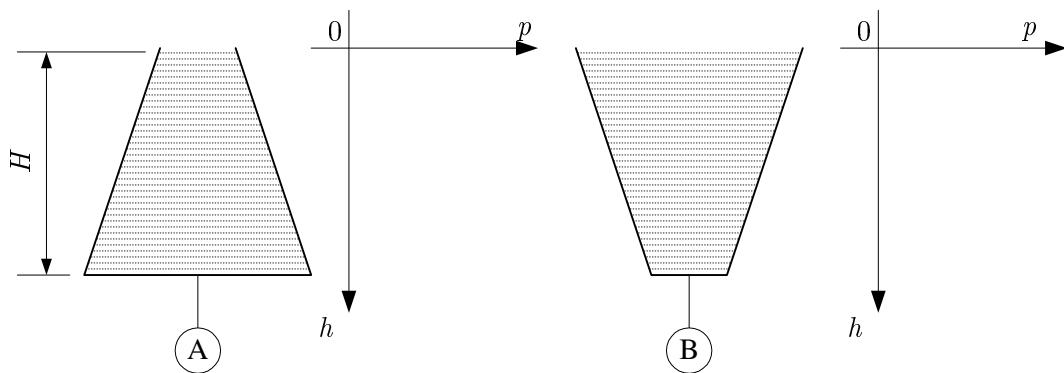
c)



- d)  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  ..... 1 točka  
 $\Delta l = \varepsilon l = 0,001 \cdot 2000 = 2$  mm ..... 1 točka

A06

Napišite enačbo za izračun hidrostatičnega tlaka, razložite pomen veličin v enačbi in zapišite njihove enote. V posodah A in B je nalita enaka kapljevina. Za narisana primera narišite diagrama spremenjanja hidrostatičnega tlaka od gladine do dna posode.



### ***Rešitev in navodila za ocenjevanje:***

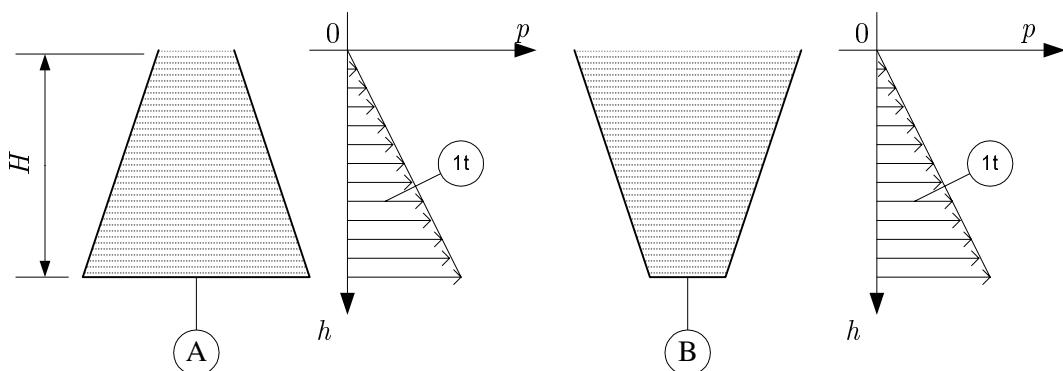
### Splošna enačba za izračun hidrostatičnega tlaka

$p$  – hidrostaticni (nad) tlak,  $[p] = \text{Pa}$  ali  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$\rho$  – gostota tekočine,  $[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  ali  $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$  ..... 1 točka

$g$  – pospešek prostega pada (ali zemeljski ali gravitacijski pospešek),  $[g] = \text{m/s}^2$

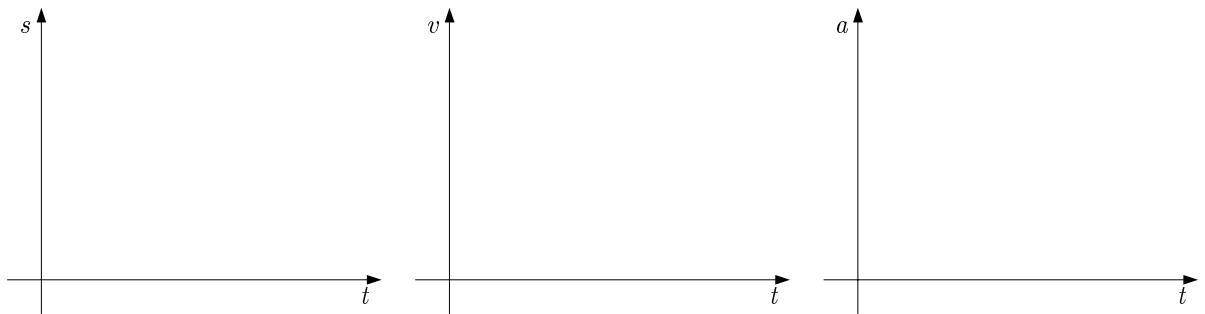
*h* – globina tekočine (oddaljenost od gladine), [*h*] = m ..... 1 točka



**A07**

V kinematiki imamo enačbo:  $s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

- Kaj izračunamo s to enačbo?
- Za gibanje, ki ga popisuje navedena enačba, skicirajte diagrame pospeška, hitrosti in poti v odvisnosti od časa.

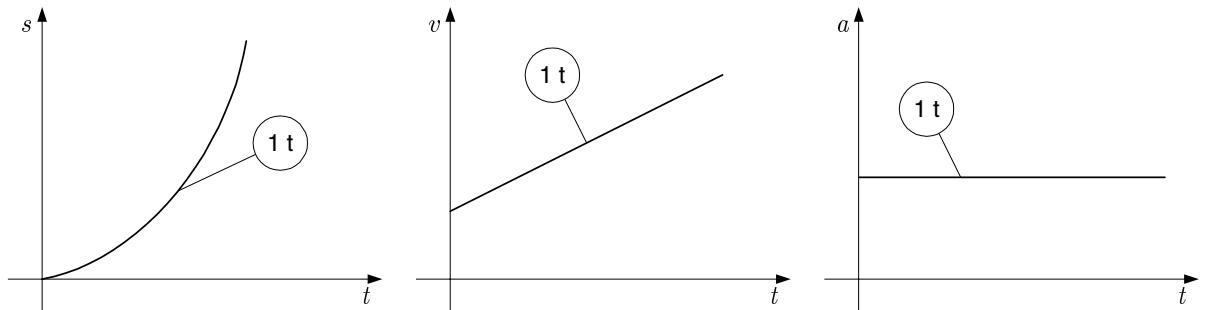


- Napišite enačbo za hitrost pri tem gibanju.

**Rešitev in navodila za ocenjevanje:**

- Z enačbo izračunamo pot pri enakomerno pospešenem gibanju telesa ..... 1 točka

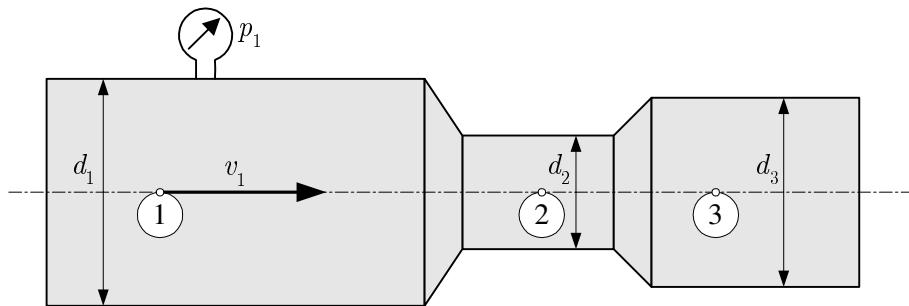
b)



- $v = v_0 + a t$  ..... 1 točka

A08

Po vodoravnem cevovodu premerov  $d_1$ ,  $d_2$  in  $d_3$  ( $d_1 > d_3 > d_2$ ) se pretaka tekočina. V prerezu ① je hitrost tekočine  $v_1$  in nadtlak  $p_1$ .



- a) Napišite kontinuitetno enačbo za prereza ① in ②.
- b) Pojasnite, ali je večja pretočna hitrost v prerezu ① ali prerezu ②.
- c) Obkrožite pravilno trditev:
  - A  $p_1 < p_2$
  - B  $p_1 = p_2$
  - C  $p_1 > p_2$
- d) Ali se v prerezu ② lahko pojavi podtlak?
- e) Izrazite hitrost  $v_2$  s hitrostjo  $v_1$ .

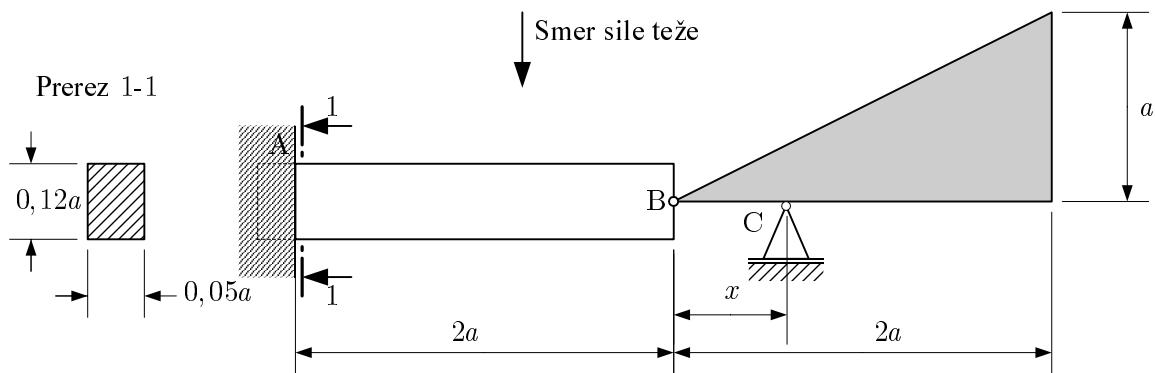
**Rešitev in navodila za ocenjevanje:**

- a)  $q_{V1} = q_{V2}$  ali  $v_1 A_1 = v_2 A_2$  ali  $v_1 \frac{\pi d_1^2}{4} = v_2 \frac{\pi d_2^2}{4}$  ..... 1 točka
- b) V prerezu ② je večja hitrost kakor v prerezu ①, ker je  $d_2 < d_1$  ..... 1 točka
- c)  $p_1 > p_2$  ..... 1 točka
- d) V prerezu ② se lahko pojavi podtlak ..... 1 točka
- e)  $v_1 \frac{\pi d_1^2}{4} = v_2 \frac{\pi d_2^2}{4} \Rightarrow v_2 = v_1 \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$  ..... 1 točka

## PODROČJE PREVERJANJA B

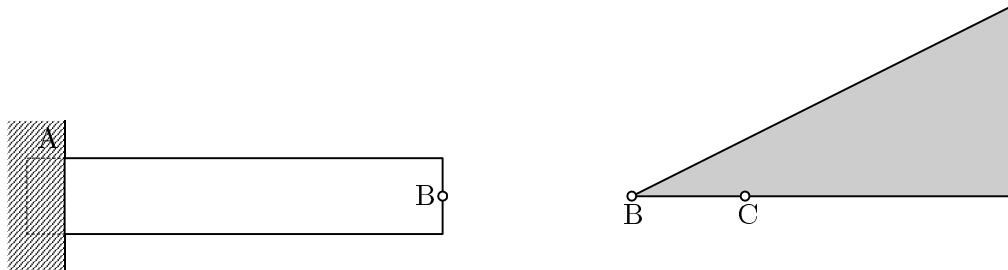
**B01**

Enakomerno debela homogena trikotna plošča teže  $F_g$  je v točki B členkasto pritrjena na nosilec, ki je tega vpet v zid A. Teža nosilca je enaka teži plošče.



- a) Skicirajte vse zunanje sile, ki delujejo na ploščo in na nosilec.

(6 točk)



- b) Izrazite sile, ki delujejo na nosilec v podpori A, v odvisnosti od teže  $F_g$  in dolžine a, če je  $x = a$ .

(7 točk)

- c) Izrazite upogibni moment v prerezu nosilca 1-1.

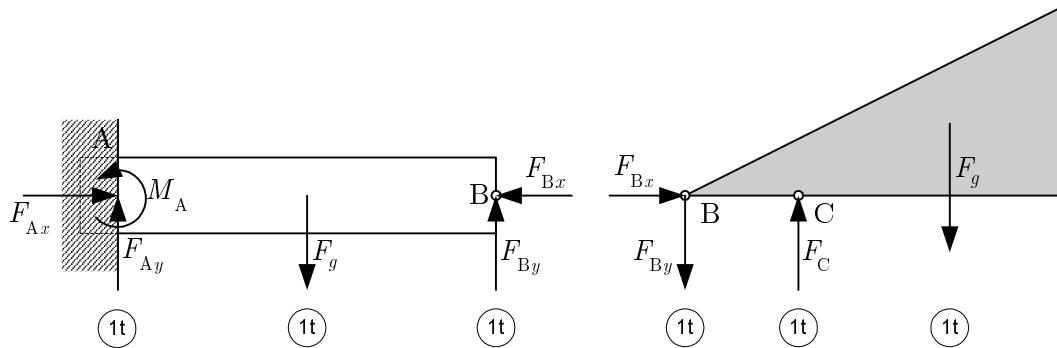
(3 točke)

- d) Napišite izraz za največjo napetost v prerezu 1-1.

(4 točke)

### ***Rešitev in navodila za točkovanje:***

a)



b) Ravnotežje plošče:

$$\sum M_{iC} = 0$$

$$F_{By} - F_g \frac{a}{3} = 0$$

## Ravnotežje nosilca:

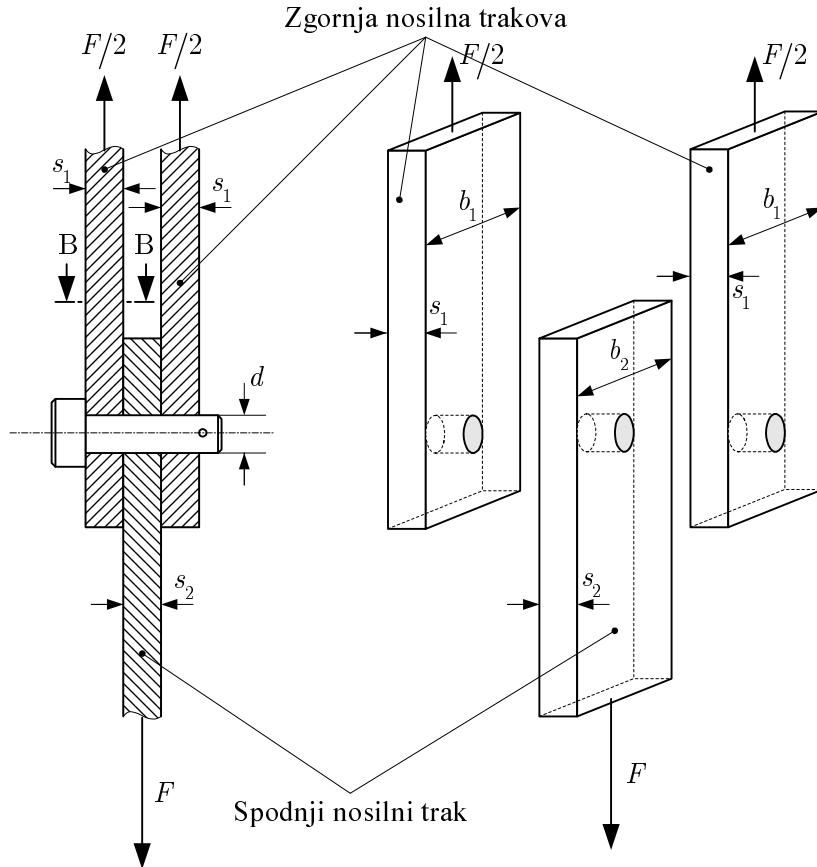
c)  $M = -M_A$  ..... 2 točki

d)  $W = \frac{b h^2}{6}$  ..... 1 točka

$$W = \frac{0,05 a (0,12 a)^2}{6} = 1,2 \cdot 10^{-4} a^3 \quad \dots \dots \dots \text{1 točka}$$

**B02**

Narisana zveza prenaša silo  $F = 9,4 \text{ kN}$ . Nosilne jeklene trakove členkasto povezuje vezni element premera  $d$ .



**Izračunajte:**

- potreben premer veznega elementa, če je dopustna strižna napetost  $\tau_{s_{\text{dop}}} = 60 \text{ N/mm}^2$ .  
(9 točk)
- širino  $b_2$  spodnjega nosilnega traku debeline  $s_2 = 8 \text{ mm}$ , če je dopustna natezna napetost  $\sigma_{\text{dop}} = 90 \text{ N/mm}^2$ .  
(8 točk)
- napetost v zgornjem nosilnem traku v prerezu B-B, če je njegova širina  $b_1 = 25 \text{ mm}$ , debelina pa  $s_1 = 5 \text{ mm}$ .  
(3 točke)

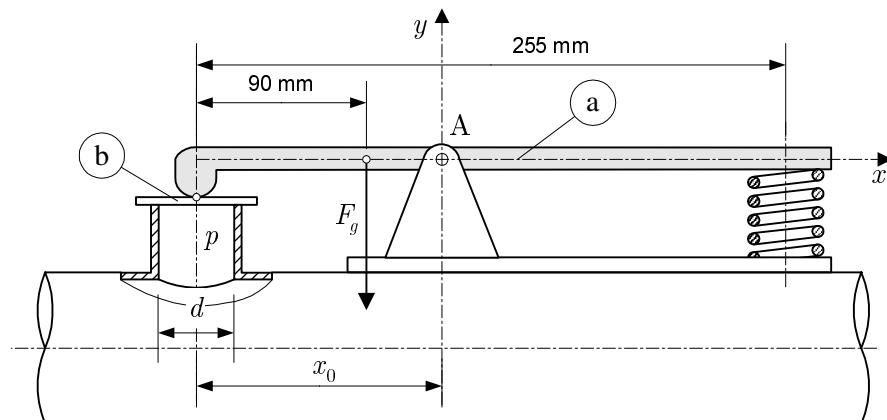
#### ***Rešitev in navodila za ocenjevanje:***

b)  $\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{\text{dop}}$  ..... 1 točka

c)  $\sigma = \frac{F}{A}$  ..... 1 točka

**B03**

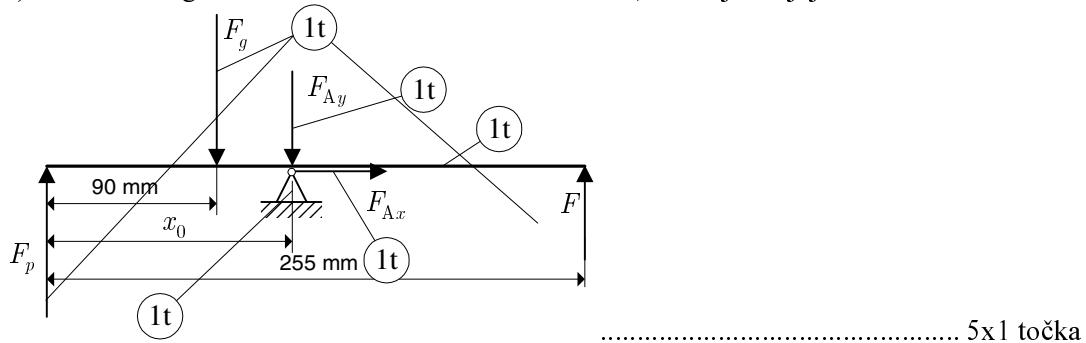
Pokrov "b" in vzvod "a" s skupno lastno težo  $F_g = 10 \text{ N}$  zapirata odprtino premera  $d = 25 \text{ mm}$  varnostnega ventila v tlačnem cevovodu z delovanjem sile  $F = 60 \text{ N}$  v tlačni vzmeti. Vrtiščna točka A je tako nameščena, da se ventil odpre pri nadtlaku 6 bar v tlačnem cevovodu.



- a) Narišite drog "a" kot model nosilca z vsemi silami, ki nanj delujejo. (5 točk)
- b) Izračunajte, s kolikšno silo deluje nadtlak v tlačnem cevovodu na pokrov varnostnega ventila. (4 točke)
- c) Izračunajte potrebno razdaljo  $x_0$ , da se ventil odpre pri nadtlaku 6 bar. (5 točk)
- d) Izračunajte velikost obeh komponent sile reakcije v podpori A. (6 točk)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje:**

- a) Narišite drog "a" kot model nosilca z vsemi silami, ki nanj delujejo.



- b) Izračun sile, ki deluje na pokrov ventila:

$$F_p = pA \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$A = \frac{\pi \cdot 0,025^2}{4} = 0,000491 \text{ m}^2 = 491 \text{ mm}^2 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$F_p = 6 \cdot 10^5 \cdot 0,000491 = 294,5 \text{ N} \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

- c) Izračun potrebne razdalje  $x_0$ , da se ventil odpira pri 6 bar:

$$\sum M_{iA} = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$-F_p x_0 + F_g (x_0 - 90) + F (255 - x_0) = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$x_0 (F_g - F_p - F) + 255F - 90F_g = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$x_0 = \frac{90F_g - 255F}{F_g - F_p - F} \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$x_0 = \frac{90 \cdot 10 - 255 \cdot 60}{10 - 294,5 - 60} = 41,8 \text{ mm} \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

- d) Izračun obeh komponent reakcije v podpori A:

$$\sum F_{ix} = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$F_{Ax} = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$\sum F_{iy} = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$F_p + F - F_g - F_{Ay} = 0 \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

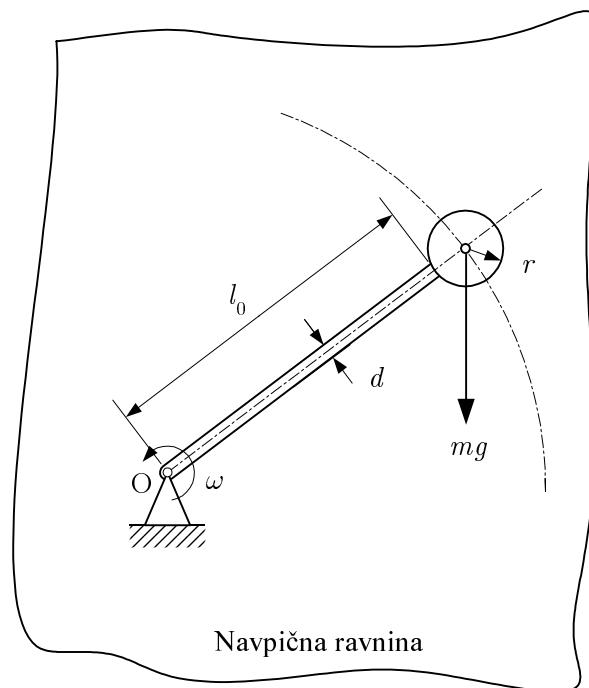
$$F_{Ay} = F_p + F - F_g \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

$$F_{Ay} = 294,5 + 60 - 10 = 344,5 \text{ N} \quad \dots \quad 1 \text{ točka}$$

## PODROČJE PREVERJANJA C

**C01**

Telo, ki je pripeto na os  $O$ , je sestavljeno iz krogle z maso  $6 \text{ kg}$  in droga dolžine  $l_0 = 54,3 \text{ cm}$  in premera  $d = 5 \text{ mm}$ . Gostota krogle je  $7850 \text{ kg/m}^3$ . Telo vrtimo v navpični ravnini s konstantno kotno hitrostjo  $9,42 \text{ s}^{-1}$  okoli osi  $O$ . Kinetična energija celotnega telesa (droga in krogle skupaj) je  $95,8 \text{ J}$ . Izgube zanemarimo.



- Izračunajte polmer krogle  $r$ .  
(3 točke)
- Izračunajte vrtilno frekvenco telesa.  
(2 točki)
- Izračunajte normalni pospešek središča krogle.  
(4 točke)
- Z A označite točko krogle z največjo obodno hitrostjo, z B pa točko krogle z najmanjšo obodno hitrostjo. Narišite vektorja obeh hitrosti in izračunajte razliko njunih velikosti.  
(5 točk)
- Narišite položaj telesa, ko je v drogu najmanjša natezna napetost, in položaj telesa, ko je v drogu največja natezna napetost, ter največjo natezno napetost tudi izračunajte. Lastno težo droga zanemarite.  
(10 točk)
- Izračunajte masni vztrajnostni moment telesa ter razliko med največjo in najmanjšo potencialno energijo krogle.  
(6 točk)

*Rešitev in navodila za točkovanje:*

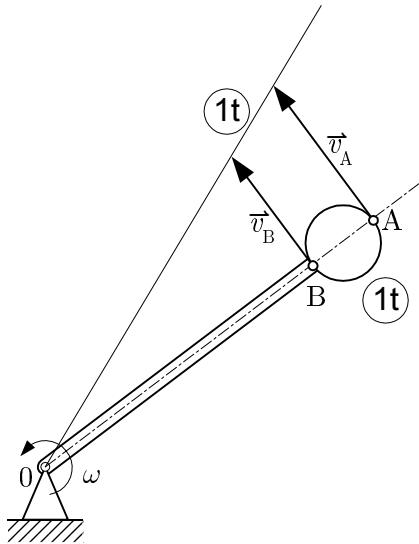
a) Izračun polmera krogle

b) Izračun vrtilne frekvence krogle

$\omega = 2\pi n$  ..... 1 točka

c) Izračun normalnega pospeška krogle

d) Hitrosti točk A in B

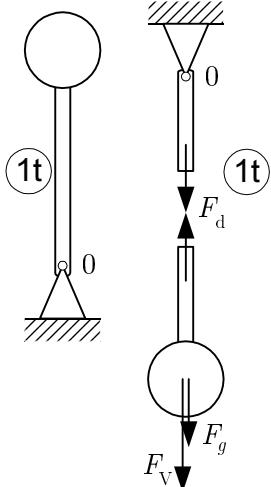


$$v_A = 9,42 \cdot (0,543 + 0,057 \cdot 2) = 6,19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$v_B = \omega l_0$  ..... 1 točka

$$v_B = 9,42 \cdot 0,543 = 5,12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e) Položaj krogle z najmanjšo in največjo natezno napetostjo v drogu



$$F_d = F_g + F_V \dots \text{1 točka}$$

$$F_d = m g + m a \dots \text{2x1 točka}$$

$$F_d = 6 \cdot 9,81 + 6 \cdot 53,24 = 378,3 \text{ N} \dots \text{1 točka}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \dots \text{1 točka}$$

$$A = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19,63 \text{ mm}^2 \dots \text{1 točka}$$

$$\sigma = \frac{F_d}{A} \dots \text{1 točka}$$

$$\sigma = \frac{378,3}{19,63} = 19,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \dots \text{1 točka}$$

f)  $E_k = \frac{\omega^2 J}{2} \dots \text{1 točka}$

$$J = \frac{2 E_k}{\omega^2} \dots \text{1 točka}$$

$$J = \frac{2 \cdot 95,8}{9,42^2} = 2,16 \text{ kgm}^2 \dots \text{1 točka}$$

$$E_{\text{pmaks}} = 2mgR \dots \text{1 točka}$$

$$E_{\text{pmaks}} = 6 \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot 0,6 = 70,6 \text{ J}$$

$$E_{\text{pmin}} = 0 \dots \text{1 točka}$$

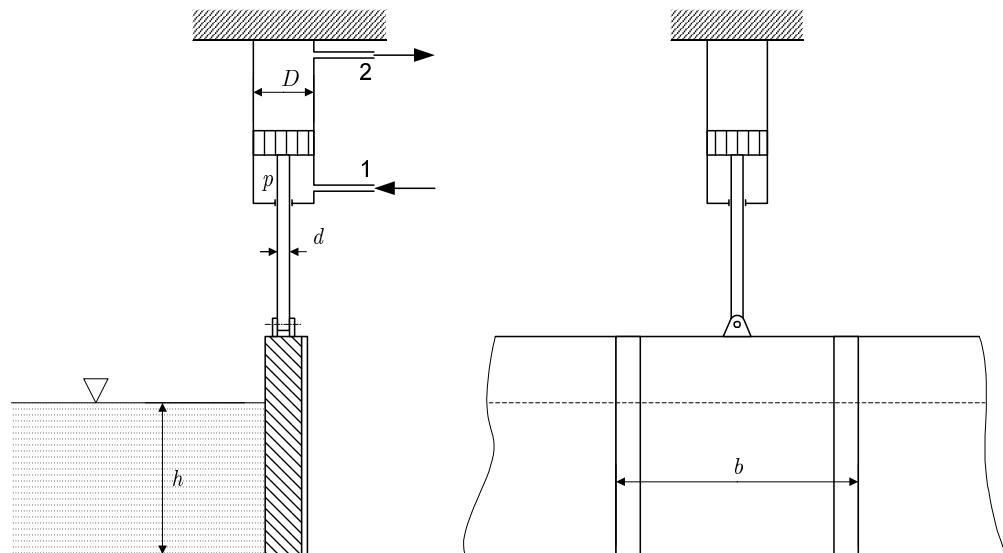
$$\Delta E_p = E_{\text{pmaks}} - E_{\text{pmin}} = 70,6 \text{ J} \dots \text{1 točka}$$

C02

Vodni kanal zapira zapornica širine  $b = 2 \text{ m}$ . Zapornica je naslonjena na drsna vodila.

Količnik trenja med zapornico in vodili je  $0,2$ . Lastna teža zapornice znaša  $3000 \text{ N}$ .

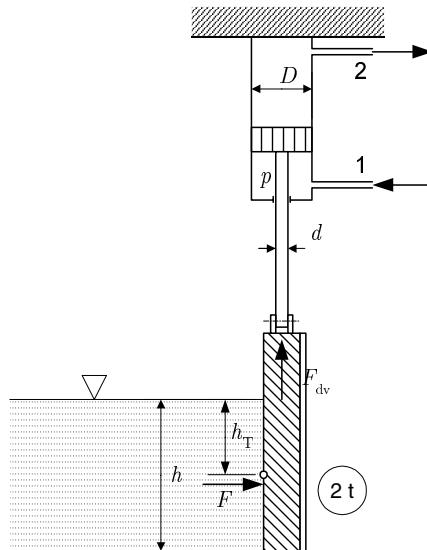
Zapornico dvigamo s hidravličnim cilindrom z notranjim premerom  $D = 60 \text{ mm}$ . Premer droga je  $d = 20 \text{ mm}$ , višina vode v kanalu je  $h = 1,2 \text{ m}$ , gostota vode je  $1 \text{ kg/dm}^3$ .



Izračunajte:

- a) hidrostatično silo, ki deluje na zapornico, in silo vrišite v skico; (9 točk)
- b) silo trenja med zapornico in vodili na začetku dviganja; (5 točk)
- c) dvižno silo, ki jo daje cilinder na začetku dviganja; (5 točk)
- d) napetost v drogu bata na začetku dviganja; (5 točk)
- e) nadtlak  $p$  v cevovodu 1 na začetku dviganja. (6 točk)

### ***Rešitev in navodila za ocenjevanje:***



a) Hidrostaticna sila:

b) Sila trenja:

$F_n = F$  ..... 2 točki

c) Dvižna sila:

d) Napetost v drogu:

e) Nadtlak v cevovodu: