

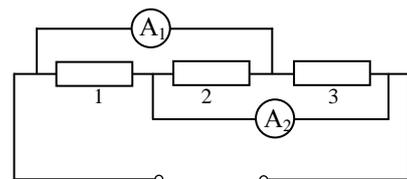
2. Материалы заданий 2015/2016 учебного года

2.1. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 1

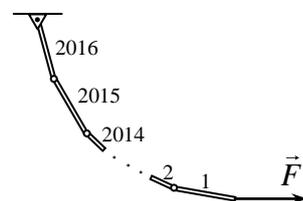
Задание

1. (2 балла) Три точечных тела, заряженные разными зарядами, но имеющие одинаковые массы, представляют собой замкнутую систему. В некоторый момент времени тела находятся на одной прямой, при этом ускорение одного из них (неизвестно какого – крайнего или среднего) равно a , второго (тоже неизвестно какого) - $3a$. Найти ускорение третьего тела в этот момент. Между телами действуют только кулоновские силы.

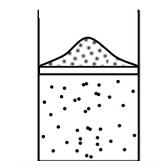
2. (2 балла) В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, два из трех резисторов одинаковы, третий отличается от них. Известно, что показания первого амперметра $I_1 = I$, второго $I_2 = 2I/3$. Известно сопротивление первого резистора $r_1 = r$. Найти сопротивления второго и третьего резисторов. Считать, что сопротивления амперметров равны нулю.



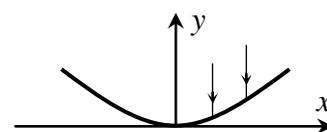
3. (2 балла) 2016 одинаковых стержней массой m каждый соединены шарнирно и подвешены за 2016-ый стержень к потолку. На нижний конец нижнего стержня действует горизонтальная сила F . Найти угол между 2016 стержнем и вертикалью в равновесии.



4. (2 балла) В теплоизолированном сосуде под массивным поршнем, на котором лежит куча песка, находится одноатомный идеальный газ. Объем газа V , давление p . Песок медленно (по одной песчинке) снимают с поршня, и объем газа медленно увеличивается вдвое. Какой была бы кинетическая энергия поршня в тот момент, когда объем газа вырос вдвое, если бы песок сняли с поршня весь сразу? Атмосферное давление отсутствует. **Указание.** В адиабатическом процессе давление и объем идеального газа связаны соотношением $pV^\gamma = const$, где γ - известное число ($\gamma > 1$).



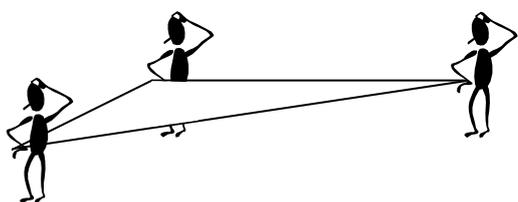
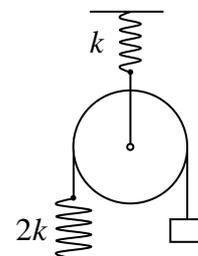
5. (2 балла) Зеркало образовано вращением параболы $y = 2x^2$ вокруг оси y (параболическое зеркало). На зеркало параллельно оси y падают два луча: один на некотором расстоянии x , второй - на расстоянии $2x$ от оси y . Какой из этих лучей после отражения от поверхности зеркала пересечет ось y ближе к вершине параболы и на сколько? Найти расстояние от вершины параболы до точки пересечения этого луча и оси y .



2.2. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 2

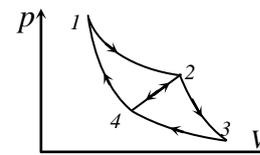
Задание

1. (2 балла) Через блок, прикрепленный к потолку с помощью пружины, перебросили веревку. К одному концу веревки прикрепили тело массой m , к другому пружину, второй конец которой закреплен на полу (см. рисунок). Коэффициенты жесткости пружин k и $2k$ (см. рисунок). На сколько переместится тело по сравнению с положением, когда пружины не деформированы? Массой блока пренебречь.



2. (2 балла) Имеется плоская массивная плита массой m в форме прямоугольного треугольника с отношением катетов 1:2. Три человека удерживают плиту в горизонтальном положении за вершины. Найти минимальные силы, с которыми каждый человек должен действовать для этого на плиту. Ответ обосновать.

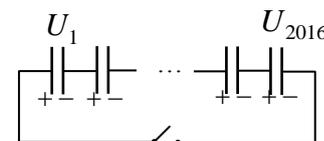
3. (2 балла) С одноатомным идеальным газом проводят цикл Карно 1-2-3-4-1, причем абсолютные температуры газа в изотермических процессах 1-2 и 3-4 отличаются вдвое. Известно, что КПД процесса 1-2-4-1 равен 0,25. Найти КПД процесса 4-2-3-4.



4. (2 балла) Две пластинки массой M и длиной l прикреплены шарнирно по одной из своих сторон к потолку. Шар радиуса $R = l/6$ вставлен между пластинками так, что расстояние от точек касания шара и пластинок до шарнира равно $l/2$. Коэффициент трения между шаром и пластинками k . Какой должна быть масса шара, чтобы он находился в равновесии? При каком минимальном коэффициенте трения между шаром и пластинками пластинки не смогут удержать шар при любой его массе?



5. (2 балла) 2016 конденсаторов с одинаковой емкостью $C = 1$ мкФ заряжают до напряжений $U_1 = 1$ В, $U_2 = 2$ В, ... $U_{2016} = 2016$ В с использованием соответствующих источников напряжения. Затем все конденсаторы соединяют последовательно в цепь (положительно заряженную обкладку одного конденсатора с отрицательно заряженной обкладкой другого) так, как показано на рисунке. Какой заряд протечет через ключ после его замыкания от 2016-го конденсатора (заряженного до напряжения $U_{2016} = 2016$ В) к 1-му конденсатору (заряженному до напряжения $U_1 = 1$ В)?

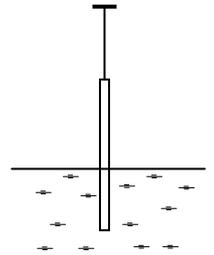


2.3. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 3

Задания

1. (2 балла) В сосуде находится смесь одинаковых масс азота N_2 и гелия He под давлением p . Абсолютную температуру газа увеличивают вдвое, при этом $2/3$ молекул азота диссоциируют на атомы. Найти давление смеси газов при этой температуре. Молярные массы газов равны $\mu_{He} = 4$ г/моль, $\mu_{N_2} = 28$ г/моль. Газы считать идеальными.

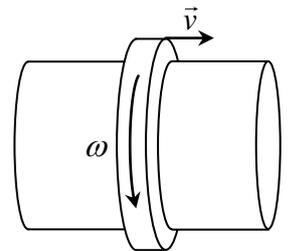
2. (2 балла) Тонкий стержень длиной l подвешен на нити за один из своих концов. Стержень медленно погружают в воду, опуская точку подвеса (см. рисунок). На какую максимальную глубину нижний конец стержня погрузится в воду? Плотность материала стержня в два раза меньше плотности воды.



3. (2 балла) Два точечных заряда $2Q$ и $-Q$ закреплены на расстоянии l друг от друга. Из бесконечности на заряды вдоль их соединяющей прямой налетает заряд Q , имеющий массу m и начальную скорость v_0 . При каком минимальном значении v_0 этот заряд сможет долететь до заряда $-Q$?



4. (2 балла) Тонкая массивная шайба надета без зазора на горизонтальный стержень радиуса R (см. рисунок). Если шайбу закрутить с угловой скоростью ω , она остановится через время t . Какой путь пройдет шайба вдоль стержня, если закрутить ее с угловой скоростью ω и одновременно сообщить ей скорость \vec{v} , направленную вдоль стержня?



5. (2 балла) В однородном магнитном поле по круговой орбите радиуса R движется точечный заряд. Индукцию поля медленно (за время, много большее периода обращения заряда) увеличивают в 2 раза. Каким будет радиус орбиты заряда после этого?

2.4. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 4

Задания

1. (2 балла) Машина через каждые Δt секунд проезжает мимо столба линии электропередачи. Если водитель увеличит скорость машины на величину Δv , она будет проезжать мимо столба каждые Δt_1 секунд. Через какое время машина будет проезжать мимо столба линии электропередачи, если водитель увеличит ее скорость еще на величину Δv ?

2. (2 балла) Два одинаковых стержня соединены шарниром и поставлены вертикально на шероховатый пол так, что угол между стержнями и поверхностью равен α (см.

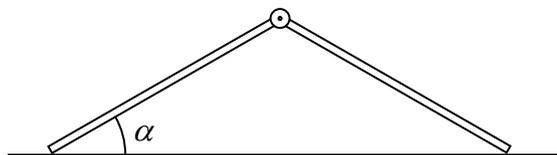
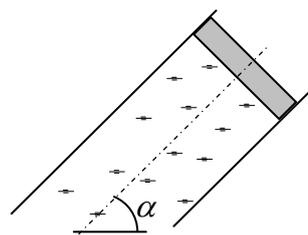
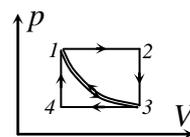


рисунок). При каком минимальном угле α возможно такое равновесие? Коэффициент трения между стержнями и поверхностью равен k . Стержни находятся в вертикальной плоскости.



3. (2 балла) Цилиндрический сосуд с жидкостью наклонен под углом α к вертикали. В сосуд вставлен поршень радиуса R , плотно прилегающий к стенкам сосуда и не пропускающий жидкость, но пропускающий воздух. При какой минимальной массе поршня вся его нижняя поверхность будет касаться жидкости? Атмосферным давлением пренебречь.

4. (2 балла) С одноатомным идеальным газом проводят два циклических процесса 1-2-3-1 и 1-3-4-1. Процессы 1-2 и 3-4 – изобарические, 4-1 и 2-3 – изохорические, 1-3 – адиабатический. КПД процесса 1-2-3-1 известен и равен η . Найти



КПД процесса 1-3-4-1, если температура газа в состоянии 1 в 1,4 раза больше температуры газа в состоянии 3.

5. (2 балла) (2 балла) Электрическая цепь составлена из бесконечного количества равносторонних треугольников так, как это показано на рисунке. Каждый «последующий» треугольник вдвое меньше предыдущего и присоединен к серединам его сторон. Найти сопротивление цепи, включенной в сеть между точками А и В. Известно, что сопротивление сторон большого треугольника равно r , сопротивление каждого проводника пропорционально его длине.

