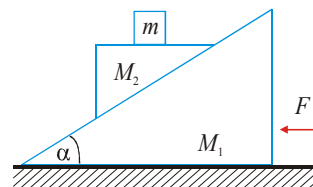


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

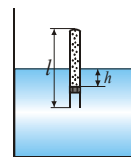
Задаци за окружно такмичење из физике ученика средњих школа
17. март 2007. године
II разред

1. Стрма равна са слике масе $M_1 = 4 \text{ kg}$ и нагибног угла $\alpha = 30^\circ$ може да се креће по хоризонталној површини. На њој се налази још једна стрма равна масе $M_2 = 2 \text{ kg}$ нагибног угла таквог да јој је горња површина хоризонтална (види слику). На врху те мање стрме равни налази се тело масе $m = 1 \text{ kg}$. Израчунајте коликом силом F у хоризонталном правцу треба деловати на већу стрму равна да би тело масе m било неко време непокретно. Убрзање силе земљине теже је $g = 10 \text{ m/s}^2$. Сва трења занемарити. (20 п)

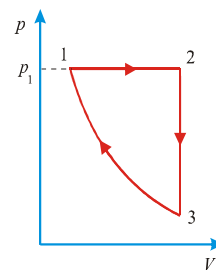


2. Један мол хелијума из почетног стања, са температуром $T = 300 \text{ K}$, рашири се адијабатски, тако да му релативна промена притиска износи $\frac{\Delta p}{p} = -\frac{1}{120}$. Процените рад који изврши гас у овом процесу, учивши да су промене притиска и запремине мале. Универзална гасна константа износи $R = 8,3 \text{ J/(mol K)}$, а коефицијент адијабате за једноатомски гас је $\gamma = 1,67$. (25 п)

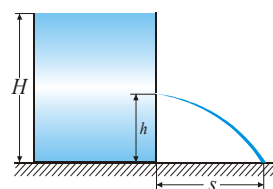
3. Цев дужине l која је затворена са горње стране зарони се вертикално у воду густине ρ до половине своје дужине (види слику). Ако је промена стања гаса у цеви изотермна и ако је ниво воде у цеви мањи за h од нивоа воде у осталим деловима посуде, извести формулу за атмосферски притисак p_{atm} на основу датих података. Убрзање силе земљине теже је g . (15 п)



4. Одређена количина хелијума учествује у затвореном циклусу као што је приказано на слици. На делу 1 – 2, током изобарског процеса, долази до повећања температуре за 50 K . На делу 2 – 3 гас се при изохорском процесу охлади за 80 K , а на делу 3 – 1 гас се сажима адијабатски. Израчунајте коефицијент корисног дејства овог циклуса. (на основу МФ92, 2.2) (20 п)



5. Отворена широка цистерна висине $H = 1,5 \text{ m}$ до врха је напуњена водом (види слику). На висини $h = 0,5 \text{ m}$ од дна цистерне појави се мали отвор. На ком растојању s од цистерне ће млаз воде из тог отвора падати на земљу? Отпор ваздуха занемарити. (20 п)

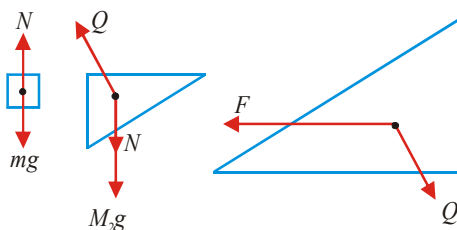


Задатке припремила: Маја Рабасовић,
Институт за физику, Београд-Земун
Рецензент: др Драган Маркушевић,
Институт за физику, Београд-Земун
Председник Комисије за такмичење: др Мићо Митровић,
Физички факултет, Београд

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Решења задатака за окружно такмичење из физике ученика средњих школа
17. март 2007. године
II разред

P1. Да би услови задатка били испуњени, сума свих сила које делују на тело масе m мора бити једнака нули. То је могуће ако стрма равна M_2 има исто убрзање као и стрма равна M_1 – претпоставићемо да се обе равни крећу заједно. Једначина кретања за m је: $mg - N = 0$ (3 п), за равна M_2 је по вертикали: $M_2g + N - Q \cos \alpha = 0$ (4 п), а по хоризонтално: $Q \sin \alpha = M_2 a$ (3 п), док је за стрму равна M_1 по хоризонтално: $F - Q \sin \alpha = M_1 a$ (4 п). Коришћењем ових једначина добија се $F = (M_1 + M_2)(1 + m/M_2)g \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx 52 \text{ N}$ (6 п).



P2. Пошто је релативна промена притиска веома мала, извршени рад је веома мали, тј. елементарни. Притисак се може сматрати константним, а промена запремине елементарна. Рад је једнак $A = p \Delta V = -C_V \Delta T$ (3 п). *I начин:* Ако узмемо да је $T = T_1$ и $p = p_1$, користећи се једначином адијабате $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ (5 п), уз $\Delta p/p = (p_2 - p_1)/p_1 = -1/120$ (5 п) и $T_2/T_1 = (p_2/p_1)^{1-\gamma}$ (5 п), добијамо да је рад

$$A = -C_V T_1 (T_2/T_1 - 1) = -(3/2)RT_1 [(p_2/p_1)^{1-\gamma} - 1] \approx 12,5 \text{ J} \quad (7 \text{ п}).$$

II начин: Промене притиска Δp , запремине ΔV и температуре ΔT везане су једначином стања идеалног гаса $(p + \Delta p)(V + \Delta V) = R(T + \Delta T)$ (4 п). Ако занемаримо мале величине типа $\Delta p \Delta V$, налазимо да је $p \Delta V + V \Delta p = R \Delta T$ (5 п). Последњу једначину можемо написати као $A + V p \Delta p/p = R C_V \Delta T / C_V$ (4 п), па, искористивши претходне једначине, последња добија облик $A + R T \Delta p/p = -R A / C_V$ (4 п), што да је $A = -C_V R T \Delta p / [(C_V + R)p] \approx 12,4 \text{ J}$ (5 п). Признати било који начин процене ако су бројне вредности за рад у интервалу од (11,8-12,8) J.

P3. Притисак гаса унутар епрувете је: $p_2 = p_a + \rho g h$ (5 п). На основу Бојл-Мариотовог закона можемо написати: $p_a l = (p_a + \rho g h)((l/2) + h)$ (5 п), па из ове две једначине следи да је: $p_a = (\rho g h(l + 2h))/(l - 2h)$ (5 п).

P4. Гас у овом циклусу добија топлоту на делу 1 – 2: $Q_1 = C_p v(T_2 - T_1) = (5/2)Rv \Delta T'$ (4 п), где је $\Delta T' = 50 \text{ K}$ (2 п). Укупан рад у овом циклусу једнак је $A = A_{12} + A_{31}$ (2 п), што се може написати и као $A = p_1(V_2 - V_1) - C_V v(T_1 - T_3) = Rv(\Delta T_1 - (3/2)\Delta T'')$ (4 п), где је $\Delta T'' = 80 \text{ K} - 50 \text{ K} = 30 \text{ K}$ (2 п). Сада се коефицијент корисног дејства може добити стандардним путем: $\eta = A/Q_1 = (Rv(\Delta T_1 - (3/2)\Delta T''))/(5vR \cdot \Delta T'/2) = 1/25 = 4\%$ (6 п).

P5. Брзина истицања млаза кроз отвор је, по Торичелијевој теорему, $v = \sqrt{2g(H - h)}$ (4 п). Пошто нема хоризонталних сила, млаз дуж хоризонтале за време t пређе пут $s = vt$ (3 п). За исто време млаз је по вертикали падао са убрзањем g , па је $h = gt^2/2$ (3 п). Следи да је $t = \sqrt{2h/g}$ (4 п), па је $s = v\sqrt{2h/g} = 2\sqrt{h(H - h)} = 1,41 \text{ m}$ (6 п).

