

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

4 – 6 март 2023 г., Варна

Решения на темата за трета състезателна група (9. клас)

Задача 1: Провален експеримент

А) Количеството топлина, погълната от леда за достигане на крайната температура $t_{кр}$, е

$Q_L = Q_{-30-0} + Q_{топ} + Q_{0-кр}$ [0,5 т]. Количеството топлина за достигане на температура 0 градуса на леда е $Q_{-30-0} = c_L \cdot m_L \cdot (0 - t_L)$ [0,5 т]. Количеството топлина за топене на леда е $Q_{топ} = \lambda \cdot m_L$ [0,5 т]. Количеството топлина за достигане на температура от 0 до $t_{кр}$ на разтопен лед е $Q_{0-кр} = c_B \cdot m_L \cdot (t_{кр} - 0)$ [0,5 т].

Количеството топлина, отдадена от водата за достигане на крайна температура $t_{кр}$, е $Q_B = c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t_{кр})$ [0,5 т]. От закона за запазване на енергия при топлообмен имаме $Q_L = Q_B$ или

$$c_L \cdot m_L \cdot (0 - t_L) + \lambda \cdot m_L + c_B \cdot m_L \cdot (t_{кр2} - 0) = c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t_{кр2}) \quad [0,5 \text{ т}].$$

Тогава получаваме израз за първоначалната маса на леда $m_L = \frac{c_B m_B (t_B - t_{кр})}{-c_L t_L + \lambda + c_B t_{кр2}}$ [1,5 т] и $m_L \approx 0.024 \text{ kg} = 24 \text{ g}$ [1,0 т].

Б) При падането на монетата имаме допълнително отдадена топлина от монетата за достигане на крайната температура $Q_M = c_M \cdot m_M \cdot (t_M - t_{кр2})$ [0,5 т]. Тогава уравнението на топлинния баланс е $Q_L = Q_B + Q_M$,

$$Q_{-30-0} + Q_{топ} + Q_{0-кр2} = Q_B + Q_M,$$

$$c_L \cdot m_L \cdot (0 - t_L) + \lambda \cdot m_L + c_B \cdot m_L \cdot (t_{кр2} - 0) = c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t_{кр2}) + c_M \cdot m_M \cdot (t_M - t_{кр2}) \quad [1,0 \text{ т}].$$

Тогава крайният израз за специфичния топлинен капацитет на монетата е:

$$c_M = \frac{m_L (-c_L t_L + \lambda + c_B t_{кр2}) - c_B m_B (t_B - t_{кр2})}{m_M (t_M - t_{кр2})} \quad [1,0 \text{ т}], \quad c_M = 383 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C}) [2,0 \text{ т}].$$

Задача 2: Ски скок

А) Уравнението за движение на скиора е $v_{и} = v_0 + at$, а изминатият път

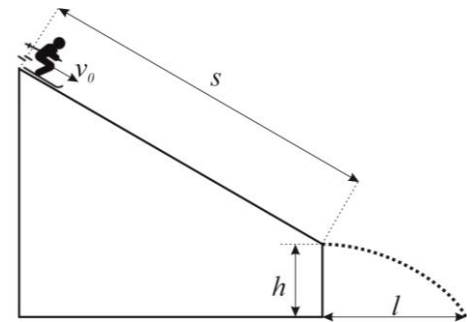
$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad [1,0 \text{ т}]. \quad \text{Изразът за ускорението е } a = \frac{v_{и}^2 - v_0^2}{2s} \quad [1,0 \text{ т}] \quad a = 3,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad [1,0 \text{ т}].$$

Времето за спускане е $t = \frac{v_{и} - v_0}{a}$ [1,0 т], $t \approx 2,67 \text{ s}$ [1,0 т].

Б) При скока от рампата нямаме сила на триене и ще използваме закона за запазване на механичната енергия: $E_M = E_k + E_p = \frac{mv_{и}^2}{2} + mgh$ [1,0 т]

– при излитане от рампата и $E_{M2} = E_{k2} = \frac{mv_{падане}^2}{2}$ [1,0 т] – при падането;

$$E_M = E_{M2} \quad [0,5 \text{ т}]. \quad \text{Тогава изразът за скоростта на падане е } v_{падане} = \sqrt{v_{и}^2 + 2gh} \quad [1,5 \text{ т}], \quad v_{падане} = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [1,0 \text{ т}]$$



Задача 3: Реостат

От показаната фигура може да разглеждаме схемата като последователно свързано съпротивление R_1 към две успоредно свързани съпротивления R_2 и R_3 .

$$[1,0 \text{ т}] \quad \text{Еквивалентното съпротивление е } R_{екв} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad [0,5 \text{ т}]$$

При свързване в първия случай $R_1 = \frac{R}{3}$; $R_2 = \frac{2R}{3}$ [0,5 т], а от закона на Ом $R_{екв1} = \frac{U}{I_{a1}}$ [0,5 т]; $R_{екв1} = 60 \Omega$ [0,5 т]

Във втория случай $R_1 = \frac{2R}{3}$; $R_2 = \frac{R}{3}$ [0,5 т], а от закона на Ом $R_{екв2} = \frac{U}{I_{a2}} = 80 \Omega$ [0,5 т] Тогава получаваме

$$R_{екв1} = \frac{R}{3} + \frac{\frac{2R}{3} R_3}{\frac{2R}{3} + R_3} = \frac{R}{3} + \frac{2RR_3}{2R + 3R_3} = \frac{2R^2 + 9RR_3}{3(2R + 3R_3)} \quad [1,0 \text{ т}]; \quad R_{екв2} = \frac{2R}{3} + \frac{\frac{1}{3} R R_3}{\frac{1}{3} R + R_3} = \frac{2R}{3} + \frac{R R_3}{R + 3R_3} = \frac{2R^2 + 9RR_3}{3(R + 3R_3)} \quad [1,0 \text{ т}]$$

$$3(2R + 3R_3)R_{екв1} = 2R^2 + 9RR_3 \quad [0,5 \text{ т}]; \quad 3(R + 3R_3)R_{екв2} = 2R^2 + 9RR_3 \quad [0,5 \text{ т}], \quad \text{откъдето}$$

$$3(2R + 3R_3)R_{екв1} = 3(R + 3R_3)R_{екв2}, \quad (2R + 3R_3)R_{екв1} = (R + 3R_3)R_{екв2}$$

$$R_3 = \frac{2}{3} R \quad [2,0 \text{ т}]; \quad R_{екв1} = \frac{R}{3} + \frac{\frac{2R}{3} \cdot \frac{2R}{3}}{\frac{2R}{3} + \frac{2R}{3}} = \frac{2}{3} R = 60 \Omega; \quad R = 90 \Omega \quad [0,5 \text{ т}] \quad R_3 = 60 \Omega \quad [0,5 \text{ т}]$$

