

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Областен кръг, 25 март 2007 г.
Решения на темата за 8 клас

Задача 1. Удрящи се топчета.

а) написваме закона за скоростта и закона за пътя за двете топчета за момента на удара:

$$V_1 = gt_{\text{уд}} \quad (1.1)$$

$$s_1 = \frac{1}{2}gt_{\text{уд}}^2 \quad (1.2)$$

$$V_2 = V_0 - g(t_{\text{уд}} - t_{\text{зак}}) \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.3)$$

$$s_2 = V_0(t_{\text{уд}} - t_{\text{зак}}) - \frac{1}{2}g(t_{\text{уд}} - t_{\text{зак}})^2 \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.4)$$

Замествайки времето от (1.1) в (1.2) и от (1.3) в (1.4) се получава

$$s_1 = \frac{V_1^2}{2g} \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.5)$$

$$s_2 = \frac{V_0^2 - V_2^2}{2g} \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.6)$$

В условието е дадено, че:

$$s_1 = 3s_2 \quad \text{или} \quad \frac{V_1^2}{2g} = 3 \frac{V_0^2 - V_2^2}{2g} \quad (1.7)$$

След съкращаване на знаменателите

$$V_1^2 = 3V_0^2 - 3V_2^2 \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.8)$$

В условието е дадено и, че

$$V_1 = 3V_2. \quad \text{Като се замести в (1.8) се получава}$$

$$(3V_2)^2 = 3V_0^2 - 3V_2^2 \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.9)$$

След опростяване

$$V_2 = \frac{V_0}{2} = 5 \text{ m/s} \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.10)$$

$$\text{и} \quad V_1 = 3V_2 = \frac{3V_0}{2} = 15 \text{ m/s} \quad [0,5 \text{ т}] \quad (1.11)$$

б) момента време на удара между двете топчета $t_{\text{уд}}$ се намира от (1.1):

$$t_{\text{уд}} = \frac{V_1}{g} = \frac{15 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 1,5 \text{ s} \quad [1 \text{ т}] \quad (1.12)$$

Моментата време на изстрелване на второто топче $t_{\text{зак}}$ се намира от (1.3):

$$t_{\text{зак}} = t_{\text{уд}} - \frac{V_0 - V_2}{g} = 1,5 \text{ s} - \frac{10 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 1 \text{ s} \quad [2 \text{ т}] \quad (1.13)$$

в) пътищата, изминати от двете топчета, s_1 и s_2 , се намират от (1.5) и (1.6):

$$s_1 = \frac{(15 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 11,25 \text{ m} \quad [1 \text{ т}] \quad (1.14)$$

$$s_2 = \frac{(10\text{m/s})^2 - (5\text{m/s})^2}{2 \cdot 10\text{m/s}^2} = 3,75\text{m} \quad [1 \text{ т}] \quad (1.15)$$

г) височината на пускане на първото топче h е

$$h = s_1 + s_2 = 11,25\text{m} + 3,75\text{m} = 15\text{m} \quad [1 \text{ т}] \quad (1.16)$$

Задача 2. Отопление с електричество и парно.

а) от закона на Ом токът I през печката :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{V}}{44\Omega} = 5\text{A} \quad [2 \text{ т}] \quad (2.1)$$

б) от закона на Джаул-Ленц мощността P на печката е

$$P = U \cdot I = 220\text{V} \cdot 5\text{A} = 1100\text{W} \quad [2 \text{ т}] \quad (2.2)$$

в) консумираната електроенергия за едно денонощие е

$$E = P \cdot t = 1100\text{W} \cdot 24\text{h} = 26400\text{Wh} = 26,4\text{kWh} \quad [2 \text{ т}] \quad (2.3)$$

Цената на тази електроенергия е

$$26,4\text{kWh} \cdot 17,4\text{сm} / \text{kwh} \approx 459\text{сm} = 4\text{лв}59\text{сm} \quad [1 \text{ т}] \quad (2.4)$$

г) за да се отдели същата топлина Q в стаята, каквато би отделил радиатора, трябва да изстине маса m вода, равна на

$$m = \frac{E}{c \cdot (T_1 - T_2)} = \frac{26400\text{Wh} \cdot 3600\text{s}}{4200\text{J/kg}^\circ\text{C} \cdot (55 - 45)^\circ\text{C}} \approx 2263\text{kg} \quad [3 \text{ т}] \quad (2.5)$$

Обемът на това количество вода е

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2263\text{kg}}{1000\text{kg/m}^3} = 2,263\text{m}^3 \quad [2 \text{ т}] \quad (2.6)$$

Задача 3.

а) В началния момент кинетичната енергия на пансла е нулева (панелът има нулева скорост): Понеже началната височина на панела е нула, началната потенциална енергия също е нулева. Следователно началната механична енергия на панела е:

$$(3.1) \quad E_1 = 0. \quad [1 \text{ т}]$$

След време t панелът има скорост v и кинетична енергия:

$$(3.2) \quad E_{k2} = \frac{mv^2}{2}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Ускорението на панела е:

$$(3.3) \quad a = \frac{v}{t}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а височината, на която се изкачва:

$$(3.4) \quad h = \frac{1}{2}at^2 = \frac{vt}{2}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Следователно потенциалната енергия на панела в момента t е:

$$(3.5) \quad E_{p2} = mgh = \frac{mgvt}{2}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а пълната механична енергия:

$$(3.6) \quad E_2 = \frac{m}{2}(v^2 + vgt) \quad [1 \text{ т}]$$

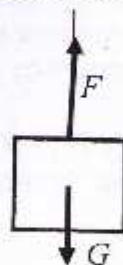
Работата, която извършва кранът е равна на промяната на механичната енергия на панела:

$$(3.7) \quad A = E_2 - E_1 = \frac{m}{2}(v^2 + vgt) \quad [1 \text{ т}]$$

$$(3.8) \quad A = \frac{1500 \text{ kg}}{2} \left((2 \text{ m/s})^2 + 2 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} \right) = 78\,000 \text{ J (78 kJ)}. \quad [1 \text{ т}]$$

б) На панела действат две сили, насочени в противоположни посоки: силата на тежестта $G = mg$ и силата на опъване на въжето F .

За чертеж с правилно означени посоки на силите – [1 т]
(по 0,5 т за всяка сила)



От II принцип на Нютон следва:

$$(3.9) \quad ma = F - mg, \quad [1 \text{ т}]$$

Като използваме израза за ускорението (3.3), определяме:

$$(3.10) \quad F = m \left(g + \frac{v}{t} \right); \quad [1 \text{ т}]$$

$$(3.11) \quad F = 1500 \text{ kg} \left(10 \text{ m/s}^2 + \frac{2 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} \right) = 15\,600 \text{ N (15,6 kN)}. \quad [1 \text{ т}]$$