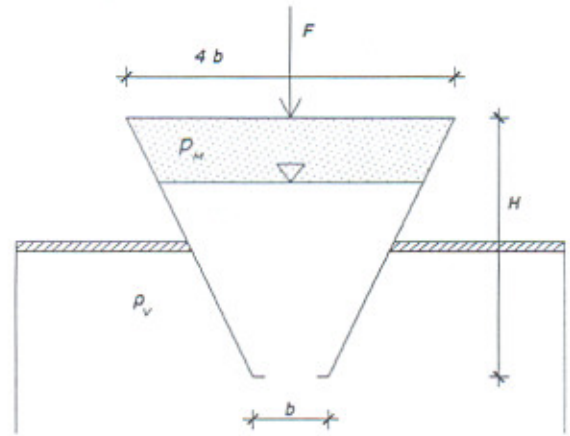
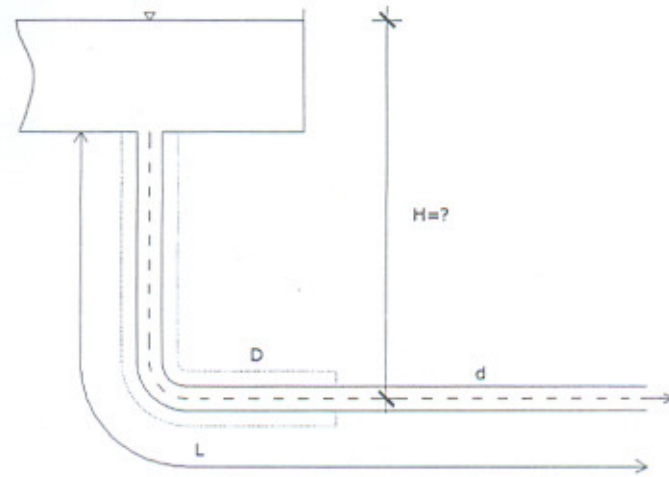


1. Zatvarač oblika pravilne trapezne prizme ($b=20\text{cm}$, $H=60\text{cm}$), širine $B=1\text{m}$ ima masu $m=20\text{kg}$ i zanemaruje debljinu stjenke. Zatvarač je uronjen je u zatvoreni spremnik pod tlakom do pola svoje visine i napunio se vodom do $3/4 H$. Na donjoj plohi zatvarača je izveden otvor. Treba odrediti potrebnu silu F kojom je nužno pritiskati zatvarač da se ne odvoji od spremnika ako je tlak $p_M = 5\text{ kPa}$. Nacrtao rezultatni vertikalni dijagram tlaka po konturama zatvarača. (25 bodova)

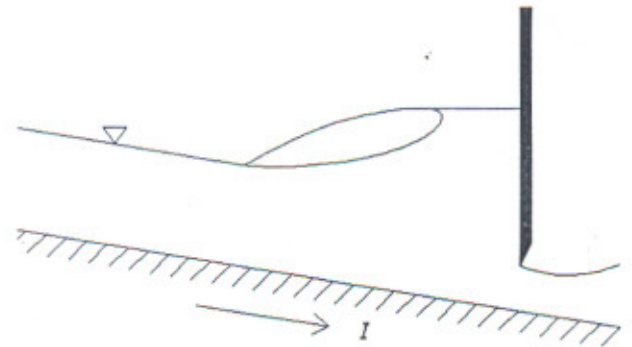


2. U sustavu sa cijevi debljine $d=200\text{mm}$ ostvaruje se stacionarno protjecanje vode $Q_D=200\text{ l/s}$. Odredite potrebnu visinu H da bi se ostvarilo takvo tečenje. Odredite protok Q koji će se ostvariti ako se postojeća cijev promjera $d=200\text{mm}$ do polovine duljine zamijeni širom cijevi promjera $D=400\text{mm}$ iste hrapavosti uz zadržavanje vrijednosti visine H . Izračunati nove brzine u cijevima v_D i v_d te nacrtati energetska i piezometarska linija za situaciju nakon zamjene cijevi. Nakon zamjene polovine cjevovoda režim tečenja pretpostaviti kao turbulentno hrapavi u čitavom cjevovodu.

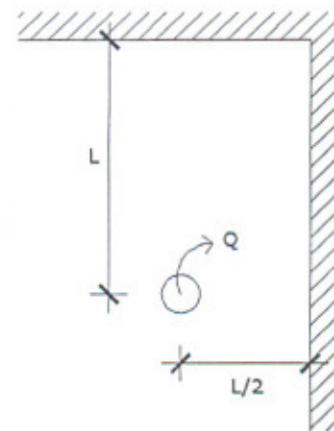


Zadano je: $\nu = 1.1 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$; $\varepsilon = 0.05\text{mm}$; $L=1800\text{ m}$; $\xi_{UL}=0.5$; $\xi_{KOLU}=0.3$; $\xi_{SUZ} = f(v_d) = 0.7$ (nakon promjene cijevi) (25 bodova)

3. Izračunajte normalnu dubinu vode u pravokutnom kanalu širine $B=6\text{m}$ kao na slici ako je nizvodno od ustave izmjeren protok od $Q = 10\text{ m}^3/\text{s}$. Potrebno je odrediti i drugu spregnutu dubinu vodnog skoka uz pretpostavku da je prva spregnuta dubina jednaka normalnoj dubini. $I=0.05$; $n=0.035$. (20 bodova)



4. Za slučaj crpljenja količine $Q = 0.008\text{ m}^3/\text{s}$ iz vodonosnika debljine $M=6\text{ m}$ koji je pod tlakom (kutno omeđen nepropusnom granicom!), potrebno je odrediti sniženje u crpnom zdencu s_D . Radijus zdenca je $r_D=0.5\text{ m}$, koeficijent filtracije je $k=9 \cdot 10^{-4}\text{ m/s}$, a razina piezometarske linije prije početka crpljenja nalazila se 16 m iznad horizontalnog sloja nepropusne podine ($H_0=16\text{ m}$). $R = 120\text{ m}$; $L = 30\text{ m}$. (15 bodova)

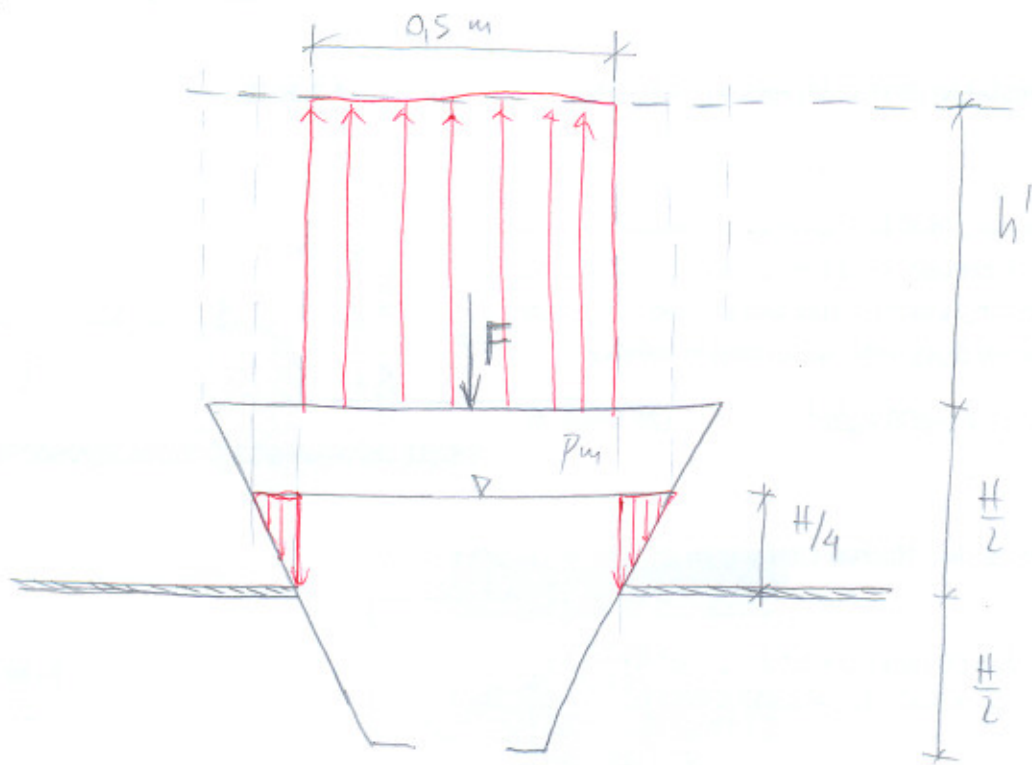


Teorija (15 bodova)

1. Objasnite riječima i grafički Arhimedov zakon.
2. Napišite izraz za zakon održanja količine gibanja i objasnite članove.
3. Što je to strujnica, a što trajektorija?
4. Koje vrste sličnosti poznajete i objasnite za svaku navedenu u kojim se slučajevima modeliranja koristi.

Obavezno riješiti 1. i 2. zadatak

①



$$h' = \frac{p_m}{\rho g} = \frac{5}{9,81} = 0,51 \text{ m}$$

$$F = \rho g V - G$$

$$= 1000 \cdot 9,81 (0,5 \cdot 0,51 - 0,15 \cdot 0,075) - 20 \cdot 9,81$$

$$= 2391,2 - 196,2$$

$$= 2,195 \text{ kN}$$

2

$$V_d = \frac{Q_0 \cdot 4}{d^2 \pi} = \frac{92 \cdot 4}{0,2^2 \pi} = 6,37 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{V_d^2}{2g} \left(\sum \zeta_{\text{ul}} + \lambda \frac{L}{d} + \sum \zeta_{\text{kol}} + 1 \right) \\
 &= \frac{6,37^2}{2g} \left(0,5 + 0,0155 \frac{1800}{0,2} + 0,3 + 1 \right) \\
 &= 2,07 \cdot 141,3 \\
 &= \underline{\underline{292,2 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

$$H = \frac{V_D^2}{2g} \left(\sum \zeta_{\text{ul}} + \sum \zeta_{\text{kol}} + \lambda_D \cdot \frac{L}{2D} \right) + \frac{V_d^2}{2g} \left(\sum \zeta_{\text{ul}} + \lambda_d \frac{L}{2d} + 1 \right)$$

$$292,2 = \frac{Q^2 \cdot 4^2}{2g \cdot 0,4^4 \cdot \pi^2} \left(0,5 + 0,3 + 0,0125 \frac{900}{0,4} \right) + \frac{Q^2 \cdot 4^2}{2g \cdot 0,2^4 \pi^2} \left(0,7 + 0,0145 \frac{900}{0,2} + 1 \right)$$

$$292,2 = Q^2 \cdot 3,231 (28,93) + Q^2 \cdot 51,64 (66,95)$$

$$292,2 = 93,44 Q^2 + 3457,3 Q^2$$

$$292,2 = 3550,74 Q^2$$

$$Q = 0,287 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_D = \frac{Q \cdot 4}{D^2 \pi} = \frac{0,287 \cdot 4}{0,4^2 \pi} = 2,28 \text{ m/s}$$

$$\frac{V_D^2}{2g} = 0,265$$

$$V_d = \frac{Q \cdot 4}{d^2 \pi} = \frac{0,287 \cdot 4}{0,2^2 \cdot \pi} = 9,14 \text{ m/s}$$

$$\frac{V_d^2}{2g} = 4,26$$

1. SLUČAJ:

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,05}{200} = 0,00025$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{6,37 \cdot 0,2}{1,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$Re_d = 1,2 \cdot 10^6$$

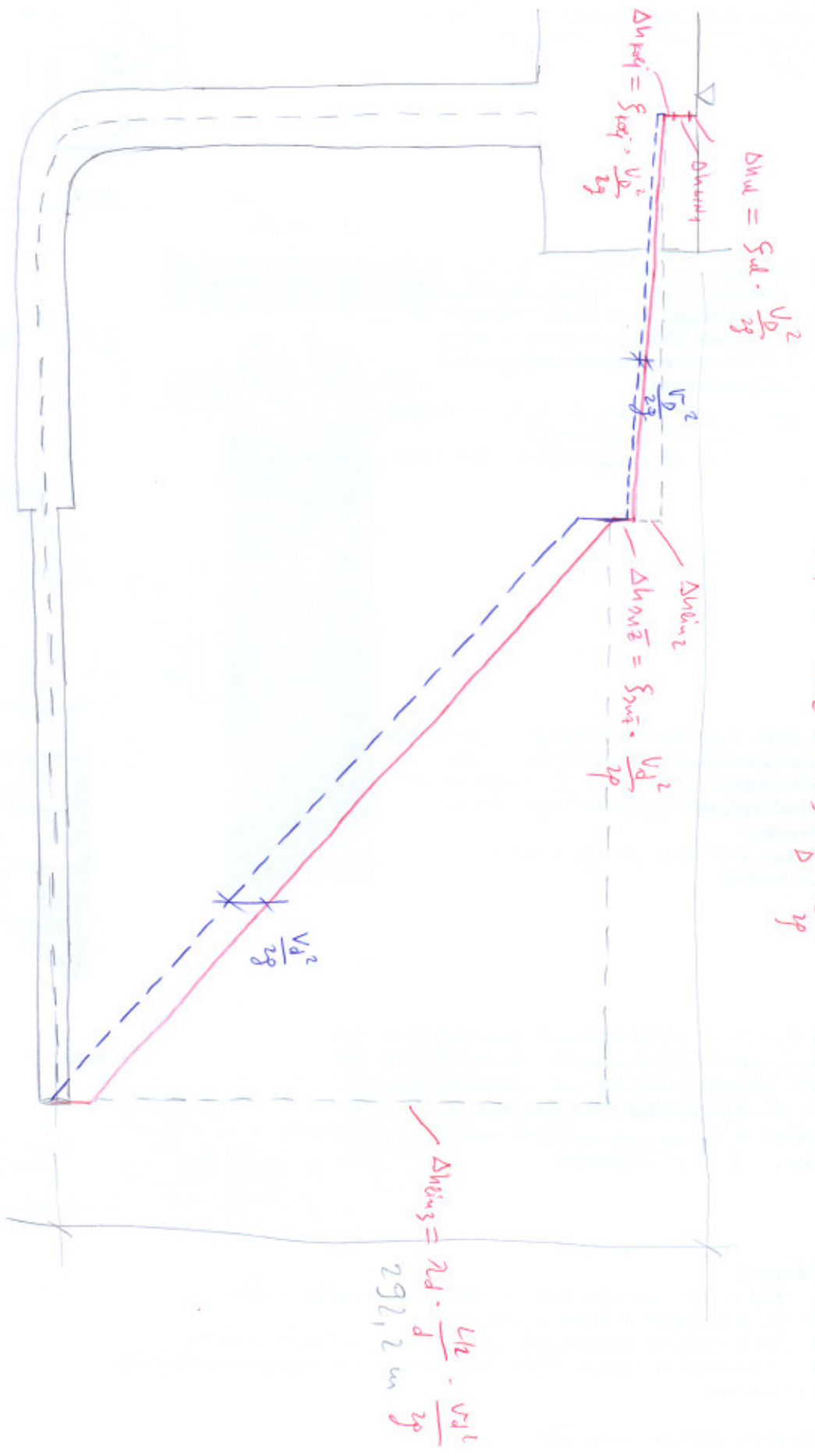
$$\lambda_d = 0,0155$$

2. SLUČAJ:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,05}{400} = 0,000125$$

$$\lambda_D = 0,0125$$

$$\lambda_d = 0,0145$$



$$(3) \quad Q = (h_0 \cdot B) \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{h_0 \cdot B}{2h_0 + B} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

$$10 = (h_0 \cdot 6) \cdot \frac{1}{0,035} \cdot \left(\frac{6h_0}{2h_0 + 6} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,05^{\frac{1}{2}}$$

$$10 = 171,43 h_0 \cdot \left(\frac{6h_0}{2h_0 + 6} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,224$$

$$0,26 = h_0 \cdot \left(\frac{6h_0}{2h_0 + 6} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$0,26 = 0,825$	← $h_0 = 1 \text{ m}$
$0,26 = 0,589$	← $h_0 = 0,8$
$0,26 = 0,28$	← $h_0 = 0,5$
$0,26 = 0,24$	← $h_0 = 0,45$
	← $h_0 = 0,48 \text{ m}$

$$h_1 = h_0 = 0,85 \text{ m}$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 8 F_{r1}^2} \right)$$

$$h_2 = \frac{0,48}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 8 \cdot 2,56} \right)$$

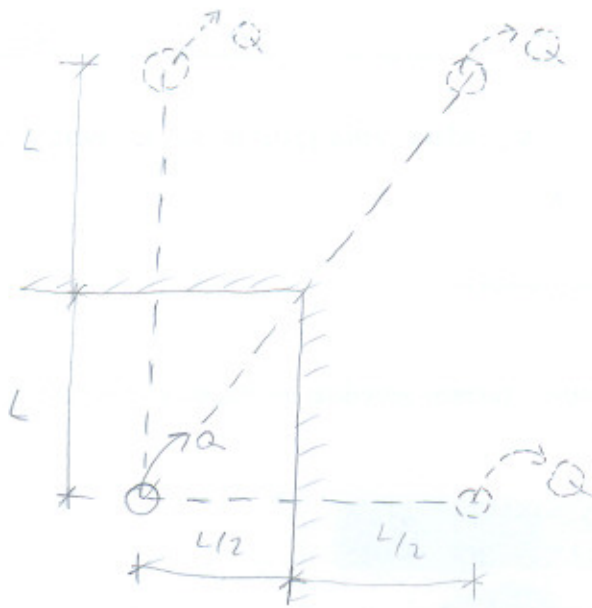
$$h_2 = 0,87 \text{ m}$$

$$F_{r1}^2 = \frac{v_1^2}{gh_1} = \frac{Q^2}{gh_1(h_1 \cdot B)^2}$$

$$= \frac{100}{9,81 \cdot 0,48 \cdot (0,48 \cdot 6)^2}$$

$$= 2,56$$

4



$$Q = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$M = 6 \text{ m}$$

$$r_0 = 0,5 \text{ m}$$

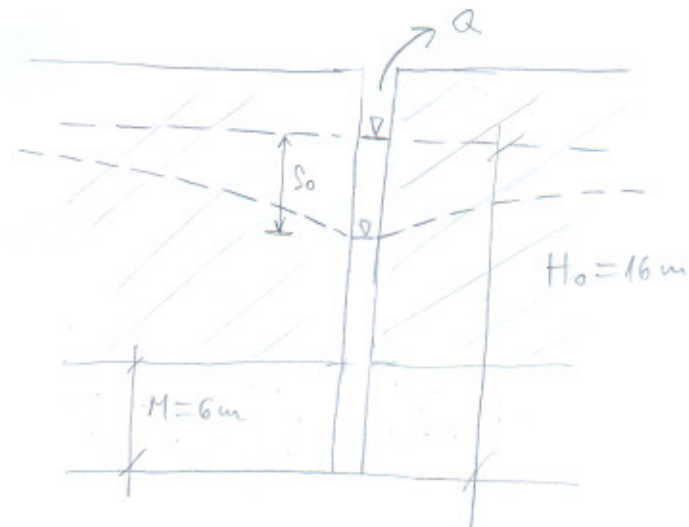
$$k = 9,10^{-4} \text{ m/s}$$

$$H_0 = 16 \text{ m}$$

$$R = 120 \text{ m}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$\sqrt{L^2 + (L/2)^2} = \sqrt{\frac{5}{4}L^2} = 1,118L$$



$$S_0 = \frac{Q}{2\pi kM} \left(\ln \frac{R}{r_0} + \ln \frac{R}{2L} + \ln \frac{R}{2,236L} + \ln \frac{R}{L} \right)$$

$$= \frac{0,008}{2\pi \cdot 9 \cdot 10^{-4} \cdot 6} \left(\ln \frac{120}{0,5} + \ln \frac{120}{60} + \ln \frac{120}{67,1} + \ln \frac{120}{30} \right)$$

$$= 0,236 (5,481 + 1,693 + 0,581 + 1,386)$$

$$= 1,92 \text{ m}$$