

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ 2015–2016 уч. г.  
НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 11 КЛАСС

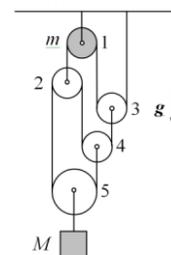
В прилагаемом файле приведено ноябрьское заочное задание для 11-го класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст был чётко виден. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются максимально в 30 баллов (по 6 баллов за полное правильное решение каждой задачи).

**ЗАДАЧИ С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

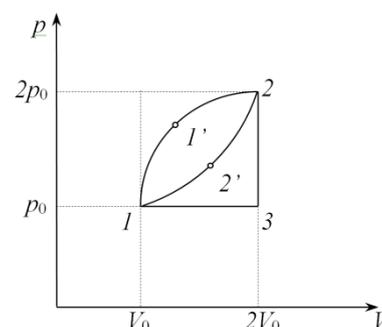
*Развёрнутое решение задачи включает в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для её решения, а также математические преобразования, приводящие к решению в общем виде и расчёты с численным ответом и единицами измерения.*

**Задача 1.** Закреплённая пушка, установленная на горизонтальной поверхности земли, стреляет под углом  $\alpha$  к горизонту, причём снаряды вылетают из пушки с начальной скоростью  $v_0$ . После первого выстрела снаряд упал на расстоянии  $L$  от пушки. Вторым выстрел оказался неудачным, и на некоторой высоте снаряд разорвался на два осколка массами  $m$  и  $2m$ . Первый, легкий осколок, упал на землю на расстоянии  $\frac{L}{2}$  от пушки, а второй осколок в момент падения первого осколка находился строго над ним. Определите расстояние  $s$  между осколками к моменту падения на землю первого осколка. Получите ответ в общем виде и в частном случае:  $\alpha = 60^\circ$ ,  $v_0 = 80$  м/с,  $m = 5$  кг,  $g = 10 \frac{м}{с^2}$ .

**Задача 2.** Найдите величины и направления ускорений осей всех блоков, изображённых на рисунке. Массы бруска и верхнего блока равны соответственно  $M$  и  $m$ . Остальные блоки невесомы, нить также невесома и нерастяжима. Трение в осях блоков пренебрежимо мало. Нити по блокам не проскальзывают, не лежащие на блоках участки нитей вертикальны. В начальный момент система покоилась.



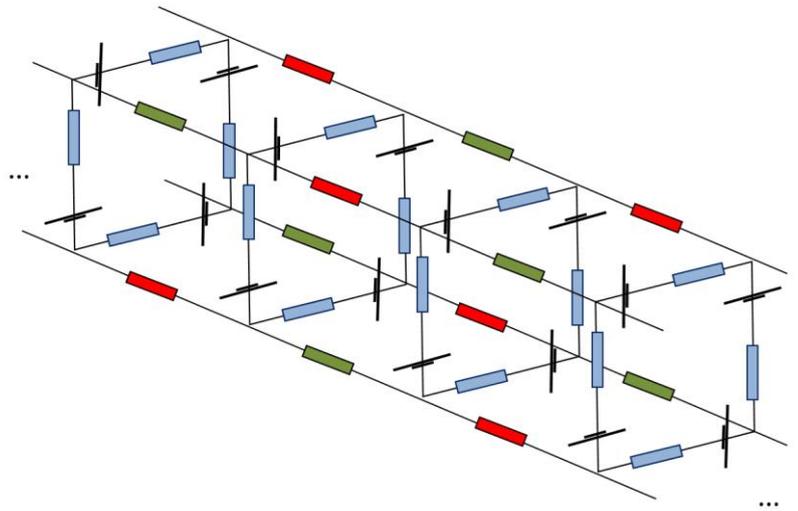
**Задача 3.** А) Определите КПД  $\eta$  циклического процесса  $11'231$ , который совершается с одноатомным идеальным газом.  $pV$ -диаграмма цикла изображена на рисунке. Кривая  $11'2$  на диаграмме – четверть дуги окружности (при соответствующем выборе масштабов). Объём газа в цикле меняется в диапазоне от  $V_0$  до  $2V_0$ , давление меняется в диапазоне от  $p_0$  до  $2p_0$ . Минимальная температура газа равна  $T_0 = 120$  К, а количество вещества составляет  $\nu = 1$  моль. Универсальная газовая



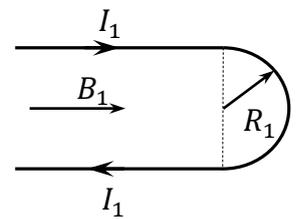
постоянная  $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ .

Б) Разделим данный цикл некоторой дугой  $I2'2$  так, как показано на рисунке. КПД цикла  $I2'231$  равен  $\eta_1$ . Определите КПД цикла  $I1'22'1$ .

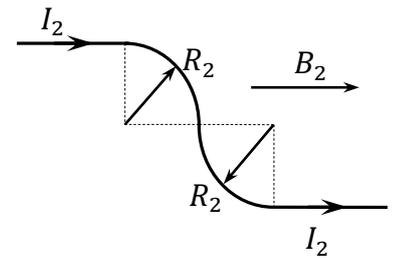
**Задача 4.** Имеется цепочка, которая состоит из 2015 проволочных кубов, содержащих одинаковые источники напряжения с внутренними сопротивлениями  $r$  и внешние нагрузки  $R_1$  (синие),  $R_2$  (красные) и  $R_3$  (зелёные), соединённых так, как показано на рисунке. При каком значении сопротивления  $R_1$  на внешних нагрузках будет выделяться максимальная суммарная мощность (значения  $R_2$  и  $R_3$  красных и зелёных резисторов известны)? Получите ответ в общем виде и в частном случае  $\varepsilon = 2 \text{ В}$ ,  $r = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ . Изобразите график зависимости мощности, выделяющейся на синем резисторе, от его сопротивления  $P_c(R_1)$ .



**Задача 5.** А) Проводник с током  $I_1$ , состоящий из двух параллельных участков, соединённых проволочной полуокружностью радиусом  $R_1$ , помещён в однородное магнитное поле индукцией  $B_1$ , направленное вдоль параллельных участков провода (см. рис.). Определите модуль силы, с которой магнитное поле действует на этот провод с током.



Б) Решите задачу в случае, когда провод состоит из двух параллельных участков, которые соединены двумя проволочными четвертями окружностей радиусом  $R_2 = 10 \text{ см}$ , как показано на рисунке. Ток в проводе  $I_2 = 30 \text{ А}$ , вектор индукции однородного магнитного поля  $B_2 = 1 \text{ Тл}$  направлен вдоль параллельных участков провода.



## ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Ответы на задания из данного раздела вносить в таблицу типа

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант ответа									

### Задание 1 (по условию задачи 1).

Чему равна горизонтальная составляющая скорости первого осколка к моменту его падения? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. Правильный ответ оценивается в 2 балла.

### Задание 2 (по условию задачи 1).

Чему равна горизонтальная составляющая скорости второго осколка после разрыва снаряда? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. Правильный ответ оценивается в 2 балла.

### Задание 3 (по условию задачи 2).

В какую сторону вращается 3 блок? Правильный ответ оценивается в 2 балла.

- а) Не вращается;
- б) по часовой стрелке;
- в) против часовой стрелки.

### Задание 4 (по условию задачи 2).

В какую сторону вращается 4 блок? Правильный ответ оценивается в 2 балла.

- а) Не вращается;
- б) по часовой стрелке;
- в) против часовой стрелки.

### Задание 5 (по условию задачи 3А).

Чему равна работа, совершённая газом за цикл  $11'231$ ? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до сотых. Правильный ответ оценивается в 2 балла.

### Задание 6 (по условию задачи 3А).

Какое количество теплоты отдавал газ в процессе  $231$ ? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до десятых. Правильный ответ оценивается в 2 балла.

**Задание 7 (по условию задачи 4).**

Чему равна суммарная мощность, выделяющаяся на нагрузках в одном квадратном контуре (в который входят 4 источника и 4 синих резистора)? Ответ выразите в ваттах и округлите до целого числа. Правильный ответ оценивается в 4 балла.

**Задание 8 (по условию задачи 5А).**

Куда направлена сила, с которой магнитное поле действует на провод с током? Правильный ответ оценивается в 2 балла.

- а) Вправо;
- б) влево;
- в) вверх;
- г) вниз;
- д) перпендикулярно плоскости рисунка от нас;
- е) перпендикулярно плоскости рисунка на нас.

**Задание 9 (по условию задачи 5Б).**

Чему равен модуль силы, с которой магнитное поле действует на провод с током? Ответ выразите в Ньютонах и округлите до целого числа. Правильный ответ оценивается в 2 балла.