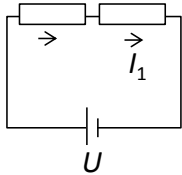


Решения на задачите от областния кръг на олимпиадата по физика 18.02.2024 г

Тема за VII клас (Първа възрастова група)

Решенията са примерни! Алтернативни решения се оценяват по критерии на областните комисии, като се спазва максималният брой точки по дадена задача или дадено подусловие.

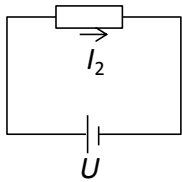
Задача 1. Част 1. А)



За най-ниската температура  $t_1$  трябва да се включат двата реотана последователно. За нарисувана схема: **(0,5 т)**

Действително, тогава напрежението върху всеки нагревател е  $U_1 = U/2 = 110 \text{ V}$  и токът във веригата (еднакъв и за двата нагревателя):

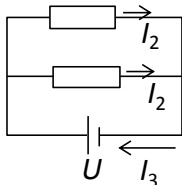
$$I_1 = \frac{U_1}{R} = \frac{110 \text{ V}}{200 \Omega} = 0,55 \text{ A} \quad \text{(0,5 т)}$$



За температура  $t_2$  трябва да се включи само единият реотан. За нарисувана схема: **(0,5 т)**

Тогава токът е:

$$I_2 = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{200 \Omega} = 1,1 \text{ A} \quad \text{(0,5 т)}$$



За температура  $t_3$  реотаните трябва да се включат успоредно. За нарисувана схема: **(0,5 т)**

През всеки реотан тече ток,  $I = U/R = I_2$ , а общият ток през източника е сума от токовете през реотаните:  $I_3 = 2I_2 = 2,2 \text{ A}$  **(0,5 т)**

Б) Записваме масата на рибата (вода + маса  $m$  на сухо вещество) преди и след сушенето:

$$M_1 = 0,75 \cdot M_1 + m \quad \text{(1 т)}$$

$$M_2 = 0,6 \cdot M_2 + m \quad \text{(1 т)}$$

От първото уравнение следва  $m = 0,25M_1$ , а то второто  $m = 0,4M_2$ . Следователно  $0,25M_1 = 0,4M_2$ , откъдето намираме:

$$M_2 = \frac{25}{40} M_1 = 125 \text{ kg} \quad \text{(1 т)}$$

В) Общият разход е  $640 \text{ лв} + 80 \text{ лв} = 720 \text{ лв}$ , т.е.  $125 \text{ kg}$  риба струват  $720 \text{ лв}$ . Цената на килограм сушена риба не трябва да е по-малка от:  $X = 720 \text{ лв}/125 \text{ kg} = 5,76 \text{ лв/kg}$ . **(1 т)**

Част 2. Нека отбележим съответно с  $M_{\text{H}_2\text{O}}$  – масата на една молекула вода и  $M_{\text{H}}$  – масата на един атом водород. В обем  $V$  се съдържат  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V / M_{\text{H}_2\text{O}}$  молекули вода **(0,5 т)**. Понеже в една молекула вода има два атома водород, следва, че атомите водород в един литър вода са  $N_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V / M_{\text{H}_2\text{O}}$  **(0,5 т)**.

В същия обем втечен водород се съдържат  $N_{\text{H}} = \rho_{\text{H}} \cdot V / M_{\text{H}}$  атоми водород **(0,5 т)**.

Лесно се стига до отношението:

$$\frac{N_{\text{H}_2\text{O}}}{N_{\text{H}}} = 2 \frac{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}}} \cdot \frac{M_{\text{H}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = 2 \cdot \frac{1000}{71} \cdot \frac{1}{18} \approx 1,6 \quad (1 \text{ т})$$

Следователно в 1 литър вода има 1,6 пъти повече атоми водород. **(0,5 т)**

### Задача 2. Част 1

**А)** Масата на „платното“ от графен е равна на масата на графита от молива. Като използваме, че  $m = \rho \cdot V$ , получаваме:  $m = \rho S L \approx 0,00156 \text{ kg}$  или  $m \approx 1,56 \text{ g}$ . **(1,5 т)**

**Б)** Платното има същия обем, като на графита от молива. **(0,5 т)**

Обемът на графита е:  $V = LS$ , а на слоя графен  $V = dS_1$ . Следователно площта на платното е:  $S_1 = LS/d = 2720 \text{ m}^2$ . **(1 т)**

### Част 2

**В)** Тъй като спрямо Земята самолетът се движи в посока, противоположна на нейното въртене, залезът за пилота „закъснява“ спрямо залеза в точката, от която е излятел. **(1 т)**  
Докато се върне в началната точка, общото време на закъснение на залеза за самолета става едно денонощие. Това означава, че осмият залез за пилота съответства на девети залез в началната точка. **(1 т)**

Следователно общото време на движение на самолета е  $9 \times 24 = 216$  часа. **(1 т)**

**Г)** Времето между две излитания е  $216/8 = 27$  часа. **(1 т)**

От тях 12 часа самолетът е стоял на земята и  $t = 15$  часа е летял. **(1 т)**

За това време самолетът е изминал спрямо Земята  $1/8$  от обиколката на Екватора, т.е.  $5000 \text{ km}$  **(1 т)** и скоростта му е  $v = 5000 \text{ km}/15 \text{ h} \approx 333 \text{ km/h}$ . **(1 т)**

### Задача 3. Част 1

**А)** Площта  $S$  на основата на съда е:

$$S = \frac{m}{\rho \cdot h} = 0,01 \text{ m}^2 = 100 \text{ cm}^2 \quad (1 \text{ т})$$

**Б)** При потапянето на втория камък нивото на водата се е повишило, а това означава, че при потапяне на първия камък нивото на водата все още не е достигнало ръба на съда (не прелива). Следователно масата на първия камък е:

$$m_1 = 5,0 \text{ kg} - 2,5 \text{ kg} = 2,5 \text{ kg}. \quad (1 \text{ т})$$

Обемът му е:

$$V_1 = (30 \text{ cm} - 25 \text{ cm}) \cdot 100 \text{ cm}^2 = 500 \text{ cm}^3 \text{ или } 0,0005 \text{ m}^3 \quad (0,5 \text{ т})$$

Плътноста на камъните е:

$$\rho = m_1/V_1 = 5 \text{ g/cm}^3 \text{ или } 5000 \text{ kg/m}^3. \quad (0,5 \text{ т})$$

**В)** Трябва да съобразим дали при потапяне на втория камък водата няма да прелее от съда.

1. Допускаме, че при потапяне на втория камък водата не прелива от съда. Тогава би трябвало обемът на камъка да е  $V = m_2/\rho = 0,0036 \text{ m}^3$  или  $360 \text{ cm}^3$ . Предвид площта на основата на съда  $S = 100 \text{ cm}^2$ , би трябвало нивото на водата да се вдигне с  $3,6 \text{ cm}$ , но

съгласно данните от таблицата нивото се повдига само с 2 cm. Следователно при потапяне на втория камък водата прелива от съда. **(1 т)**

2. Нека с  $m$  да отбележим масата, а с  $V$  – обема на излялата се вода при потапяне на втория камък. Тогава:

$$m_2 - m = 1,8 \text{ kg или } m_2 = 1,8 \text{ kg} + m \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

От друга страна обемът  $V$  на прелялата вода е равен на разликата между обема  $V_2$  на камъка и допълнително запълнения обем до ръба на съда  $100 \text{ cm}^2 \cdot 2 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^3 = 0,0002 \text{ m}^3$ ):

$$V = V_2 - 0,0003 \text{ m}^3 \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

Като изразим масата на камъка и масата на излятата вода чрез техния обем и плътност:  $m_2 = 5000 \text{ kg/m}^3 \cdot V_2$  и  $m_2 = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot V$ , намираме:

$$V_2 = 0,0004 \text{ m}^3 \text{ или } 400 \text{ cm}^3 \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

и  $m_2 = 2 \text{ kg.} \quad \mathbf{(0,5 т)}$

**Част 2. А)** В лявата схема резисторите са свързани последователно, а в дясната – успоредно. Следователно в дясната схема волтметърът измерва напрежението на източника, т.е.

$$U = U_2 = 15 \text{ V.} \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

**Б)** След като е напрежението на източника е  $U = 15$ , а волтметърът от лявата схема измерва напрежение 3 V, следва, че напрежението върху резистора  $kR$  е 12 V. **(0,5 т)** Изразяваме токовете през двата резистора в лявата схема и използваме, че при последователно свързване те са равни:

$$\frac{3 \text{ V}}{R} = \frac{12 \text{ V}}{kR} \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

$$\Rightarrow k = 4 \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

**В)** В лявата схема токът през батерията е равен на този, преминаващ през  $R$ .

$$I_{\text{л}} = \frac{3 \text{ V}}{R} \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

В дясната схема токът през източника на напрежение е сума от токовете през  $R$  и  $kR$ .

$$I_{\text{д}} = \frac{15 \text{ V}}{kR} + \frac{15 \text{ V}}{R} = \frac{15 \text{ V}}{R} \left( \frac{k+1}{k} \right) \quad \mathbf{(0,5 т)}$$

Като вземем предвид, че  $k = 4$ , намираме:

$$\frac{I_{\text{л}}}{I_{\text{д}}} = \frac{k}{5(k+1)} = \frac{4}{25} \quad \mathbf{(1 т)}$$