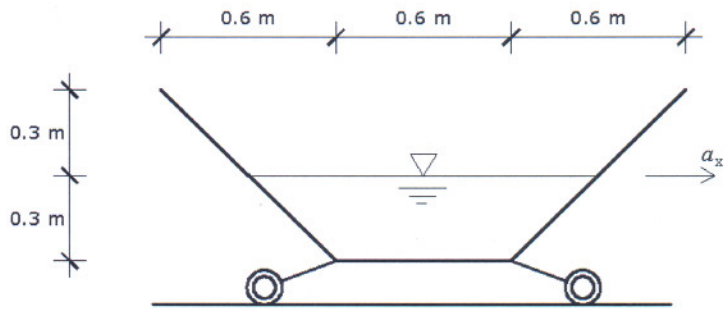


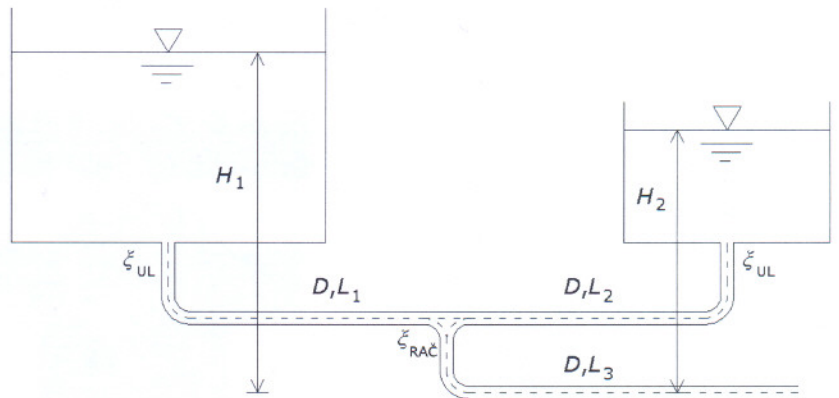
1) Odredite najveću dozvoljenu akceleraciju  $a_x$  kojom kolica mogu ubrzavati, a da ne dođe do prelijevanja vode preko ruba kolica. Nacrtati horizontalni i vertikalni dijagram hidrostatskog tlaka za slučaj relativnog mirovanja pri toj akceleraciji. Širina kolica je 1m.

(20 bodova)



2) Odredite visinu  $H_2$  za sistem kao na slici tako da protok kroz cijev 1 bude dva puta veći nego kroz cijev 2. Lokalni gubitak na račvi je funkcija brzine u cijevi 3. Linijske gubitke u vertikalnim dijelovima cijevi i gubitke u koljenima zanemariti. Promjer i koeficijent trenja su isti za sve cijevi. Nacrtati piezometarsku i energetska liniju za cijevni sustav.

(25 bodova)

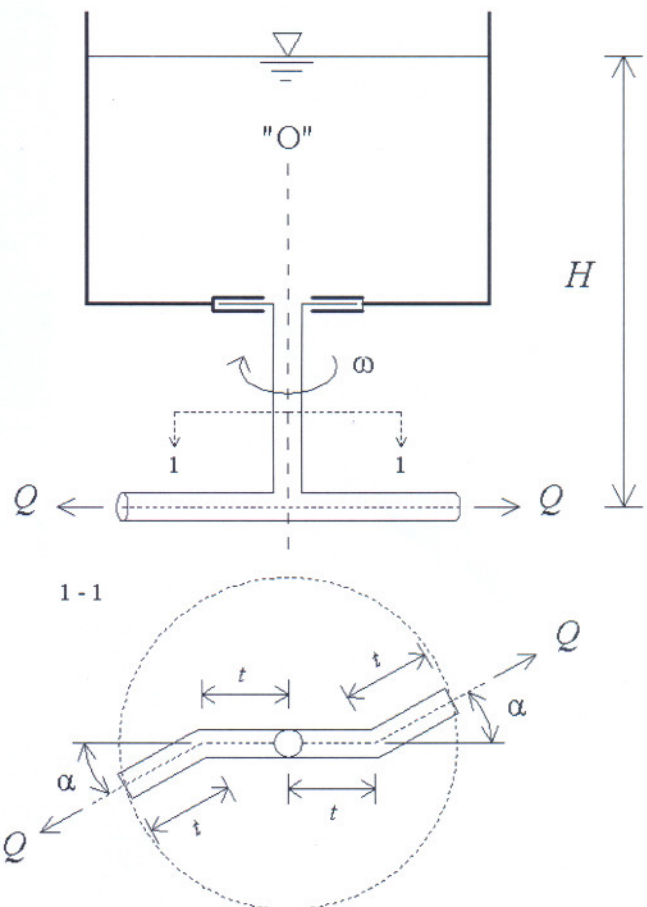


Zadano je:  $H_1=23\text{m}$ ;  $L_1=L_2=230\text{m}$ ;  $L_3=400\text{m}$ ;  $D=120\text{mm}$ ;  $\lambda=0.023$ ;  $\zeta_{UL}=0.5$ ;  $\zeta_{RAC}=0.9$

3) Odrediti koliki moment  $M$  se postiže rotacijom cijevi T-oblika na slici u odnosu na vertikalnu os "O" prilikom istjecanja iz nepomičnog rezervoara. Odrediti kutnu brzinu rotacije  $\omega$ . Pretpostaviti idealno istjecanje vode i zanemariti gubitke u ležaju. Promjer cijevi T-oblika je  $D = 0.1\text{m}$  u vertikalnom i horizontalnom dijelu.

(20 bodova)

Zadano je:  $H = 1.2\text{m}$ ;  $t = 0.2\text{m}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ .



4) Potrebno je izraditi hidraulički model preljeva praktičnog profila visine  $H_p=30\text{m}$  i širine  $B_p=8\text{m}$ . Model preljeva će se izraditi u hidrotehničkom laboratoriju u visini od  $H_M=1.5\text{m}$ . Maksimalni protok koji se očekuje u prirodi na preljevu iznosi  $Q_p=30\text{m}^3/\text{s}$ . Odrediti potreban protok kroz laboratorijsku pumpu  $Q_M$  da bi se modelirao maksimalni protok preko preljeva u prirodi. Izračunati preljevnu visinu u prirodi  $h_{pP}$  i na modelu  $h_{pM}$ . Koeficijent preljevanja u prirodi i na modelu iznosi  $m=0.6$ .

(20 bodova)

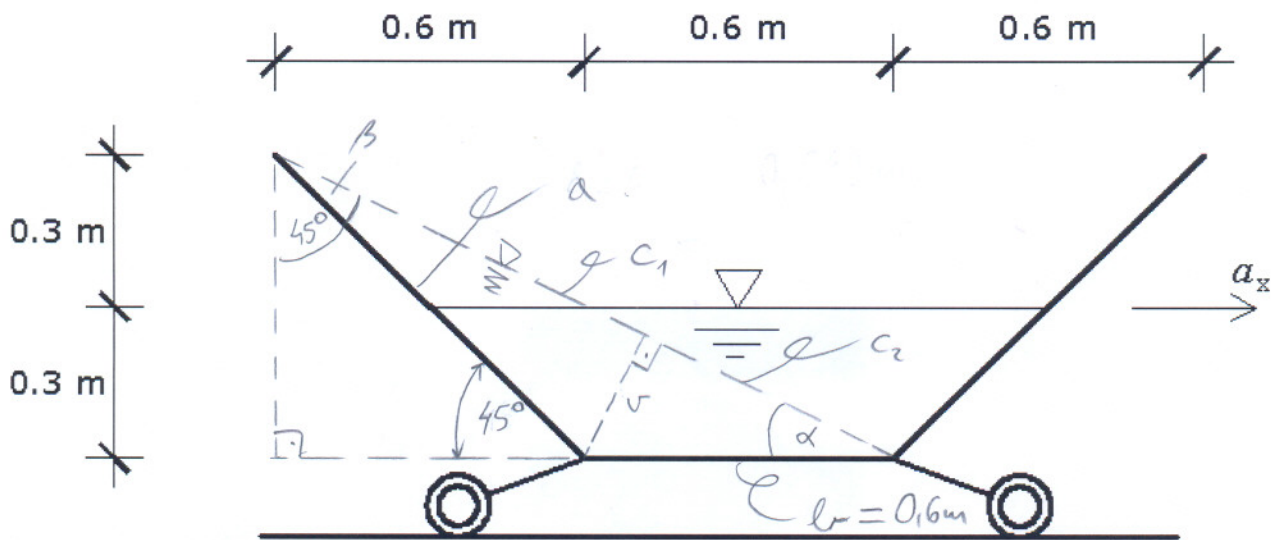
**Teorija:** (15 bodova)

1. Što su to tekućine, koja je njihova podjela i kako ih prepoznamo?
2. Nacrtajte profil brzina u cijevi kod laminarnog i turbulentnog strujanja te objasnite razliku.
3. Skiciraj oštrobriđni trokutasti preljev i napiši jednadžbu preljevanja.
4. Što je to vrelna ploha, kada nastaje i koje mogu biti posljedice?

Za pristupanje usmenom dijelu ispita potrebno je ostvariti minimalno 50 bodova i točno riješiti 1. i 2. zadatak!

①

Provjera volumena vode u sudu da vodno lice zauzme položaj kao na slici:



$$\tan \alpha = \frac{0,6}{1,2} \rightarrow \alpha = 26,565^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - 90^\circ - 45^\circ - 26,565^\circ = 18,435^\circ$$

$$a = 0,6\sqrt{2} = 0,849 \text{ m}$$

$$c = c_1 + c_2 = \cos \beta \cdot a + \cos \alpha \cdot b = 0,805 + 0,537$$

$$c = 1,342 \text{ m}$$

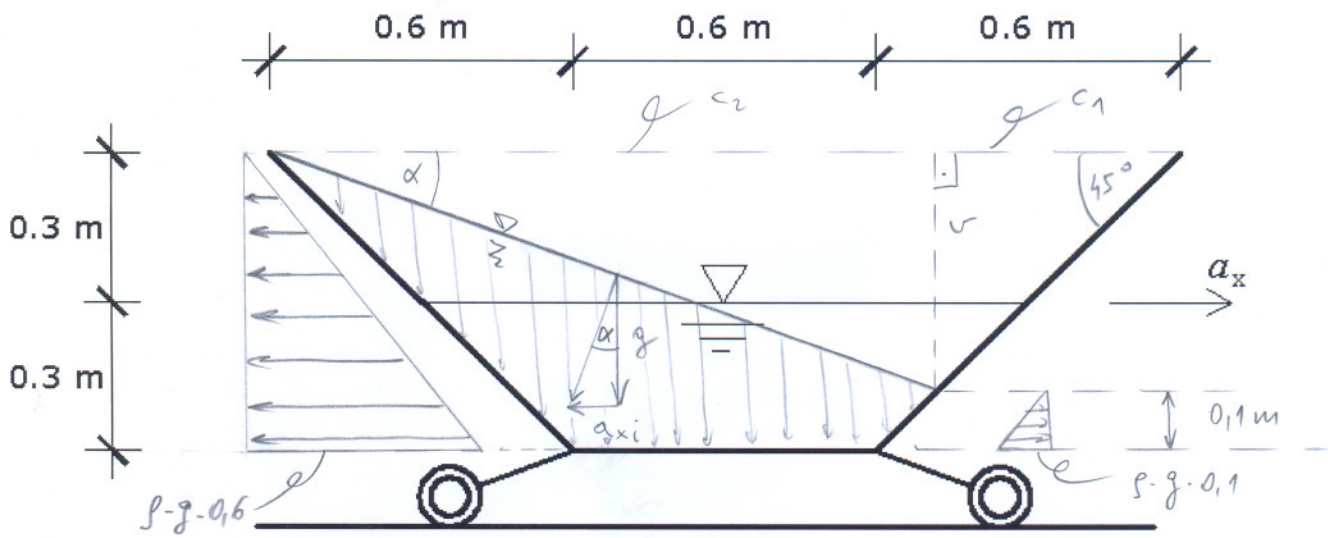
$$v = \sin \alpha \cdot b = 0,268 \text{ m}$$

$$V_{\text{vode}}^{\text{novi}} = c \cdot v \cdot \frac{1}{2} = 1,342 \cdot 0,268 \cdot \frac{1}{2} = 0,18 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vode}} = \frac{1,2 + 0,6}{2} \cdot 0,3 = 0,27 \text{ m}^3$$

$V_{\text{vode}} > V_{\text{vode}}^{\text{novi}} \rightarrow$  nije moguće da vodno lice zauzme ovaj položaj bez prelivanja.





$$V_{\text{trake}} = \frac{1,2 + 1,8}{2} \cdot 0,3 = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{trake}}^{\text{novi}} = 1,8 \cdot v \cdot \frac{1}{2} = V_{\text{trake}} \rightarrow v = \frac{0,45 \cdot 2}{1,8}$$

$$v = \underline{\underline{0,5 \text{ m/s}}}$$

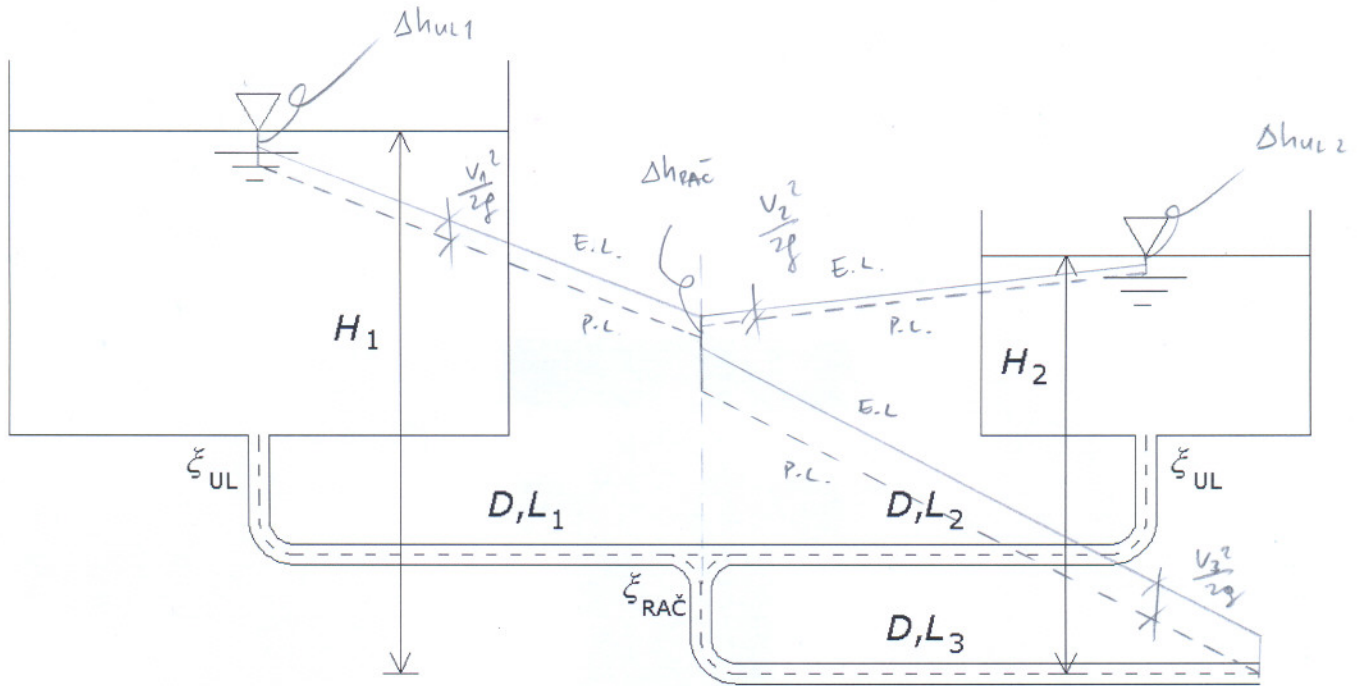
$$c_1 = v = 0,5 \text{ m}$$

$$c_2 = 1,8 - c_1 = 1,3 \text{ m}$$

$$\tan \alpha = \frac{a_{xi}}{g} = \frac{v}{c_2} = \frac{0,5}{1,3} \rightarrow a_{xi} = \frac{0,5}{1,3} \cdot g$$

$$a_{xi} = a_x = \underline{\underline{3,77 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

2



$$Q_1 = 2Q_2 \rightarrow v_1 = 2v_2 \rightarrow v_2 = \frac{1}{2} v_1$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 \rightarrow v_3 = v_1 + v_2 = \frac{3}{2} v_1$$

$$H_1 = \frac{v_1^2}{2g} \left( \xi_{ul} + \lambda \frac{L_1}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left( \xi_{ra\check{c}} + \lambda \frac{L_3}{D} + 1 \right)$$

$$23 = \frac{v_1^2}{2g} \left( 0,5 + 0,023 \frac{230}{0,12} \right) + \frac{9}{4} \cdot \frac{v_1^2}{2g} \left( 0,9 + 0,023 \frac{400}{0,12} + 1 \right)$$

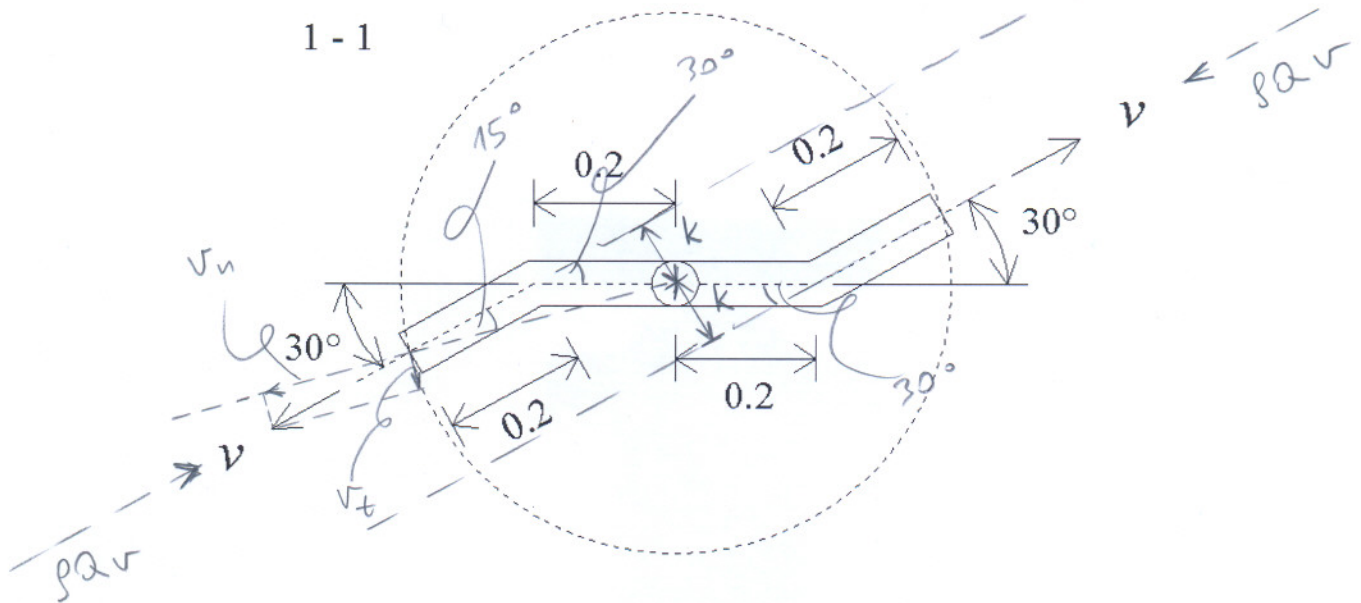
$$23 = \frac{v_1^2}{2g} \left( 0,5 + 44,08 \right) + \frac{v_1^2}{2g} \left( 2,03 + 172,5 + 2,25 \right)$$

$$\frac{v_1^2}{2g} = 0,104 \text{ m} \rightarrow v_1 = \underline{\underline{1,43 \text{ m/s}}}; \quad v_2 = \underline{\underline{0,71 \text{ m/s}}}; \quad v_3 = \underline{\underline{2,14 \text{ m/s}}}$$

$$H_2 = \frac{v_2^2}{2g} \left( \xi_{ul} + \lambda \frac{L_2}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left( \xi_{ra\check{c}} + \lambda \frac{L_3}{D} + 1 \right)$$

$$= \frac{0,71^2}{2g} \cdot 44,58 + \frac{2,14^2}{2g} \cdot 78,57$$

3



$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,2} = 4,85 \text{ m/s}$$

$$Q = v \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 4,85 \cdot \frac{0,1^2 \pi}{4} = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$pQv = 1 \cdot 0,038 \cdot 4,85 = 0,185 \text{ kN}$$

$$k = 0,2 \cdot \sin 30^\circ = 0,1 \text{ m}$$

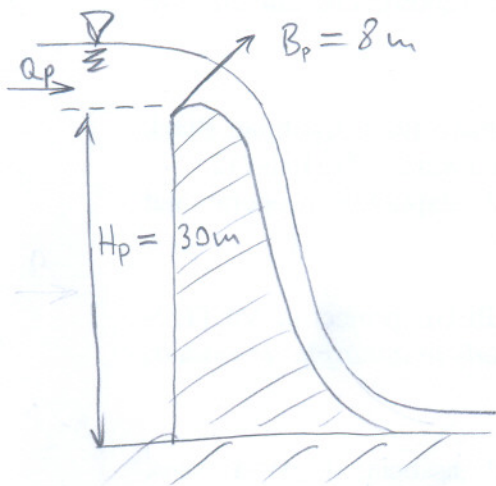
$$M = 2 \cdot pQv \cdot k = 0,037 \text{ kNm}$$

$$v_t = v \cdot \sin 15^\circ = 1,255 \text{ m/s}$$

$$\omega = \frac{v_t}{R} = \frac{1,255}{2 \cdot \cos 15^\circ \cdot 0,1} = 3,25 \frac{1}{\text{s}} = 3,25 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 0,52 \frac{\text{okr}}{\text{s}}$$



- ④ Izrada modela pretevo i slonih "krotkih" sjetkata se izvodi koristeći Froudeovu slonost



$$Fr_p = Fr_m$$

$$\frac{v_p}{\sqrt{g h_p}} = \frac{v_m}{\sqrt{g h_m}} \rightarrow \frac{v_p}{v_m} = \sqrt{\frac{h_p}{h_m}}$$

$$v_r = \sqrt{L_r}$$

$$Q_r = v_r \cdot L_r^2 = L_r^{\frac{5}{2}}$$

$$L_r = \frac{L_p}{L_m} = \frac{H_p}{H_m} = \frac{30m}{1,5m} = 20$$

$$Q_r = \frac{Q_p}{Q_m} = 20^{\frac{5}{2}} \rightarrow Q_m = \frac{Q_p}{20^{\frac{5}{2}}} = \frac{30}{20^{\frac{5}{2}}} = \frac{30}{1788,85}$$

$$Q_m = 0,0168 \text{ m}^3/\text{s} = \underline{\underline{16,8 \text{ l/s}}}$$

$$Q_p = m \cdot B_p \cdot \sqrt{2g} \cdot h_{pP}^{\frac{3}{2}}$$

$$h_{pP} = \left( \frac{Q_p}{m \cdot B_p \cdot \sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}} = \left( \frac{30}{0,6 \cdot 8 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{\frac{2}{3}} = \underline{\underline{1,26 \text{ m}}}$$

$$L_r = \frac{h_{pP}}{h_{pM}} \rightarrow h_{pM} = \frac{h_{pP}}{L_r} = \frac{1,26}{20}$$

$$h_{pM} = \underline{\underline{0,063 \text{ m}}}$$