

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

Вършец, 5 март 2022 г.

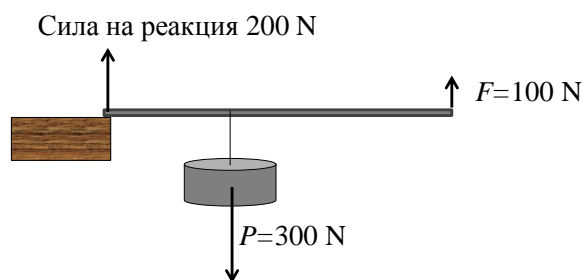
Решения на темата за I състезателна група (7. клас)

Задача 1. Физика за съобразителни

а) Когато по жичката тече ток, тя се загрева (**1 точка**). При загреване металите се разширяват. Затова жичката се удължава и изкривява (**1 точка**).

б) Железните стружки може да бъдат отделени с магнит (**1 точка**). Останалата смес от дървени и алуминиеви стружки може да бъде изсипана във вода. Алуминиевите стружки са по-плътни от водата и потъват (**1 точка**), а дървените стружки – изплават (**1 точка**).

в) Допълнителната сила от 200 N, нужна за повдигане на товара, е силата на реакция, с която опората действа на другия край на лоста (**1 точка**), както е илюстрирано на фигурата.



г) Щом топчето е в равновесие под водата, това означава, че при температура 4°C плътността на топчето е равна на плътността на водата (**0,5 точки**). Когато температурата се понижи под 4°C, топчето се свива, т.е. плътността му се увеличава (**0,5 точки**). Водата обаче има специфично свойство (температурна аномалия), т.е. при охлаждане от 4°C до 0°C тя се разширява (**0,5 точки**). Това означава, че при понижаване на температурата плътността на водата в съда намалява и става по-малка от плътността на топчето (**0,5 точки**). Следователно топчето ще потъне (**1 точка**).

Задача 2. Напред-назад по реката

Вариант 1

а) Интервалът между пускане във водата на два ствола, изразен в часове, е:

$$t = \frac{10 \text{ min}}{60 \text{ min/h}} = \frac{1}{6} \text{ h.} \quad (\mathbf{0,5 \text{ точки}})$$

Понеже стволите се движат със скоростта на течението, разстоянието между последователните стволове е:

$$d = ut = 0,5 \text{ km.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Следователно в момента, когато катерът тръгва от пристанището B , в реката между точките A и B се намират:

$$N_0 = \frac{L}{d} = \frac{30 \text{ km}}{0,5 \text{ km}} = 60 \quad (1 \text{ точка})$$

дървени ствола, с всички от които катерът се разминава по време на пътуването си. Когато се движи срещу течението, скоростта на катера спрямо бреговете е:

$$v_1 = v - u = 9 \text{ km/h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

и той пътува от B до A за време:

$$t_1 = \frac{L}{v_1} = \frac{30 \text{ km}}{9 \text{ km/h}} = \frac{10}{3} \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Следователно, освен с N_0 ствола, които вече са били в реката, катерът ще се размине с още:

$$N' = \frac{t_1}{t} = \frac{10/3 \text{ h}}{1/6 \text{ h}} = 20 \quad (1 \text{ точка})$$

ствола, които ще бъдат пуснати в реката, докато катерът пътува от B към A . Така че, по време на пътуването срещу течението катерът ще се размине общо с:

$$N_1 = N_0 + N' = 80 \quad (1 \text{ точка})$$

дървени ствола.

б) Когато катерът тръгва от т. A по течението, във водата между т. A и т. B се намират същият брой $N_0 = 60$ ствола. **(1 точка)** Катерът се движи по течението със скорост:

$$v_2 = v + u = 15 \text{ km/h} \quad (0,5 \text{ точки})$$

и стига в пристанището B след време:

$$t_2 = \frac{L}{v_2} = \frac{30 \text{ km}}{15 \text{ km/h}} = 2 \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

От намиращите се във водата стволове за това време до пристанището ще стигнат тези, които се намират от т. B на разстояние, по-малко от:

$$s = ut_2 = 3 \text{ km/h} \cdot 2 \text{ h} = 6 \text{ km,} \quad (1 \text{ точка})$$

т.е.

$$N'' = \frac{s}{d} = \frac{6 \text{ km}}{0,5 \text{ km}} = 12 \quad (1 \text{ точка})$$

ствола, които катерът не може да задмине. Следователно броят стволове, които катерът ще задмине по време на връщането си, е:

$$N_2 = N_0 - N'' = 48 \quad (1 \text{ точка})$$

Вариант 2

а) Интервалът между пускане във водата на два ствола, изразен в часове, е:

$$t = \frac{10 \text{ min}}{60 \text{ min/h}} = \frac{1}{6} \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Понеже стволите се движат със скоростта на течението, разстоянието между последователните стволове е:

$$d = ut = 0,5 \text{ km.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Когато се движи срещу течението, скоростта на катера спрямо бреговете е:

$$v_1 = v - u = 9 \text{ km/h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

и той пътува от B до A за време:

$$t_1 = \frac{L}{v_1} = \frac{30 \text{ km}}{9 \text{ km/h}} = 10/3 \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Спрямо водата обаче стволите са неподвижни, а катерът се движи срещу тях със скорост $v = 12 \text{ km/h}$. **(1 точка)** Следователно катерът ще се разминава с дървен ствол през интервал от време:

$$t_0 = \frac{d}{v} = \frac{0,5 \text{ km}}{12 \text{ km/h}} = \frac{1}{24} \text{ h.} \quad (1 \text{ точка})$$

Затова общият брой стволове, с които катерът ще се размине на отиване, е:

$$N_1 = \frac{t_1}{t_0} = \frac{10/3 \text{ h}}{1/24 \text{ h}} = 80. \quad (1 \text{ точка})$$

б) На обратния път разстоянието между последователните стволове е същото, както на идване: $d = 0,5 \text{ km}$. **(1 точка)** На връщане скоростта на катера спрямо бреговете е:

$$v_2 = v + u = 15 \text{ km/h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

и той пътува от B до A за време:

$$t_2 = \frac{L}{v_2} = \frac{30 \text{ km}}{15 \text{ km/h}} = 2 \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Спрямо водата обаче стволите са неподвижни и катерът ги задминава със скорост $v = 12 \text{ km/h}$. **(1 точка)** Следователно катерът ще задминава дървен ствол през същия интервал от време:

$$t_0 = \frac{d}{v} = \frac{0,5 \text{ km}}{12 \text{ km/h}} = \frac{1}{24} \text{ h,} \quad (1 \text{ точка})$$

както на отиване. Затова общият брой стволове, които катерът ще задмине на връщане, е:

$$N_2 = \frac{t_2}{t_0} = \frac{2 \text{ h}}{1/24 \text{ h}} = 48. \quad (1 \text{ точка})$$

Задача 3. Икономично осветление

а) Тъй като $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$, мощността на лампата, изразена в киловати е:

$$P_0 = 0,036 \text{ kW.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

За един месец лампата работи общо време:

$$t = 30 \text{ дни} \cdot 5 \text{ h} = 150 \text{ h.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Следователно консумираната за един месец електроенергия, изразена в киловатчасове, е:

$$W_0 = P_0 t = 0,036 \text{ kW} \cdot 150 \text{ h} = 5,4 \text{ kWh,} \quad (0,5 \text{ точки})$$

а цената на електроенергията, съответно:

$$5,4 \text{ kWh} \cdot 0,20 \text{ лв./kWh} = 1,08 \text{ лв.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

б) При последователно свързване напрежението на източника (електрическата мрежа) е равно на сумата от напреженията върху консуматорите. Следователно при нормална работа на лампата, напрежението върху резистора е:

$$U = U_0 - U_1 = 222 \text{ V} - 12 \text{ V} = 210 \text{ V.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

От връзката $P = UI$, получаваме, че при нормална работа през новата лампа тече ток:

$$I = \frac{P_0}{U_1} = \frac{36 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 3 \text{ A.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Същият ток тече през резистора, защото той е свързан последователно на лампата. Следователно съпротивлението на резистора трябва да бъде:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{210 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 70 \text{ }\Omega. \quad (0,5 \text{ точки})$$

Тъй като новата лампа има същата мощност, като старата, тя ще консумира за един месец същото количество енергия $W_0 = 5,4 \text{ kWh}$. (0,5 точки)

Енергия обаче се консумира и в резистора – под формата на отделена топлина. Количеството топлина, отделящо се за една секунда, т.е. мощността на резистора е:

$$P_R = UI = 210 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 630 \text{ W} = 0,63 \text{ kW.} \quad (0,5 \text{ точки})$$

Следователно за един месец резисторът консумира електроенергия:

$$W_R = P_R t = 0,63 \text{ kW} \cdot 150 \text{ h} = 94,5 \text{ kWh} \quad (0,5 \text{ точки})$$

и общата електроенергия, отделена в цялата електрическа верига е:

$$W_1 = W_0 + W_R = 99,9 \text{ kWh,} \quad (0,5 \text{ точки})$$

а цената ѝ е:

$$99,9 \text{ kWh} \cdot 0,20 \text{ лв./kWh} = 19,98 \text{ лв!} \quad (0,5 \text{ точки})$$

в) Тъй като LED лампата работи при същото напрежение $U_1 = 12 \text{ V}$, напрежението върху резистора R остава същото, както в точка б) т.е. 210 V . Съответно през резистора R тече същият ток $I = 3 \text{ A}$. (0,5 точки)

През LED лампата тече ток:

$$I_{\text{LED}} = \frac{P_1}{U_1} = \frac{6 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0,5 \text{ A.} \quad \text{(0,5 точки)}$$

Тъй като резисторът R_1 е свързан успоредно на лампата, през него тече ток:

$$I_1 = I - I_{\text{LED}} = 2,5 \text{ A.} \quad \text{(0,5 точки)}$$

Напрежението върху допълнителния резистор е същото, както върху лампата $U_1 = 12 \text{ V}$. Следователно съпротивлението на новия резистор е:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{12 \text{ V}}{2,5 \text{ A}} = 4,8 \Omega. \quad \text{(0,5 точки)}$$

Понеже напрежението и тока през резистора R не се променят при новото свързване, мощността на резистора остава същата и в него се отделя същото количество топлина, както в случая, описан в т. б), т.е. 94,5 kWh. **(0,5 точки)** Мощността на допълнително свързания резистор обаче е $U_1 I_1 = 12 \text{ V} \cdot 2,5 \text{ A} = 30 \text{ W}$. Следователно общата мощност на LED лампата и на допълнителния резистор е 36 W, точно колкото на лампата с нажежаема жичка от т. б). **(0,5 точки)** Това означава, че като цяло при новия вид свързване за един месец ще се консумира същото общо количество енергия 99,9 kWh, т.е. енергията няма да бъде спестена. **(1 точка)**