

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

11 класс

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические задания.

Время выполнения заданий – 230 минут.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа (за исключением случаев, когда в условии написано, что требуется привести только ответ);
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь в правильности записанных ответов и решений.

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Итог подводится по сумме баллов, набранных участником.

Условия задач

11.1. (10 баллов) «Разлёт зарядов».

Вдоль одной прямой расположены две пары скрепленных зарядов. Величины зарядов и их массы указаны на рисунке 1.

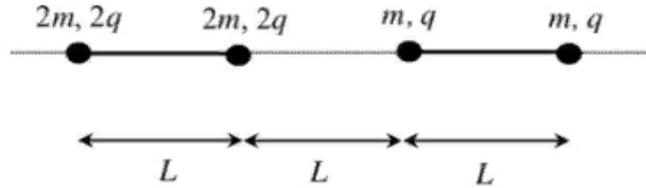


Рисунок 1

С какими ускорениями начнут разлетаться эти пары? Считайте движение пар зарядов поступательным. Расстояние L , заряд q и масса m заданы.

11.2. (10 баллов) «Два шарика и пружина».

На легкой пружине закреплен небольшой по размерам шарик, как показано на рисунке 2. Другой конец пружины прикреплен к горизонтальному столу. С высоты h без начальной скорости отпускают второй точно такой же шарик.

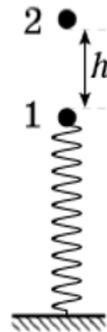
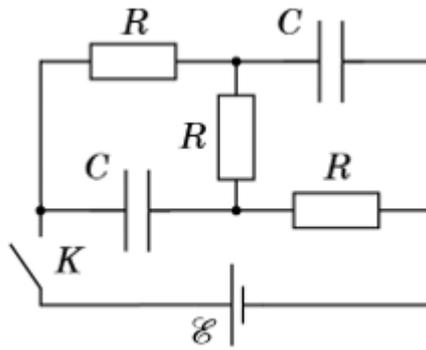


Рисунок 2

Известно, что после первого центрального упругого удара, следующее столкновение шаров происходит, когда первый шар оказывается в нижней точке своей траектории. Чему равно время между первым и вторым столкновениями шаров?

11.3. (10 баллов) «RC - мост».

Из трех одинаковых резисторов сопротивлением R и двух одинаковых конденсаторов электрической ёмкостью C собрана электрическая цепь (мостовая схема) и через ключ подключена к идеальной батарее. Первоначально конденсаторы не заряжены.



1) Определите силу тока и его направление в каждом из резисторов сразу после замыкания ключа. Сделайте поясняющий рисунок № 1.

2) Определите силу тока и его направление в каждом из резисторов по истечению продолжительного времени, прошедшего после замыкания ключа. Сделайте поясняющий рисунок № 2.

3) Какие заряды (укажите величину и полярность) установятся на конденсаторах спустя длительное время после замыкания ключа? Знаки зарядов пластин конденсатора укажите на рисунке № 2.

11.4. (10 баллов) «Увеличиваем КПД».

Если нагревать воду от комнатной температуры до температуры кипения в массивном чайнике, заполненном наполовину, то КПД процесса составит $\eta_1 = 0,85$. Чему станет равен КПД нагревания полного чайника? Полезным эффектом является нагревание именно воды. Тепловыми потерями в окружающую среду пренебречь.

11.5. (10 баллов) «Цилиндрический сосуд».

Цилиндрический сосуд с внешним радиусом $R = 5$ см и высотой стенок $H = 30$ см закрыт очень лёгкой и прочной цилиндрической крышкой такого же радиуса. Крышка плотно прижата к торцу стенки сосуда растянутой пружиной, закреплённой в центрах крышки и дна сосуда (см.рис.3).

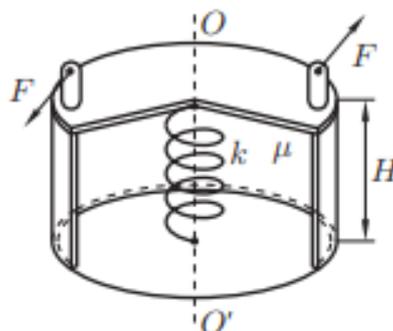


Рисунок 3

Длина пружины в нерастянутом состоянии равна $L = 10$ см. Если задать температуру T_1 воздуха в сосуде, затем закрыть крышку и дождаться установления теплового равновесия воздуха в сосуде с окружающей средой, температура которой равна $T_0 = 300$ К, то для поворачивания крышки закрытого сосуда на малый угол относительно оси сосуда к ней необходимо приложить силы, суммарный момент которых равен M . Экспериментальная зависимость M от T_1 с указанием погрешности измерения M представлена в таблице.

№	T_1 , К	M , Н·м	$\Delta M/M$, %
1	240	0,58	10
2	260	1,38	10
3	280	1,85	10
4	300	2,66	10
5	350	3,48	5
6	400	4,31	5
7	450	5,06	5
8	500	5,50	5
9	600	6,25	5

Постройте график зависимости M от отношения T_0/T_1 . Определите с его помощью коэффициент жёсткости пружины k и коэффициент трения μ между крышкой сосуда и торцом его стенки. Оцените погрешность определения указанных величин.

Векторы прикладываемых к крышке сил параллельны плоскости крышки. Толщина стенок сосуда много меньше его радиуса. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.