

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА**  
**29 март 2024 г., Враца**  
**Решения на темата за I състезателна група (7. клас)**

**Задача 1. Маратонци**

а) Броят обиколки е  $N = \frac{L}{l} = \frac{20\,000\text{ m}}{400\text{ m}} = 50$ . [1 т.]

б) Времето на бягане на по-бавния бегач е  $t_1 = \frac{L}{v_1} = \frac{20\,000\text{ m}}{4\text{ m/s}} = 5000\text{ s} = [1\text{ т.}] 1\text{ h } 23\text{ min } 20\text{ s}$ . [1 т.]

в) По-бавният бегач пробягва 6 обиколки за време  $t_0 = \frac{6l}{v_1} = \frac{6 \cdot 400\text{ m}}{4\text{ m/s}} = 600\text{ s}$ . [1 т.]

Следователно по-бързият бегач пробягва разстоянието за време  $t_2 = t_1 - t_0 - 400\text{ s} = 5000\text{ s} - 600\text{ s} - 400\text{ s} = 4000\text{ s}$ . [1 т.] Тогава скоростта му ще бъде  $v_2 = \frac{L}{t_2} = \frac{20000\text{ m}}{4000\text{ s}} = 5\text{ m/s}$ . [1 т.]

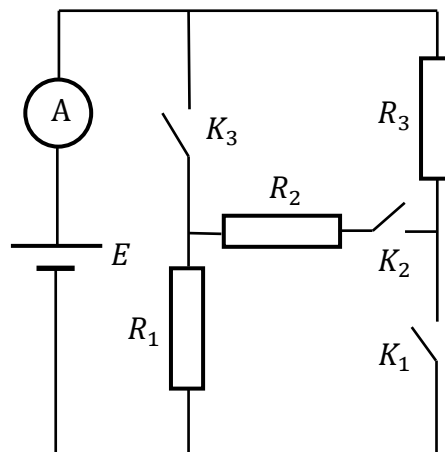
г) Времето на бягане на по-бързия бегач е  $t_2 = \frac{L}{v_2} = \frac{20\,000\text{ m}}{5\text{ m/s}} = 4000\text{ s} = 1\text{ h } 6\text{ min } 40\text{ s}$ . [1 т.]

д) По-бавният бегач прави една обиколка за време  $T_1 = \frac{l}{v_1} = \frac{400\text{ m}}{4\text{ m/s}} = 100\text{ s}$ . [0.5 т.] По-бързият бегач прави една обиколка за време  $T_2 = \frac{l}{v_2} = \frac{400\text{ m}}{5\text{ m/s}} = 80\text{ s}$ . [0.5 т.] Следователно докато бързият бегач прави 5 обиколки, бавният прави 4 обиколки и на всеки 400 s се застигат. [1 т.] Тъй като бързият бегач бяга 4000 s, той ще застигне по-бавния 10 пъти (последният път е точно на неговия финал). [1 т.]

**Задача 2. Схема с ключове**

Изчисляваме тока през амперметъра за всички комбинации от положения на ключовете (виж таблицата): [2.0 т.]

№	Отворени ключове	Затворени ключове	Ток през амперметъра	Измерен ток, mA
1	$K_1, K_2, K_3$	няма	0 (прекъсната верига)	
2	$K_1, K_2$	$K_3$	$E/R_1$	
3	$K_1, K_3$	$K_2$	$E/(R_1 + R_3 + R_3)$	10
4	$K_2, K_3$	$K_1$	$E/R_3$	
5	$K_1$	$K_2, K_3$	$E/R_1$	60
6	$K_2$	$K_1, K_3$	$E/R_1 + E/R_3$	80
7	$K_3$	$K_1, K_2$	$E/R_3$	20
8	няма	$K_1, K_2, K_3$	$E/R_1 + E/R_2 + E/R_3$	110



От получените резултати се вижда, че могат да се измерят само 5 различни ненулеви стойности на тока и те са свързани със следните неравенства:

$$E/(R_1 + R_3 + R_3) < \{E/R_1, E/R_3\} < E/R_1 + E/R_3 < E/R_1 + E/R_2 + E/R_3. [1.0\text{ т.}]$$

Тъй като измерените токове са  $10\text{ mA} < 20\text{ mA} < 60\text{ mA} < 80\text{ mA} < 110\text{ mA}$ , [1.0 т.] то следва, че когато токът е бил 110 mA всички ключове са били затворени. Така се получава, че началните положение на ключовете са били  $K_1$  – затворен,  $K_2$  – отворен и  $K_3$  – затворен. [2.0 т.]

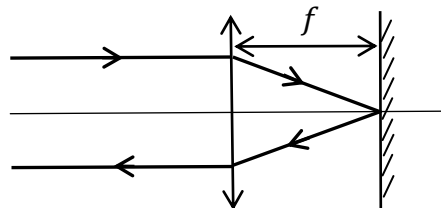
Така можем да допишем последната колонка в таблицата за измерените токове, проследявайки последователността на превключването на ключовете. Тогава от закона на Ом, намираме,  $R_1 = \frac{6\text{ V}}{60\text{ mA}} = 100\ \Omega$  [1.0 т.] и  $R_3 = \frac{6\text{ V}}{20\text{ mA}} = 300\ \Omega$ . [1.0 т.] Изваждайки токовете от ред 8 и ред 6 на таблицата,

$$(E/R_1 + E/R_2 + E/R_3) - (E/R_1 + E/R_3) = E/R_2 = 110 \text{ mA} - 80 \text{ mA} = 30 \text{ mA}, \text{ откъдето}$$

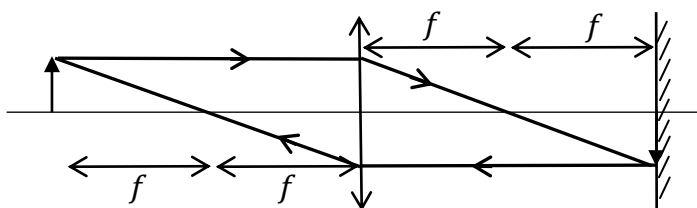
$$R_2 = \frac{6\text{V}}{30\text{mA}} = 200 \Omega. \text{ [2.0 т.]}$$

### Задача 3. Събирателна леща и плоско огледало

а) Успореден сноп светлина, след като премине през лещата, се събира в задния ѝ фокус. [0.5 т.] Ако използваме факта, че пътят на лъчите е обратим, то лъчите от източник, намиращ се в задния фокус, преминавайки през лещата, ще формират успореден сноп. [0.5 т.] Следователно източникът, който се намира в задния фокус, отразявайки се в огледалото, трябва да даде образ в същата точка. [0.5 т.] Това е възможно само ако тази точка лежи на повърхността на огледалото. Следователно  $x = f = 10 \text{ cm}$ . [0.5 т.]

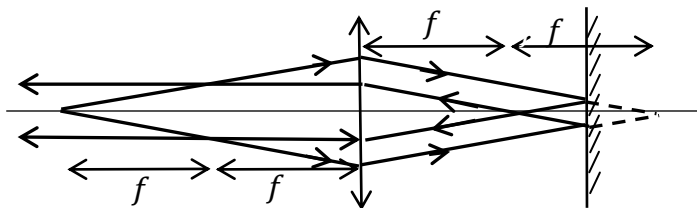


б) В този случай източникът се намира на разстояние  $2f$  от лещата. [0.5 т.] Ако начертаем два лъча, тръгващи от върха на източника – успореден на оптичната ос и минаващ през предния фокус, те преминават през лещата съответно като минаващ през задния фокус и успореден на оптичната ос. [0.5 т.] От еднаквите триъгълници, които се образуват на



чертежа, е ясно че образът също ще бъде на разстояние  $2f$  от лещата. [0.5 т.] Отново използвайки обратимостта на лъчите, следва че за да бъде образът, образуван от лъчите, минаващи за втори път през лещата, на същото разстояние като първия източник, то трябва и източникът, който го създава, да бъде на разстояние  $2f$  от лещата. [0.5 т.] Това означава, че и огледалото трябва да бъде на такова разстояние, откъдето  $x = 2f = 20 \text{ cm}$ . [0.5 т.] Образът ще е ориентиран по същия начин като източника. [0.5 т.]

в) Ако поставим точковия източник на разстояние  $20 \text{ cm} = 2f$  от лещата, образът, създаден от лещата ще бъде пак на такова разстояние зад нея (както в подусловие б)). [0.5 т.] За да излезе успореден сноп от лещата, той трябва да пада върху нея, идвайки от задния фокус. [0.5 т.] Следователно огледалото трябва да създаде от източник на разстояние



$20 \text{ cm}$  от лещата образ на разстояние  $10 \text{ cm}$  от лещата. Тогава огледалото трябва да бъде на разстояние  $x = \frac{3}{2}f = 15 \text{ cm}$ . [0.5 т.] Тогава падащият от лещата сноп (тръгнал към точка на разстояние  $2f$  от лещата [0.5 т.]), след като се отрази от огледалото, ще се събере във фокуса. [0.5 т.] Насочените от фокуса лъчи след преминаване през лещата ще формират успореден сноп. [0.5 т.]

г) Ако сложим точков източник на светлина точно пред лещата, а огледало на разстояние  $x = \frac{f}{2} = 5 \text{ cm}$ , [0.5 т.] то неговия образ ще бъде на  $f/2$  зад огледалото, т.е. на  $f$  зад лещата. [0.5 т.] Следователно отразеният от огледалото сноп след преминаване през лещата ще стане успореден. [1 т.]

