

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Силистра,
20 април 2013 г.

Решение на темата за 8 клас

Задача 1. Трамвайна линия.

а) Ускорението, с което трамвай се движи при тръгване (и спиране), е $a = v^2 / 2l =$ [1 т.] $(15\text{ m/s})^2 / 2.45\text{ m} = 2,5 \text{ m/s}^2$. [1 т.]

б) Времето T (в минути), за което един трамвай изминава целия маршрут (в едната посока), можем да сметнем по следния начин. Пресмятаме първо интервала време, за който един трамвай тръгва от две съседни спирки. Това време е равно на сумата от времената, за които трамвайт ускорява, движи се равномерно, спира и стои на спирката: $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$. Времето $t_1 = t_3 = v/a$ [0.5 т.] $= 15 \text{ m/s} / 2,5 \text{ m/s}^2 = 6 \text{ s}$. [0.5 т.] $t_2 = (l - 2d)/v$ [0.5 т.] $= (660 \text{ m} - 2.45\text{ m})/15 \text{ m/s} = 38 \text{ s}$. [1 т.] Следователно $t = 6 \text{ s} + 38 \text{ s} + 6 \text{ s} + 20 \text{ s} = 70 \text{ s}$. [0.5 т.] Тъй като трамвайт изминава 20 такива спирки и като отчетем факта, че не трябва да броим последните 20 s след като трамвайт пристигне на последната спирка, то $T = 20.70 \text{ s} - 20 \text{ s}$ [0.5 т.] $= 1380 \text{ s} = 23 \text{ min}$ [0.5 т.]

в) Броят на мотрисите, които са нужни, за да се осигури преминаване на трамвай през всяка спирка на интервал от 6 min, можем да изчислим така. Една пълна обиколка на трамвая по маршрута е $2 \times (23 \text{ min} + 7 \text{ min}) = 60 \text{ min}$. [0.5 т.] Следователно броят на мотрисите е $60 \text{ min} / 6 \text{ min} = 10$. [0.5 т.]

г) Един от начините да изчислим колко насрещни мотриси ще срещне един трамвай, докато се движи от първата до последната спирка, е да разсъждаваме така: когато един трамвай тръгва от първата спирка, там вече една минута почива трамвайт, който се движи зад него. [1 т.] Пристигайки на последната спирка, той заварва трамвайт, който се движи пред него, също да почива последната си минута. [0.5 т.] Всички останали трамваи за него са били насрещни. [0.5 т.] Следователно броят им е $10 - (2 + 1) = 7$ [1 т.]

Задача 2. Шамандура.

а) В равновесие (покой) силата на тежестта на тялото се уравновесява от действащата му Архимедова сила: $mg = \rho a^2(a - c)g$, откъдето $c = a - \frac{m}{\rho a^2}$ [1 т.]

$$0,1 \text{ m} - 0,1 \text{ kg} / [10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,1 \text{ m})^2] = 0,09 \text{ m} = 9 \text{ cm} \text{ [1 т.]}$$

б) За да е тялото изцяло потопено и в покой, сумата от трите действащи му сили трябва да е нула: $F_0 + mg = F_A$, откъдето $F_0 = \rho a^3 g - mg$ [0.5 т.] $= 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,1 \text{ m})^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 - 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 9 \text{ N}$. [0.5 т.]

в) Прилагайки закона за изменение на механичната енергия: $\Delta E = A_{F_A}$ [0.5 т.]

$$\text{Следователно } mgl - mg \frac{-a}{2} = \frac{1}{2} \rho a^3 ga, \text{ [0.5 т.]} \quad \text{откъдето } l = \frac{a}{2} \left(-1 + \frac{\rho a^3}{m} \right) \text{ [1 т.]}$$

$$5 \text{ cm} \cdot \left[-1 + \frac{10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,1 \text{ m})^3}{0,1 \text{ kg}} \right] = 45 \text{ cm}. \text{ [1 т.]}$$

г) При изплуване с постоянна скорост, $F_A = mg + F_{mp}$, [0.5 т.] или

$$\rho a^3 g = mg + \frac{1}{2} C \rho a^2 v_{\max}^2 \text{ [0.5 т.], откъдето } C = \frac{2ga}{v_{\max}^2} \left(1 - \frac{m}{\rho a^3} \right) \text{ [0.5 т.] } \approx 1,1 \text{ [0.5 т.]}$$

д) Максималната височина h над повърхността на водата, на която ще отскочи тялото, може да намерим като я сравним с резултата от подусловие в). Сега в “начално” положение тялото има допълнителна кинетична енергия. [0.5 т.] Тя ще се превърне в допълнителна потенциална енергия, или $mv_{\max}^2/2 = mg(h-l)$, [0.5 т.] $l = h + \frac{v_{\max}^2}{2g}$ [0.5 т.] = $0,45 \text{ m} + \frac{(1,3\text{m/s})^2}{2 \cdot 10\text{m/s}^2} \approx 53 \text{ cm}$. [0.5 т.]

Задача 3. Отопление с гореща вода.

а) Количеството топлина Q , необходимо да се загрее въздухът в стаята до 20°C , е $Q = c_{\text{въздух}} m_{\text{въздух}} (t_{\text{крайна}} - t_{\text{начална}})$. [1 т.] Масата на въздуха е $m_{\text{въздух}} = \rho V$ [1 т.] $= 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 5 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 48 \text{ kg}$. [1 т.] Така $Q = 1000 \text{ J/kgK} \cdot 48 \text{ kg} \cdot (20 - 0)\text{K} = 960 \text{ kJ}$ [1 т.]

б) Количеството кипяща вода, която трябва да се внесе в стаята, за да се загрее въздухът до 20°C , е $m = \frac{Q}{c_{\text{вода}} (t_{\text{кипене}} - t_{\text{крайна}})} =$ [1 т.] $960 \text{ kJ} / [4200 \text{ J/kgK} \cdot (100 - 20)\text{K}] = 2,9 \text{ kg}$ [0.5 т.] или 2,9 литра. [0.5 т.]

в) Резултатът не изглежда реалистичен. Количеството вода е много малко. От това можем да направим извода, че топлината, отделена от изстиващата вода, не се поглъща изцяло от въздуха в стаята. Една част от нея отива за нагриването на предметите в стаята (с неизвестни топлинни капацитети), друга част се губи чрез топлопроводност през стените на стаята и най-вече през прозорците. [1 т.]

г) Напрежението в България е 220 V . Мощността, отделяна от печката, е $P = U^2/R =$ [0.5 т.] $(220 \text{ V})^2 / 44 \Omega = 1100 \text{ W}$. [1 т.] Времето се намира като разделим топлината на мощността: $t = Q/P$ [0.5 т.] $= 960 \text{ kJ} / 1,1 \text{ kW} \approx 873 \text{ s} \approx 14,5 \text{ min}$. [1 т.]