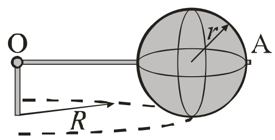
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

II РАЗРЕД

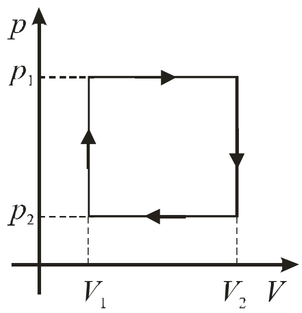
ОПШТИНСКИ НИВО
13.02.2010.



1. Хомогена лопта масе $m = 1\,\mathrm{kg}$ и полупречника $r = 10\,\mathrm{cm}$ креће се по хоризонталној подлози без клизања и ротира око хоризонталне осе OA (види слику) која пролази кроз њен центар. При томе се центар лопте креће брзином $v = 2\times10^{-3}\,\mathrm{m/s}$ по кружници полупречника $R = 50\,\mathrm{cm}$. Израчунати бројну вредност укупне кинетичке енергије $E_k^{ук}$ кретања лопте. Момент инерције лопте у односу на ротацију око осе OA износи $I_r = (2/5)mr^2$. Момент инерције лопте у односу на ротацију око центра кружнице износи $I_R = (2/5)mr^2 + mR^2$. **(20 п)**

2. У посуди запремине $V = 10\,\mathrm{dm}^3$ налази се идеалан гас на температури $t = 0\,°\mathrm{C}$. Када део гаса изотермски испустимо из посуде, притисак у њој опадне за $\Delta p = 78{,}0\,\mathrm{kPa}$. Израчунајте масу m испуштеног гаса. Густина гаса при нормалним условима ($p_0 = 101{,}3\,\mathrm{kPa}$ и $T_0 = 273\,\mathrm{K}$) је $\rho = 1{,}3\,\mathrm{g/dm}^3$. **(20 п)**

3. Колику количину топлоте Q је потребно довести азоту при његовом изобарском загревању да би гас извршио рад од $A = 2{,}0\,\mathrm{J}$? Азот посматрати као идеалан двоатомски гас са експонентом адијабате $\gamma = C_p / C_V = 1{,}4$. **(20 п)**



4. Идеалан гас, чији је експонент адијабате γ, врши циклус који се састоји од две изобаре и две изохоре (види слику). Ако се апсолутна температура гаса T повећа k пута и при изохорском загревању и при изобарском ширењу, нађите општи израз за коефицијент корисног дејства η овог циклуса као функцију k и γ. **(20 п)**

5. Азот при температури од $t_1 = 17\,°\mathrm{C}$ заузима запремину од $V_1 = 10\,\mathrm{dm}^3$. Коју ће запремину V_2 заузимати иста количина азота ако се загреје до температуре од $t_2 = 127\,°\mathrm{C}$? Притисак азота је константан. Азот сматрати идеалним гасом. Узети да је вредност апсолутне нуле $t_0 = -273{,}15\,°\mathrm{C}$. **(20 п)** (На основу задатка 2.1 узетог из часописа Млади физичар број 70)

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

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

II РАЗРЕД

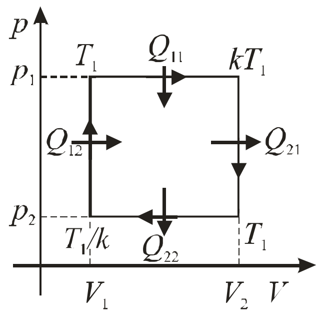
ОПШТИНСКИ НИВО
13.02.2010.

P1. Лопта се креће на два начина: она ротира око сопствене осе и по кружници полупречника R. Укупна кинетичка енергија кретања лопте $E_k^{ук}$ једнака је збиру кинетичке енергије ротације око сопствене осе E_k^r и кинетичке енергије ротације по кружници E_k^R: $E_k^{ук} = E_k^r + E_k^R$ **(3 п)**. Знајући, из поставке задатка, моменте инерције I_r и I_R, уз дефинисање угаоних брзина лопте као $\omega_r = v/r$ **(1 п)** и $\omega_R = v/R$ **(1 п)**, можемо да напишемо да је $E_k^{ук} = (1/2)I_r\omega_r^2 + (1/2)I_R\omega_R^2$ **(3 п)**, што заменом и сређивањем даје $E_k^{ук} = mv^2\left[(7/10) + (2/10)(r/R)^2\right] = (7/10)mv^2\left[1 + (2/7)(r/R)^2\right]$ **(9 п)**; Коришћењем бројних вредности из поставке задатка добија се да је $E_k^{ук} = (7/10)\cdot 1\text{kg}\cdot\left(2\times10^{-3}\,\text{m/s}\right)^2\left[1 + (2/7)(10\text{cm}/50\text{cm})^2\right] \approx 2{,}8\times10^{-6}$ J **(3 п)**.

P2. Нека је $m = m_1 - m_2$ **(3 п)**, где је m_1 маса гаса пре а m_2 маса гаса после испуштања гаса из посуде. Ако са p_1 обележимо притисак пре а са p_2 притисак после испуштања гаса из посуде, и узмемо у обзир да се запремина посуде V и температура у њој T током испуштања нису мењале, на основу једначине стања идеалног гаса пишемо да је $(p_1 - p_2)V = (m_1 - m_2)RT/M = mRT/M$ **(5 п)**. Ако сада разлику притисака обележимо са Δp, тј. $\Delta p = p_1 - p_2$, онда можемо да пишемо, на основу последње две једначине, да је $m = \Delta pVM/(RT)$ **(3 п)**. Пошто је за стандардне услове $p_0 = \rho RT_0/M$ имамо да је $M/R = \rho T_0/p_0$ **(3 п)**. Из услова задатка је $T = T_0 \sim 273\,\text{K}$, па имамо да је $m = \rho V\Delta p/p_0$ **(5 п)**, а заменом бројних вредности добијамо да је $m = 1{,}3\,\text{g/dm}^3\cdot 10\,\text{dm}^3\cdot 78/101{,}3 \approx 10\,\text{g}$. **(1 п)**

P3. На основу првог закона термодинамике је $Q = \Delta U + A$ **(2 п)**. Пошто је $\Delta U = nC_V\Delta T$ **(2 п)** и $A = p\Delta V$ $(p = const)$ **(2 п)**, можемо да пишемо да је $\Delta U = nC_V\Delta T = n\left[R/(\gamma-1)\right]\Delta T = = p\Delta V/(\gamma-1) = A/(\gamma-1)$ **(8 п)**, па је тражена количина топлоте $Q = \gamma A/(\gamma-1) = 7$ J **(6 п)**.

P4. Количина топлоте коју систем прими износи $Q_1 = Q_{11} + Q_{12}$ **(2 п)**, где је $Q_{11} = C_p(k-1)T_1$ **(2 п)**, а $Q_{12} = C_V(1 - 1/k)T_1$ **(2 п)**. Количина топлоте коју систем преда околини износи $Q_2 = Q_{21} + Q_{22}$ **(2 п)**, где је $Q_{21} = C_V(k-1)T_1$ **(2 п)**, а $Q_{22} = C_p(1 - 1/k)T_1$ **(2 п)**. По дефиницији је $\eta = 1 - Q_2/Q_1$ **(1 п)**, па сређивањем добијамо да је $\eta = 1 - (k+\gamma)/(1+k\gamma)$ **(7 п)**.



P5. Директном применом Геј-Лисаковог закона $V_i = V_0(1 + \alpha t_i)$ $(i = 1{,}2)$ **(8 п)**, где је $\alpha = 1/(273{,}15)\cdot\text{K}^{-1}$ **(4 п)**. Крајњи резултат је: $V_2 = V_1(1 + \alpha t_2)/(1 + \alpha t_1) \approx 13{,}8\,\text{dm}^3$ **(8 п)**.
Овај се задатак може решити и на основу једначине стања идеалног гаса $pV = nRT$. Можемо написати да је $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ ($n = m/M = const$) **(4 п)**. За $p = const$ имамо $V_1/T_1 = V_2/T_2$ **(8 п)** одакле је $V_2 = V_1\cdot T_2/T_1 \approx 13{,}8\,\text{dm}^3$ **(8 п)**.