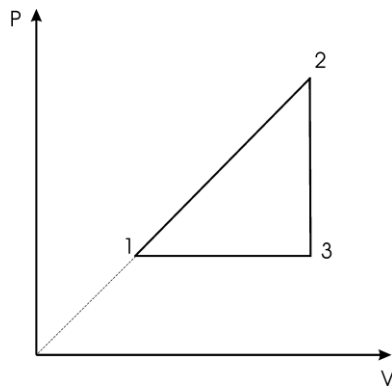


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Окружно такмичење из физике за ученике средњих школа
школске 2004-2005. год.
II разред

1. Азот при температури од $t_1 = 27^\circ\text{C}$ заузима запремину $V_1 = 10\text{ l}$. Коју ће запремину V_2 заузимати азот ако се загреје до $t_2 = 127^\circ\text{C}$? Притисак азота је константан. (15 п.)
(МФ 70.2.1)
2. Капиларна цев потопљена је једним својим крајем у неку течност и налази се у вертикалном положају. У капилари долази до подизања течности. Наћи однос рада силе површинског напона и промене потенцијалне енергије течности у капилари, пошто се успостави равнотежа, ако је квашење потпуно. (20 п.)
3. У језеру ($\rho = 1\text{ g/cm}^3$), на дубини $h = 100\text{ m}$, лебди гумена лопта танких зидова, масе $m_1 = 50\text{ g}$, напуњена ваздухом. Наћи масу ваздуха m_2 у лопти, ако је атмосферски притисак на површини воде $p_0 = 101325\text{ Pa}$, а температура воде $t = 8^\circ\text{C}$ (моларна маса ваздуха је $M = 28\text{ g/mol}$). Претпоставити да се лопта налази у равнотежи. Истежање лопте се занемарује. Узети да је $g = 9,81\text{ m/s}^2$ и $R = 8,31\text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$. (20 п.)
4. У хладњаку, у коме је температура $t_1 = 0^\circ\text{C}$, налази се $m = 1\text{ kg}$ воде на температури 0°C . Колико времена треба да ради мотор хладњака који има снагу $P = 100\text{ W}$, да би се вода замрзла ($q_t = 0,35\text{ MJ/K}$)? Спољашња температура је $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Коефицијент корисног дејства хладњака је 10 пута мањи од Карноовог хладњака, када би радио између истих температура. (25 п.)
5. Колики је степен корисног дејства идеалне топлотне машине чији се рад заснива на кружном циклусу (1 – 2 – 3 – 1) приказаном на слици 1? Однос максималне и минималне температуре током циклуса је $T_{\text{max}} / T_{\text{min}} = 9$, а адијабатска константа гаса који се користи при раду ове топлотне машине је $\gamma = C_p/C_v = 1,4$. (20 п.)



слика 1

Задатке припремио: мр Душко Борка
Рецензент: др Драган Маркушев
Председник комисије: др Мићо Митровић

**Решења задатака са окружног такмичења из физике за ученике средњих школа
школске 2004-2005. год.**

II разред

1. На основу једначине стања идеалног гаса можемо писати да је: $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$ (4 п.). Пошто је $P_1 = P_2 = P = const$, следи да је: $V_1/T_1 = V_2/T_2$ (3 п.), па добијамо: $V_2 = V_1T_2/T_1$ (4 п.), тј. $V_2 = 13,3 \text{ l}$ (4 п.).

2. Висина стуба течности у капилари је: $h = 2\alpha/(\rho g r)$ (3 п.), па је рад силе површинског напона: $A = F \cdot h$ (2 п.), где је: $F = 2\pi r \alpha$ (2 п.) и такође $F = mg$ (2 п.), где је m маса течности у стубу висине h , па је: $A = 4\pi\alpha^2/(\rho g)$ (3 п.). Повећање потенцијалне енергије течности у капилари је: $\Delta E_p = mgh/2$ (3 п.), тј. $\Delta E_p = 2\pi\alpha^2/(\rho g)$ (3 п.). Однос рада силе површинског напона и промене потенцијалне енергије је: $n = A/\Delta E_p = 2$ (2 п.).

3. Пошто је гумена лопта у равнотежи, то значи да је збир силе теже која делује на лопту са ваздухом и Архимедове силе једнак нули: $m_1g + m_2g = \rho Vg$ (4 п.). За ваздух у суду је: $PV = (m_2/M) \cdot RT$ (3 п.), где је: $P = P_0 + \rho gh$ (3 п.). Решавањем ових једначина добијамо: $m_2 = m_1 \cdot (P_0 + \rho gh)M/(RT\rho - M(P_0 + \rho gh))$ (6 п.), тј. $m_2 = 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ (4 п.).

4. Хладњак узима топлоту Q_1 хладнијем телу температуре T_1 и даје топлоту топлијем телу температуре T_2 (3 п.). Разлика између количина топлоте коју хладњак мора да надокнади је: $A = Q_2 - Q_1 = Q_1 \cdot (Q_2/Q_1 - 1)$ (3 п.). За идеални хладњак важи: $Q_2/T_2 = Q_1/T_1$ (3 п.), па је: $A_0 = Q_1 \cdot (T_2/T_1 - 1)$ (3 п.). У нашем случају хладњак мора урадити 10 пута већи рад: $A = 10 \cdot A_0$ (3 п.). Q_1 је топлота коју ослобађа вода при замрзавању: $Q_1 = m q_t$ (2 п.). Како је $A = P \cdot t$ (2 п.), закључујемо да је потребно време у току кога мора да ради хладњак: $t = 10 \cdot (m q_t / P) \cdot (T_2/T_1 - 1)$ (4 п.), тј. $t = 42,7 \text{ min}$ (2 п.).

5. Коефицијент корисног дејства је: $\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1$ (1 п.), где су $Q_1 = Q_{12}$ (1 п.) (јер се у процесу 1 – 2 доводи топлота), а $Q_2 = Q_{23} + Q_{31}$ (1 п.) (јер се у процесима 2 – 3 и 3 – 1 одводи топлота)
 $Q_{12} = n c_v \cdot (T_2 - T_1) + \bar{P} \cdot \Delta V$ (1 п.).
 $Q_{23} = n c_v \cdot (T_2 - T_3)$ (1 п.).
 $Q_{31} = n c_p \cdot (T_3 - T_1)$ (1 п.).

На основу слике је: $T_{\max} = T_2$ и $T_{\min} = T_1$ (2 п.).

У прелазу гаса из стања 1 у стање 2 је: $P = k \cdot V$ (1 п.) па вреди: $P_1/V_1 = P_2/V_2$ (1 п.) и $\bar{P} = 1/2 \cdot (P_1 + P_2)$ (1 п.).

одакле је: $\bar{P} \cdot \Delta V = 1/2 \cdot (P_1 + P_2) \cdot (V_2 - V_1) = 1/2 \cdot nR(T_2 - T_1)$ (2 п.).

$V_2 = V_3$ и $P_1 = P_3$ даје $T_2/P_2 = T_3/P_1$ и $T_1/V_1 = T_3/V_2$ (2 п.)

одакле је: $T_3^2 = T_1 \cdot T_2$ (1 п.). Решавањем добијамо: $\eta = \frac{(\gamma - 1) \cdot (\sqrt{\tau} - 1)}{(\gamma + 1) \cdot (\sqrt{\tau} + 1)}$ (2 п.),

тј. $\eta = 0,083$ (2 п.).