

OLIMPIADA LA FIZICĂ
etapa raională/municipală/zonală
19 februarie 2023

Clasa a 9-a

PROBLEMA 1.

(10,0 p.)

P1. Două corpuri se mișcă de-a lungul axelor spre originea sistemului de coordonate, cu viteze constante de $v_1=1,0$ m/s și $v_2=4,0$ m/s respectiv (vezi desenul). În momentul inițial de timp, corpurile se află la distanțe $d_1=30$ m și respectiv $d_2=40$ m de originea sistemului și se mișcă spre aceasta. Determinați:

P1.1. Distanța inițială s dintre corpuri;

1,5 p.

P1.2. Care dintre corpuri va ajunge primul în originea sistemului de coordonate și timpul t_0 necesar pentru aceasta;

3,5 p.

P1.3. Distanța dintre corpul rămas în urmă și origine, în momentul de timp t_0 ;

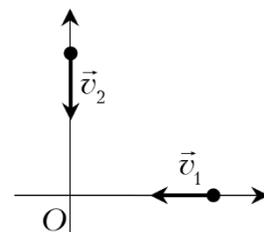
1,0 p.

P1.4. Distanța dintre corpuri peste 30 s de la începutul mișcării;

1,0 p.

P1.5. Viteza relativă cu care se apropie un corp față de celălalt în momentul inițial de timp.

3,0 p.



ЗАДАЧА 1.

(10,0 б.)

P1. Два тела двигаются по направлению к началу координат вдоль осей с постоянными скоростями $v_1=1,0$ м/с и $v_2=4,0$ м/с, соответственно (см. Рисунок). В начальный момент времени расстояние от начала координат до каждого из тел составляет $d_1=30$ м и $d_2=40$ м.

Определите:

P1.1. Начальное расстояние между телами s ;

1,5 б.

P1.2. Какое из тел раньше достигнет начала координат и время t_0 необходимое для этого

3,5 б.

P1.3. Расстояние между телом, которое не ещё достигло начала координат, и началом координат в момент времени t_0 ;

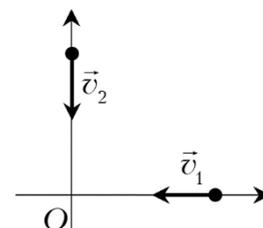
1,0 б.

P1.4. Расстояние между телами через 30 с после начала движения;

1,0 б.

P1.5. Относительную скорость, с которой одно тело приближается другому, в начальный момент времени.

3,0 б.



SOLUTIE

P1.1. 1,5 p.

$$s = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$$

1x1,0p

$$s = 50 \text{ m}$$

1x0,5p

P1.2. 3,5p.

$$d = vt$$

1x0,5p

$$t_1 = \frac{d_1}{v_1} = 30 \text{ s}, \quad t_2 = \frac{d_2}{v_2} = 10 \text{ s}$$

4x0,5p

$$t_0 = 10 \text{ s}$$

1x0,5p

Primul în intersecție va ajunge corpul 2.

1x0,5p

P1.3. 1,0 p.

$$d = d_1 - v_1 t_0$$

1x0,5p

$$d = 20 \text{ m}$$

1x0,5p

P1.4. 1,0p.

$$d = v_2 t_1 = 120 \text{ m}$$

2x0,5p

P1.5. 3,0 p.

$$\vec{V}_r = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

1x0,5p

Pentru viteza de apropiere:

$$V_{rs} = V_{1s} + V_{2s}$$

1x0,5p

$$V_{1s} = v_1 \cos \alpha, \quad V_{2s} = v_2 \cos \beta$$

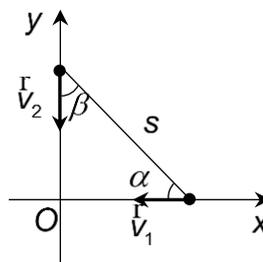
2x0,5p

$$\cos(\alpha) = \frac{d_1}{s}, \quad \cos(\beta) = \frac{d_2}{s}$$

2x0,25p

$$V_{rs} = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2}{\sqrt{d_1^2 + d_2^2}} = \frac{19}{5} = 3,8 \text{ m/s}$$

2x0,25p



PROBLEMA 2.

(10,0 p.)

P2. În porțiunea de circuit din figură rezistoarele satisfac relația $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R$, $R_4 = 2R$, $R = 10,0 \Omega$. La capetele circuitului AB , este aplicată o tensiune electrică U_{AB} egală cu $9,0 \text{ V}$. Pentru cheia k - închisă, determinați:

P2.1. Rezistența porțiunii de circuit măsurată la capetele AB **2,00p.**

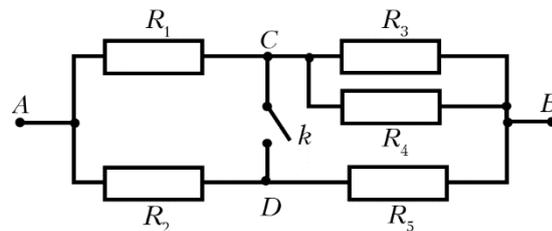
P2.2. Intensitatea curentului electric prin rezistorul R_3 **1,75p.**

P2.3. Intensitatea curentului electric prin întrerupătorul k **2,25p.**

Pentru cheia k -deschisă, determinați:

P2.4. Rezistența porțiunii de circuit măsurată la capetele AB **2,50p.**

P2.5. Intensitatea curentului electric prin rezistorul R_3 **1,50p.**



ЗАДАЧА 2.

(10,0 б.)

P2. На участке цепи, представленном на рисунке сопротивления резисторов, удовлетворяют соотношениям: $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R$, $R_4 = 2R$, $R = 10,0 \Omega$. К концам участка цепи AB приложено напряжение $U_{AB} = 9,0 \text{ В}$.

Для случая замкнутого ключа k , найдите:

P2.1. Общее сопротивление участка цепи AB

2,00 б.

P2.2. Силу тока, проходящего через резистор R_3

1,75 б.

P2.3. Силу тока, проходящего через ключ k

2,25 б.

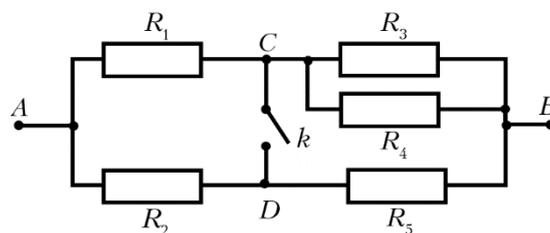
Для случая разомкнутого ключа k , найдите:

P2.4. Общее сопротивление участка цепи AB

2,50 б.

P2.5. Силу тока, проходящего через резистор R_3

1,50 б.



SOLUTIE

P2.1. **2,0 p**

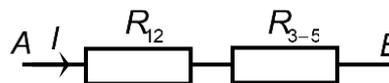
$$R_s = R_a + R_b, \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} \quad 2 \times 0,25 \text{p}$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R}{2} \quad 2 \times 0,25 \text{p}$$

$$\frac{1}{R_{3-5}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}, \quad R_{3-5} = \frac{2R}{5} \quad 2 \times 0,25 \text{p}$$

$$R_{AB} = R_{12} + R_{3-5} = \frac{9R}{10} \quad 2 \times 0,25 \text{p}$$

$$R_{AB} = 9,0 \Omega \quad 1 \times 0,5 \text{p}$$



P2.2. 1,75 p

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{10U_{AB}}{9R} \quad 2x0,25p$$

$$U_{3-5} = IR_{3-5} \quad 1x0,25p$$

$$I_3 = \frac{U_{3-5}}{R_3} = \frac{4U_{AB}}{9R} \quad 2x0,25p$$

$$I_3 = 0,4A \quad 1x0,5p$$

P2.3. 2,25 p

$$I_k = I_2 - I_5 \quad 1x0,5p$$

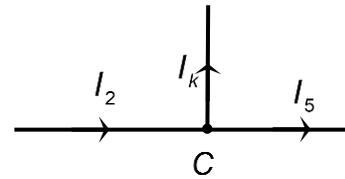
$$I_2 = \frac{U_{12}}{R_2} \quad 1x0,25p$$

$$U_{12} = IR_{12} \quad 1x0,25p$$

$$I_5 = \frac{U_{3-5}}{R_5} = I_3 \quad 2x0,25p$$

$$I_k = \frac{U_{AB}}{9R} \quad 1x0,25p$$

$$I_k = 0,1A \quad 1x0,5p$$



P2.4. 2,50 p

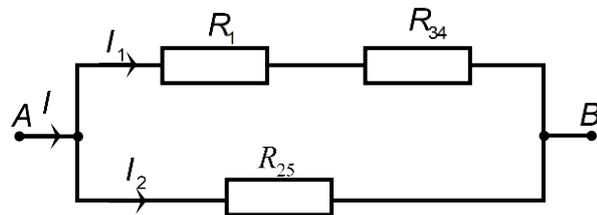
$$R_{25} = R_2 + R_5 = 2R \quad 2x0,25p$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2R}{3} \quad 2x0,25p$$

$$R_{134} = R_1 + R_{34} = \frac{5}{3}R \quad 2x0,25p$$

$$R_{AB} = \frac{R_{134} R_{25}}{R_{134} + R_{25}} = \frac{10}{11}R \quad 2x0,25p$$

$$R_{AB} = 9,09\Omega \quad 1x0,5p$$



P2.5. 1,50 p

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{134}}, \quad U_{34} = I_1 R_{34}, \quad 2x0,25p$$

$$I_3 = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{2U_{AB}}{5R} \quad 2x0,25p$$

$$I_3 = 0,36A \quad 1x0,5p$$

PROBLEMA 3.

10 p.

P3. Pe fața AB a unei prisme din sticlă ($n=1,50$) aflată în aer, cade perpendicular o rază de lumină, la distanța x de la vârful A . Unghiul α este selectat astfel încât lumina la prima incidență pe suprafața BC nu va părăsi prisma prin această suprafață. Lungimea muchiei AB este $d=2,00$ cm.

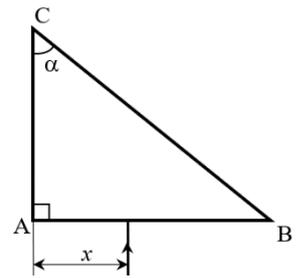
P3.1. Prezentați mersul razei de lumină indicate pe desen prin prismă, până la trecerea ei prin suprafața AC ; **1,2p.**

P3.2. Stabiliți valoarea unghiului α ; **2,6p.**

P3.3. Determinați unghiul dintre normala la suprafața AC și raza emergentă prin suprafața AC (raza care iese din prismă prin refracție). **2,4p.**

P3.4. Valoarea parametrului x pentru care raza emergentă prin suprafața AC , va trece la limită prin vârful A . **3,8p.**

Ați putea avea nevoie de valorile sau relațiile: $\sin(41,8^\circ) = 0,67$; $\cos(41,8^\circ) = 0,75$; $\sin(48,2^\circ) = 0,75$; $\cos(48,2^\circ) = 0,67$; $\sin(2\alpha) = 2 \sin \alpha \cos \alpha$; $\cos(2\alpha) = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$; $\pi = 3,14$; $\sin(\alpha^\circ) \approx \alpha^\circ \cdot \pi/180^\circ$, dacă $\alpha^\circ \leq 15^\circ$, cu o eroare de maxim 1,2%.



ЗАДАЧА 3.

(10,0 б.)

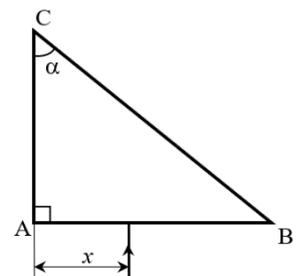
P3. На сторону AB стеклянной призмы ($n=1,50$), находящейся в воздухе, на расстоянии x от вершины A падает перпендикулярно луч света. Величина угла α такова, что упавший луч, впервые попавший на сторону BC , не покинет призмы. Длина ребра AB $d=2,00$ см.

P3.1. Исходя из рисунка, изобразите ход луча внутри призмы, до того момента как он покинет призму через сторону AC ; **1,2 б.**

P3.2. Определите, чему равен угол α ; **2,6 б.**

P3.3. Определите угол между нормалью к поверхности AC и лучом, выходящим из призмы через сторону AC после преломления. **2,4 б.**

P3.4. Найдите расстояние x , при котором луч, выходящий из призмы через сторону AC , максимально приблизится к вершине A . **3,8 б.**



Для решения задачи, возможно, вам понадобятся соотношения или значения: $\sin(41,8^\circ) = 0,67$; $\cos(41,8^\circ) = 0,75$; $\sin(48,2^\circ) = 0,75$; $\cos(48,2^\circ) = 0,67$; $\sin(2\alpha) = 2 \sin \alpha \cos \alpha$; $\cos(2\alpha) = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$; $\pi = 3,14$; $\sin(\alpha^\circ) \approx \alpha^\circ \cdot \pi/180^\circ$, если $\alpha^\circ \leq 15^\circ$, с максимальной погрешностью 1,2%.

SOLUTIE

P3.1. 1,2p

Indicarea razei reflectate de la suprafața BC **1x0,4p**

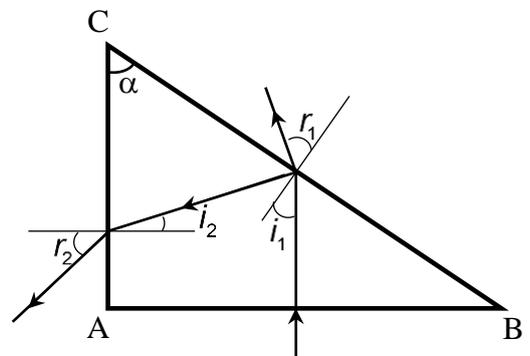
Indicarea razei refractate la trecerea prin suprafața AC **1x0,4p**

Indicarea normalilor la suprafețele BC și AC în punctele de incidență a razei de lumină **2x0,4p**

P3.2. 2,6p

$$i_1 = 90^\circ - \alpha, \quad \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{1}{n} \quad \mathbf{2x0,4p}$$

În cazul reflexiei totale:



$$r_1 = 90^\circ, \quad \sin i_1 = \frac{1}{n}, \quad i_1 = 41,8^\circ, \quad 3 \times 0,4 \text{p}$$

$$\alpha = 48,2^\circ \quad 1 \times 0,6 \text{p}$$

P3.3. 2,4p

$$i_2 = 2\alpha - 90^\circ = 6,4^\circ, \quad \frac{\sin(i_2)}{\sin(r_2)} = \frac{1}{n} \quad 2 \times 0,4 \text{p}$$

$$\sin(r_2) = n \sin(i_2), \quad \sin(r_2) = 0,167 \quad 2 \times 0,4 \text{p}$$

$$r_2 = 9,6^\circ \quad 1 \times 0,8 \text{p}$$

P3.4. 3,8p

$$\text{ctg}(2i_1) = \frac{h}{x}, \quad \frac{h}{AC} = \frac{d-x}{d}, \quad \frac{AC}{d} = \text{ctg}(\alpha) \quad 3 \times 0,4 \text{p}$$

$$x = \frac{d \text{ctg}(\alpha)}{\text{ctg}(2i_1) + \text{ctg}(\alpha)} \quad 1 \times 0,4 \text{p}$$

$$\text{ctg}(\alpha) = \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} = 0,893 \quad 2 \times 0,4 \text{p}$$

$$\text{ctg}(2i_1) = \frac{\cos^2(i_1) - \sin^2(i_1)}{2 \sin(i_1) \cos(i_1)} = 0,113 \quad 2 \times 0,4 \text{p}$$

$$x \approx 1,78 \text{ cm} \quad 1 \times 0,6 \text{p}$$

