

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национална олимпиада по физика, 1.05.2010 г.
Решения на темата за 7. клас

Задача 1. Електрически бързовар

а) Водата започва да кипи при температура $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Докато водата кипи, температурата ѝ не се променя. Следователно в края на шестата минута температурата на водата е $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

[1 т]

б) От графиката установяваме, че докато започне да кипи, водата се загрева с $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ всяка минута. Следователно температурата на водата се повишава с $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за време:

$$t = \frac{2}{3} \text{ min} = 40 \text{ s} . \quad [1 \text{ т}]$$

От закона на Джаул-Ленц намираме нужното количество топлина:

$$Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t = 48\,400 \text{ J} \quad [1 \text{ т}]$$

в) В електрическата мрежа на САЩ мощността на бързовара би била:

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R} = \frac{(110 \text{ V})^2}{40} = 302,5 \text{ W} , \quad [1 \text{ т}]$$

Понеже и в двата случая е необходимо едно и също количество топлина за загреване на водата с $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, имаме:

$$P_1 t_1 = Q , \quad [1 \text{ т}]$$

откъдето

$$t_1 = \frac{Q}{P_1} = 160 \text{ s} \quad [1 \text{ т}]$$

г) Проводник с два пъти по-голяма дължина може да се разглежда като два еднакви проводника със съпротивление R , свързани последователно. Следователно, при два пъти по-голяма дължина съпротивлението на проводника е:

$$R_2 = R + R = 80 \Omega . \quad [1 \text{ т}]$$

В този случай мощността на бързовара е:

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{(220 \text{ V})^2}{80} = 605 \text{ W} \quad [0,5 \text{ т}]$$

От връзката $P_2 t_2 = Q$, намираме:

$$t_2 = \frac{Q}{P_2} = 80 \text{ s} \quad [0,5 \text{ т}]$$

д) Проводник с два пъти по-голямо напречно сечение може да се разглежда като два успоредно свързани проводника с единично сечение. От формулата за еквивалентно съпротивление при успоредно свързване намираме съпротивлението на нагревателя в този случай:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

или

$$R_3 = \frac{R}{2} = 20 \Omega . \quad [1 \text{ т}]$$

Мощността на бързовара би била:

$$P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{(220 \text{ V})^2}{20} = 2420 \text{ W}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а времето за загряване на водата:

$$t_3 = \frac{Q}{P_3} = 20 \text{ s}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Задача 2. Сеизмични вълни

а) Скоростите на двете вълни са съответно:

$$V_L = \frac{s_0}{t_1} = \frac{60 \text{ km}}{4} = 15 \text{ km/s} \quad [1 \text{ т}]$$

$$V_T = \frac{s_0}{t_2} = \frac{60 \text{ km}}{12} = 5 \text{ km/s} \quad [1 \text{ т}]$$

б) Първа до станцията стига L вълната за време:

$$t_1 = \frac{s}{V_L} \quad [0,5 \text{ т}]$$

след взрива. T вълната достига станцията в момента:

$$t_2 = \frac{s}{V_T}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Разликата от двете времена е равна на интервала време между регистрирането на двете вълни:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{s}{V_L} - \frac{s}{V_T} = \frac{(V_L - V_T)s}{V_L V_T}. \quad [1 \text{ т}]$$

Оттук изразяваме разстоянието на станцията до точката на взрива:

$$s = \frac{V_L V_T \Delta t}{V_L - V_T}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

След заместване на величините с числените им стойности, намираме:

$$s = \frac{15 \text{ km/s} \cdot 5 \text{ km/s} \cdot 6 \text{ s}}{15 \text{ km/s} - 5 \text{ km/s}} = 45 \text{ km}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

в) Означаваме с s_1 разстоянието до мястото на по-близкия взрив, а с s_2 – до по-далечния взрив. Интервалът време между двете L вълни е: $\Delta t_L = \frac{s_2 - s_1}{V_L}$, а между двете T вълни –

$\Delta t_T = \frac{s_2 - s_1}{V_T}$. Понеже $V_L = 3V_T$, следва, че

$$\Delta t_L = \frac{\Delta t_T}{3}. \quad [1 \text{ т}]$$

Първа достига L вълната от по-близкия взрив, а последна – T вълната от по-далечния взрив. Ако приемем, че втора е L вълната от по-далечния взрив, следва, че $\Delta t_L = 1 \text{ s}$ и $\Delta t_T = 5 \text{ s}$, което противоречи на получения резултат. Ако приемем, че втората вълна е T вълната от по-близкия взрив, получаваме $\Delta t_L = 2 \text{ s}$ и $\Delta t_T = 6 \text{ s}$, което е в съгласие с полученото съотношение. [1 т]

Следователно вълните пристигат в реда:

1. L вълна от по-близкия взрив;
2. T вълна от по-близкия взрив;
3. L вълна от по-далечния взрив;

4. Т вълна от по-далечния взрив. [1 т]

г) Интервалът между L и Т вълните от по-близкия взрив е

$$\Delta t_1 = 1 \text{ s}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а между двете вълни от втория взрив –

$$\Delta t_2 = 5 \text{ s}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Като използваме резултата от т. б), намираме:

$$s_1 = \frac{V_L V_T \Delta t_1}{V_L - V_T} = 7,5 \text{ km} \quad [0,5 \text{ т}]$$

$$s_2 = \frac{V_L V_T \Delta t_2}{V_L - V_T} = 37,5 \text{ km}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Задача 3. Експерименти

А) Отделяме железните стружки с магнит. [0,5 т]

Сместа от пясък, стърготини и сол изсипваме във вода. Солта се разтваря във водата, пясъкът потъва, а стърготините изплават на повърхността, при което ги събираме. [0,5 т]

Пресипваме солената вода в нов съд така, че в първия съд да остане само пясъкът. [0,5 т]

Оставяме втория съд на топло и сухо място, например на пряка слънчева светлина или върху радиатора, и го държим, докато водата се изпари. Солта остава на дъното [0,5 т]

Б) Можем да определим плътността на метала, ако измерим масата m на металното топче и неговия обем V :

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad [1 \text{ т}]$$

За да измерим масата на топчето, следваме процедурата:

- Поставяме празния мерителен цилиндър на едното блюдо на везната, а на другото насипваме пясък, докато везната се уравни. [0,5 т]
- Поставяме парчето метал на блюдото с пясъка. В цилиндъра наливаме вода, докато везната се уравни отново. [0,5 т]
- Масата на парчето метал е равно на масата налята вода. Масата на водата определяме по обема V_0 , който тя заема и по нейната плътност $\rho_0 = 1 \text{ g/cm}^3$:

$$m = \rho_0 V_0 = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot V_0 \quad [1 \text{ т}]$$

Пускаме парчето метал в цилиндъра и отчитаме обема V_1 , съответстващ на новото ниво на водата в цилиндъра, [0,5 т]

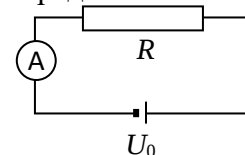
Пресмятаме обема на топчето като разликата от крайния и началния обем:

$$V = V_1 - V_0 \quad [0,5 \text{ т}]$$

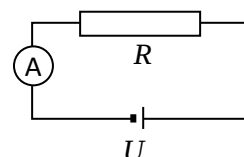
В) Свързваме реотана и амперметъра последователно към батерията с напрежение U_0 и измерваме тока I_0 през реотана, както е показано на Фиг.1. От закона на Ом определяме съпротивлението R на реотана:

$$R = \frac{U_0}{I_0} \quad [1 \text{ т}]$$

Фиг. 1 [1 т]



След това свързваме реотана и амперметъра последователно към батерията с неизвестно напрежение и отново измерваме тока I във веригата. Напрежението на батерията определяме по закона на Ом:



$$U = RI = \frac{U_0 I}{I_0} [\text{1 т}]$$

Фиг. 2 [1 т]