

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА

Ловеч, 5 април 2016 г.

Примерни решения и критерии за оценяване – тема за 8. клас

Задача 1. Силомер

А) Силомерът отчита големината на силата F на опън на пружината. Ако окачим силомера вертикално, силата на опън F уравновесява силата на тежестта G , действаща на скалата:

$$F = m_2 g = 0,01 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,1 \text{ N} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

Б) Върху корпуса на силомера в хоризонтална направление действат две сили, които се уравновесяват, защото силомерът се движи с постоянна скорост: силата на опън F на пружината и силата f на триене с повърхността. Следователно:

$$f = F = 0,2 \text{ N} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

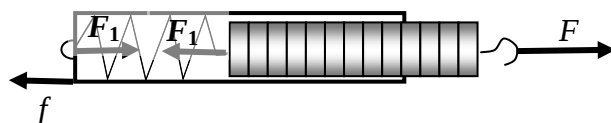
Натискът, който силомерът оказва върху повърхността, е:

$$N = (m_1 + m_2)g = 0,3 \text{ N} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

Следователно коефициентът на триене е:

$$k = \frac{f}{N} = 2/3 \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

В) Силите, действащи на корпуса и на скалата, са показани на чертежа.



Означена е дърпащата сила F **0.5 т**

Означена е силата на триене f **0.5 т**

Означени са равни по големина, но противоположни по посока сили F_1 , с които пружината действа на скалата и на корпуса съответно **1.0 т**

Двете тела се движат с еднакви ускорения a . От II принцип на Нютон следва:

$$m_1 a = F_1 - f \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

$$m_2 a = F - F_1 \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

От двете уравнения намираме:

$$a = \frac{F - f}{m_1 + m_2} = \frac{1 \text{ N} - 0,2 \text{ N}}{0,03 \text{ kg}} \approx 26,7 \text{ m/s}^2 \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

За силата на опън, т.е. за показанието на силомера, получаваме:

$$F_1 = \frac{m_1 F + m_2 f}{m_1 + m_2} \approx 0,73 \text{ N} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

Задача 2. Търкаляне на сандък

А) Силата G на тежестта на сандъка е приложена към неговия център на тежестта (ЦТ). От правилото за равновесие на едностранен лост имаме:

$$mg \cdot \frac{a}{2} = F \cdot a \quad 1 \text{ т}$$

Следователно:

$$F = \frac{mg}{2} = 250 \text{ N} \quad 1 \text{ т}$$

Б) За едно претъркаляне на сандъка центърът му се премества на разстояние $s = a + b$. 1 т

Следователно средната скорост е:

$$v_{\text{cp}} = \frac{a + b}{t} = 0,14 \text{ m/s} \quad 1 \text{ т}$$

В) Работа трябва да бъде извършвана на тези етапи от претъркаляването, когато ЦТ се издига нагоре, т.е. потенциалната енергия на сандъка се увеличава. Ако ЦТ се спуска надолу, тогава сандъкът сам пада върху една от страните си, без да е нужно да му действаме със сила.



Първият етап, при който се върши работа, е по време на изправянето, докато ЦТ се издигне над долния ръб на сандъка. Началната височина на центъра на масата е:

$$h_1 = b/2 = 0,3 \text{ m} \quad 0,5 \text{ т}$$

а крайната:

$$h_2 = d/2 = 0,5 \text{ m} \quad 0,5 \text{ т}$$

Извършената на този етап работа е равна на изменението на потенциалната енергия:

$$A' = mgh_2 - mgh_1 = 50 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 \text{ m} = 100 \text{ J} \quad 1 \text{ т}$$

Вторият такъв етап е, когато изправеният сандък се накланя, докато ЦТ отново застане над ръба на сандъка. В този случай:

$$h_1 = a/2 = 0,4 \text{ m} \quad 0,5 \text{ т}$$

$$h_2 = d/2 = 0,5 \text{ m} \quad 0,5 \text{ т}$$

като извършената работа е:

$$A'' = mgh_2 - mgh_1 = 50 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,1 \text{ m} = 50 \text{ J} \quad 1 \text{ т}$$

Следователно общата работа за едно претъркаляне е:

$$A = A' + A'' = 150 \text{ J} \quad 1 \text{ т}$$

Г) От определението за мощност следва:

$$P = \frac{A}{t} = 15 \text{ W} \quad 1 \text{ т}$$

Задача 3. Претегляне

А) Масата на въздуха в топката е:

$$m_0 = \rho_0 V \quad 0,5 \text{ т}$$

Следователно върху надутата топка действа сила на тежестта:

$$G = (m + \rho_0 V)g \quad 0,5 \text{ т}$$

На топката обаче действа и изтласкваща сила от страна на околния въздух:

$$F_A = \rho_0 Vg \quad 1 \text{ т}$$

Следователно топката оказва върху везната сила на натиск:

$$N = G - F_A = mg \quad 1 \text{ т}$$

т.е. толкова, колкото и празната топка. Следователно везната ще отчете маса, равна на масата на празната топка:

$$m_{\text{везна}} = m = 20 \text{ g} \quad 1 \text{ т}$$

Б) Масата на камъка е равна на:

$$m = m_3 - m_1 = 50 \text{ g} \quad 1 \text{ т}$$

Когато камъкът виси потопен, той измества вода с обем:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad 0,5 \text{ т}$$

поради което нивото на водата в съда се повишава с:

$$\Delta h = \frac{V}{S} = \frac{m}{\rho S} \quad 0,5 \text{ т}$$

Налягането на водата върху дъното се повишава с:

$$\Delta p = \rho_0 g \Delta h \quad 1 \text{ т}$$

а силата на натиск върху дъното – с:

$$\Delta N = \Delta p S = \frac{mg\rho_0}{\rho} \quad 1 \text{ т}$$

Увеличеният натиск се отчита от везната като допълнителна маса:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{\Delta N}{g} = \frac{m\rho_0}{\rho} \quad 1 \text{ т}$$

Следователно:

$$\rho = \frac{\rho_0 m}{m_2 - m_1} = 2500 \text{ kg/m}^3 \quad 1 \text{ т}$$

Алтернативно решение

Водата действа на висящия камък с Архимедова сила $F_A = \rho_0 Vg$. По III принцип на Нютон, камъкът действа на водата със същата сила, но насочена надолу. Затова водата действа на везната с допълнителен натиск $\Delta N = F_A = (m_2 - m_1)g$. Оттук намираме:

$$V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_0 g}$$

и

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\rho_0 m}{m_2 - m_1} = 2500 \text{ kg/m}^3$$