



Машински факултет у Београду
Катедра за механику флуида
30. јануар 2020. год.

Механика флуида Б - испит - група 1

Име, презиме, бр. индекса и смена:

.....

1. Ако је притисак у тачки М $p = 200000 \text{ Pa}$ одредити тензор напона у тој тачки у случају невискозног струјања флуида **(0,5 поена)**.

Познате су компоненте тензора напона у тачки N при вискозном струјању флуида $p_{yy} = -150000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $p_{zz} = -250000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $p_{yx} = 120000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $p_{yz} = 200000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ и $p_{zx} = 130000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Одредити тензор напона у тачки N под условом да је у њој притисак исти као у тачки М **(1 поен)**.

Одредити вектор напона у тачкама М и N за раван $y = 5$ **(2 поена)**.

2. Како се одређује запреминска сила која делује на флуид запремине V ? **(1 поен)** Како се одређује површинска сила која делује на флуид ако је у питању невискозно струјање, **(1 поен)** а како у случају вискозног струјања флуида? **(1 поен)** Користећи Стоксову хипотезу о напонима изразити површинску силу за вискозно струјање флуида преко поља брзине и притиска. **(3 поена)**

3. Показати колика је релативна грешка која се прави при срачунавању густине ако се занемари стишљивост гаса. **(2 поена)** Одредити ту грешку при лету авиона на висини од 10 km брзином од $500 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. **(1 поен)** Температура на нивоу мора је 288 K и опада 6,5 K по километру надморске висине.

4. Полазећи од једначине количине кретања за вискозно струјање флуида:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho \vec{U} dV = - \oint_A \rho \vec{U} (\vec{U} \cdot \vec{n}) dA + \int_V \rho \vec{F} dV + \oint_A \vec{p}_n dA$$

извести израз за одређивање силе којом флуид делује на омотач цеви у случају стационарног нестишљивог вискозног струјања флуида у пољу силе Земљине теже. **(3,5 поена)** На који облик се ова једначина своди у случају невискозног струјања? **(0,5 поена)** Зашто се у једначини јавља Бусинесков коефицијент и колика је његова вредност при ламинарном и турбулентном струјању флуида? **(1 поен)**

5. Показати на који се облик своде једначина континуитета и Навије-Стоксова једначина:

$$\frac{D\vec{U}}{Dt} = \vec{F} - \frac{\text{grad } p}{\rho} + \nu \Delta \vec{U} + \frac{1}{3} \nu \text{grad} (\text{div} \vec{U}).$$

претпостављајући да је струјање флуида стационарно, нестишљиво и раванско, као и да се запреминске силе могу занемарити. **(2 поена)**

За ламинарно струјање између паралелних плоча које се налазе на растојању h , када се горња плоча креће брзином U_w , а доња у супротном смеру истом брзином одредити: профил брзине **(1 поен)**, средњу вредност брзине **(0,5 поена)**, проток **(0,5 поена)** и тангенцијални напон на обе плоче **(0,5 поена)**. Питисак је исти у улазном и излазном пресеку. Скицирати профил брзине. **(0,5 поена)**

6. Како се одређују губици енергије флуида на локалним отпорима? **(0,5 поена)** Навести 5 примера за локалне отпоре. **(0,5 поена)** Како се срачунава губитак услед наглог проширења? **(0,5 поена)**

Код турбулентног струјања у хидраулички храпавим цевима коефицијент трења зависи од: **(0,5 поена)**

- а) Рејнолдсовог броја и релативне храпавости цеви;
- б) Рејнолдсовог броја;
- в) релативне храпавости цеви;
- г) пречника цеви, динамичке вискозности, густине и брзине флуида.

7. Извести Навије-Стоксову једначину у бездимензијском облику **(2 поена)** . Ојлеров број представља однос: **(0,5 поена)**

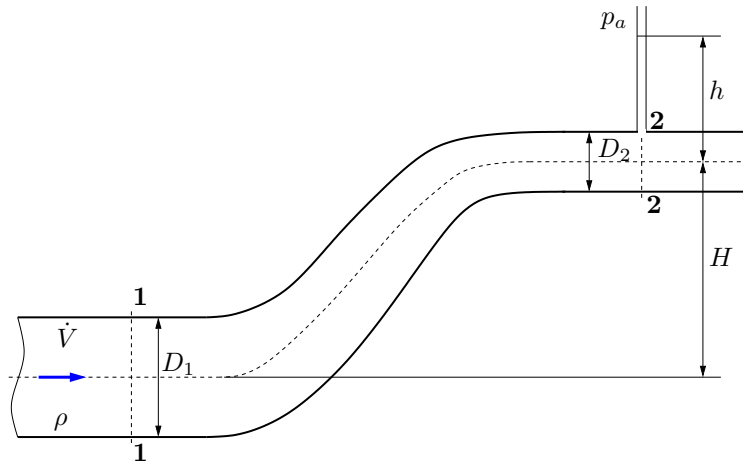
- а) притисних и инерцијалних сила;
- б) инерцијалних и запреминских сила;
- в) вискозних и инерцијалних сила;
- г) притисних и вискозних сила.



Име, презиме, бр. индекса и смена:

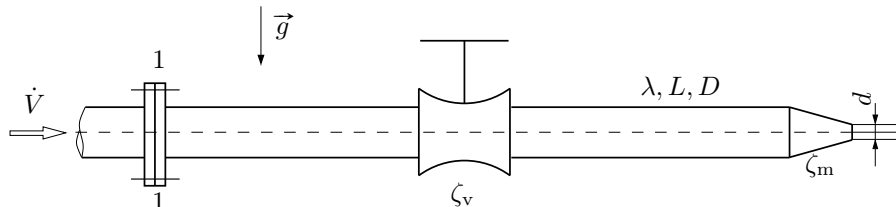
.....

1. Кроз цев променљивог попречног пресека струји вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) у назначеном смеру (слика 1). Познати су пречници цеви $D_1 = 150 \text{ mm}$ и $D_2 = 100 \text{ mm}$, натпритисак и средња брзина струјања у пресеку 1-1 $p_{m1} = 0,2 \text{ bar}$, $U_1 = 1,2 \text{ m/s}$, као и висинска разлика $H = 1,2 \text{ m}$. Одредити до ког нивоа ($h = ?$) ће се подићи вода у цевчици која је повезана са пресеком 2-2. Флуид сматрати невискозним. **(6 поена)**



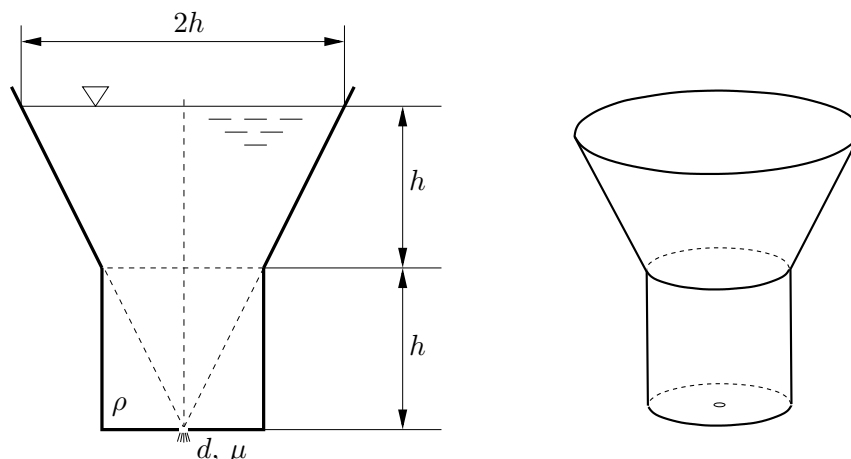
Слика 1. Задатак 1.

2. Вода истиче из цеви у атмосферу као што је приказано на слици 2. Одредити силе истезања и смицања завртањске везе 1-1. Познати су подаци $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, запремински проток $\dot{V} = 30 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$, пречник цеви $D = 150 \text{ mm}$, пречник млазнице $d = 60 \text{ mm}$, укупна дужина праволинијеске деонице $L = 10 \text{ m}$, коефицијент трења $\lambda = 0,02$ и коефицијенти отпора вентила и млазнице $\zeta_v = 4$, $\zeta_m = 0,15$. Запремина воде у цеви износи $V_v = 0,17 \text{ m}^3$. **(8 поена)**



Слика 2. Задатак 2.

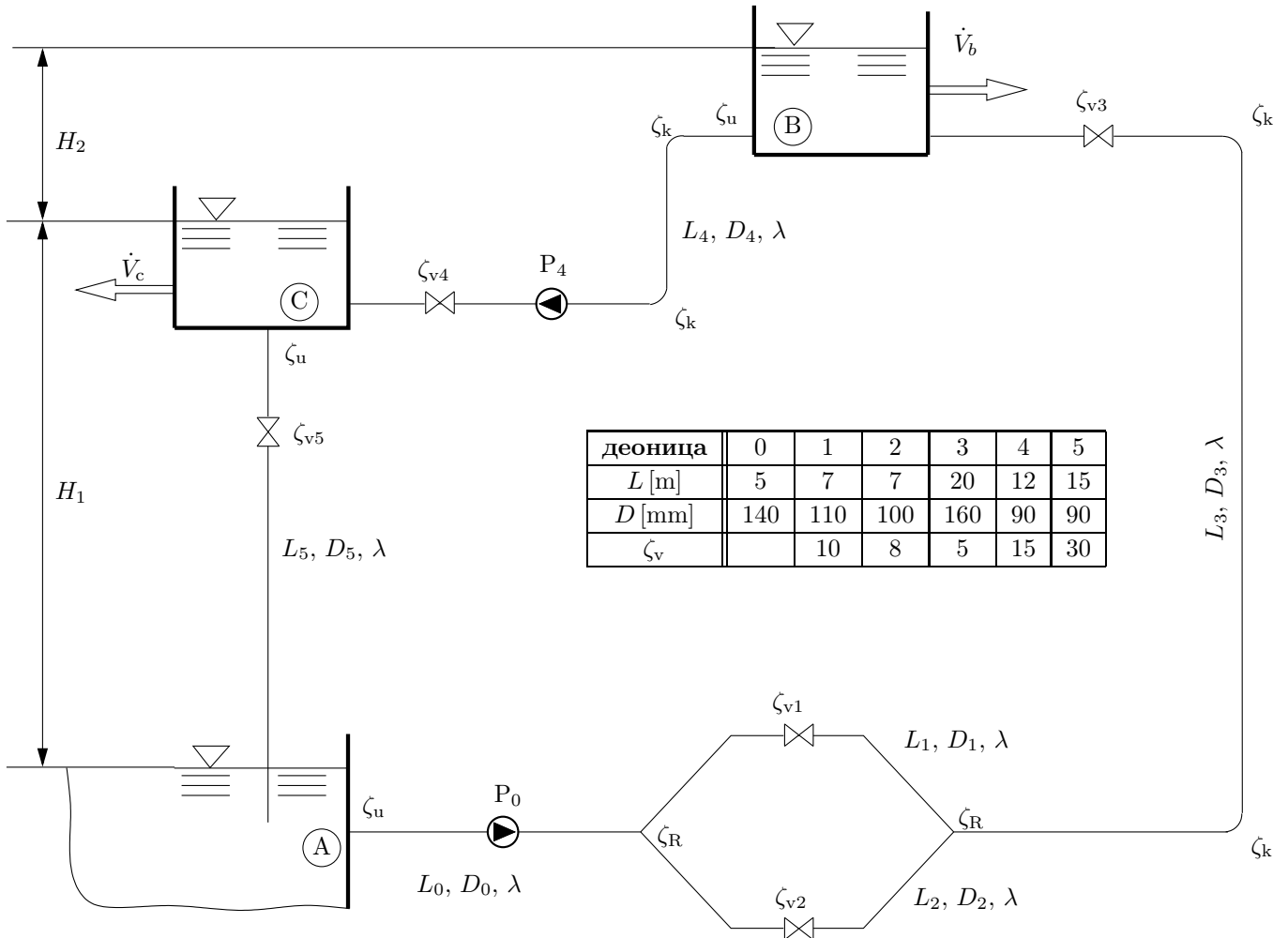
3. Резервоар приказан на слици 3 се састоји од конусног и цилиндричног дела и празни се кроз мали отвор на дну пречника $d = 30 \text{ mm}$ и коефицијента протока $\mu = 0,6$. На слици је означен ниво воде ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) у почетном тренутку. Одредити време прањњења резервоара ако је $h = 1 \text{ m}$. **(8 поена)**



Слика 3. Задатак 3.

4. Пумпа P_0 транспорuje воду из језера А у резервоар В, а пумпа P_4 из резервоара В у резервоар С (слика 4). Одредити снаге ових пумпи.

Нивои воде у свим резервоарима се не мењају. Из резервоара В одлази ка потрошачу проток $\dot{V}_b = 16 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$, а из резервоара С $\dot{V}_c = 5 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$. Дужине свих деоница, њихови пречници и коефицијенти отпора вентила дати су у табели. Поред тога познато је да вредност коефицијента трења за све цеви износи $\lambda = 0,02$, а коефицијент отпора на улазу у цевовод $\zeta_u = 0,5$, коефицијент отпора колена је $\zeta_k = 1$ и рачве $\zeta_R = 0,8$. Густина воде је $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, а степени корисности пумпи су $\eta_0 = \eta_4 = 0,85$. Познате су и разлике нивоа воде у резервоарима $H_1 = 8 \text{ m}$ и $H_2 = 3 \text{ m}$. **(11 поена)**



Слика 4. Задатак 4.

Решење:

- $h = 540,6 \text{ mm}$
- Сила истезања 987 N правац и смер деловања \rightarrow
Сила смицања 1668 N правац и смер деловања \downarrow
- $T = T_1 + T_2 = 778,8 + 836,1 = 1614,9 \text{ s}$
- $P_{P_0} = 6075,3 \text{ W}, \quad P_{P_4} = 1308,6 \text{ W}$