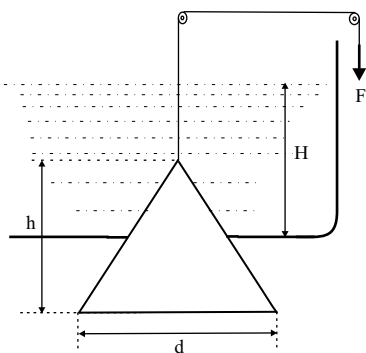


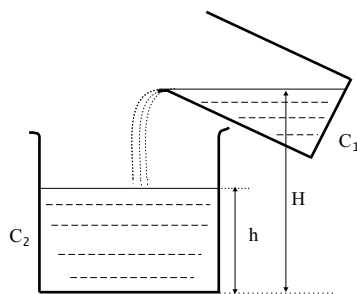
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ,  
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ  
И ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Републичко такмичење из физике за ученике средњих школа  
школске 2003/2004. год.  
II разред

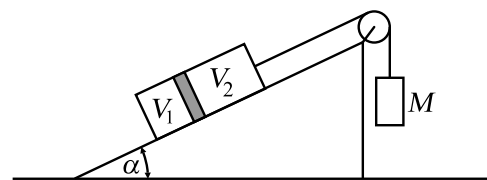
1. Конусни затварач пречника основе  $d = 1\text{m}$  и висине  $h = 1.2\text{m}$  налази се једним делом (за половину своје висине) изван дна резервоара, као што је приказано на слици 1. Тежина затварача је  $G = 80\text{N}$  док сила, којом је он уравнотежен, износи  $F = 250\text{N}$ . Одредити висину  $H$  "течности" при којој се затварач отвара. Трење занемарити. Специфична тежина "течности"  $\gamma = 1000\text{N/m}^3$ . (20 п.)
2. По кружном прстену могу се слободно кретати три куглице, од којих две имају наелектрисање  $+q_1$ , трећа наелектрисање  $+q_2$ . Колики је однос наелектрисања  $q_2$  и  $q_1$  ако су, при равнотежном положају куглица, оне са наелектрисањем  $+q_1$  међусобно толико удаљене колико износи полупречник кружног прстена? Занемарити масе куглица. (15 п.)
3. Из чаше  $C_1$  сипа се равномерно вода у чашу  $C_2$  (слика 2), тако да се за  $\tau = 30\text{s}$  у чашу  $C_2$  улије  $V_0 = 3\text{l}$  воде. Вода се сипа тако да све време пада са исте висине, која износи  $H = 70\text{cm}$ . Површина дна чаше  $C_2$  је  $S = 10\text{cm}^2$ , а густина воде  $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ . Колика сила делује на дно чаше  $C_2$  на крају пете секунде од почетка пуњења? (15 п.)
4. У затвореном цилиндру који је напуњен ваздухом може, без трења, да се креће клип масе  $m = 2\text{kg}$ . Површина попречног пресека цилиндра је  $S = 2\text{dm}^2$ . Када је цилиндар у хоризонталном положају клип га дели на два једнака дела у којима је тада притисак  $p = 1.3\text{kPa}$ . Цилиндар се стави на стрму раван (угла  $\alpha = 60^\circ$  као на слици 3) и цео систем почиње да се креће, услед чега се клип помери из средишњег положаја. Колики је однос запремина  $V_1/V_2$  ваздуха у деловима цилиндра са обе стране клипа? Коефицијент трења између цилиндра и подлоге је  $k = 0.25$ , а маса тега  $M$  је једнака маси система клип, цилиндар и гас у њему. Маса котура и нити су занемарљиво мале. Температура гаса је све време константна. (25 п.)



Слика 1



Слика 2



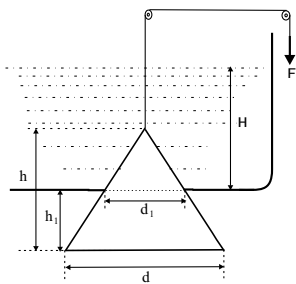
Слика 3

Задатке припремила: мр Зорица Пајовић  
Рецензент: др Горан Попарић  
Председник комисије: др Мићо Митровић

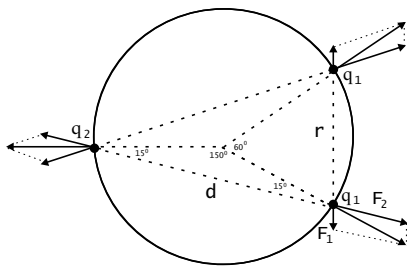
**Решења задатака за републичко такмичење из физике ученика средњих школа  
школске 2003/2004. год.**

**II разред**

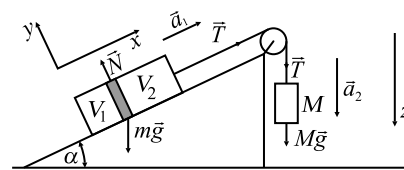
- Услов равнотеже силе притиска и сила  $F$  и  $G$  је:  $\gamma((d_1/2)^2\pi H - (d_1/2)^2\pi(h - h_1)/3) = F - G$ , где су  $d_1$  и  $h_1$  означени на слици 1 и према услову задатка је  $h_1 = h/2$ . Пречник  $d_1$  добијамо из услова:  $d : d_1 = h : (h - h_1) \implies d_1 = d/2$ . Комбиновањем се за висину  $H$  "течности" при којој се затварач отвара добије:  $H = \frac{(h-h_1)}{3} + \frac{F-G}{\gamma} \frac{16}{d^2\pi} = 1.066m$ .
- Наелектрисане куглице биће у међусобно равнотежном стању ако резултанте сила које делују на свако појединачно наелектрисање леже у правцима полупречника кружног прстена (слика 2). Удалјеност између наелектрисања  $q_1$  и  $q_2$  добија се из косинусне теореме:  $d^2 = r^2 + r^2 - 2r^2 \cos(150^\circ)$ . Силе  $F_1$  и  $F_2$  су:  $F_1 = kq_1^2/r^2$ ,  $F_2 = kq_1q_2/d^2 \implies \frac{F_1}{F_2} = \frac{q_1}{q_2} 2(1 - \cos 150^\circ)$  (\*). Применом синусне теореме на паралелограм сила имамо:  $\frac{F_1}{\sin 15^\circ} = \frac{F_2}{\sin 60^\circ}$  (\*\*). Из (\*) и (\*\*) добијамо:  $\frac{q_2}{q_1} = \frac{2(1 - \cos 150^\circ) \sin 60^\circ}{\sin 15^\circ} = 12.5$ .
- Сила која делује на дно чаше једнака је збиру силе хоризонталног притиска ( $\vec{F}_1$ ) воде која се налази у чаши и силе ( $\vec{F}_2$ ) којом млаз делује, при заустављању, на воду у чаши а тиме и на њено дно. Заустављање млаза врши сила којом дно преко воде у чаши делује на млаз. Истом толиком силом млаз делује на дно  $F = F_1 + F_2$ ,  $F_1 = \rho ghS$ . Висина  $h$  течности у чаши  $C_2$  повећава се са временом, јер се и запремина воде  $V$  у тој чаши повећава са временом:  $V = \frac{V_0}{\tau}t$ ,  $\frac{V_0}{\tau}$ -запремина воде која у јединици времена уђе у чашу.  $V = hS \implies h = \frac{V_0 t}{\tau S}$ .  $F_1 = \frac{\rho g V_0 t}{\tau}$ . Сила  $\vec{F}_2$  је:  $\vec{F}_2 = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t}$ , где је  $m = \rho V = \rho V_0 t / \tau$  маса воде која се за време  $\Delta t$  улије у чашу  $C_2$ . Промена брзине  $\Delta v$  ове количине воде је  $\Delta v = v$ , тј. једнака је брзини коју има водени млаз непосредно пре додира са водом у чаши, пошто је после удара брзина млаза једнака нули. Пошто кретање воде представља слободни пад са висине  $H - h$ , брзина воде непосредно пред удар је:  $v = \sqrt{2g(H - h)}$ .  $F_2 = \frac{mv}{\Delta t}$ .  
 $F = F_1 + F_2 = \frac{\rho g V_0 t}{\tau} + \frac{\rho V_0}{\tau} \sqrt{2g(H - \frac{V_0 t}{S\tau})} = 5.2N$ .
- За цилиндар на хоризонталној подлози притисак и запремина у деловима које раздваја клип су  $p$  и  $V$ . Када се цилиндар постави на стрму раван (слика 3), због тега  $M$  цилиндар се креће уз стрму раван и долази до разређења ваздуха у десном делу цилиндра и до сабијања ваздуха у левом делу. Пошто је  $T = const$  на ово стање и на почетно стање може се применити Бојл-Мариотов закон:  $pV = p_1V_1$ ,  $pV = p_2V_2 \implies p_1V_1 = p_2V_2 \implies p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2}$ . Пошто је  $V = (V_1 + V_2)/2$  и  $pV = p_1V_1 \implies p_1 = \frac{p}{2}(1 + \frac{V_2}{V_1})$  (\*) и  $p_2 = \frac{p}{2}(1 + \frac{V_1}{V_2})$  (\*\*). Једначина кретања за клип:  $ma = -mgsin\alpha + p_1S - p_2S$ , где је  $a$  убрзање клипа и целог система јер се клип не креће у односу на цилиндар. Једначина кретања за систем клип-цилиндар (и гас у њему)  $x : Ma = -Mgsin\alpha - kN + T$ ,  $y : 0 = -Mgcos\alpha + N \implies Ma = -Mgsin\alpha - kMcos\alpha + T$ . Једначина кретања тега:  $Ma = Mg - T$ . За убрзање се добије  $a = g(1 - sin\alpha - kcos\alpha)/2$  (\*\*\*) . После замене једначина (\*), (\*\*) и (\*\*\*) у једначину за кретање клипа и уведене замјене  $x = V_1/V_2$  добије се квадратна једначина по  $x$ :  $x^2 + \frac{mg}{pS}(1 + sin\alpha - kcos\alpha)x - 1 = 0$ . Решења ове квадратне једначине су:  $x = -\frac{mg}{2pS}(1 + sin\alpha - kcos\alpha) \pm \sqrt{(\frac{mg}{pS}(1 + sin\alpha - kcos\alpha))^2 + 4/2}$ . Физички смисао има само позитивно решење јер однос  $V_1/V_2$  не може бити негативан, тако да се за однос запремина добије  $V_1/V_2 = 0.54$ .



Слика 1



Слика 2



Слика 3