

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ
 15 февруари 2025 г.
 Тема за VIII клас (втора състезателна група)
 Примерни решения и указания

Задача 1. Въпросите с един верен отговор носят (1 т.). Въпросите с два верни отговора носят по (0.5 т.) за всеки. Ако е посочен и грешен отговор, не се дават точки.

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
б)	в) г)	б) в)	г)	а)	а) в)	а)	б)	г)	а) г)

Решение 2.1. Означаваме силите не опън на нишките с T_1 и T_2 , силата на реакция на опората за първото тяло с N , а силата на триене с f . Всички тези сили, както и силите на тежестта на двете тела са означени на фигурата. (1 т.)

Записваме законите на Нютон за двете тела:

$$\begin{aligned} \text{за тяло 1: } T_1 - f &= m_1 a_1, & (1 \text{ т.}) \\ \text{за тяло 1: } m_1 g - N &= 0, & (1 \text{ т.}) \\ \text{за тяло 2: } m_2 g - T_2 &= m_2 a_2, & (1 \text{ т.}) \\ \text{за макарата: } T_2 - 2T_1 &= 0, & (1 \text{ т.}) \end{aligned}$$

където сме отчели, че масата на макарата е пренебрежимо малка. За да пресметнем ускоренията трябва още да използваме, че $f = kN = km_1 g$, (0.5 т.) както и това, че при преместване на тяло 1 на разстояние x , тяло 2 се премества на разстояние $x/2$. (1 т.) От закона за пътя при равноускорително движение – $x_i = x_{0i} + v_{0i}t + a_i t^2/2, i = 1, 2$ може да получим, че $a_1 = 2a_2$. (1 т.) Така за ускоренията получаваме:

$$a_1 = 2 \frac{m_2 - 2km_1}{m_2 + 4m_1} g \text{ и } a_2 = \frac{m_2 - 2km_1}{m_2 + 4m_1} g. (0.5 \text{ т.})$$

Решение 2.2. След като вече знаем ускоренията на телата не е проблем да получим и силите на опън, които им действат:

$$T_2 = m_2 g - m_2 a_2 = 2(2+k) \frac{m_1 m_2}{m_2 + 4m_1} g \text{ и } T_1 = (2+k) \frac{m_1 m_2}{m_2 + 4m_1} g. (1 \text{ т.})$$

Решение 2.3. За да се движи тяло 2 надолу то двата израза за ускоренията трябва да са положителни, което е изпълнено при:

$$m_2 - 2km_1 > 0 \text{ или } m_2/m_1 > 2k. (1 \text{ т.})$$

Решение 3.1. За да определим височината на водопада първо трябва да определим височината, от която пада парчето лед – h_1 . Нека времето за падане на леда да бъде t_1 , тогава $h_1 = gt_1^2/2$. (1 т.) След като падне звукът от разбиването на леда трябва да измине същото разстояние h_1 обратно до алпиниста. Ако това става за време t_2 , то $h_1 = ut_2 = gt_1^2/2$. (1 т.) Общото време, което засича алпинистът е: $t = t_1 + t_2$. (1 т.) Изразяваме $t_2 = t - t_1$, заместваме в предпоследното равенство и получаваме квадратно уравнение за t_1 : $gt_1^2/2 + ut_1 - ut = 0$. (1 т.) Взимаме само положителния корен: $t_1 = -u/g + \sqrt{u^2/g^2 + 2tu/g}$. (1 т.) Сега вече може да изразим $h_1 = u(t - t_1) = ut + u^2/g - \sqrt{u^4/g^2 + 2tu^3/g} = 64.8 \approx 65 \text{ m}$ (1 т.) и за височината на водопада получаваме $h = 104.8 \approx 105 \text{ m}$. (1 т.)

Решение 3.2. Времето за падане на леда е $t'_1 = \sqrt{2h/g}$, времето за достигане на звука от земята до алпиниста е $t'_2 = h/u$, така за общото време получаваме $t' = t'_1 + t'_2 = \sqrt{2h/g} + h/u \approx 4.9 \text{ s}$. (1 т.) Средната скорост е отношението на изминатия път h към времето, за което го изминава t'_1 (1 т.) или $v_{\text{ср}} = h/t'_1 = 22.9 \text{ m/s} \approx 23 \text{ m/s}$. (1 т.)

