

36. Републички натпревар по физика за учениците од основните училишта
Пехчево, 19.05.2012
 VIII одделение
 (решенија на задачите)

1. Три паралелно сврзани отпорници кои се со еднаков електричен отпор од 240Ω , со изворот на електричен напон од 220 V се споени преку отпорникот R_x што е направен од жица со должина 100 m и напречен пресек $1,5 \text{ mm}^2$. Специфичниот електричен отпор на материјалот од кој е направена жицата е $\rho = 0,45 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$. Да се пресмета јачината на електричната струја во гранките и во неразгранетиот дел на струјниот круг прикажан на сл. 1.

Решение:

$$R = 240 \Omega$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$l = 100 \text{ m}$$

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0,45 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$$

Еквивалентниот отпор на трите паралелно сврзани отпорници е:

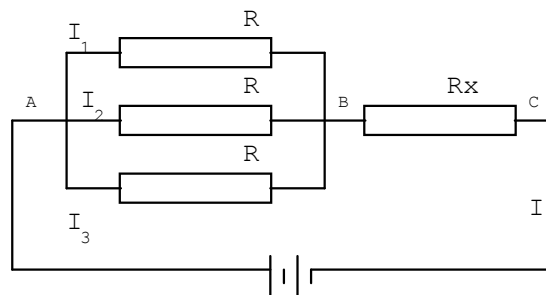
$$\frac{1}{R_{ek}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}, \text{ т.е. } R_{ek} = \frac{R}{3} = 80 \Omega.$$

Електричниот отпор на жицата која е направена од материјал со специфичен електричен отпор $\rho = 0,45 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$ е

$$R_x = \rho \frac{l}{S} = 30 \Omega$$

Вкупниот отпор во кругот е $R_v = R_{ek} + R_x = 110 \Omega$

Јачината на електричната струја во неразгранетиот дел (сл. 1) е $I = \frac{U}{R_v} = 2 \text{ A}$.



Сл. 1

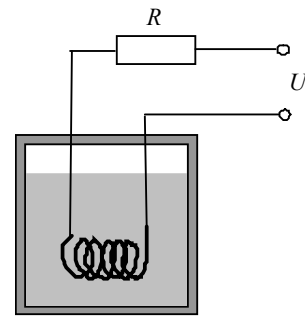
Потенцијалната разлика на краевите АВ од трите паралелно сврзани електрични отпорници е иста и таа изнесува:

$$U_1 = R_{ek} I = 160 \text{ V}$$

а јачината на електричната струја во секоја од гранките е:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{U_1}{R} = 0,67 \text{ A}.$$

2. Определено количество вода се загрева со помош на електричен грејач чија моќност е $P = 20 \text{ W}$. Грејачот работи на напон $U = 220 \text{ V}$ и за загревање на водата од температура $t = 18^\circ\text{C}$ до $t_1 = 23^\circ\text{C}$ му е потребно време τ . Потоа во струјниот круг на грејачот сервиски се приклучува еден отпорник (сл. 2). Колкав треба да биде отпорот R на отпорникот за да грејачот ја загрее водата од температура $t = 18^\circ\text{C}$ до $t_2 = 21^\circ\text{C}$ за истото време τ ? Сметајте дека нема загуби на топлина.



Сл. 2

Решение:

$$t = 18^\circ\text{C}$$

$$P = 20 \text{ W}$$

$$t_1 = 23^\circ\text{C}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$t_2 = 21^\circ\text{C}$$

Потребното количество топлина што грејачот треба да го оддаде во првиот случај за да водата се загрее од температура t до температура t_1 изнесува

$$Q = mc(t_1 - t) = P\tau, \quad (1)$$

каде што m е масата на водата во садот, а c е специфичниот топлински капацитет на водата. Оттука го изразуваме времето потребно водата да се загрее и добиваме

$$\tau = \frac{mc(t_1 - t)}{P}. \quad (2)$$

Отпорот на грејачот е $R_0 = \frac{U^2}{P} = 2420 \Omega$.

Кога во електричниот круг ќе се додаде отпорник, јачината на струјата во кругот се менува, па според тоа ќе се промени и моќноста на грејачот (грејачот има константен отпор R_0 , но моќноста зависи од јачината на струјата што тече низ него, согласно релацијата $P = I^2 R_0$). Нека моќноста на грејачот во вториот случај ја означиме со P_2 . Количеството топлина што грејачот треба во овој случај да и го оддаде на водата за да таа се загрее од температура t до температура t_2 изнесува

$$Q_2 = mc(t_2 - t) = P_2\tau, \quad (3)$$

каде што времето τ е исто како и во првиот случај и е дадено со релацијата (2). Заменувајќи ја релацијата (2) во (3) се добива:

$$mc(t_2 - t) = P_2 \frac{mc(t_1 - t)}{P},$$

од каде што за новата моќност на грејачот имаме

$$P_2 = \frac{t_2 - t}{t_1 - t} P = 12 \text{ W}. \quad (4)$$

Ако моќноста на грејачот P_2 ја изразиме преку јачината на струјата I_2 што во овој случај тече низ колото ќе имаме $P_2 = I_2^2 R_0$, од каде за јачината на струјата наоѓаме

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_0}}. \quad (5)$$

Од друга страна јачината на струјата може да ја изразиме и преку Омовиот закон за струјното коло што го вклучува и дополнителниот сериски отпорник

$$I_2 = \frac{U}{R_0 + R}. \quad (6)$$

Со изедначување на десните страни на релациите (5) и (6) добиваме

$$\frac{U}{R_0 + R} = \sqrt{\frac{P_2}{R_0}}, \quad (7)$$

од каде што за отпорот R конечно наоѓаме дека изнесува

$$R = U \sqrt{\frac{R_0}{P_2}} - R_0 = 704 \, \Omega.$$

3. Цунами (голем бран) со бранова должина од 250 km и брзина од 750 km/h, патува преку Тихиот Океан. Како што им се доближува на Хаваи, луѓето забележуваат необично намалување на нивото на водата во пристаништата. Размислете на што се должи ова појава, а потоа, врз основа на вашите заклучоци пресметајте колку време им преостанува на жителите на островот за да се повлечат на сигурно пред бранот да удри. (Поради незнаење многу луѓе имаат загинато во цунамија, затоа што наместо да бегаат кога ја воочиле појавата на намалување на нивото на водата, тие се приближувале за да ги видат рибите и бродовите што останале на суво, при повлекувањето на водата)

Решение:

Необичното повлекување на водата соодејствува на најниската точка помеѓу два брана. Знаејќи го ова, највисоката точка на бранот е на растојание еднакво на половина од брановата должина. Пресметуваме дека врвот на бранот е на оддалеченост 125 km и патува со брзина од 750 km/h.

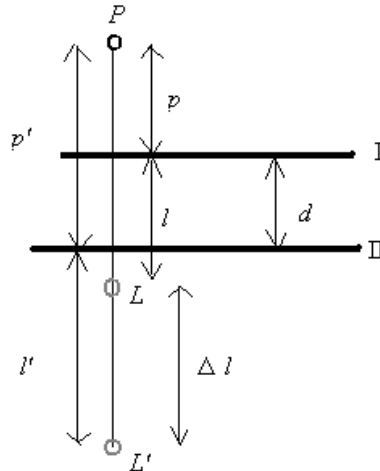
$$\Delta x = vt \rightarrow t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{125}{750} = 0,167 \text{ h} \approx 10 \text{ min}$$

4. Светол предмет е поставен пред рамно огледало. Потоа огледалото се оддалечува од предметот за $d = 5 \text{ cm}$. Колкаво е растојанието помеѓу ликовите на предметот кои се добиваат пред и после оддалечувањето на огледалото?

Решение:

$$d = 5 \text{ cm}$$

При првата положба на огледалото (I) оддалеченоста од предметот до огледалото е p , а ликот се добива на растојание $l = p$ на другата страна од огледалото.



Сл. 2

Кога огледалото ќе се оддалечи за $d = 5 \text{ cm}$, во положба (II) тогаш предметното растојание станува

$$p' = p + d,$$

а растојанието од огледалото до ликот

$$l' = p' = p + d.$$

Од сл. 2 се гледа дека растојанието помеѓу ликовите во двата случаи е

$$\Delta l = (p' + l') - (p + l), \text{ т.е.}$$

$$\Delta l = 2p' - 2p = 2(p + d) - 2p = 2d = 10 \text{ cm}$$

5. Колку различни атоми може да се „состават“ со 3 електрони, 5 протони и 2 неутрони. Колку честички има најтешкото јадро? Да се разгледуваат само атомите во нејонизирана состојба. (Напомена: некои од атомите кои ќе ги составите всушност не постојат во природата од причини кои овде нема да ги објаснуваме.)

Решение:

Дадено е:

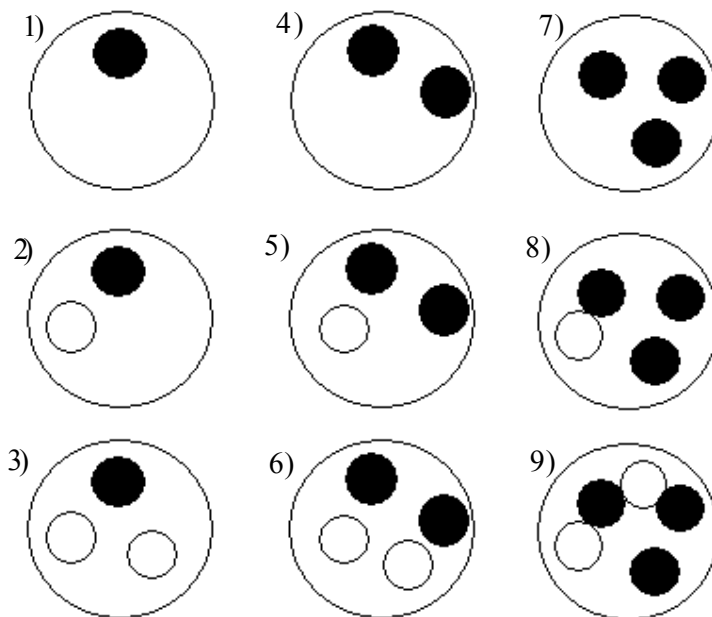
3 е,

5 р,

2 н.

Бидејќи кај нејонизираните (електронеутрални) атоми бројот на електроните е ограничен со бројот на протоните во јадрото на атомот, во овој случај можни ќе бидат само јадрата со 1, 2 и 3 протони, т.е. атоми со реден број 1, 2 и 3 (кои ќе имаат по 1, 2 или 3 електрони во електронската обвивка).

Атомите на еден ист елемент кои ќе имаат различен број на неутрони во јадрото, градат различни изонопи од еден атом, па според тоа со 2 неутрони, ќе бидат можни по три различни изонопи од секој елемент (без неутрони во јадрото, со 1 неутрон и со 2 неутрони). На сл. 3 со полни кругчиња се претставени протоните, а со празни кругчиња неутроните.



Сл. 3

Од погоре наведеното можни се 9 различни изонопи на 3 различни елементи, при што „најтешкото“ јадро ќе има 3 р + 2 н, т.е. 5 градбени честички.

Од овие 9 изонопи експериментално се потврдени само изонопите со следниве редни броеви: 1 (^1H), 2 (^2H), 3 (^3H), 5 (^3He), 6 (^4He), 8 (^4Li) и 9 (^5Li) односно само 7 изонопи.