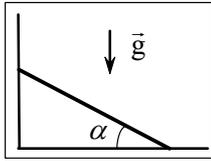
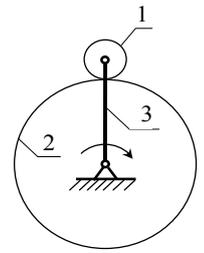


**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП АКАДЕМИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ «ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»**  
**ВАРИАНТ № 15**

**ЗАДАЧА 1.**

В планетарной зубчатой передаче колесо 1 приводится в движение кривошипом 3, ось вращения которого совпадает с осью неподвижного колеса 2. Число зубьев колеса 1  $Z_1 = 18$ , а колеса 2 –  $Z_2 = 90$ . Найдите число оборотов колеса 1 за время одного оборота кривошипа.



кривошипа.

**ЗАДАЧА 2.**

Однородный стержень опирается о вертикальную плоскость, образуя с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между стержнем и горизонтальной плоскостью  $\mu_1 = 0,5$ . Чему равна минимальная

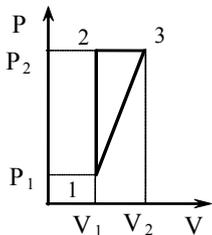
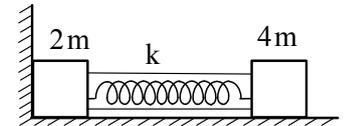
величина коэффициента трения  $\mu_2$  между стержнем и вертикальной плоскостью, при которой стержень будет находиться в равновесии?

**ЗАДАЧА 3.**

По трубопроводу, расположенному в горизонтальной плоскости и изогнутому под прямым углом, подается топливо, расход которого  $Q = 10 \text{ дм}^3/\text{с}$ . Площадь сечения трубы  $S = 50 \text{ см}^2$ . Плотность топлива  $\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Определите величину минимальной горизонтальной составляющей силы, которую необходимо приложить к трубе, чтобы она была неподвижна.

**ЗАДАЧА 4.**

Два бруска, массы которых  $2m$  и  $4m$ , соединены пружиной жесткости  $k$ . Левый брусок упирается в стенку. Пружина сжата на величину  $\Delta x$  при помощи двух нитей, которые в некоторый момент пережигают. Определите скорость центра масс брусков при их дальнейшем движении после пережигания нитей. Силами трения и массой пружины пренебречь.



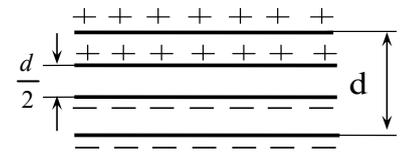
**ЗАДАЧА 5.**

В треугольном цикле 1-2-3-1 процесс 1-2 – изохорный, а 2-3 – изобарный. Найдите отношение максимального и минимального давлений  $p_{max}/p_{min}$  в цикле, если работа цикла является максимально возможной для заданных значений максимальной и минимальной

температур цикла  $T_{max}$  и  $T_{min}$ .

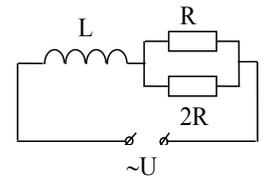
**ЗАДАЧА 6.**

Два плоских воздушных конденсатора с одинаковыми пластинами заряжены одинаковыми зарядами. Расстояние между пластинами у первого конденсатора вдвое больше, чем у второго. Разность потенциалов между пластинами первого конденсатора  $U_0 = 10 \text{ В}$ . Чему станет равна разность потенциалов  $U_1$  между пластинами этого конденсатора, если второй конденсатор вставить в первый, как показано на рисунке



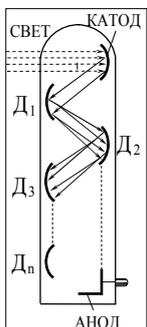
**ЗАДАЧА 7.**

Катушку индуктивности  $L$ , соединенную последовательно с резисторами, подключили к источнику переменного напряжения с амплитудным значением  $U_0$  и круговой частотой  $\omega$ . При каком значении сопротивления  $R$  резистора в цепи будет выделяться максимальная тепловая мощность?



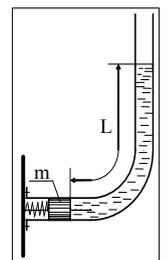
**ЗАДАЧА 8.**

Излучение лазера с длиной волны  $\lambda = 0,4 \text{ мкм}$  регистрируется с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), в котором на катоде под воздействием света возникает фотоэлектронная эмиссия, и электроны, ускоренные электрическим полем, направляются на вторичные катоды- диоды ( $D_1, \dots, D_n$ ), из которых выбивают вторичные электроны. Определите величину анодного тока ФЭУ с числом диодов  $n = 5$ , если мощность излучения лазера  $P = 1,0 \text{ мВт}$ , квантовый выход (т.е. отношение числа выбиваемых из катода электронов к числу фотонов, падающих на катод,  $K_1 = 0,1$ ), а коэффициент вторичной эмиссии (увеличения количества вторичных электронов) каждого диода  $K_2 = 5$ .



**ЗАДАЧА 9.**

Система, состоящая из пружины, поршня и столба жидкости длины  $L$ , выведена из состояния покоя и затем совершает свободные малые колебания. Пренебрегая трением, определите период этих колебаний, если масса поршня равна  $m$ , площадь поперечного сечения трубы  $S$ , плотность жидкости  $\rho$ , жесткость пружины равна  $k$ .



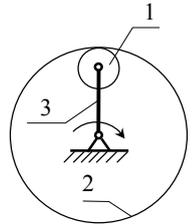
**ЗАДАЧА 10.**

В камеру сгорания реактивного двигателя поступает в секунду масса  $m$  водорода и необходимое для полного сгорания количество кислорода. Площадь сечения выходного отверстия сопла двигателя  $S$ , давление в этом сечении  $p$ , абсолютная температура  $T$ . Определите силу тяги двигателя.

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП АКАДЕМИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ «ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»**  
**ВАРИАНТ № 17**

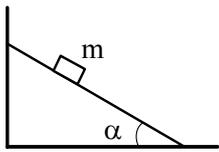
**ЗАДАЧА 1.**

В планетарной зубчатой передаче колесо 1 приводится в движение кривошипом 3, ось вращения которого совпадает с осью неподвижного колеса 2. Число зубьев колеса 1  $Z_1 = 15$ , а колеса 2 –  $Z_2 = 90$ . Найдите число оборотов колеса 1 за время двух оборотов кривошипа.



**ЗАДАЧА 2.**

Определите силу, действующую на вертикальную стенку со стороны клина, если по нему скользит груз массы  $m = 2$  кг. Угол при основании клина равен  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между грузом и поверхностью клина равен  $\mu = 0,2$ . Трение между горизонтальной поверхностью и клином отсутствует. Принять ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

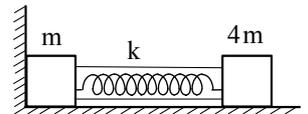


**ЗАДАЧА 3.**

По трубопроводу, расположенному в горизонтальной плоскости и изогнутому под прямым углом, подается топливо, расход которого  $Q = 10$  дм<sup>3</sup>/с. Площадь сечения трубы  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Плотность топлива  $\rho = 0,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Определите величину минимальной горизонтальной составляющей силы, которую необходимо приложить к трубе, чтобы она была неподвижна.

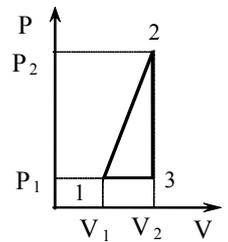
**ЗАДАЧА 4.**

Два бруска, массы которых  $m$  и  $4m$ , соединены пружиной жесткости  $k$ . Левый брусок упирается в стенку. Пружина сжата на величину  $\Delta x$  при помощи двух нитей, которые в некоторый момент пережигают. Определите скорость центра масс брусков при их дальнейшем движении после пережигания нитей. Силами трения и массой пружины пренебречь.



**ЗАДАЧА 5.**

В треугольном цикле 1-2-3-1 процесс 2-3 – изохорный, а 3-1 – изобарный. Найдите отношение максимального и минимального давлений  $p_{max}/p_{min}$  в цикле, если работа цикла является максимально возможной для заданных значений максимальной и



минимальной температур цикла  $T_{max}$  и  $T_{min}$



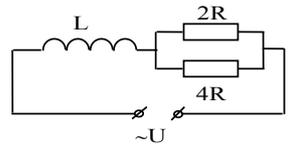
**ЗАДАЧА 6.**

Четыре одинаковые металлические пластины расположены в воздухе на равных расстояниях  $d$  друг от друга. Площадь каждой из пластин равна  $S$ . Пластина 1 соединена проводником с пластиной 3, а от пластин 2 и 4 сделаны выводы.

Определите ёмкость такого сложного конденсатора. Расстояние  $d$  между пластинами мало по сравнению с их размерами.

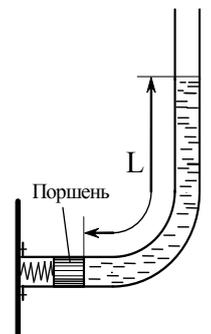
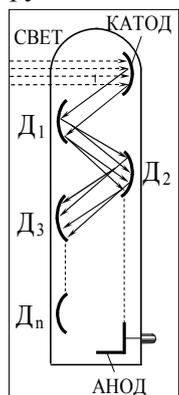
**ЗАДАЧА 7.**

Катушку индуктивности  $L$ , соединенную последовательно с резисторами, подключили к источнику переменного напряжения с амплитудным значением  $U_0$  и круговой частотой  $\omega$ . При каком значении сопротивления  $R$  резистора в цепи будет выделяться максимальная тепловая мощность?



**ЗАДАЧА 8.**

Излучение лазера с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм регистрируется с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), в котором на катоде под воздействием света возникает фотоэлектронная эмиссия, и электроны, ускоренные электрическим полем, направляются на вторичные катоды- диоды ( $D_1, \dots, D_n$ ), из которых выбивают вторичные электроны. Определите величину анодного тока ФЭУ с числом диодов  $n = 6$ , если мощность излучения лазера  $P = 0,1$  мВт, квантовый выход (т.е. отношение числа выбиваемых из катода электронов к числу фотонов, падающих на катод,  $K_1 = 0,1$ ), а коэффициент вторичной эмиссии (увеличения количества вторичных электронов) каждого диода  $K_2 = 4$ .



**ЗАДАЧА 9.**

Система, состоящая из пружины, поршня и столба жидкости длины  $L$ , выведена из состояния покоя и затем совершает свободные малые колебания. Пренебрегая трением, определите циклическую частоту  $\omega$  этих колебаний, если масса поршня равна  $m$ , площадь поперечного сечения трубы  $S$ , плотность жидкости  $\rho$ , жесткость пружины равна  $k$ .

**ЗАДАЧА 10.**

В камеру сгорания реактивного двигателя поступает в секунду масса  $m$  водорода и необходимое для полного сгорания количество кислорода. Площадь сечения выходного отверстия сопла двигателя равна  $S$ , давление в этом сечении равно  $p$ . Определите абсолютную температуру  $T$  продуктов сгорания в сечении  $S$ , если сила тяги двигателя равна  $F$ .



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана

А.А. Александров

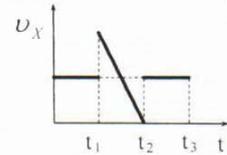
2015 г.

**Заключительный этап академического соревнования олимпиады школьников «Шаг в будущее» по комплексу предметов «техника и технологии» (физика)**

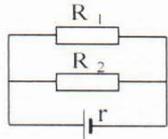
**Типовой вариант задания**

**ЗАДАЧА 1. (8 баллов)**

На рисунке изображён график зависимости проекции скорости автомобиля на ось  $x$ , направленную вдоль направления движения автомобиля по прямолинейному участку дороги, от времени. Изобразите для этого автомобиля график зависимости пройденного пути  $S$  от времени в интервале  $0 - t_3$ .



**ЗАДАЧА 2. (8 баллов)**

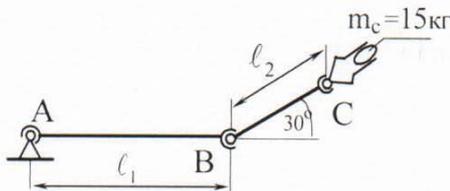


Определите КПД электрической цепи, изображенной на рисунке. Сопротивление  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ . Внутреннее сопротивление источника тока  $r = 0,5 \text{ Ом}$ .

**ЗАДАЧА 3. (10 баллов)**

Определите силу давления жидкого топлива на дно полностью заполненного топливом бака при вертикальном старте ракеты, если ускорение ракеты  $a = 4g$ . Топливный бак имеет цилиндрическую форму. Диаметр бака  $D = 1,2 \text{ м}$ , длина  $L = 2,5 \text{ м}$ , плотность топлива в нём  $\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**ЗАДАЧА 4. (10 баллов)**



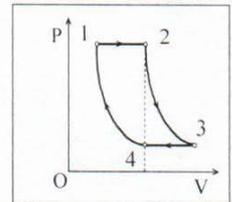
Найдите моменты сил приводов в шарнирах  $A$  и  $B$  механизма робота –манипулятора, находящегося в равновесии, когда второе звено поднято под углом  $30^\circ$  к горизонту. Масса объекта манипулирования вместе с механизмом захвата, сосредоточенного в точке  $C$ ,  $m_c = 15 \text{ кг}$ . Длины звеньев:  $l_1 = 0,7 \text{ м}$ ,  $l_2 = 0,5 \text{ м}$ . Звенья однородные и их массы соответственно равны  $m_1 = 35 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 25 \text{ кг}$ .

**ЗАДАЧА 5. (10 баллов)**

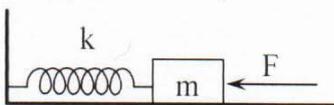
Сосуд объема  $V = 40 \text{ дм}^3$  разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 36 граммов льда при температуре  $-10^\circ\text{C}$ , а в правую – 28 граммов азота ( $\text{N}_2$ ). Цилиндр нагревают и поддерживают температуру, равную  $100^\circ\text{C}$ . Определите объём правой части сосуда при этой температуре.

**ЗАДАЧА 6. (10 баллов)**

Цикл теплового двигателя, рабочим телом которого является идеальный газ, показан на рисунке. Цикл состоит из двух изотерм и двух изобар, пересекающихся в точках 1,2,3,4. Найдите отношение температуры в точке 3 ( $T_3$ ) к температуре в точке 1 ( $T_1$ ), если отношение объёмов газа в этих точках  $V_3 / V_1 = 2$ . Объёмы газа в точках 2 и 4 одинаковые.



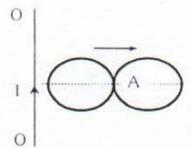
**ЗАДАЧА 7. (10 баллов)**



На неподвижный груз массы  $m = 1 \text{ кг}$ , лежащий на горизонтальном столе и прикрепленный к стенке пружиной жесткости  $k = 9 \cdot 10^2 \text{ Н/м}$ , начинает действовать постоянная горизонтальная сила  $F = 1 \text{ Н}$ . Через некоторое время действие силы прекращается. При каком времени  $t$  смещение груза будет равно нулю в момент прекращения действия силы? Силами сопротивления пренебречь.

**ЗАДАЧА 8. (10 баллов)**

Проводящий контур, имеющий форму восьмерки, перемещают поступательно в магнитном поле тока, текущего по прямолинейному длинному проводнику. Покажите на рисунке направление результирующей силы Ампера, действующей на контур, если он удаляется от проводника. Электрический контакт в месте пересечения проводников (в точке  $A$ ) отсутствует. Ответ



поясните.

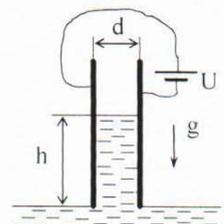
**ЗАДАЧА 9. (12 баллов)**



Для изготовления объектива оптического устройства из одного сорта стека изготовлены три линзы, которые при составлении их вместе образуют тонкую плоскопараллельную пластину. При этом оказалось, что оптическая сила системы линз 1,2  $D_{1,2} = -2 \text{ дптр}$ , а оптическая сила системы линз 2-3  $D_{2,3} = -3 \text{ дптр}$ . Найдите оптическую силу линзы 2.

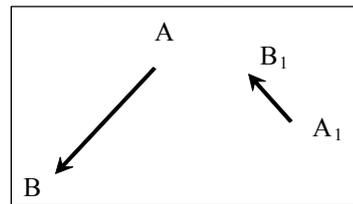
**ЗАДАЧА 10. (12 баллов)**

В установке для нанесения защитных покрытий две прямоугольные металлические пластины расположены так, что они соприкасаются с наносимым жидким диэлектрическим составом. Расстояние между пластинами  $d$  много меньше линейных размеров пластин. Плотность жидкости равна  $\rho$ , а её диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ . Найдите разность потенциалов  $U$  источника постоянного напряжения, при которой установившаяся высота подъёма жидкости равна  $h$ . Силами поверхностного натяжения пренебречь.



**ВАРИАНТ № 1 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОРЕВНОВАНИЯ**  
**ЗАДАЧА 1**

На рисунке показаны предмет АВ и его изображение  $A_1B_1$ , полученное с помощью линзы. Определите построением положение линзы и её главной оптической оси.

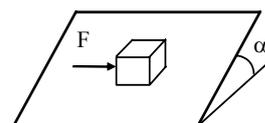


**ЗАДАЧА 2**

Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы равно 10 нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчёта, где её время жизни равно 20 нс?

**ЗАДАЧА 3**

Упругий шарик бросают со скоростью  $v = 5 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту. Коэффициент восстановления вертикальной составляющей скорости шарика после удара о горизонтальную плоскость, с которой производился бросок,  $R = 0,95$ . Найдите расстояние  $S$  от точки бросания, на котором шарик перестанет подпрыгивать, если горизонтальная составляющая его скорости не изменяется. (Коэффициентом восстановления  $K = v_2/v_1$  называется отношение скорости после удара  $v_2$  к скорости до удара  $v_1$ )



**ЗАДАЧА 4**

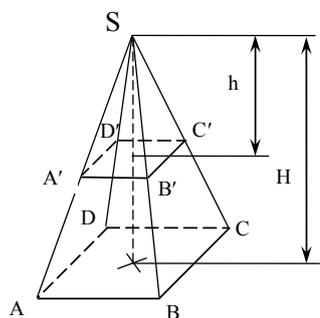
Небольшой кубик массы  $m = 1 \text{ кг}$  покоится на шероховатой плоскости, наклоненной к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения кубика о плоскость  $\mu = 0,7$ . Определите минимальную горизонтальную силу  $F$ , с которой нужно толкать кубик, чтобы он начал двигаться. Сила лежит в плоскости склона, как показано на рисунке.

**ЗАДАЧА 5**

Небольшой шарик массы  $m = 50 \text{ г}$  прикреплен к концу упругой нити, жесткость которой  $k = 63 \text{ Н/м}$ . Нить с шариком отвели в горизонтальное положение, не деформируя нити, и осторожно отпустили. Когда нить проходила вертикальное положение, её длина  $L$  оказалась равной 1,5 м, а скорость шарика  $v = 3 \text{ м/с}$ . Найдите силу натяжения нити в этом положении.

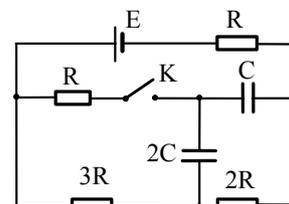
**ЗАДАЧА 6**

Пирамида  $SABCD$  высотой  $H$  равномерно заряжена по объёму. Потенциал в точке  $S$  равен  $\varphi_0$ . От этой пирамиды плоскостью, параллельной основанию, отрезают пирамиду  $SA'B'C'D'$  высотой  $h = 2/3 H$  и удаляют её на бесконечность. Найдите потенциал  $\varphi$  в той точке, где находилась вершина  $S$  исходной пирамиды.



**ЗАДАЧА 7**

Определите заряд  $q$ , протекающий через ключ  $K$  при его замыкании в схеме, изображённой на рисунке. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



**ЗАДАЧА 8**

Сверхпроводящее кольцо радиуса  $R$ , имеющее индуктивность  $L$ , расположено в однородном магнитном поле. Первоначально плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите величину индукции магнитной  $B$ , если известно, что для поворота кольца на угол  $\alpha = 90^\circ$  вокруг оси, проходящей через его диаметр, надо затратить работу, равную  $A$ .

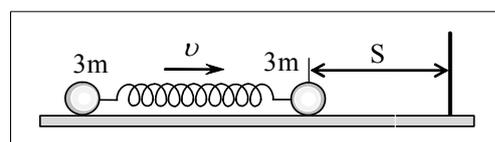
**ЗАДАЧА 9**

В сосуде укреплена неподвижная перегородка, по обе стороны от которой помещают подвижные поршни. Левая часть сосуда (между перегородкой и левым поршнем) содержит по 0,5 моль водорода и азота, правая (между перегородкой и правым поршнем) часть - один моль воды. Температура системы  $t = 100^\circ \text{C}$ . Перегородка проницаема для водорода и непроницаема для остальных газов. Определите объём  $V$ , левой части сосуда после установления равновесия. Атмосферное давление  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ . Силами трения пренебречь.



**ЗАДАЧА 10**

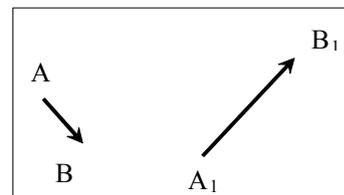
Два одинаковых шарика, имеющих массы  $3m$ , соединены между собой недеформированной пружиной жесткости  $k$ , как показано на рисунке. Вся система движется со скоростью  $U$  по горизонтальной плоскости и налетает на вертикальную стену. В момент времени  $t = 0$  правый шарик находился на расстоянии  $S$  от стены. Определите интервал времени  $\Delta t$ , через который правый шарик опять окажется на расстоянии  $S$  от стены после удара. Удар считать абсолютно упругим. Силами трения и массой пружины пренебречь.



ВАРИАНТ № 3

**ЗАДАЧА 1**

На рисунке показаны предмет АВ и его изображение  $A_1B_1$ , полученное с помощью линзы. Определите построением положение линзы и её главной оптической оси.



**ЗАДАЧА 2**

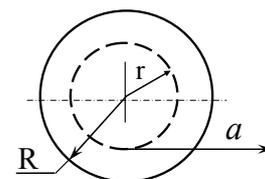
При какой скорости, соизмеримой со скоростью света, кинетическая энергия частицы вдвое больше ее энергии покоя

**ЗАДАЧА 3**

Маленький упругий шарик бросают со скоростью  $v = 1 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту. Коэффициент восстановления вертикальной составляющей скорости шарика после удара о горизонтальную плоскость, с которой производился бросок,  $R = 0,99$ . Найдите расстояние  $S$  от точки бросания, на котором шарик перестанет подпрыгивать, если горизонтальная составляющая его скорости не изменяется. (Коэффициентом восстановления  $K = v_2/v_1$  называется отношение скорости после удара  $v_2$  к скорости до удара  $v_1$ )

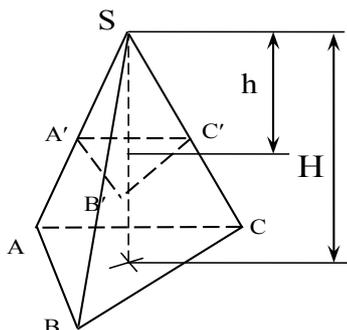
**ЗАДАЧА 4**

Катушку тянут за нить по полу, как показано на рисунке, причем ускорение катушки постоянно и равно  $a$ . При каком коэффициенте трения между ободами катушки и полом катушка будет скользить не вращаясь? Радиусы обода и вала катушки равны  $R$  и  $r$ .



**ЗАДАЧА 5**

Небольшая шайба массы  $m = 5,0 \text{ г}$  начинает скользить, если её положить на шероховатую поверхность полусферы на высоте  $h_1 = 60 \text{ см}$  от горизонтального основания полусферы. Продолжая соскальзывать, шайба отрывается от полусферы на высоте  $h_2 = 25 \text{ см}$ . Найдите работу сил трения, действующих на шайбу при её соскальзывании.

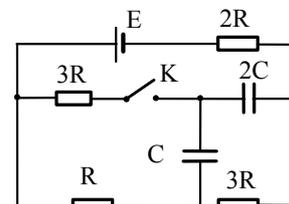


**ЗАДАЧА 6.**

Пирамида  $SABC$  высотой  $H$  равномерно заряжена по объёму. Потенциал в точке  $S$  равен  $\varphi_0$ . От этой пирамиды плоскостью, параллельной основанию, отрезают пирамиду  $SA'B'C'$  высотой  $h = 1/4 H$  и удаляют её на бесконечность. Найдите потенциал  $\varphi$  в той точке, где находилась вершина  $S$  исходной пирамиды.

**ЗАДАЧА 7.**

Определите заряд  $q$ , протекающий через ключ  $K$  при его замыкании в схеме, изображённой на рисунке. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

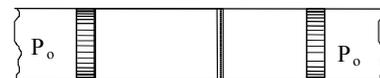


**ЗАДАЧА 8**

Сверхпроводящее кольцо радиуса  $R$  расположено в однородном магнитном поле, величина индукции которого равна  $B$ . Первоначально плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите индуктивность  $L$  кольца, если известно, что для поворота кольца на угол  $\alpha = 90^\circ$  вокруг оси, проходящей через его диаметр, в положение, при котором плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции, надо затратить работу, равную  $A$ .

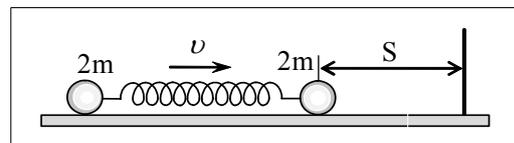
**ЗАДАЧА 9**

В сосуде укреплена неподвижная перегородка, по обе стороны от которой помещают подвижные поршни. Левая часть сосуда (между перегородкой и левым поршнем) содержит по  $0,5$  моль кислорода и гелия, правая часть (между перегородкой и правым поршнем) - один моль воды. Температура системы  $t = 100^\circ\text{C}$ . Перегородка проницаема для гелия и непроницаема для остальных газов. Определите объём  $V$  правой части сосуда после установления равновесия. Атмосферное давление  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ . Силами трения пренебречь.



**ЗАДАЧА 10**

Два одинаковых шарика, имеющих массу  $2m$  каждый, соединены между собой недеформированной пружиной жесткости  $k$ , как показано на рисунке. Вся система движется со скоростью  $v$  по горизонтальной плоскости и налетает на вертикальную стену. В момент времени  $t = 0$  правый шарик находился на расстоянии  $S$  от стены. Определите интервал времени  $\Delta t$ , через который правый шарик опять окажется на расстоянии  $S$  от стены после удара. Удар считать абсолютно упругим. Силами трения и массой пружины пренебречь.



**ЗАДАЧА 1**

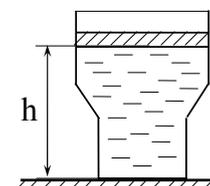
Две частицы движутся с ускорением  $g$  в однородном поле тяжести. В начальный момент частицы находились в одной точке и имели скорости  $v_1 = 5,0$  м/с и  $v_2 = 4,0$  м/с, направленные горизонтально и в противоположные стороны. Найдите расстояние между частицами в момент, когда векторы их скоростей окажутся взаимно перпендикулярными.

**ЗАДАЧА 2.**

На находящуюся в воздухе стеклянную пластинку, показатель преломления которой  $n = 1,5$ , падает луч света. Найдите угол падения луча, если угол между отражённым и преломлённым лучами равен  $90^\circ$ .

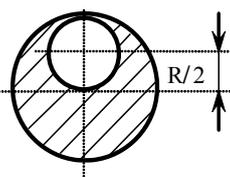
**ЗАДАЧА 3**

Сосуд с водой имеет форму, изображённую на рисунке. Площадь поршня  $S_1 = 200$  см<sup>2</sup>. Площадь дна сосуда,  $S_2 = 100$  см<sup>2</sup>. Сила, с которой вода действует на поршень,  $F_1 = 100$  Н. Найдите силу давления воды на дно сосуда, если  $h = 50$  см.



**ЗАДАЧА 4**

В однородном цилиндре радиуса  $R$  и массы  $m$ , на расстоянии  $R/2$  от центра цилиндра, параллельно его оси просверлено сквозное отверстие радиуса  $R/2$ . Цилиндр находится на горизонтальной поверхности в положении, показанном на рисунке. Определите величину минимальной работы, необходимой для перекачивания без скольжения цилиндра на расстояние  $L = \pi R$ .



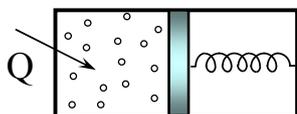
**ЗАДАЧА 5**

Сосуд вместимостью  $V = 30$  дм<sup>3</sup> разделен на три равные части неподвижными полупроницаемыми тонкими перегородками. В левую часть сосуда впускают водород массы  $m_B = 30$  г, в среднюю кислород  $m_K = 128$  г и в правую азот массы  $m_A = 112$  г. Через левую перегородку может диффундировать только водород. Через правую – водород и азот. Чему будет равно давление в средней части сосуда после установления равновесия, если температура газа в сосуде поддерживается постоянной и равной  $T = 300$  К?

H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
----------------	----------------	----------------

**ЗАДАЧА 6**

Один моль гелия и три моля аргона находятся в левой половине цилиндра, показанного на рисунке. Справа от поршня вакуум. В отсутствие газов поршень расположен вплотную к левому торцу цилиндра и пружина в этом положении не деформирована. Боковые стенки цилиндра и поршень адиабатные (нетеплопроводные). Газ нагревают через левый торец цилиндра. Пренебрегая трением, найдите теплоёмкость газовой смеси.

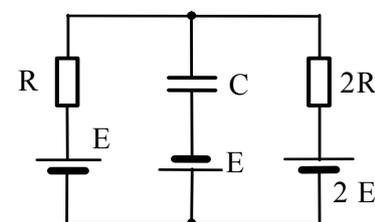


**ЗАДАЧА 7**

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна  $\omega$ . Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится вдвое по сравнению с её наибольшим значением.

**ЗАДАЧА 8.**

Фотокатод с работой выхода  $A$  освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ . Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией  $B$ . Определите наибольший радиус окружности, по которой могут двигаться электроны.

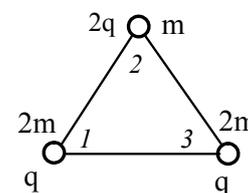


**ЗАДАЧА 9**

Определите заряд на конденсаторе  $C$ . Параметры элементов схемы, указанные на рисунке, считать известными. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

**ЗАДАЧА 10**

На горизонтальной поверхности расположены три маленьких одноименно заряженных шарика, заряды которых равны  $q$ ,  $2q$ ,  $q$ , а массы  $2m$ ,  $m$ ,  $2m$  соответственно, соединённых невесомыми, нерастяжимыми и непроводящими нитями длины  $L$  каждая так, что нити образуют равносторонний треугольник. Нить между шариками 1 и 3 пережигают. Пренебрегая гравитационным взаимодействием между шариками и силами трения, найдите максимальную скорость шарика 2.



ВАРИАНТ № 7

**ЗАДАЧА 1.**

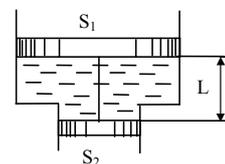
Две частицы движутся с ускорением  $g$  в однородном поле тяжести. В начальный момент частицы находились в одной точке и имели равные скорости  $v_1 = v_2 = v_0 = 4,0$  м/с, направленные горизонтально и в противоположные стороны. Найдите расстояние между частицами в момент, когда угол  $\alpha$  между векторами их скоростей будет равен  $60^\circ$

**ЗАДАЧА 2.**

Абсолютные показатели преломления алмаза и стекла соответственно равны 2,42 и 1,5. Найдите отношение толщин этих веществ, если время распространения света в них одинаково.

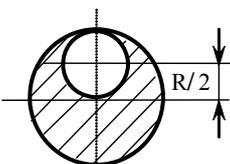
**ЗАДАЧА 3.**

В вертикально расположенном сосуде с сечениями  $S_1 = 200$  см<sup>2</sup> и  $S_2 = 100$  см<sup>2</sup> находятся два невесомых поршня. Поршни соединены тонкой проволокой длины  $L = 0,5$  м. Пространство между поршнями заполнено водой. Найдите силу натяжения проволоки  $T$ . Трением пренебречь. Концы сосуда открыты в атмосферу. Принять ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>



**ЗАДАЧА 4.**

В однородном цилиндре радиуса  $R$  и массы  $m$ , на расстоянии  $R/2$  от центра цилиндра, параллельно его оси просверлено сквозное отверстие радиуса  $R/2$ . Цилиндр находится на горизонтальной поверхности в положении, показанном на рисунке. Определите величину минимальной работы, необходимой для перекачивания без скольжения цилиндра на расстояние  $L = \frac{3}{2}\pi R$ .



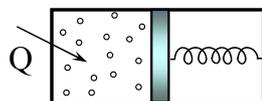
**ЗАДАЧА 5.**

Сосуд вместимостью  $V = 30$  дм<sup>3</sup> разделен на три равные части неподвижными полупроницаемыми тонкими перегородками. В левую часть сосуда впускают азот массы  $m_A = 84$  г, в среднюю - водород массы  $m_B = 6$  г и в правую - кислород массы  $m_C = 96$  г. Молекулы водорода и азота могут диффундировать через обе перегородки. Чему будет равно давление в правой части сосуда после установления равновесия, если температура газа в сосуде поддерживается постоянной и равной  $T = 300$  К?

N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
----------------	----------------	----------------

**ЗАДАЧА 6.**

Два моля неона и три моля гелия находятся в левой половине цилиндра, показанного на рисунке. Справа от поршня вакуум. В отсутствие газов поршень расположен вплотную к левому торцу цилиндра и пружина в этом положении не деформирована. Боковые стенки цилиндра и поршень адиабатные (нетеплопроводные). Газ нагревают через левый торец цилиндра. Пренебрегая трением, найдите теплоёмкость газовой смеси.



**ЗАДАЧА 7.**

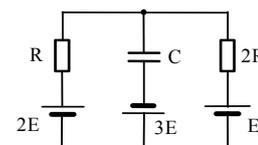
Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна  $\omega$ . Найдите наименьшее время, через которое её импульс уменьшится вдвое по сравнению с максимальным значением.

**ЗАДАЧА 8.**

Фотокатод с работой выхода  $A$  освещается монохроматическим светом с частотой  $\nu$ . Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле и движутся по окружностям, наибольший радиус которых равен  $R$ . Определите индукцию  $B$  магнитного поля.

**ЗАДАЧА 9.**

Определите заряд на конденсаторе  $C$ . Параметры элементов схемы, указанные на рисунке, считать известными. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



**ЗАДАЧА 10.**

Небольшой шарик, имеющий массу  $m$  и заряд  $q$ , находится на высоте  $h$  над землей. На одной вертикали с ним на высоте  $2h$  находится второй шарик массы  $2m$  и заряда  $q$ . Шарик одновременно бросили в одну сторону в горизонтальном направлении с одинаковыми скоростями  $v$ . Нижний шарик коснулся земли на расстоянии  $L$  от вертикали бросания. На какой высоте  $H$  в этот момент будет находиться второй шарик? Сопротивлением воздуха и влиянием индуцированных на земле зарядов пренебречь.