



5584' (39)

1	2	3	4	5	6	7
9	9	0	11	4	6	39

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ**

**2017-2018**

Заключительный этап

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

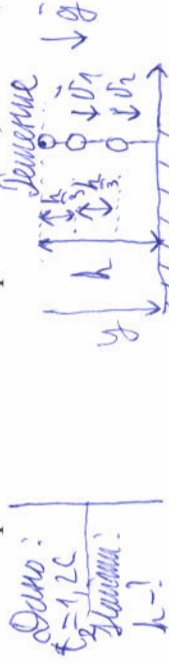
Город, в котором проводится Олимпиада Москва

Дата 17.03.2018

\*\*\*\*\*

**Вариант 4**

1. Камень падает с башни с нулевой начальной скоростью Вторую треть пути он пролетел за интервал  $\tau = 1,2$ с. Найдите высоту башни  $h$ .



4)  $h = \frac{3}{2} g \cdot t_2^2 (3 + 2v_2)$

$h = \frac{3}{2} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 1,2^2 (3 + v_2) \approx 113,2 м$

Ответ: 113,2 м

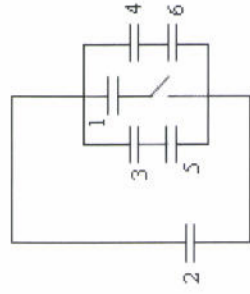
1) первая треть пути:  $\frac{h}{3} = g \cdot t_1^2$ ;  $v_1 = g \cdot t_1$

2) вторая треть пути  $v_2 = g(t_1 + t_2)$ ;  $h = v_2 \cdot t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2$

$\frac{h}{3} = g^2 (t_1^2 + 2t_1 \cdot t_2 + t_2^2 - t_2^2) \Rightarrow \frac{h}{3} = g^2 (t_1^2 + 2t_1 t_2)$

3)  $\frac{g}{2} t_1^2 = g (t_1^2 + 2t_1 t_2) \Rightarrow t_1 = 2t_2$   
 $t_1 = t_2 (1 + v_2)$   
 (Значит, "не ходит сразу, а вышло")

2. К конденсатору 1 ёмкости  $C = 100$  мкФ, заряженному до разности потенциалов  $U = 6$  В, присоединяются конденсаторы такой же ёмкости, как показано на рисунке. Найдите заряд на каждом из шести конденсаторов.



Дано:  $C = 100 \text{ мкФ}$   
 $U = 6 \text{ В}$

Решение  
 $Q_0 = CU$

Можно конденсаторы соединить параллельно:

$U_2 = U_1 = U_3 + U_5 = U_4 + U_6$

$U_1 = U_2$  }  $Q_1 = Q_2$

$C_1 = C_2 = C$

в параллельных соединении:

$Q_3 = Q_5$ ;  $Q_4 = Q_6$

$Q_3 + Q_5 = Q_4 + Q_6$

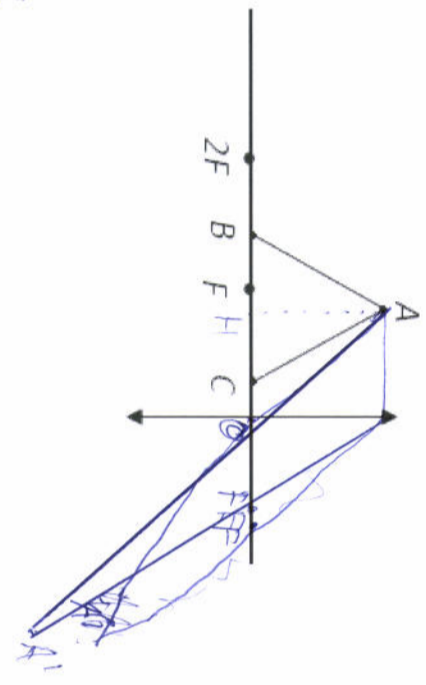
$Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6$

$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$   
 $Q_0 = Q_1 + Q_1 + \frac{1}{2} Q_1 + \frac{1}{2} Q_1 + \frac{1}{2} Q_1 + \frac{1}{2} Q_1 + \frac{1}{2} Q_1$   
 $Q_0 = 4Q_1 \Rightarrow Q_1 = \frac{CU}{4} = Q_2$   
 $Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = \frac{CU}{8}$ ;  $Q_1 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$   
 $Q_3 = 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$

Ответ:  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$ ;  $0,75 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$

3. Постройте изображение равнобедренного треугольника ABC в тонкой собирающей линзе. Какова площадь части действительного изображения, заключённой между плоскостями, расположенными на расстоянии  $20F$  и  $30F$  от плоскости линзы? Точка A находится на расстоянии  $h = 5$  см от оптической оси, точки B и C лежат на оптической оси и

расположены относительно точки F на расстояниях  $b/2 = 2$  см и  $b = 4$  см соответственно. Оптическая сила линзы  $D = 10$  дптр.



$F = \frac{1}{D} \Rightarrow F = 10 \text{ см}$   
 $FC = 4$   
 $FB = 2$   
 $CO = 6$   
 $AO = h = 5$   
 $AO = h = 5 \text{ см}$   
 $AO = h = 5 \text{ см}$   
 $AO = h = 5 \text{ см}$

4. Невесомый поршень может скользить по гладкой внутренней поверхности вертикально расположенного цилиндра высотой  $L = 2$  м, сечением  $S = 100 \text{ см}^2$ . Начальная температура воздуха  $T_0 = 300$  К, атмосферное давление  $p_0 = 100$  кПа. Цилиндр герметически закрыли поршнем и поставили на него груз массой  $m = 66$  кг. В начальном состоянии плоскость поршня расположена на расстоянии  $L$  от дна цилиндра. При движении поршня реализуется процесс  $pV^{5/2} = \text{const}$ . Найдите температуру газа при прохождении поршнем положения равновесия и наименьшую высоту, которую он достигнет.

Дано:  $L = 2 \text{ м}$ ,  $S = 10^{-2} \text{ м}^2$ ,  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $m = 66 \text{ кг}$ ,  $T_0 = 300 \text{ К}$   
 Найти:  $T_1$ ,  $T_2$   
 Решение: 1) мал. высота, 2) большая высота, 3) наименьшая высота  
 $pV = \nu RT$   
 $p_0 S L = \nu R T_0$   
 $p_1 S L_1 = \nu R T_1$   
 $p_2 S L_2 = \nu R T_2$   
 $p_1 V_1^{5/2} = p_2 V_2^{5/2}$   
 $p_1 (S L_1)^{5/2} = p_2 (S L_2)^{5/2}$   
 $T_1 = 300 \text{ К}$   
 $T_2 = 1 + 66 \cdot 9.8 \frac{2}{5 \cdot 10^5 \text{ Па}}$   
 $T_2 = 300 \text{ К}$   
 $A = \frac{1}{2} p_0 V_0 = \frac{1}{2} p_0 S L_0$   
 $A = 300 \text{ Дж}$

5. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса  $a = 1$  м и массы  $m = 500$  гр. Сопротивление кольца  $R = 30$  Ом. Плоскость кольца всё время горизонтальна. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля изменяется по закону  $B = B_0(1 + at)$ , где  $B_0 = 1$  Тл. Найдите коэффициент  $\alpha$ , если установившаяся скорость падения кольца  $V = 30$  м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:  $a = 1 \text{ м}$ ,  $R = 30 \text{ Ом}$ ,  $V = 30 \text{ м/с}$   
 Найти:  $\alpha$   
 Решение:  $\Phi = B/S$ ,  $\Phi' = \epsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B_0(1+at))}{dt} = B_0 \alpha$   
 $\epsilon = IR$   
 $B_0 \alpha = IR$   
 $\alpha = \frac{IR}{B_0} = \frac{30 \cdot 30}{1} = 900 \text{ Вб/с}^2$   
 $\alpha = 900 \text{ Вб/с}^2$

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  $l = 50$  см. На ролики положена доска. Изначально центр доски находился 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. Период колебаний  $T = 2$  с. Найдите коэффициент трения доски о ролики  $\mu$ .

Дано:  $l = 0.5 \text{ м}$ ,  $T = 2 \text{ с}$   
 Найти:  $\mu$   
 Решение: 1) Пусть доска сместилась влево на  $x$ , 2)  $\sum \vec{F} = m \vec{a}$   
 $\sum N_i = N_1 + N_2$   
 $\sum M_i = 0$   
 $N_1 = N_2 = \frac{mg}{2}$   
 $\mu = 0.04$