

6456



56

1	2	3	4	5	6	Σ
10	4	18	0	4	20	56

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ**

2017–2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (11 КЛАСС)**

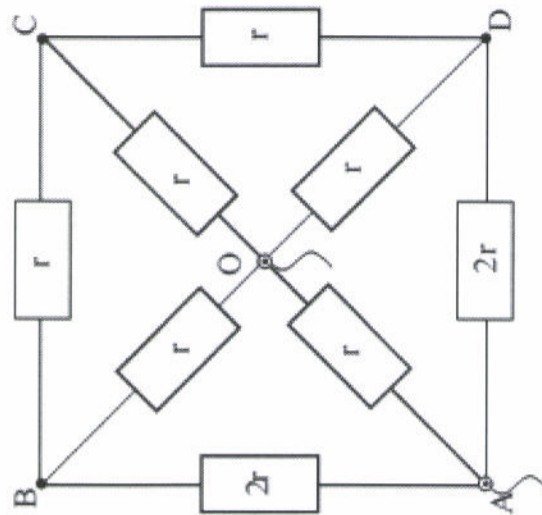
Город, в котором проводится Олимпиада Москва

Дата 17.02.2018

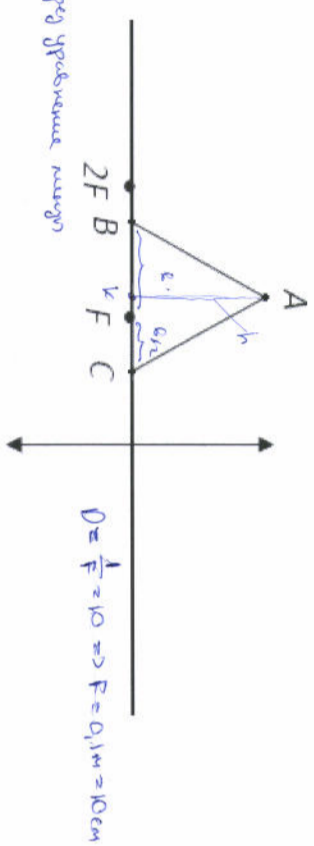
Вариант 9

1. Из некоторой точки одновременно бросают два тела с одинаковой начальной скоростью $V_0 = 16$ м/с: одно вертикально вверх, другое – по горизонтали. Спустя какое время после броска тела будут находиться на расстоянии $S = 50$ м друг от друга? Тела не успевают достичь поверхности Земли.

2. Найдите эквивалентное сопротивление цепи, указанной на рисунке, $r = 5$ Ом, напряжение приложено к точкам А и О.



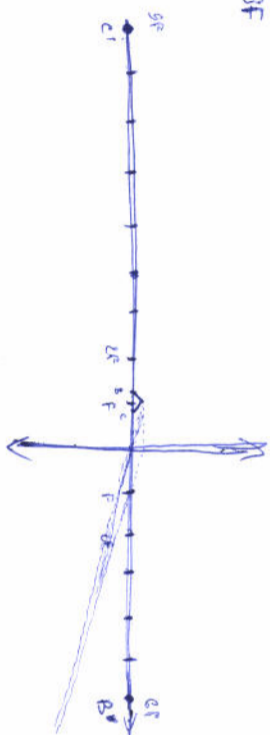
3. Постройте изображение равнобедренного треугольника ABC в тонкой собирающей линзе. Какова площадь части минимого изображения, заключённой между плоскостями, расположенными на расстоянии $20F$ и $30F$ от плоскости линзы. Точка A находится на расстоянии $h = 0,5$ см от оптической оси, точки B и C лежат на оптической оси и расположены относительно точки F на расстояниях $b = 2$ см и $b/2 = 1$ см соответственно.



Найдём координаты c', b', v' (увероваться c и b) через упрощённые лучи

$$c' : \frac{1}{c'} = \frac{1}{20F} - \frac{1}{F}$$

$$b' : \frac{1}{b'} = \frac{1}{10F} - \frac{1}{F}$$



$$f_{c'} = \frac{1}{\frac{1}{20F} - \frac{1}{F}} = \frac{(20F - F)F}{19} = 90 = 9F$$

$$f_{b'} = \frac{1}{\frac{1}{10F} - \frac{1}{F}} = \frac{(10F - F)F}{9} = 60 = 6F$$

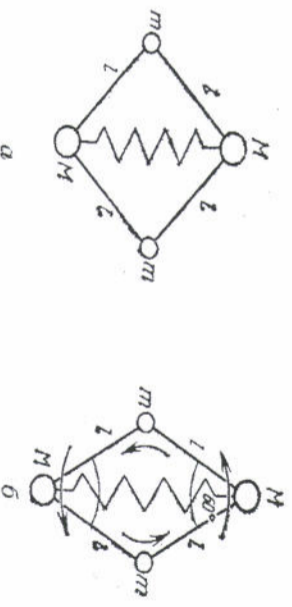
$$A' : \frac{1}{f_{A'}} = \frac{1}{F + 0,5} + \frac{1}{f_{A1}}$$

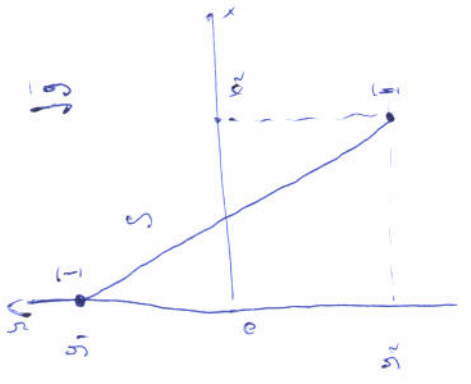
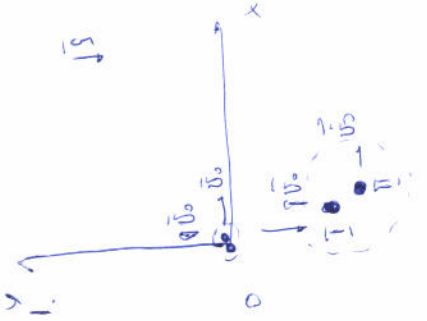
$$f_{A'} = \frac{(F + 0,5)F}{0,5} = \frac{(2F + 1)F}{1} = 210 \text{ см} = 21F$$

4. В откачанном пространстве вертикально стоит цилиндрический сосуд, перекрытый сверху подвижным поршнем массы $M = 320$ кг. Под поршнем находится одноатомный газ при температуре $T = 300$ К и давлении $P = 10^5$ Па. Внутреннее сечение цилиндра $S = 10 \text{ см}^2$, высота той части сосуда, внутри которой находится газ, $H = 2$ м. Поршень отпустили, он начал двигаться. Газ сжимается адиабатически.
- 1) Найдите температуру газа при прохождении поршнем положения равновесия.
- 2) Чему равна скорость поршня при прохождении им положения равновесия?

5. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса $a = 0,5$ м и массой $m = 250$ гр. Сопротивление кольца $R = 10$ Ом. Плоскость кольца всё время горизонтальна. Найдите установившуюся скорость падения кольца, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля изменяется по закону $B = B_0(1 + \alpha h)$, $B_0 = 1$ Тл, $\alpha = 0,5 \text{ м}^{-1}$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

6. Два шарика массой $M = 250$ г каждый скреплены невесомой пружиной жесткости $k = 10$ Н/м (рисунок а). К ним через невесомые нити прикреплены еще два шарика массы $m = 150$ г ($m < M$) так, что вся система образует квадрат со стороной $L = 25$ см, покоящийся на горизонтальном гладком столе. Затем эта связка постепенно раскручивается на столе вокруг ее центра масс до тех пор, пока квадрат не превратится в ромб с углом $\alpha = 60^\circ$ при вершинах, в которых находятся шарики массы M (рисунок б). Определить угловую скорость вращения связки.





Уравнение функции на плоскости
 I: $y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
 II: $y'(t) = -\frac{gt}{2}$
 $x'(t) = v_0 t$

Векторный момент t :
 $\begin{cases} y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = -\frac{gt^2}{2} \\ x_2 = v_0 t \end{cases}$

$$S = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_2 - 0)^2}$$

$$S^2 = (v_0 t - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2})^2 + (v_0 t)^2$$

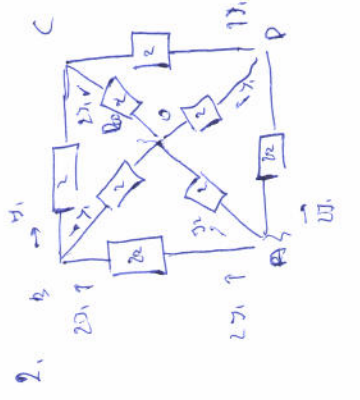
$$S^2 = 2(v_0 t)^2 \quad t = \sqrt{\frac{S^2}{2v_0^2}} = \frac{S}{\sqrt{2}}$$

$$t = \frac{50}{16\sqrt{2}} \approx 2,21 \text{ c}$$

Ответ: 2,21 c



2



ϵ - напряжение, ΔDC уем. Это напряжение между катодом диода и на extreme точки катушки

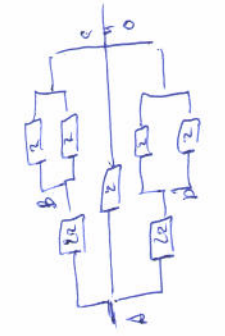
Закон Кирхгофа:

$$\begin{cases} \epsilon = 4I_1 + 2I_2 & (A \rightarrow B \rightarrow O); (A \rightarrow D \rightarrow O) \\ \epsilon = 4I_1 + 2I_2 + 2I_3 + 2I_4 & (A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow O); (A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow O) \\ \epsilon = 2I_2 \end{cases}$$

Углы между ветвями, то не углы CO так не дифференциал (неприменимо правило для дифференциала), константа, это $2I_3 + I_4 = 0$

Углы между ветвями, то не углы CO так не дифференциал (неприменимо правило для дифференциала), константа, это $2I_3 + I_4 = 0$

Делитель тока:



$$R_{AB} = 2I_1 + \frac{3I_2}{2} = \frac{3I_2}{2} = R_{AC}$$

$$I_1 = I_2$$

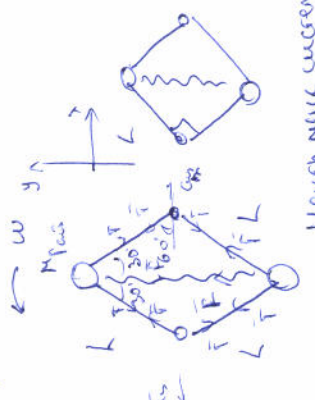
$$\frac{1}{I} = \frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} + \frac{1}{I_3}$$

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{I_2} + \frac{1}{3I_2} = \frac{4}{3I_2} \Rightarrow I_2 = \frac{3I}{4}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{3I}{4} = \frac{15}{4} \approx 3,75 \text{ A}$$

Ответ: 3,75 A

R - эквивалентное сопротивление цепи



Для нахождения сопротивления цепи M и начального тока M (тепловой ток) через C поочередно дифференциал

$$Ox: M_{xy} = 2I \cos 60^\circ = I$$

$$Oy: M_{xy} = 2I \cos 30^\circ + F = I\sqrt{3} + F$$

$$F = k \Delta x$$

Углы между ветвями: 60° и 30°

Т.к. между ветвями, то $I \neq F$ 60° между ветвями, поэтому $\Delta x = 2 \cdot \frac{L\sqrt{3}}{2} - L\sqrt{2} = L(\sqrt{3} - \sqrt{2})$

