



68

1	2	3	4	5	6	Σ
9	9	18	9	13	0	58

8092

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2017-2018

Заключительный этап

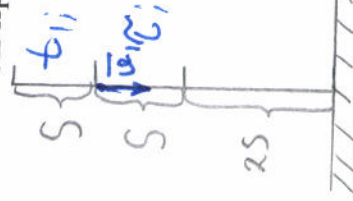
Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ФИЗИКА (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Томск - и - Дому

Дата 13.03.18

Вариант 3

1. Камень падает с башни с нулевой начальной скоростью. Вторую четверть пути он пролетел за интервал $\tau = 1$ с. Найдите высоту башни h .



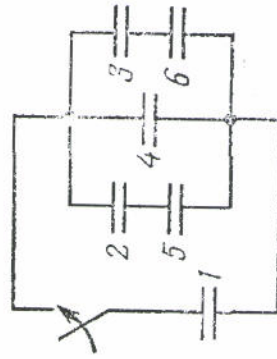
1) Вторую четверть пути S камень пролетел как $S = g \frac{t_2^2}{2}$ за время t_2 , тогда скорость $v = g t_2$

2) Вторую четверть пути камень пролетел как $S = g t_1 \cdot \tau + \frac{g \tau^2}{2} = \tau$

$$g \frac{t_1^2}{2} = g t_1 \tau + \frac{g \tau^2}{2}; \quad g t_1^2 - 2g t_1 \tau - g \tau^2 = 0$$

$$t_1^2 - 2t_1 \tau - \tau^2 = 0 \Rightarrow t_1 = \tau(1 + \sqrt{2}) \Rightarrow h = 4S = 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot \tau^2 = 116,6 \text{ м}$$

2. К конденсатору 1 ёмкости $C = 50$ мкФ, заряженному до



разности потенциалов $U = 4$ В, присоединяется батарея из конденсаторов такой же ёмкости, как показано на рисунке.

Найти заряд на каждом из шести конденсаторов.

1) Эвивалентная ёмкость конденсаторов 2-6:

$$C_{\text{эво}} = 2 \cdot \frac{C \cdot C}{C+C} + C = 2 \cdot \frac{C}{2} + C = 2C$$

2) Начальный заряд на C_1 : $q_0 = C \cdot U$

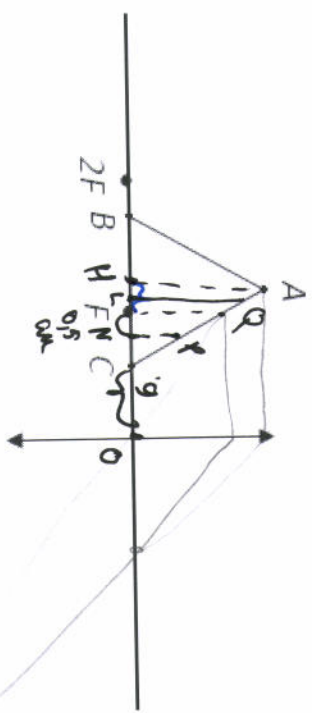
3) После установления равновесия в цепи: $U_{C_1} = U_{C_{\text{эво}}} \Rightarrow$

$$\frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{2C}, \text{ где } q_1 \text{ и } q_2 - \text{заряды на } C_1 \text{ и } C_{\text{эво}}$$

4) По закону сохранения заряда: $q_0 = q_1 + q_2 \Rightarrow$

$$\begin{cases} \frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{2C} \\ q_0 = q_1 + q_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2q_2 = q_1 \\ C \cdot U = q_1 + q_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = \frac{2 \cdot C \cdot U}{3} \\ q_2 = \frac{C \cdot U}{3} \end{cases}$$

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. Оптическая сила линзы $D = 10$ дптр.



$$\frac{b}{a} = \frac{h}{h'}$$

$$b = a \cdot \frac{h}{h'}$$

4. Невесомый поршень может скользить по гладкой внутренней поверхности вертикально расположенного цилиндра высотой $L = 1$ м, сечением $S = 100$ см². Начальная температура воздуха $T_0 = 300$ К, атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа. Цилиндр герметически закрыли поршнем и поставили на него груз массой $m = 73$ кг. В начальном состоянии плоскость поршня расположена на расстоянии L от дна цилиндра. При движении поршня реализуется процесс $pV^{3/2} = \text{const}$. Найдите температуру газа при прохождении поршнем положения равновесия и наименьшую высоту, которую он достигнет.

5. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса $a = 0,5$ м и массы $m = 250$ 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 $B = B_0(1 + at)$, $B_0 = 1$ Тл, $a = 0,5$ м⁻¹. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- Ул. к. в утм. реламе $v = \text{const} \Rightarrow$ Эмрмн $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$ $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$ $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$*
- Иммишо нолонг. эмрмн $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$ $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$ $\mu \frac{dN}{dt} \cdot \Delta \cdot \Delta r$*
- $$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\pi d^2}{4} \cdot B_0 (1 + at) \right) = \frac{\pi d^2}{4} \cdot B_0 \cdot a$$
- $$\frac{dN}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot B_0 \cdot a \cdot \omega \Rightarrow \text{По закону индукции в катушке}$$
- $$\mathcal{E} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot B_0 \cdot a \cdot \omega \Rightarrow \text{По закону индукции в катушке}$$
- $$\frac{dN}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot B_0 \cdot a \cdot \omega \Rightarrow \text{По закону индукции в катушке}$$
- По закону сохранения энергии за время t :*
- $$m g h = I^2 R t, \text{ где } h = v t \Rightarrow m g v = I^2 R \Leftrightarrow m g v = \frac{\pi^2 d^4 B_0^2 a^2 v^2}{16} \Rightarrow v = \frac{16 m g}{\pi^2 d^4 B_0^2 a^2} = \frac{4 m g}{\pi^2 a^2 B_0^2} \approx 3,7 \text{ м/с}$$
6. Два одинаковых ролика вращаются с одинаковой угловой скоростью в противоположные стороны. Ролик слева — по часовой стрелке, ролик справа — против часовой стрелки. Оси вращения роликов лежат в горизонтальной плоскости, расстояние между ними $l = 4$ м. На ролики положена доска, коэффициент трения которой о ролики равен $\mu = 0,6$. Изначально центр доски находится на одинаковом расстоянии от осей роликов. Если ролики начнут вращаться одновременно, то доска останется в равновесии (в состоянии покоя). Но если доску чуть-чуть подтолкнуть вдоль ее длины, то она начнет совершать колебания на роликах в горизонтальной плоскости. Найдите период этих колебаний.