

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, НАЦИОНАЛЕН КРЪГ
28 юни 2020 г., РУСЕ

Решения на темата за 8. клас (втора състезателна група) и критерии за оценяване

Задача 1. Преплуване на река

А) Плувецът достига другия бряг за време:

$$(1) \quad t = \frac{L}{u} = \frac{150 \text{ m}}{0,75 \text{ m/s}} = 200 \text{ s.} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Тъй като скоростта на течението е постоянна по цялата ширина на реката, отместването на плувеца по течението е:

$$(2) \quad s = vt = 0,5 \text{ m/s} \cdot 200 \text{ s} = 100 \text{ m.} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Б) Плувецът достига 60-тия метър от брега за време:

$$(3) \quad t_1 = \frac{60 \text{ m}}{0,75 \text{ m/s}} = 80 \text{ s.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

За това време скоростта, с която го премества течението нараства от нула до:

$$(4) \quad v_1 = 0,5 \text{ m/s.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Следователно движението на плувеца в посока на течението за този интервал от време е равноускорително с ускорение:

$$(5) \quad a_1 = \frac{v_1}{t_1} = 0,00625 \text{ m/s}^2. \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

и с нулева начална скорост. Преместването на плувеца по течението за това време е съответно:

$$(7) \quad s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{v_1 t_1}{2} = 20 \text{ m.} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

От 60-тия до 90-тия метър от брега скоростта на течението е постоянна и равна на v_1 . Плувецът преминава тази част от реката за време:

$$(8) \quad t_2 = \frac{30 \text{ m}}{0,75 \text{ m/s}} = 40 \text{ s.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

и се премества допълнително по течението на разстояние:

$$(9) \quad s_2 = v_1 t_2 = 0,5 \text{ m/s} \cdot 40 \text{ s} = 20 \text{ m.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Последните 60 метра от широчината на реката плувецът преминава за време:

$$(10) \quad t_3 = \frac{60 \text{ m}}{0,75 \text{ m/s}} = 80 \text{ s.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

В този участък скоростта на течението намалява от v_1 до нула. Следователно тук плувецът се движи в посока на течението равнозакъснетелно с ускорение:

$$(11) \quad a_3 = \frac{v_1}{t_3} = 0,00625 \text{ m/s}^2 \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

и се отмесва допълнително на разстояние:

$$(12) \quad s_3 = v_1 t_3 - \frac{1}{2} a_3 t_3^2 = 20 \text{ m.} \quad \mathbf{1,5 \text{ т}}$$

Следователно докато премине реката, плувецът се премества по течението на разстояние:

$$(13) \quad s = s_1 + s_2 + s_3 = 60 \text{ m.} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Задача 2. Механичен коктейл

А) Площта на листа, изразена в квадратни метри, е:

$$(1) \quad S = 0,2 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 0,06 \text{ m}^2, \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

масата ѝ:

$$(2) \quad m = 50 \text{ g/m}^2 \cdot 0,06 \text{ m}^2 = 3 \text{ g} = 0,003 \text{ kg}, \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

а теглото на листа – съответно:

$$(3) \quad P = mg = 0,003 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,03 \text{ N.} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Да означим с 1 книгата, чийто първи лист се намира най-отгоре, а с 2 – другата книга, чийто последен лист лежи върху масата. Върху n -тия лист на първата книга „тежат“ $n - 1$ листа от същата книга и още толкова листа от втората книга. Следователно общият натиск, който оказват тези листа върху n -тия лист, е:

$$(4) \quad N_1 = 2(n - 1)P, \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

а максималната сила на триене върху горната повърхност на листа – съответно:

$$(5) \quad f_1 = kN_1 = 2(n - 1)kP, \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

n -тият лист на книгата 1 оказва върху намиращият се под него лист на книгата 2 натиск:

$$(6) \quad N_2 = N_1 + P = (2n - 1)P. \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Следователно силата на триене върху долната повърхност на листа е:

$$(7) \quad f_2 = kN_2 = (2n - 1)kP, \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

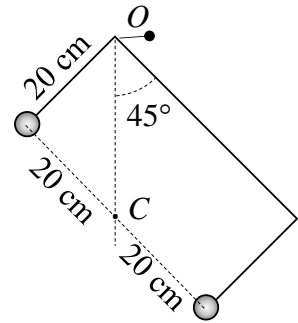
а общата сила на триене върху избрания лист:

$$(8) \quad f = f_1 + f_2 = (4n - 3)kP, \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Като сумираме силите на триене, действащи върху всички листа на книгата 1 ($n = 1 \dots 100$), получаваме общата сила F , нужна за разделяне на двете книги:

$$(9) \quad F = \{4 \cdot (1 + 2 + \dots + 100) - 3 \cdot 100\}kP = 19\,900 \text{ kP} \approx 358 \text{ N.} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Б) В състояние на равновесие центърът на тежестта на тялото се намира вертикално под точката на окачване, т.е. под т. O (1 т). Тъй като масата на телта е пренебрежимо малка, а двете топчета са еднакви, центърът C на тежестта се намира по средата между двете топчета (1 т). Следователно вертикалната права, минаваща през т. O , разполюва отсечката, свързваща двете топчета на две части с дължина 20 cm всяка (1 т). От чертежа е ясно, че $\alpha = 45^\circ$ (1 т).



Задача 3. Опит с линейка

На линейката действа силата на тежестта:

$$(1) \quad G = mg \quad 0,5 \text{ т}$$

и Архимедовата сила:

$$(2) \quad F_A = \rho_0 V g, \quad 1,0 \text{ т}$$

където:

$$(3) \quad V = Sh \quad 0,5 \text{ т}$$

е обемът на потопената част от линейката (S площта на напречното сечение). Силомерът отчита равнодействащата на двете сили:

$$(4) \quad F = G - F_A = mg - \rho_0 g S h \quad 1,0 \text{ т}$$

От графиката отчитаме показанието на силомера при две дълбочини, например:

h (cm)	F (N)	
10	0,30	0,5 т
16	0,27	0,5 т

След като изразим дълбочината в метри и заместим данните във формула (4), получаваме две уравнения:

$$(5) \quad 0,30 \text{ N} = mg - \rho_0 g S \cdot 0,10 \text{ m} \quad 0,5 \text{ т}$$

$$(6) \quad 0,27 \text{ N} = mg - \rho_0 g S \cdot 0,16 \text{ m}, \quad 0,5 \text{ т}$$

от които определяме площта на напречното сечение на линейката:

$$(7) \quad S = \frac{0,30 \text{ N} - 0,27 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (0,16 \text{ m} - 0,10 \text{ m})} = 0,000 \text{ 05 m}^2. \quad 1,0 \text{ т}$$

и масата на линейката:

$$(8) \quad m = \frac{0,30 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,000 \text{ 05 m}^2 \cdot 0,1 \text{ m} = 0,035 \text{ kg} = 35 \text{ g}. \quad 1,0 \text{ т}$$

Общият обем на линейката е:

$$(9) \quad V = S \ell = 0,000 \text{ 05 m}^2 \cdot 0,5 \text{ m} = 0,000 \text{ 025 m}^3. \quad 1,0 \text{ т}$$

Следователно плътността на линейката е:

$$(10) \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{0,035 \text{ kg}}{0,000 \text{ 025 m}^3} = 1400 \text{ kg/m}^3. \quad 1,0 \text{ т}$$

Тъй като материалът на линейката е по-плътен от водата, линейката ще потъне. 1,0 т