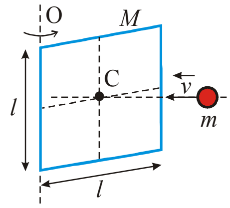
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
Задаци за окружно такмичење из физике ученика средњих школа
2008

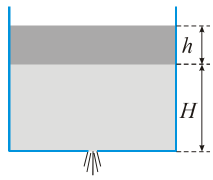
II разред



1. Хомогена танка квадратна плочица дужине страница l и масе M може слободно да се окреће око непокретне осе O, која се поклапа са једном од њених страница (види слику). У центар плочице C, крећући се брзином v нормално у односу на површину плочице, еластично удара куглица масе m. Изведите општи израз за брзину лоптице v' после судара, уз услов да је $v' \neq v$. Који услов мора бити задовољен да би се куглица после судара кретала у супротним смеру од смера који је имала пре судара? Плочица је пре судара мировала. **(20 п)**

2. Подводни уређај избацује у воду мехуриће ваздуха полупречника $R_1 = 0{,}5\,\text{cm}$. На којој дубини ради овај уређај ако ти мехурићи непосредно пре изласка на површину имају полупречник $R_2 = 1\,\text{cm}$? Промену стања гаса у мехурићима сматрати адијабатском. Занемарите ефекте површинског напона. Густина воде је $\rho = 10^3\ \text{kg/m}^3$, коефицијент адијабате ваздуха је $\gamma = 1{,}4$, атмосферски притисак је $p_a = 10^5\ \text{Pa}$, а убрзање силе земљине је $g = 9{,}81\ \text{m/s}^2$. **(20 п)**

3. Ако је запремински проток крви кроз аорту $Q = 8{,}33 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3/\text{s}$, брзина крви у капиларима које она снабдева износи $v = 0{,}33\ \text{mm/s}$. Нека је пречник капилара $d = 0{,}008\ \text{mm}$. Сматрајући све капиларе потпуно истим, израчунај њихов укупан број n у датом кардиоваскуларном систему. (На основу проблема 14 и 15, МФ 98) **(15 п)**



4. На дну широке посуде налази се отвор малих димензија. У посуду је насута вода до висине H, а на воду је насут слој уља висине h. Изведите општи израз за брзину истицања воде ако су познате густине воде ρ_v и уља ρ_u. Убрзање силе земљине теже је g. **(20 п)**

5. Савремени експерименти су показали да вредност моларног топлотног капацитета C за неки гас не мора бити константна већ може бити функција температуре, тј. $C = C(T)$. Покажимо то на процесу у коме је радно тело један мол разређеног хелијума, и који се на V-T дијаграму може приказати одсечком праве $V = V_0 + aT$, где је $V_0 > 0$ и $a < 0$. Изведите општи облик зависности моларног топлотног капацитета C од температуре, тј. $C = C(T)$ за овај процес. Процените да ли, за интервал температура $(T_0, 3T_0)$ и услов $|aT/V_0| > 1$, односу $C_1 = C(T_0)$ и $C_2 = C(3T_0)$ одговара: а) $C_1 = C_2$, б) $C_1 > C_2$, или в) $C_1 < C_2$. Универзална гасна константа износи R. **(25 п)**

Задатке припремила: ***Маја Рабасовић,***
Институт за физику, Београд-Земун
Рецензент: ***др Драган Маркушев,***
Институт за физику, Београд-Земун
Председник Комисије за такмичење: ***Проф. др Мићо Митровић,***
Физички факултет, Београд

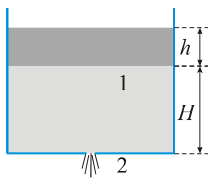
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Решења задатака за окружно такмичење из физике ученика средњих школа
2008
II разред

P1. Из закона одржања момента импулса, ако куглица настави да се креће у истом смеру, следи: $mvl/2 = mv'l/2 + I\omega$ **(2п)**, тј. добијамо да је брзина окретања плочице око дате осе $\omega = ml(v - v')/(2I)$ **(2п).** Заменом израза за ω у израз за закон одржања енергије: $mv^2 = mv'^2 + I\omega^2$ **(2п)**, где је $I = Ml^2/3$ **(1п)**, и сређивањем, добијамо квадратну једначину по v', облика $(3m + 4M)v'^2 - 6mvv' + (3m - 4M)v^2 = 0$ **(4п)**. Решавањем ове квадратне једначине добија се да је $v'_{1/2} = (3m \pm 4M)v/(3m + 4M)$ **(4п)**. По услову задатка решење са знаком + нема смисла **(1п)**, па је $v' = (3m - 4M)v/(3m + 4M)$ **(2п)**. Услов за промену смера куглице јесте да је у последњој једначини $3m - 4M < 0$, тј. $m < 4M/3$ **(2п)**. *Коментар*: Ако се претпостави да куглица промени смер кретања после судара, онда је на почетку $mvl/2 = -mv'l/2 + I\omega$, што за последицу има коначно решење у облику $v' = -(3m - 4M)v/(3m + 4M)$, и $3m - 4M < 0$, тј. $m < 4M/3$.

P2. На основу једначина адијабате можемо да напишемо да је $p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma$ **(3п)**, где је $p_1 = p_a + \rho gh$ **(4п)**, $p_2 = p_a$ **(3п)**, $V_1 \sim R_1^3$ **(2п)** и $V_2 \sim R_2^3$ **(2п)**. Заменом датих вредности у претходну једначину добијамо да је $h = (p_a/(\rho g))\left[(R_2/R_1)^{3\gamma} - 1\right] = 177\ \mathrm{m} \approx 180\ \mathrm{m}$ **(6п)**.

P3. Запремински проток крви кроз аорту се може написати као: $Q = nQ_1 = nSv$ **(5п)**, где је $Q_1 = Sv$ запремински проток крви кроз капилару површине попречног пресека $S = d^2\pi/4$ **(2п)** и брзине протока крви v. Сада је $Q = nd^2\pi v/4$ **(2п)** па је $n = 4Q/(d^2\pi v) = 5{,}02 \cdot 10^9$ **(6п)**.



P4. Применимо Бернулијеву једначину на пресек 1 и 2 (види слику). У општем случају је $p_1 + \rho gh_1 + \rho v_1^2/2 = p_2 + \rho gh_2 + \rho v_2^2/2$ **(4п)**, где је $p_1 = p_a + \rho_u gh$ **(2п)**, $v_1 \approx 0$ **(1п)**, $h_1 = H$ **(1п)**, $p_2 = p_a$ **(1п)**, $h_2 = 0$ **(1п)**, $v_2 = v$ **(1п)**, $\rho = \rho_v$ **(1п)** ако висину рачунамо у односу на пресек 2. Одавде је $\rho_u gh + \rho_v gH = \rho_v v^2/2$ **(2п)** или $v = [2g(H + h\rho_u/\rho_v)]^{1/2}$ **(6п)**.

P5. Ако систему предамо неку количину топлоте Q, и ако прираштај температуре означимо са ΔT, можемо да пишемо да је $Q = A + \Delta U = p\Delta V + (3/2)R\Delta T = (RT/V)a\Delta T + (3/2)R\Delta T$ **(10 п).** Моларни топлотни капацитет је $C = Q/\Delta T = R((aT/V) + (3/2))$ **(4 п)**. Заменом израза за V налазимо да је $C(T) = R[(aT/(V_0 + aT)) + (3/2)] = R[(5/2) - (1/(1 + (aT/V_0)))]$ **(6 п)**. За $|aT/V_0| > 1$ и $a < 0$, на задатом интервалу $(T_0, 3T_0)$ (нпр. лако се може показати да је $C(3T_0) - C(T_0) < 0$), можемо проценити да је $C(T_0) > C(3T_0)$ **(5 п),** тј. тачан одговор је под б).