

Министерство на образованието, младежта и науката
Национално пролетно състезание по физика, Шумен, 11.04.2012 г.
Решения на темата за 7. клас

Задача 1. Електрическа запалка

А) От условието на задачата и от закона на Джаул-Ленц следва:

$$I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2. \quad [1 \text{ т}]$$

Следователно:

$$\left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2 = \frac{R_2}{R_1} = 4. \quad [1 \text{ т}]$$

Така намираме, че търсеното отношение е:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2. \quad [1 \text{ т}]$$

Б) Когато между контактите е свързана запалка, еквивалентното съпротивление на веригата е

$$R = R_1 + R_0 \quad [0,5 \text{ т}]$$

а токът във веригата:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_0}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Аналогично, когато във веригата е свързана прахосмукачка, токът във веригата е:

$$I_2 = \frac{U}{R_2 + R_0}. \quad [1 \text{ т}]$$

От получения в т. А резултат намираме:

$$\frac{R_2 + R_0}{R_1 + R_0} = 2. \quad [1 \text{ т}]$$

Решаваме уравнението спрямо R_0 :

$$R_2 + R_0 = 2R_1 + 2R_0,$$

откъдето намираме:

$$R_0 = R_2 - 2R_1 = 2 \Omega \quad [1 \text{ т}]$$

В) Като използваме израза за тока I_2 от т. Б, пресмятаме:

$$I_2 = \frac{12 \text{ V}}{4 \Omega + 2 \Omega} = 2 \text{ A} \quad [1 \text{ т}]$$

От закона на Джаул-Ленц, намираме:

$$P = I_2^2 R_2 = (2 \text{ A})^2 \cdot 4 \Omega = 16 \text{ W}. \quad [1 \text{ т}]$$

Г) Верен е отговорът 2) „Двата уреда ще работят с по-малки мощности, отколкото биха работили поотделно”. [1 т]

Когато уредите са свързани успоредно, тяхното еквивалентно съпротивление е по-малко от съпротивленията им, взети поотделно. Това означава, че когато са свързани последователно към резистора R_0 , напрежението върху тях ще бъде по-малко, отколкото когато работят поотделно.

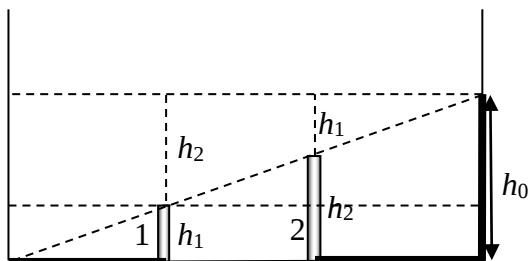
Задача 2. Вечеря на свещи

А) Използва се законът за праволинейно разпространение на светлината. [1 т]

В момента $t = 40 \text{ min}$ положението на свещите и на техните сенки е показано на фигурата. Оценяват се следните елементи на чертежа:

Крайщата на сенките и на свещите лежат на една права. [0,5 т]

Височината на свещта 2 е два пъти по-голяма от височината на свещта 1. [0,5 т]



Б) От чертежа следва, че:

$$h_1 + h_2 = h_0 \quad [1 \text{ т}]$$

и

$$h_2 = 2h_1. \quad [1 \text{ т}]$$

Следователно:

$$h_1 = 10 \text{ cm}; \quad [1 \text{ т}]$$

$$h_2 = 20 \text{ cm}. \quad [1 \text{ т}]$$

В) За време t от свещта 1 изгаря дължина:

$$s_1 = h_0 - h_1 = 20 \text{ cm}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а от свещта 2:

$$s_2 = h_0 - h_2 = 10 \text{ cm} \quad [0,5 \text{ т}]$$

Следователно свещта 1 гори със скорост:

$$v_1 = \frac{s_1}{t} = 0,5 \text{ cm/min}, \quad [0,5 \text{ т}]$$

а свещта 2:

$$v_2 = \frac{s_2}{t} = 0,25 \text{ cm/min}. \quad [0,5 \text{ т}]$$

Следователно свещите ще изгорят съответно за времена:

$$t_1 = \frac{h_0}{v_1} = 60 \text{ min} = 1 \text{ h} \quad [1 \text{ т}]$$

$$\text{и } t_2 = \frac{h_0}{v_2} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h} \quad [1 \text{ т}]$$

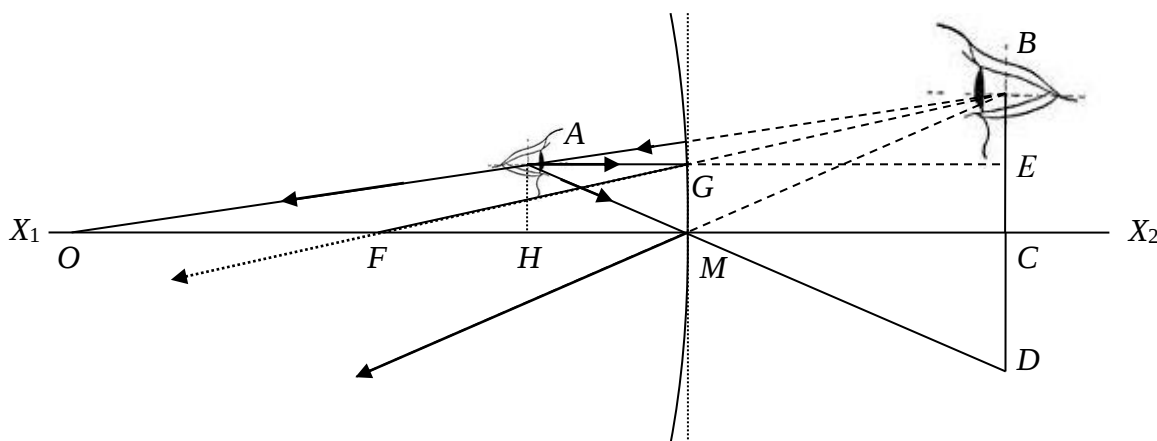
Задача 3. Козметично огледало

А) Огледалото е вдлъбнато, защото изпъкналите огледала винаги дават умален образ.

[2 т]

Б) Нека $AN \perp X_1X_2$ и $BC \perp X_1X_2$. По условие $HM = a$, $MC = b$ и $BC = 2AN$. Следователно, ако построим права, минаваща през т. A и успоредна на X_1X_2 , тя ще пресича BC в т. E , като $BE = EC$. Лъч, падащ перпендикулярно на огледалото, след отражение ще премине през оптичния център O . Следователно точките O , A и B лежат на една права. Тогава триъгълниците OHA и AEB са еднакви и $OH = AE = HC$. Така, за радиус r на огледалото получаваме $r = OM = OH + HM = HC + HM = a + b + a = 2a + b$. Лъчът AG , след отражение от огледалото, преминава през фокуса F . Потеже триъгълниците FMG и GEB са еднакви, то $f = FM = GE = MC = b$. Тъй като за огледалата $r = 2f$, получаваме, че $2a + b = 2b$, следователно $b = 2a = 20$ cm.

[2 т]



В) Фокусното разстояние f на огледалото е $f = b = 20$ cm.

[1 т]

Г) Радиусът r на огледалото е $r = 2f = 40$ cm.

[1 т]

Д) Определяме положенията на оптичния център O на огледалото, върха M на огледалото (точката, в която главната оптична ос пресича огледалото) и неговия фокус F чрез следните построения:

1. Построяваме правата AB . Тя пресича X_1X_2 в т. O - оптичния център. [1 т]

2. Построяваме т. D , огледална на т. B спрямо X_1X_2 . Построяваме правата AD . Нека тя пресича X_1X_2 в т. M . Тъй като триъгълниците MCD и MCB са еднакви, то правите AD и BM сключват равни ъгли с X_1X_2 . Следователно т. M е връх на огледалото.

[2 т]

3. Фокусът F може да се построи по два начина – или като среда на отсечката OM , или като пресечна точка на правата BG с X_1X_2 .

[1 т]