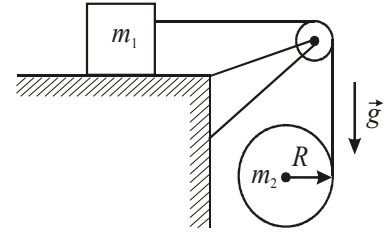




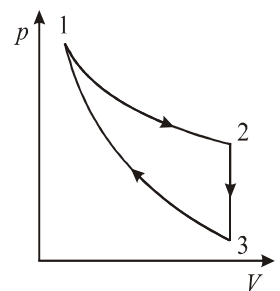
1. Посматрајте систем са слике који се састоји из тела масе $m_1 = 1 \text{ kg}$ занемарљивих димензија које може да се креће по хоризонталној подлози и које је лако нерастегљивом нити повезано са хомогеним диском ($I_c = (1/2)m_2R^2$) масе $m_2 = 10 \text{ kg}$ и полупречника $R = 10 \text{ cm}$. Нит је пребачена преко катура занемарљиве масе. Израчунајте убрзање a_c центра масе диска, убрзање a_1 тела m_1 , силу затезања нити T и угаоно убрзање диска α . Сва трења занемарите. Убрзање силе земљине теже је $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. (20 п)



2. У глатком цилиндру, затвореном са једне стране лаким покретним клипом, налази се један мол идеалног гаса на притиску $2p_0$ и температури T_0 . Гас почиње да се шири по закону $pV^\alpha = \text{const}$ све док му притисак не достигне вредност p_0 . Затим се клип фиксира, па се температура гаса поново доведе до почетне вредности T_0 , при чему притисак гаса достигне вредност np_0 . Пронађите везу између n и α . (20 п)

3. Једноатомски гас масе m и моларне масе M затворен је у посуди под притиском p на температури T . Колику количину топлоте Q треба да прими овај гас да би му се притисак изохорски повећао са p на p_1 . Универзална гасна константа је R . (20 п)

4. У затвореном циклусу који се састоји од изотерме 1 – 2, изохоре 2 – 3 и адијабате 3 – 1 (види слику), радно тело је један мол хелијума. Коефицијент корисног дејства тог циклуса једнак је $\eta = 0,25$ а разлика минималне и максималне температуре у том циклусу једнака је $\Delta T = 75 \text{ K}$. Нађите рад који се изврши током ширења гаса у изотермском процесу овог циклуса. Универзална гасна константа је $R = 8,3 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$. (20 п) На основу задатка 2.4 из часописа “Млади физичар” број 77.



5. Идеални гас се изобарски ($p = 0,3 \times 10^5 \text{ Pa}$) сабије од $V_1 = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ до $V_2 = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. При том процесу гас преда околни енергију од 400 J . Колики рад A је извршио гас? Колика је промена унутрашње енергије гаса ΔU ? (20 п)

Задатке припремила: *Маја Рабасовић*, Институт за физику, Београд

Рецензент: *др Драган Д. Маркушев*, Институт за физику, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: *Проф. др Мићо Митровић*, Физички факултет, Београд

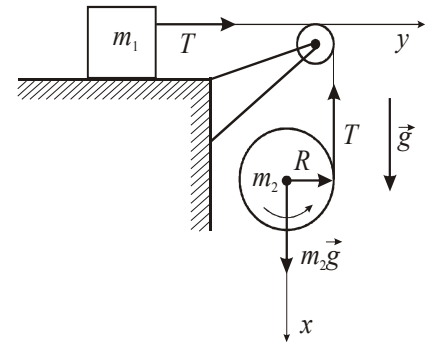


II РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО
14.02.2009.

P1. Један од начина решавања задатка може бити и следећи. Посматрајући систем са слике, уз услов задатка да нема трења, можемо написати следеће једначине: $m_1 a_1 = T$ за тело m_1 (2 п), $m_2 a_c = m_2 g - T$ за транслацију центра масе цилиндра (2 п), као и $(1/2)m_2 R^2 \alpha = TR$ за ротацију цилиндра (2 п). Убрзање a_c центра масе диска, убрзање a_1 тела m_1 и угаоно убрзање диска α повезани су једначином $a_c = a_1 + \alpha R$ (2 п). Сада имамо систем од четири једначине са четири непознате чијим се решавањем добијају: $a_c = (2 + m_2 / m_1)g / (3 + m_2 / m_1) \approx 9,1 \text{ m/s}^2$ (3 п), $a_1 = (m_2 / m_1)g / (3 + m_2 / m_1) \approx 7,5 \text{ m/s}^2$ (3 п), $T = m_2 g / (3 + m_2 / m_1) \approx 7,5 \text{ N}$ (3 п) и $\alpha = 2g / [R(3 + m_2 / m_1)] \approx 15,1 \text{ rad/s}^2$ (3 п).



P2. Приликом процеса ширења по закону $pV^\alpha = \text{const}$ за почетно и крајње стање гаса биће: $2p_0 V_0^\alpha = p_0 V_1^\alpha$ (4 п), где је V_0 запремина гаса при притиску од $2p_0$ и температури T_0 , а V_1 је запремина гаса при притиску p_0 . Из последње једначине следи да је $V_1 = V_0 (2)^{1/\alpha}$. Једначине стања идеалног гаса за ова два стања су $2p_0 V_0 = RT_0$ и $p_0 V_1 = RT_1$ (4 п). Из ове две последње једначине се добија да је $T_1 = T_0 (V_1 / 2V_0) = T_0 (V_0 (2)^{1/\alpha} / 2V_0) = T_0 ((2)^{1/\alpha} / 2)$ (4 п). Из стања са p_0 , V_1 и T_1 гас изохорски долази у крајње стање са np_0 , V_1 и T_0 . При изохорском процесу је притисак пропорционалан апсолутној температури гаса, па можемо да пишемо да је $p_0 / np_0 = T_1 / T_0$ (4 п), што заменом температуре T_1 даје тражену везу $n = (2)^{(a-1)/a}$ (4 п).

P3. Из $Q = mc_V \cdot (T_1 - T) = (3/2) \cdot (mR/M) \cdot (T_1 - T)$ (7 п) и $p/T = p_1/T_1$ (4 п) добија се да је тражена количина топлоте $Q = (3/2) \cdot (mR/M) \cdot T((p_1/p) - 1)$ (9 п).

P4. Топлота се у овом циклусу доводи на изотерми: $Q_1 = Q_{12} = A_{12}$ (2 п), а одводи на изохори: $Q_2 = Q_{23} = \nu C_V (T_2 - T_3) = \nu C_V \Delta T$ (5 п), где је ν број молова датог гаса. Коефицијент корисног дејства циклуса једнак је $\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - (\nu C_V \Delta T / A_{12})$ (5 п), одакле се добија да је $A_{12} = \nu C_V \Delta T / (1 - \eta) = 3/2 \cdot \nu R \Delta T / (1 - \eta)$ (4 п), што, узимајући у обзир дате бројне вредности, на крају даје вредност од $A_{12} = (3/2) \cdot 1 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ (J/(mol} \cdot \text{K))} \cdot 75 \text{ K} / (1 - 0,25) = 1245 \text{ J}$ (4 п).

P5. Рад гаса је $A = p \Delta V = p(V_2 - V_1) = 0,3 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot (3 - 8) \times 10^{-3} \text{ m}^3 = -150 \text{ J}$ (8 п). Промена унутрашње енергије гаса, према I закону термодинамике, износи $\Delta U = Q - A = -400 \text{ J} - (-150 \text{ J}) = -250 \text{ J}$ (12 п).