

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ  
2017–2018**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

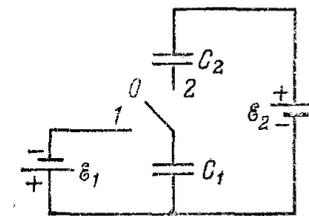
ФИЗИКА (11 КЛАСС) \_\_\_\_\_

**Пример варианта 1**

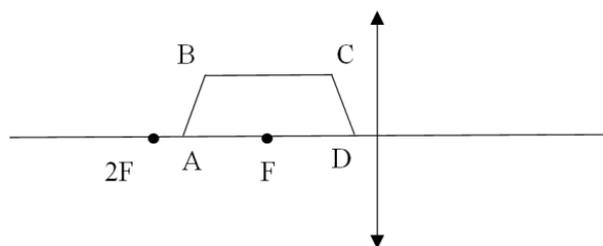
Задача	1	2	3	4	5	6	Всего
Макс. Балл	10	10	20	20	20	20	100

1. Два камня подадут в шахту. Второй камень начал падать на  $\tau = 1$  с позже первого. Определить характер движения одного камня относительно второго. Сопротивление воздуха не учитывать. На каком расстоянии друг от друга будут камни через  $T = 2$  с после начала падения второго?

2. Конденсаторы ёмкости  $C_1 = 2$  пФ и  $C_2 = 6$  пФ включены в схему, как показано на рисунке. В начальный момент времени ключ находится в среднем положении (0), а конденсаторы не заряжены. Ключ переводят в положение 1 и, через некоторое время, в положение 2. Какая разность потенциалов установится на конденсаторе  $C_1$ , если  $\varepsilon_1 = 30$  В, а  $\varepsilon_2 = 45$  В?

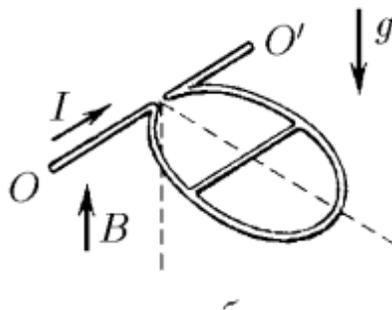


3. Постройте изображение равнобедренной трапеции ABCD в тонкой собирающей линзе и найдите синус изображения угла CDA. Точки B и C находятся на расстоянии  $h = 0.5$  см от оптической оси, точки A и D лежат на оптической оси и расположены симметрично относительно точки F на расстоянии  $0.45$  см, сторона  $BC = 0.4$  см. Фокусное расстояние линзы  $F = 1.8$  см.



4. Невесомый поршень может скользить по гладкой внутренней поверхности вертикально расположенного цилиндра высотой  $L = 1$  м, сечением  $S = 100$  см<sup>2</sup>. 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. Проволочная рамка в виде окружности имеет по диаметру проволочную перемычку, параллельную горизонтальной оси вращения  $OO'$ . Масса единицы длины проволоки постоянна и равна  $\rho = 0.7$  кг/м. Ток, входящий в рамку, равен  $I = 4$  А. Рамка находится в магнитном поле индукции  $B = 0.2$  Тл, направленном параллельно полю тяжести. Определить угол отклонения рамки от вертикали.



6. Тонкий обруч массой  $m = 2$  кг скользит без трения по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $V = 5$  м/с не вращаясь. Ось обруча горизонтальна, вектор  $V$  лежит в плоскости обруча. В момент времени  $t = 0$  гладкая поверхность заменяется шероховатой с коэффициентом трения  $\mu = 0.4$ . Найдите установившуюся скорость центра обруча.

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ 2017–2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

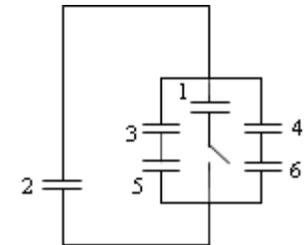
ФИЗИКА (11 КЛАСС) \_\_\_\_\_

**Пример варианта 2**

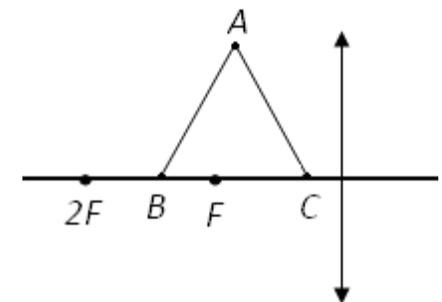
Задача	1	2	3	4	5	6	Всего
Макс. Балл	10	10	20	20	20	20	100

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

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



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  $h = 5 \text{ см}$  от оптической оси, точки  $B$  и  $C$  лежат на оптической оси и расположены относительно точки  $F$  на расстояниях  $b/2 = 2 \text{ см}$  и  $b = 4 \text{ см}$  соответственно. Оптическая сила линзы  $D = 10 \text{ дптр}$ .



4. Невесомый поршень может скользить по гладкой внутренней поверхности вертикально расположенного цилиндра высотой  $L = 2$  м, сечением  $S = 100$  см<sup>2</sup>. 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.

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  $B = B_0(1 + \alpha h)$ , где  $B_0 = 1$  Тл. Найдите коэффициент  $\alpha$ , если установившаяся скорость падения кольца  $V = 30$  м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.

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  $\mu$ .