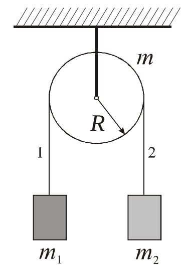
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете и Науке Републике Србије

II РАЗРЕД **ОКРУЖНИ НИВО**
10.03.2012.

ЗАДАЦИ



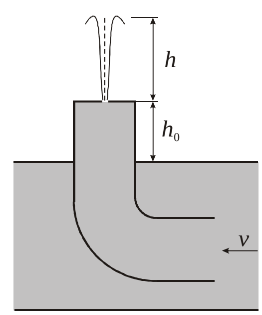
1. У систему са слике познати су маса хомогеног ваљка m, његов полупречник R и масе тела m_1 и m_2 $(m_1 > m_2)$. Клизања нити и трења у оси ваљка нема. Занемарујући масу нити: а) Изведите општи израз за угаоно убрзање ваљка α и однос сила затезања вертикалних делова нити T_1 / T_2 у процесу кретања; б) израчунајте вредност T_1 / T_2 у случају када $m \to 0$. Момент инерције ваљка једнак је $I = mR^2 / 2$. **(20 п)**

2. Ваздух, као идеалан двоатомни гас, налази се у хоризонталном цилиндру и затворен је покретним клипом масе $m_к = 1\,\mathrm{kg}$. Ваздуху се доводи топлота услед чега се клип креће равномерно убрзано достигавши неку брзину $v = 2\,\mathrm{m/s}$. Изведите општи израз за количину топлоте Q коју је примио ваздух као функцију брзине кретања клипа v и израчунајте њену бројну вредност. Занемарите топлотни капацитет цилиндра. **(20 п)**

3. Један мол хелијума као идеалног гаса споро раширимо од $V_1 = 10{,}0\,\mathrm{dm}^3$ до $V_2 = 10{,}1\,\mathrm{dm}^3$ при чему се притисак гаса полако смањи од $p_1 = 10^5\,\mathrm{Pa}$ на $p_2 = 0{,}985 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$. Израчунајте бројну вредност топлотног капацитета C хелијума у овом процесу. Узети да је универзална гасна константа $R = 8{,}33\,\mathrm{J/(mol\,K)}$. **(20 п)**

4. Извесна количина разређеног хелијума као идеалног гаса налази се у посуди са клипом, и врши затворени топлотни циклус који се састоји из четири дела. У првом делу 1→2 се хелијум рашири дупло, и при томе је његов притисак директно пропорционалан његовој запремини $(p \sim V)$. У другом делу 2→3 хелијум наставља да се шири али при константном притиску, тако да се у овом делу запремина хелијума повећа четири пута. На делу 3→4 притисак хелијума је опет директно пропорционалан његовој запремини $(p \sim V)$, хелијум се охлади и притисак се смањи дупло. На крају, на делу 4→1 хелијум наставља да се хлади при константном притиску до почетног стања. Нацртајте описани циклус у pV дијаграму и израчунајте вредност коефицијента корисног дејства η овог циклуса. **(20 п)**

5. Савијена цев константног попречног пресека стављена је у текућу воду као на слици. Брзина тока воде у односу на цев износи $v = 2{,}5\,\mathrm{m/s}$. На затвореном горњем крају цеви постоји мали отвор који се налази на висини $h_0 = 12\,\mathrm{cm}$. До које висине h ће се подићи млаз воде који истиче из отвора? Убрзање силе земљине теже је $g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$. **(20 п)** (на основу задатка 2.1 из часописа “Млади физичар” број 71 “С”)



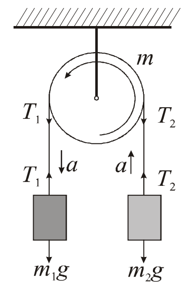
Задатке припремила: *мр Сања Тошић,* Институт за физику, Београд
Рецензент: *др Драган Д. Маркушев,* Институт за физику, Београд
Председник Комисије за такмичење ДФС: *др Александар Крмпот,* Институт за физику, Београд

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете и Науке Републике Србије

II РАЗРЕД **ОКРУЖНИ НИВО 10.03.2012.**

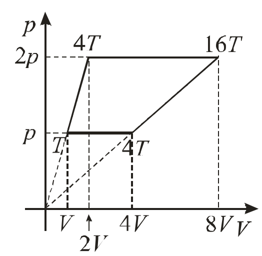
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА



P1. Један од начина решавања овог задатка је следећи: ваљак ротира и масиван је па је $T_1 \neq T_2$. Пошто нема клизања нити важи да је $a_1 = a_2 = a = \alpha R$ **(2 п)**. Једначине кретања су $(m_1 > m_2)$: $m_1 a = m_1 g - T_1 = m_1 \alpha R$ **(3 п)** и $m_2 a = T_2 - m_2 g = m_2 \alpha R$ **(3 п)**. Из основне једначине динамике крутог тела добија се $I\alpha = mR^2\alpha/2 = (T_1 - T_2)R$ **(3 п)**. Решавањем претходних једначина добија се: а) $\alpha = (m_1 - m_2)g/[R(m_1 + m_2 + m/2)]$ **(3 п)** и $T_1/T_2 = (m_1/m_2)(m + 4m_2)/(m + 4m_1)$ **(3 п)**. б) Када $m \to 0$ онда $T_1/T_2 \to 1$ тј. силе затезања постају једнаке **(3 п)**.

P2. Количина доведене топлоте троши се на повећање унутрашње енергије ваздуха, а остатак се јавља у виду кинетичке енергије клипа: $Q = (5/2)(m/M)R\Delta T + m_к v^2/2$ **(5 п)**. Клип се убрзава на рачун рада сила притиска. Пошто је убрзање константно и сила је константна, па је и $p = \text{const}$. Зато имамо да је $Q = (5/2)(m/M)R\Delta T + p\Delta V = (5/2)(m/M)R\Delta T + (m/M)R\Delta T = (7/2)(m/M)R\Delta T$ **(6 п)**. Комбинацијом последње и претпоследње једначине добијамо $\Delta T = (2/7)(M/mR)Q$ **(2 п)** и $Q = (5/7)Q + m_к v^2/2$ **(3 п)**, тј. $Q = (7/4)m_к v^2 = 7\ \text{J}$ **(4 п)**.

P3. На малом делу криве зависности притиска од запремине (по услову задатка тај део је јако мали) можемо сматрати да је средњи притисак $\langle p \rangle$ једнак $\langle p \rangle = (1/2)(p_1 + p_2) = 99250\ \text{Pa}$ **(4 п)**. Рад A који изврши хелијум на том делу једнак је $A = \langle p \rangle (V_2 - V_1) = 9{,}925\ \text{J}$ **(4 п)**. Прираштај унутрашње енергије ΔU хелијума на истом делу криве процеса једнак је $\Delta U = U_2 - U_1 = (3/2)RT_2 - (3/2)RT_1 = (3/2)(p_2V_2 - p_1V_1) = -7{,}725\ \text{J}$ **(6 п)**. Укупна количина топлоте коју је гас добио износи $Q = A + \Delta U = 2{,}2\ \text{J}$ **(2 п)**, па је топлотни капацитет хелијума у овом процесу једнак $C = Q/\Delta T = Q/(\Delta U/1{,}5R) = -3{,}55\ \text{J/(mol} \cdot \text{K)}$ **(4 п)**. Уколико се у решењу изостави знак “–” одузети један поен.



P4. Описани циклус у pV дијаграму приказан је на слици **(5 п)**. Хелијум добија топлоту на делу 12: $Q_{12} = 3pV/2 + \nu C_V(4T - T)$ **(3 п),** и 23: $Q_{23} = \nu C_p(16T - 4T)$ **(3 п)**, па је укупна количина топлоте Q коју систем прими $Q = Q_{12} + Q_{23} = 3pV/2 + (3\nu R/2)\cdot 3T + (5\nu R/2)\cdot 12T = 36pV$ **(3 п)**. Користан рад износи $A = pV/2 + 2pV + 2pV = 4{,}5pV$ **(3 п)** и једнак је површини обухваћеној овим циклусом. Следи да је тражени ККД циклуса једнак: $\eta = A/Q = 4{,}5pV/36pV = 1/8 = 12{,}5\%$ **(3 п).**

P5. Означимо са v' брзину истицања воде кроз мали отвор. Ако применимо Бернулијеву једначину добијамо да је $\rho v^2/2 = h_0 \rho g + \rho v'^2/2$ **(5 п)**, одакле је $v' = \sqrt{v^2 - 2h_0 g}$ **(5 п)**. У тачки на висини h од отвора читава кинетичка енергија млаза воде комплетно се претвара у потенцијалну, тј. $\rho v'^2/2 = h\rho g$ **(5 п)**, одакле је $h = v'^2/2g = v^2/2g - h_0 = 19{,}85\ \text{cm}$ **(5 п).**