



50

7012

| | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
| 8 | 4 | 18 | 40 | 16 | 50 | |

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2017–2018**

Заключительный этап

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

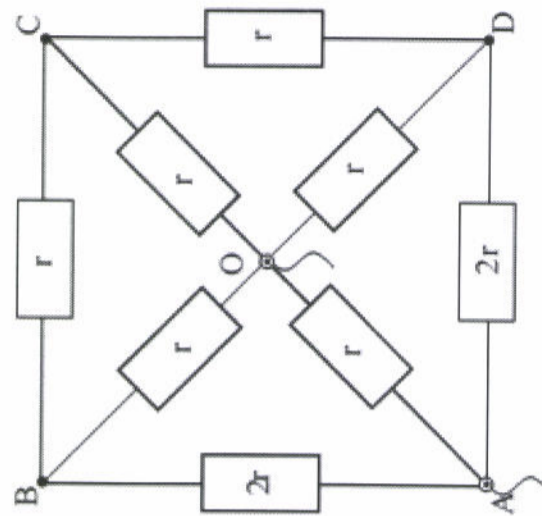
Город, в котором проводится Олимпиада **Москва**

Дата **17.03.2018**

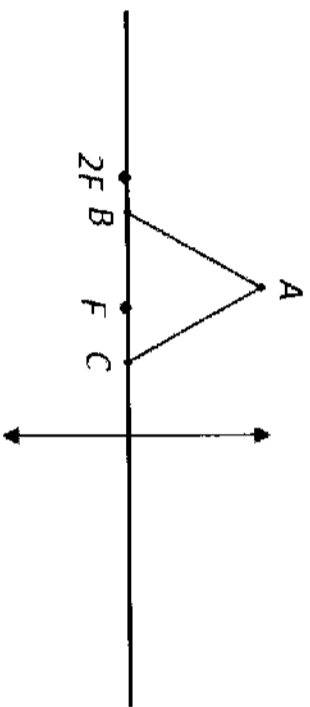
Вариант 9

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.



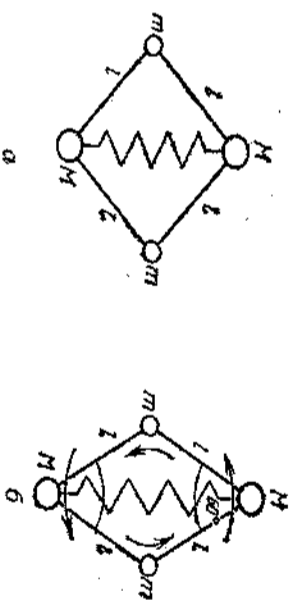
3. Постройте изображение равнобедренного треугольника ABC в тонкой собирающей линзе. Какова площадь части мнимого изображения, заключённой между плоскостями, расположенными на расстоянии $20F$ и $30F$ от плоскости линзы. Точка A находится на расстоянии $h = 0,5$ см от оптической оси, точки B и C лежат на оптической оси и расположены относительно точки F на расстояниях $b = 2$ см и $b/2 = 1$ см соответственно. Оптическая сила линзы $D = 10$ дптр.



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 $S = 10$ см², 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, $\alpha = 0,5$ м⁻¹. Сопротивлением воздуха пренебречь.

6. Два шарика массой $M = 250$ г каждый скреплены невесомой пружинной 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.



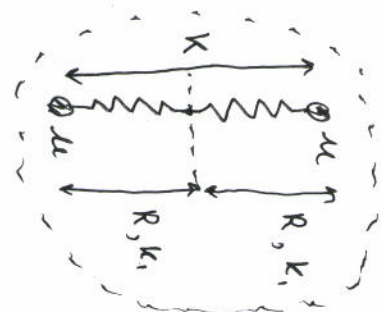
Числовая

Две тела M

$$2T \cos 30^\circ + k_1 \Delta L = \mu \omega^2 R$$

k_1 - коэффициент упругости стержня по массе, T - $k_1 = \frac{k}{L}$

$$\Delta L = \frac{1}{2} \left(\underbrace{L \cos 30^\circ}_{\text{Стало}} - \underbrace{\sqrt{2} L}_0 \right) = \frac{L(\sqrt{3} - \sqrt{2})}{2} = \frac{L(\sqrt{3} - \sqrt{2})}{2}$$



1) $T\sqrt{3} + kL \left(\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2} \right) = \mu \omega^2 R \frac{\sqrt{3}}{2}$

Для тела m

$$2T \cos 60^\circ = m \omega^2 r$$

ω - угл. ср. скорости (также можно как ω и $\delta t = \omega$ выразить).

2) $T = m \omega^2 \frac{r}{2}$

Равна (1) и (2)

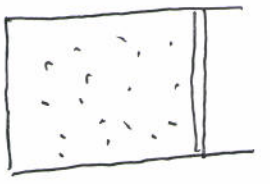
$$m \omega^2 \frac{r}{2} + kL \left(\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2} \right) = \mu \omega^2 R \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \omega^2 (\mu - m) = k \left(\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2} \right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{\mu - m} \left(\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2\sqrt{3}} \right)} = 10 \sqrt{\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2\sqrt{3}}} \left(\frac{1}{c} \right)$$

Ответ: $\omega = 10 \sqrt{\frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2\sqrt{3}}} c^{-1}$

N/4



Типа адиабатический процесс $A = -\Delta U$ (A - работа, соверш. газом).

В состоянии равновесия

$$\downarrow \frac{\mu g}{S} \cdot V = \nu R T_D$$

В нач. состоянии

$$\begin{aligned} P V_1 &= \nu R T_1 \\ P S H &= \nu R T_1 \end{aligned} \quad \begin{aligned} (T_1 = 300 \text{ K}) \\ P = 10^5 \text{ Па} \end{aligned}$$

$$\cancel{mgh = \frac{mv^2}{2}}$$
$$v = \sqrt{2gh}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad \text{З.С.Э.}$$

где максимум
скорости.

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

Если пропустить, то получим

$$F_A = 2B_1 l \quad l = 2B_1 \pi a = 4 B_1 \pi a$$

4) Давайте рассмотрим

$$V = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

$B_1 > B_2$ (но при h \nearrow $B \nearrow$)

$$\frac{(B_2 - B_1) S}{\Delta t} = I R$$

$$h_1 > h_2$$

$$\frac{(B_0 + 2B_0 h_2 - B_0 - 2B_0 h_1) S}{\Delta t} = \frac{F_A}{4B_1 \pi a}$$

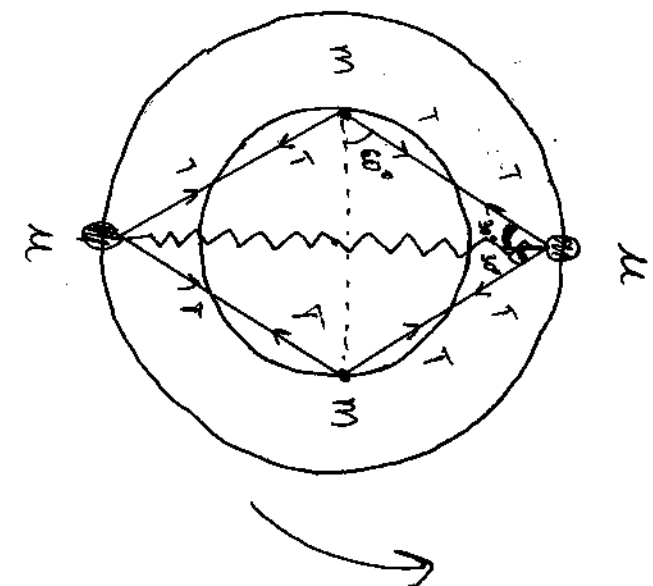
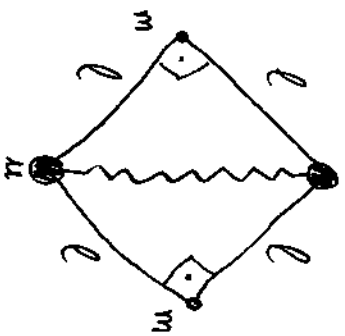
$$\frac{2B_0(h_2 - h_1)}{\Delta t} = \frac{m g}{4B_1 \pi a}$$

$$h_2 - h_1 = |V| = \frac{m g}{4 \Delta B_0^2 \pi a}$$

$$V = \frac{0,25 \cdot 10}{4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 3,14 \cdot 0,5} = \frac{10}{4 \cdot 3,14} = \frac{5}{6,28} = \frac{500}{628} = \frac{250}{314} = \frac{250}{314} \text{ м/с}$$

Ответ: $V = \frac{m g}{4 \Delta B_0^2 \pi a} = \frac{250}{314} \text{ м/с}$.

$\sqrt{6}$



1) Упоры и грузы по опор-там

$$R = l \cos 30^\circ$$

А упоры и грузы по опор-там $T = l \sin 30^\circ$

2) Т-сила на шариках нуль

Условие

$K_2 N_2$ найден из формулы при Γ (уравнение)

Дан Γ . B

$$\frac{N_1}{10} \frac{1}{12} + \frac{1}{f} = \frac{1}{10}$$

$$f = \frac{120}{2} = 60$$

$$\Gamma = \frac{1}{10} \frac{60}{d} = \frac{60}{12} = 5$$

Δ $HAC \sim \Delta N_2 K_2 C$ (где $AK \perp \Gamma O O$)

$$\frac{AK}{K_2 N_2} = \frac{HC}{N_2 C} \quad h = \frac{(6 + \frac{6}{2}) \frac{1}{2}}{6/2}$$

$$K_2 N_2 = \frac{1,5}{1,5} = K_2 N_2 = \frac{0,5}{1,5} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{K_2 N_2}{K_2 N_2} = \Gamma$$

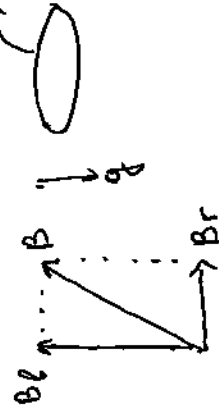
$$K_2 N_2 = \frac{5}{3}$$

$$S = K_2 N_2 \cdot (30F - 20F) = \frac{5}{3} \cdot 10 \cdot 10 = \frac{500}{3} \text{ см}^2$$

Ответ: $S = \frac{500}{3} \text{ см}^2$



15



$$\bar{B}_R = \bar{B}_0 (1 + \alpha h)$$

1) Угнет. и. носовка сгорает ΔAC

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \mathcal{E} = \frac{AB S}{\Delta t}$$



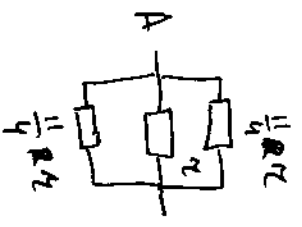
$$2) I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

3) \bar{B}_r сгорает \bar{F}_A , гнет \bar{B} вверх, $T.K. V = const$

$$Mg = \bar{F}_A$$

Но вращающийся \bar{V} вольта суща Аунера партия $T.K. \bar{B}_R$ де
 спина $I \bar{V}$ (~~AB~~) ($F_A = BIL \sin \alpha$)



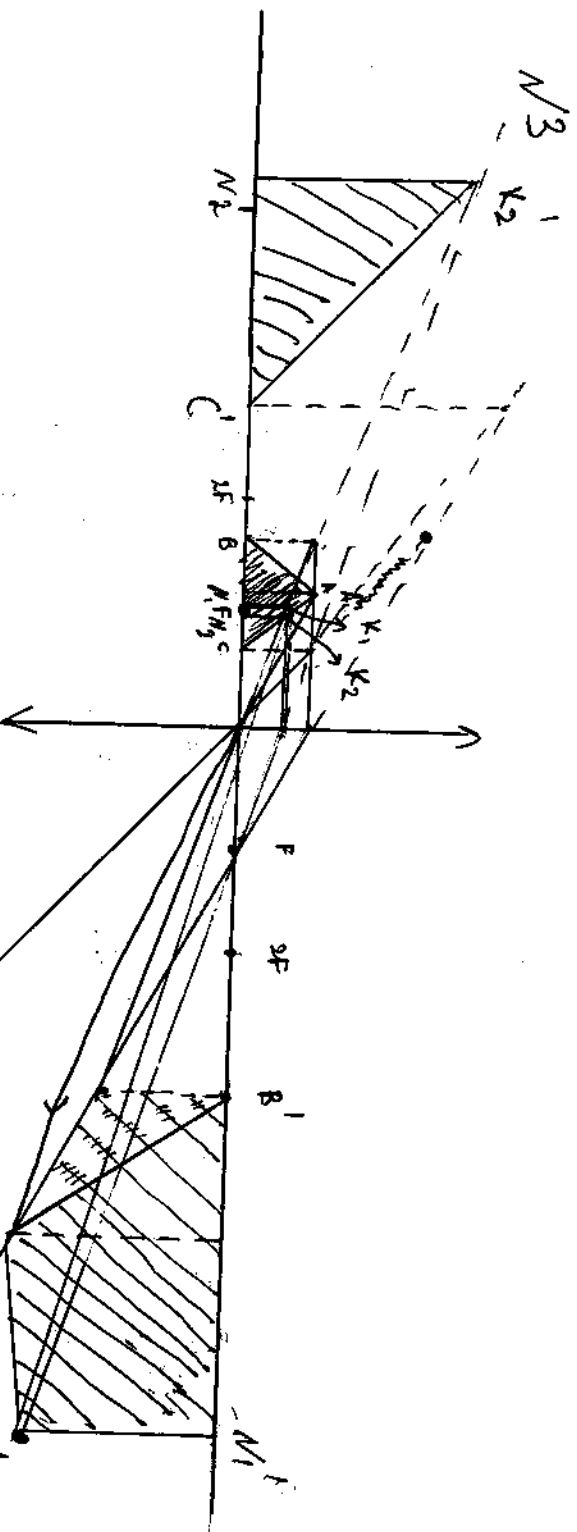


$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{11\Omega}$$

$$R_3 = \frac{11\Omega}{19}$$

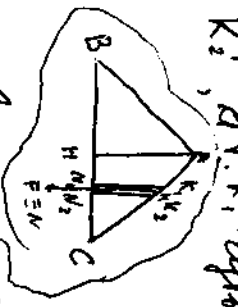
Ответ: $R_3 = \frac{11}{19}\Omega$.

$$\frac{1}{R_3} = \frac{4}{11\Omega} + \frac{4}{11\Omega} + \frac{1}{\Omega}$$



Решить задачу не в масштабе.

1) Присоединяем к контактам узла верх сопротивления, тогда ее мы не включим, но T, K_2 выисываем посыл и подключаем K_2', A, T, K_1 выисываем посыл подключаем $K_1',$ левому полю T, N сопротивлению $e, F.$



соединяем подключаем $B, A', K_1', N_1',$ а сюда подключаем N_2, C, K_2'

2) Находим какое сопротивление на оси посыл мы подключаем на посыл $20F$ и $30F$

$$\frac{1}{F} = 0 \quad F = 10\Omega$$

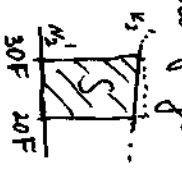
$$\frac{1}{X_1} - \frac{1}{20F} = \frac{1}{F}$$

$$X_1 = \frac{2000}{210} = \frac{200}{21}$$

$$\frac{1}{X_2} - \frac{1}{30F} = \frac{1}{F}$$

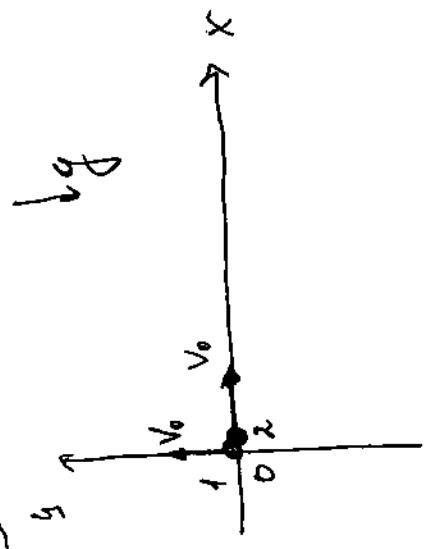
$$X_2 = \frac{3000}{310} = \frac{300}{31}$$

Эти 2 сопротивления соединяем последовательно и соединяем со сопротивлением $10F$ и K_2', N_2' параллельно.



Условие

N1



1) Вектор ос координат, начало которой в т. зрения.

2) Для 1 Точка: 2

$$y: y_1 = 0 + V_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

Для 2 Точка ~~2~~

$$y: y_2 = 0 + \frac{g t^2}{2}$$

$$x: x_2 = V_0 t$$

$$(y_1 + y_2)^2 + x_2^2 = S^2 \quad \text{Т. Пупорова}$$

$$S = 50 \text{ м}$$

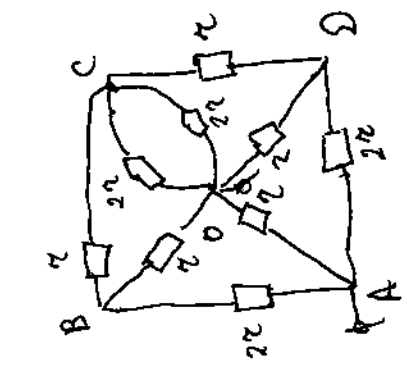
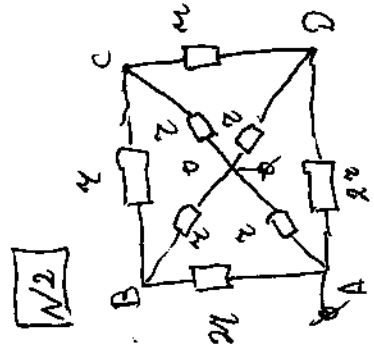
$$(V_0 t)^2 + (V_0 t)^2 = S^2$$

~~$$(V_0 t - \frac{g t^2}{2})^2 + (V_0 t)^2 = S^2$$~~
~~$$2(V_0 t)^2 - 2 \cdot \frac{g}{2} V_0 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} + V_0^2 t^2 = S^2$$~~

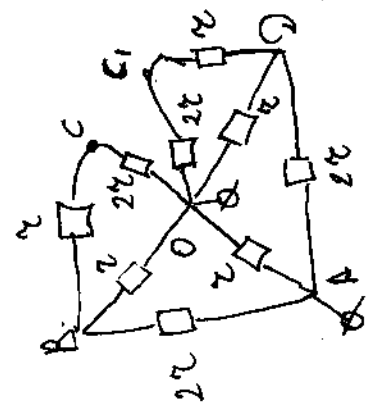
$$t = \frac{S}{V_0} \sqrt{2} ; \quad t = \frac{50 \cdot \sqrt{2}}{16} = \frac{25 \sqrt{2}}{8} \text{ с.}$$

Ответ: ~~$t = \frac{S}{V_0} \sqrt{2}$~~ $t = \frac{S}{V_0 \sqrt{2}} = \frac{25}{8 \sqrt{2}} \text{ с.}$

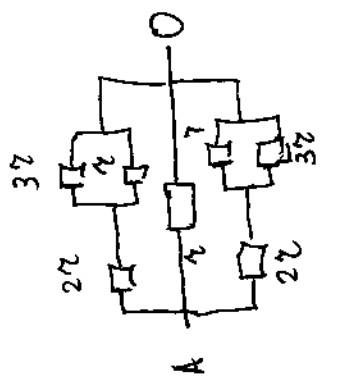
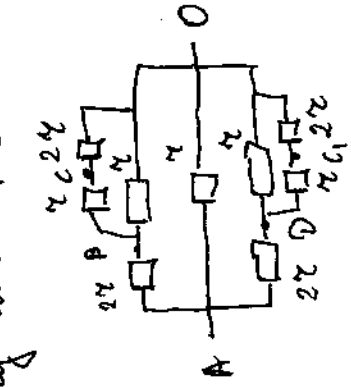
N2



Участок ОС представляем как 2 сопротивля 2Ω соединенных параллельно.



$\varphi_C = \varphi_{C1}$
поэтому можно разрезать в их



УТВЕРЖДАЮ:
Председатель Апелляционной комиссии
(_____)

ПРОТОКОЛ

рассмотрения апелляции участника Олимпиады школьников
Санкт-Петербургского государственного университета

г. Санкт-Петербург № 5 «06» 04 2018 г.

Апелляционная комиссия в составе:

1. Дельнев Е. А.
2. Нурзин П. Д.
3. Муров А. Е.
4. _____
5. _____

рассмотрела апелляционное заявление участника Олимпиады школьников СПбГУ:

ФИО: Бакурян Кекелатик Олегович

Предмет (категория предмета) Олимпиады: физика

Количество набранных баллов до апелляции: 50

По результатам рассмотрения апелляционного заявления участника Олимпиады,

Апелляционная комиссия приняла следующее решение:

по заявке 1 - претензии удовлетворить (+2 балла)
по заявке 2 - недовольство решением (не достигнуто ^{20%} ч = 4 б.),
в оставшемся - удовлетворить (7 баллов)
по заявке 6 - дан короткий ответ (капитальный и письменный)
пожаловаться на 1 балл 6 соответствия с критериями

Количество набранных баллов после апелляции:

56

Подписи членов Апелляционной комиссии:

[Подпись] (Муров А. Е.)
[Подпись] (Нурзин П. Д.)
[Подпись] (Дельнев Е. А.)
()
()

С решением Апелляционной комиссии ознакомлен(а)

_____ (ФИО и подпись участника)

_____ (дата)