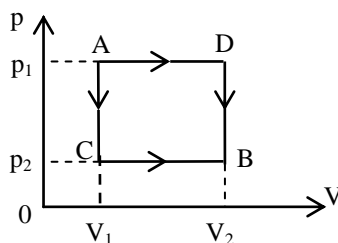


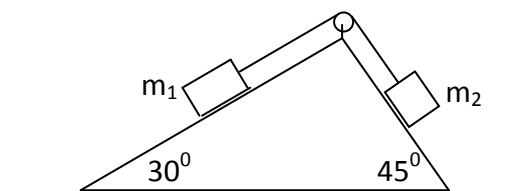
**23. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (12. март 2016)**

II РАЗРЕД

- У гуменом балону налази се ваздух под притиском $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$. Температура ваздуха је $t_1 = 20^\circ \text{C}$, а густина $\rho_1 = 1,22 \text{ kg/m}^3$. Колика ће да буде густина ваздуха ако се балон попне на висину гдје је притисак $p_2 = 3 \text{ kPa}$ а температура $t_2 = -43^\circ \text{C}$?
- Нека маса кисеоника има запремину $V_1 = 3 \text{ l}$ при температури $t_1 = 27^\circ \text{C}$ и притиску $p_1 = 820 \text{ kPa}$. У другом стању гас има параметре $V_2 = 4,5 \text{ l}$ и $p_2 = 600 \text{ kPa}$. Наћи количину топлоте Q коју гас прими, промјену унутрашње енергије гаса ΔU при прелазу гаса из првог у друго стање: а) по путањи ACB , б) по путањи ADB . Моларни топлотни капацитет кисеоника при сталној запремини је $(5/2)R$.



- У дну цилиндричног суда пречника $D = 0,5 \text{ m}$ налази се отвор пречника $d = 1 \text{ cm}$. Наћи зависност брзине смањивања нивоа воде у посуди од висине h тог нивоа. Израчунати брзину смањивања нивоа воде у посуди за висину $h = 0,2 \text{ m}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- У алуминијумском калориметру масе $0,5 \text{ kg}$ и специфичног топлотног капацитета $900 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ налази се $1,2 \text{ kg}$ воде на температуре 20°C . Да би одредио латентну топлоту топљења живе лаборант убаца у воду 1 kg живе на тачки топљења -39°C . Специфични топлотни капацитет течне живе је $140 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$. Након топлотне размјене између воде и живе, лаборант мјерењем утврди да је крајња температура смјесе $16,5^\circ \text{C}$. Колика је латентна топлота живе коју је експериментално одредио лаборант? Претпоставити да је калориметар топлотно изолован систем. Подаци су дати са двије значајне цифре. Специфична топлота воде $c_v = 4186 \text{ J/(kg}^\circ \text{C)}$.
- Тијела чије су масе $m_1 = 2 \text{ kg}$ и $m_2 = 1 \text{ kg}$ налазе се на крајевима нерастегљиве нити која је пребачена преко малог котура, занемарљиве масе, причвршћеног на врху глатког клина (тностране призме) као што је приказано на скици. Клине, масе $M = 4 \text{ kg}$ и са угловима при основи $\alpha_1 = 30^\circ$ и $\alpha_2 = 45^\circ$, налазе се на идеално глаткој хоризонталној подлози. Цио систем је, у почетку, у стању мировања. Одредити убрзање клина у односу на подлогу. Сва трења су занемарљива.



Задатке припремио: Милко Бабић

Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Дијелењем једначине $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ са m добија се да је $\frac{p_1}{\rho_1 T_1} = \frac{p_2}{\rho_2 T_2}$, пошто је $\frac{m}{V_1} = \rho_1$ а

$\frac{m}{V_2} = \rho_2$. Из ове једначине налази се да је $\rho_2 = \rho_1 \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2}$, што заменом бројних вредности даје:

$$\rho_2 = 1,22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 293 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa} \cdot 230 \text{ K}} \approx 0,047 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

2.

По путањи АСВ:

АС – изохора тј. $A_1 = 0$ а $Q_1 = \Delta U_1 = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$.

Узевши у обзир $p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1$ (1) и $p_2 V_1 = \frac{m}{M} R T_2$ (2) те одузимањем (2) од (1), добијамо:

$$(p_1 - p_2) V_1 = \frac{m}{M} R \Delta T. \text{ Одатле } Q_1 = \Delta U_1 = \frac{5}{2} (p_1 - p_2) V_1, \quad Q_1 = 1,65 \text{ kJ}.$$

Дио СВ је изобара па је $A_2 = p_2 (V_2 - V_1)$; $A_2 = 0,9 \text{ kJ}$, $\Delta U_2 = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$, $\Delta T = T_3 - T_2$.

Једначине стања за С и В су: $p_2 V_1 = \frac{m}{M} R T_2$ (3) и $p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_3$. (4) Из (3) и (4) слиједи:

$$p_2 (V_2 - V_1) = \frac{m}{M} R \Delta T, \text{ а одатле } \Delta U_2 = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1), \quad \Delta U_2 = 2,25 \text{ kJ}.$$

За процес АСВ: $A = A_2 = 0,9 \text{ kJ}$ а промјена унутрашње енергије и количина топлоте су:

$$\Delta U = \Delta U_2 - \Delta U_1 = 0,6 \text{ kJ}, \quad \text{односно } Q_{ACB} = \Delta U + A = 1,5 \text{ kJ}.$$

Аналогно у процесу АDB: укупни рад и промена унутрашње енергије су

$$A_1 = p_1 (V_2 - V_1) = 1,23 \text{ kJ}, \quad A = A_1 = p_1 (V_2 - V_1) = 1,23 \text{ kJ},$$

$$\Delta U = \Delta U_1 - \Delta U_2 = \frac{5}{2} p_1 (V_2 - V_1) - \frac{5}{2} (p_1 - p_2) V_2 = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1), \quad \Delta U_1 = 3,075 \text{ kJ},$$

$$\Delta U_2 = 2,475 \text{ kJ}, \quad \Delta U = 0,6 \text{ kJ}. \quad \text{Количина топлоте: } Q_{ADB} = \Delta U + A = 1,83 \text{ kJ}.$$

3. Према Бернулијевој једначини $\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h = \frac{\rho v_2^2}{2}$ или $v_1^2 + 2gh = v_2^2$, (1)

v_1 – брзина смањивања нивоа воде у суду, v_2 – брзина истицања воде кроз отвор

Једначина континуитета: $S_1 v_1 = S_2 v_2$, $v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2}$, (2). S_1 – површина попречног пресека суда,

S_2 – површина попречног пресека отвора. Уврштавањем (2) у (1) добија се $v_1 = \frac{S_2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{S_1^2 - S_2^2}}$.

Како је $S_1 = \frac{\pi D^2}{4}$ и $S_2 = \frac{\pi d^2}{4}$, имамо $v_1 = \frac{d^2 \sqrt{2gh}}{\sqrt{D^4 - d^4}}$. Ако се узме у обзир да је $d^4 \ll D^4$, онда

је $v_1 \approx \frac{d^2}{D^2} \sqrt{2gh}$. За $h = 0,2 \text{ m}$ брзина је $v_1 = 0,8 \text{ mm/s}$.

4.

$$m_k = 0,5 \text{ kg}, \quad c_k = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad m_1 = 1,2 \text{ kg}, \quad t_1 = 20^\circ\text{C}, \quad c_v = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 1 \text{ kg}, \quad t_2 = -39^\circ\text{C}, \quad c_2 = 140 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad t_s = 16,5^\circ\text{C}, \quad \lambda = ?$$

Количина топлоте коју предају вода и калориметар док се охладе до температуре смјесе једнака је количини топлоте која је потребна да се жива отопи, затим загрије од тачке топљења до температуре смјесе, тј.

$$m_1 c_v (t_1 - t_s) + m_k c_k (t_1 - t_s) = m_2 \lambda + m_2 c_2 (t_s - t_2)$$

$$\lambda = \frac{m_1 c_v (t_1 - t_s) - m_2 c_2 (t_s - t_2) + m_k c_k (t_1 - t_s)}{m_2}, \quad \lambda = 11386,2 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \quad \lambda \approx 11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

5.

Означимо са a интензитет убрзања тијела у односу на клин, а a_0 интензитет убрзања клина у односу на подлогу. Једначине кретања тијела у односу на клин су:

$$m_1 g / 2 + m_1 a_0 \sqrt{3} / 2 - T = m_1 a, \quad m_2 a_0 \sqrt{2} / 2 - m_2 g \sqrt{2} / 2 + T = m_2 a.$$

При томе треба имати на уму да је систем везан за клин неинерцијалан. Елиминацијом

$$\text{убрзања } a \text{ добија се: } T = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} [g(1 + \sqrt{2}) + a_0(\sqrt{3} - \sqrt{2})].$$

Силе које дјелују на клин на слици су приказане испрекиданом линијом.

Једначина кретања клина у односу на подлогу је:

$$N_1 / 2 - N_2 \sqrt{2} / 2 + T \sqrt{2} / 2 - T \sqrt{3} / 2 = M a_0, \quad (1)$$

гдје су N_1 и N_2 силе реакције клина на тијела 1 и 2 : $N_1 = m_1(g\sqrt{3} - a_0)/2$,

$N_2 = m_2(g + a_0)\sqrt{2}/2$. Замјеном израза за T, N_1 и N_2 у једначину (1), након сређивања

добијамо тражено убрзање: $a_0 = g \frac{(m_1 - \sqrt{2}m_2)(m_1\sqrt{3} + m_2\sqrt{2})}{4(M + m_1 + m_2)(m_1 + m_2) - (m_1\sqrt{3} + m_2\sqrt{2})^2}$, што заменом

бројних вредности даје: $a_0 = 0,47 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

