

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

26 април 2025 г., Казанлък,

Решения на темата за I състезателна група (7. клас)

Задача 1. Военна колона

а) Когато охраняващият колоната полицейски автомобил се движи в дясната лента по-бавно от колоната със скорост v_1 , то $v_1 t_1 + d = ut_1$. [0.5 т.] (1) Когато полицейският автомобил се движи в лявата лента по-бързо от колоната със скорост v_2 , то $v_2 t_2 - d = ut_2$. [0.5 т.] (2) Ако съберем двете уравнения, $v_1 t_1 + v_2 t_2 = u(t_1 + t_2)$, [0.5 т.] откъдето $u = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2}$. [0.5 т.] (3)

б) Замествайки (3) в (1) (или в (2)), [0.5 т.] $d = \frac{(v_2 - v_1)t_1 t_2}{t_1 + t_2}$. [1.5 т.] (4)

в) Ако полицейският автомобил е спрял в дясната лента, то интервалът от време t_0 , през който камионите ще минават покрай него, е $t_0 = \frac{d}{u}$. [0.5 т.] (5) Замествайки в (5) с получените формули (3) и (4), $t_0 = \frac{(v_2 - v_1)t_1 t_2}{v_1 t_1 + v_2 t_2}$. [1 т.] (6)

г) Използвайки уравнения (3), (4) и (5) и дадените стойности на v_1, v_2, t_1 и t_2 , скоростта на колоната е $u = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5,00 \text{s} + 45 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,50 \text{s}}{5,00 \text{s} + 2,50 \text{s}} = [0.4 \text{ т.}] \quad 25,0 \text{ m/s} = 90,0 \text{ km/h. [0.4 т.]} \quad$ Разстоянието между

два последователни камиона е $d = \frac{(45 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}) 5,00 \text{s} \cdot 2,50 \text{s}}{5,00 \text{s} + 2,50 \text{s}} = [0.4 \text{ т.}] \quad 50,0 \text{ m. [0.4 т.]} \quad$ Интервалът от време е $t_0 = \frac{50 \text{ m}}{25 \text{ m/s}} = 2,00 \text{ s. [0.4 т.]}$

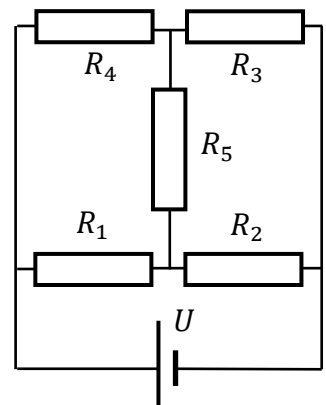
д) Тъй като $v_3 t_3 + ut_3 = d$, [0.5 т.] то интервалът от време t_3 , за което полицейският автомобил минава покрай два последователни камиона, движейки се в обратна посока, е $t_3 = \frac{d}{v_3 + u} = [0.2 \text{ т.}] \quad \frac{50,0 \text{ m}}{40 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = [0.3 \text{ т.}] \quad \frac{10}{13} \text{ s} \approx 0,769 \text{ s. [0.5 т.]}$

е) Колона от N камиона е дълга $(N - 1)d$. Полицейският автомобил ще се размине с нея за време $t_4 = (N - 1)t_3$, [0.3 т.] следователно $N = \frac{t_4}{t_3} + 1$. [0.2 т.] След заместване $N = \frac{10 \text{ s}}{\frac{10}{13} \text{ s}} + 1 = 14$. [0.5 т.]

Задача 2. Схема с резистори

а) Схемата, преначертана по такъв начин, че да изглежда най-симетрична, е дадена вдясно. [2 т.]

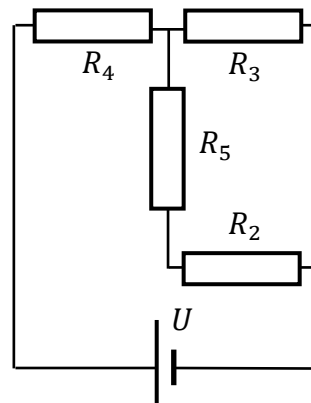
б) Токът I_{51} през резистора R_5 е нула. Това може да се докаже по следния начин. Нека допуснем, че токът I_{51} е различен от нула и тече нагоре. Това означава, че токът I_1 (течащ през резистора R_1) е по-голям от I_2 (течащ през резистора R_2). Тъй като тези два резистора имат равни съпротивления, това означава, че напрежението U_1 (на резистора R_1) е по-голямо от напрежението U_2 (на резистора R_2) и ще е по-голямо от половината напрежение U на батерията, $U_1 > U/2$. От друга страна токът I_3 (течащ през резистора R_3) е по-голям от I_4 (течащ през резистора R_4). Тъй като тези два резистора също имат равни съпротивления, това означава, че напрежението U_4 (на резистора R_4) е по-малко от напрежението U_3 (на резистора R_3) и $U_3 > U/2$. От това стигаме до извода, че $U = U_1 + U_5 + U_2 > U$, което е невъзможно и прави допускането невярно. Същите разсъждения може да повторим и ако допуснем, че токът I_{51} е различен от нула и тече надолу. Отново ще стигнем до противоречие. Остава третата възможност, че този ток $I_{51} = 0$. [2 т.]



в) Мощността P_1 , консумирана от схемата, е мощността, консумирана от 4-те резистора (през R_5 не тече ток). От схемата се вижда че $I_1 = I_2 = \frac{12V}{10\Omega + 10\Omega} = 0,6 \text{ A}$. **[0.5 т.]** Също така $I_3 = I_4 = \frac{12V}{30\Omega + 30\Omega} = 0,2 \text{ A}$. **[0.5 т.]** Тогава мощността $P_1 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 =$ **[0.5 т.]** 9,6 W. **[0.5 т.]**

г) След премахването на резистора R_1 схемата изглежда, както е дадена на фигурата вдясно. Тъй като $R_5 + R_2 = R_3$, **[0.2 т.]** то $I_{52} = I_2 = I_3$. **[0.3 т.]** Тогава $I_4 = 2I_3$. **[0.3 т.]** Можем да намерим тока I_3 от равенството $U = R_4 I_4 + R_3 I_3 = R_4 2I_3 + R_3 I_3$, **[0.2 т.]** откъдето $I_3 = \frac{U}{2R_4 + R_3} = \frac{12V}{60\Omega + 30\Omega} =$ **[0.5 т.]** $\frac{4}{30} \text{ A}$. Така $I_{52} = \frac{4}{30} \text{ A} \approx$ 0,13 A **[0.5 т.]**

д) Мощността P_2 , консумирана от схемата, след премахването на резистора R_1 е $P_1 = I_{52}^2 R_2 + I_{52}^2 R_5 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4$, **[0.5 т.]** което е $P_1 = I_{52}^2 (R_2 + R_5 + R_3 + 4R_4)$. **[0.5 т.]** Заместваме с получената стойност от предното подусловие. $P_1 = \left(\frac{4}{30} \text{ A}\right)^2 \cdot (10\Omega + 20\Omega + 30\Omega + 120\Omega) =$ **[0.5 т.]** 3,2 W. **[0.5 т.]**



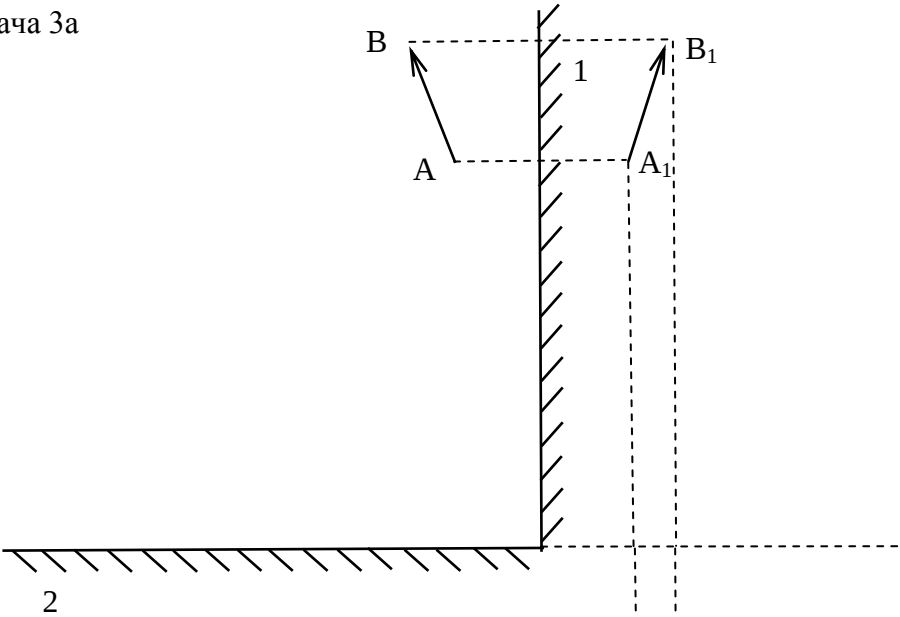
Задача 3. Огледала (две независими подусловия)

а) (виж чертежа) Построяват се A_1 и B_1 , които са образи на източника на светлина отсечката АВ, получени след отражение от огледало 1. **[1.5 т.]** След това се построяват точките A_2 и B_2 , които са образи на образа $A_1 B_1$, получени след отражение от огледало 2. **[1.5 т.]**

б) (виж чертежа) Ако A_1 е образ на А в огледало 1, то всяка точка от огледалото 1 се намира на равни разстояния от А и A_1 . Ако A_2 е образ на A_1 в огледало 2, то всяка точка от огледалото 2 се намира на равни разстояния от A_1 и A_2 . Следователно пресечната точка О на двете огледала е на едно и също разстояние от трите точки А, A_1 и A_2 . Следователно О лежи на правата, разполовяваща отсечката AA_2 и перпендикулярна на нея. Нека тази права е m , а пресечната точка е М. Същите разсъждения могат да се повторят и за точка В: Ако B_1 е образ на В в огледало 1, то всяка точка от огледалото 1 се намира на равни разстояния от В и B_1 . Ако B_2 е образ на B_1 в огледало 2, то всяка точка от огледалото 2 се намира на равни разстояния от B_1 и B_2 . Следователно пресечната точка О на двете огледала е на едно и също разстояние от трите точки В, B_1 и B_2 . Следователно О лежи на правата, разполовяваща отсечката BB_2 и перпендикулярна на нея. Нека тази права е n , а пресечната точка е N. Тъй като О трябва да лежи и на двете прави m и n , то тя е пресечната им точка. **[2 т.]** Построенията може да се направят в следната последователност:

1. Построяват се отсечката AA_2 , средната ѝ точка М и правата m . **[1 т.]**
2. Построяват се отсечката BB_2 , средната ѝ точка N и правата n . **[1 т.]**
3. През точка О, пресечната точка на правите m и n се построява права, успоредна на дългия ръб на листа. Това е огледалото 1. **[1 т.]**
4. Построява се образът $A_1 B_1$ на АВ, получен след отражение в огледалото 1. **[1 т.]**
5. Построяват се точките К и L, съответно среди на отсечките $A_1 A_2$ и $B_1 B_2$. През тези две точки минава огледалото 2. При правилен чертеж точка О също ще лежи на него. **[1 т.]**

чертеж за задача 3а



чертеж за задача 3б

