

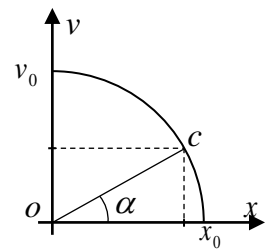
Заключительный тур олимпиады Росатом, физика, 11 класс
международный комплект
2019-2020 учебный год

1 вариант

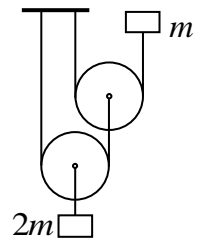
1. Цепочку с мелкими звеньями длиной l удерживают за верхний конец над горизонтальной опорой, которой она касается своим нижним концом. Цепочку отпускают, и она начинает падать на опору. Считая, что скорость упавших звеньев мгновенно гасится до нуля из-за абсолютно неупругого удара и упавшие звенья цепочки никак не влияют на движение остальных звеньев, найти, через какое время после начала движения цепочки кинетическая энергия еще не упавших звеньев будет максимальной? Чему равна эта максимальная кинетическая энергия?

2. Один моль азота находится в сосуде объемом $V = 1$ л под давлением $p = 10^5$ Па. Газ откачивают, поддерживая температуру сосуда (со всем содержимым) неизменной. Какую массу газа придется откачать к тому моменту, когда давление в сосуде упадет вдвое? Никаких других газов, кроме азота в сосуде нет. Дан ряд табличных параметров азота (не все они понадобятся для решения): молярная масса $\mu = 28$ г/моль, температура кипения при атмосферном давлении $t_k = -196^\circ\text{C}$, удельная теплота испарения $\lambda = 5,6$ кДж/моль, температура плавления $t_{пл} = -210^\circ\text{C}$. Универсальная газовая постоянная - $R = 8,31$

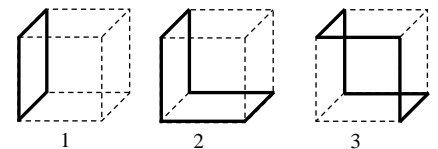
3. Тело движется вдоль некоторой оси x . Известно, что график зависимости проекции скорости тела на эту ось от его координаты по этой оси представляет собой (в определенном масштабе) «кусочек» окружности (см. рисунок). Найти проекцию ускорения тела в такой момент времени, когда координата и скорость тела соответствуют такой точке c данного графика, что $\angle cox = \alpha = 30^\circ$ (этот угол отмечен дугой на рисунке). Величины v_0 и x_0 - известны.



4. Механическую систему, состоящую из двух невесомых подвижных блоков, двух тел массой m и $2m$ и невесомых и нерастяжимых нитей, удерживают в определенном положении (см. рисунок). В некоторый момент времени систему отпускают. Найти ускорения тел.



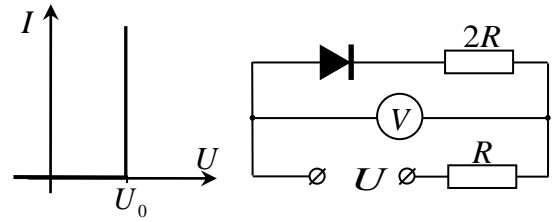
5. Виток тонкого провода, изогнутого вдоль четырех ребер куба (рис. 1), обладает индуктивностью L_1 . Виток провода, изогнутого вдоль шести ребер того же куба (рис. 2), обладает индуктивностью L_2 . Найти индуктивность витка провода, изогнутого вдоль шести ребер того же куба так, как это показано на рисунке 3.



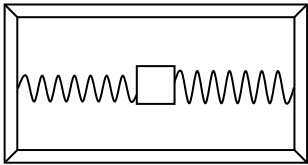
**Заключительный тур олимпиады Росатом, физика, 11 класс (комплект 2)
2019-2020 учебный год**

1. Схема электрической цепи представлена на рисунке.

Вольтметр и источник в ней идеальные, вольт-амперная характеристика диода (зависимость тока через диод от напряжения на нем) показана на рисунке. Здесь напряжение считается положительным, если падение потенциала происходит в направлении стрелки в обозначении диода.



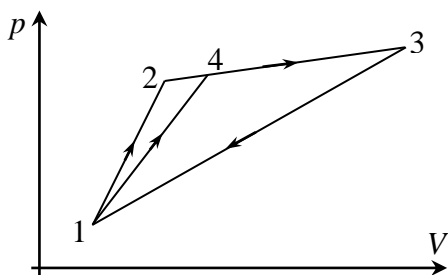
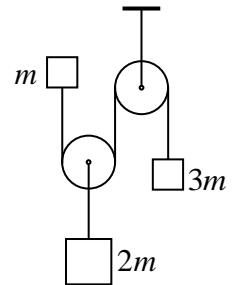
Построить график зависимости показаний вольтметра U_V в зависимости от напряжения на входе цепи U . Найти показания вольтметра при напряжении на входе цепи $5U_0$ (разной полярности). Сопротивления резисторов даны на схеме.



2. Тело прикрепляют с помощью двух пружин, коэффициенты жесткости которых отличаются в два раза, к прямоугольной рамке. При этом тело может двигаться только вдоль длинной стороны рамки. Когда рамку расположили горизонтально (см. рисунок), тело оказалось точно посередине рамки, при этом пружины действуют на тело с силами F .

Когда рамку расположили вертикально так, что более жесткая пружина находится сверху, одна из пружин оказалась недеформированной. Найти массу тела. Считать, что для любых деформаций пружин справедлив закон Гука.

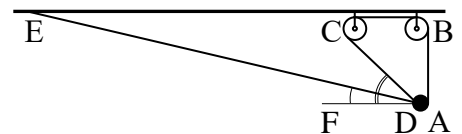
3. Имеется система из трех тел с массами m , $2m$ и $3m$ и двух невесомых блоков, один из которых неподвижный, второй - подвижный. Тела m и $3m$ привязывают к веревке, которую пропускают через блоки, тело $2m$ привязывают к оси подвижного блока. До некоторого момента тела удерживают, а затем отпускают. Найти ускорения тел.



4. С идеальным газом проводят циклический процесс 1-2-3-1, график которого в координатах «давление-объем» представляет собой треугольник, причем прямые 1-2, 2-3 и 1-3 являются возрастающими (см. рисунок). Известно, что термодинамический КПД процесса 1-2-3-1 равен η . Найти КПД процесса 1-4-3-1, если прямая 1-4 делит отрезок 2-3 на части, длины которых 2-4 и 4-3 относятся друг к другу как 1:4 соответственно.

относятся друг к другу как 1:4 соответственно.

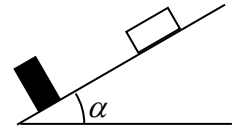
5. Нерастяжимая нить прикреплена к маленькой массивной бусинке в точке А, затем переброшена через блоки В и С, затем пропущена через сквозной отверстие D в той же бусинке, а затем прикреплена к потолку в точке Е. Первоначально бусинку удерживают так, что участок нити АВ вертикален, $\angle FDE = \alpha$ (отмечен на рисунке одной дугой), $\angle FDC = 3\alpha$ (отмечен на рисунке двумя



дугами). Затем бусинку отпускают. Найти ускорение бусинки сразу после этого. Трения между нитью и стенками отверстия в бусинке отсутствует.

**Заключительный тур олимпиады Росатом, физика, 11 класс (комплект 3)
2019-2020 учебный год**

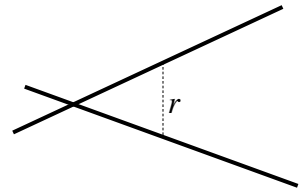
1. На наклонной плоскости с углом наклона α находится маленькое тело. На расстоянии l от тела находится упругая стенка. Коэффициент трения между телом и плоскостью k ($k = (1/2)\text{tg } \alpha$). Тело отпускают. Оно скользит по



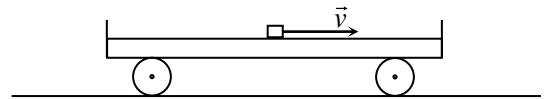
плоскости вниз, отражается от стенки, поднимется, снова движется в направлении стенки, снова отражается и т.д. Какой путь пройдет тело к моменту его полной остановки. Столкновения тела со стенкой упругие.

2. В некотором тепловом процессе объем одноатомного идеального газа зависит от температуры по закону $V = \alpha T^{-(5/2)}$, где α - известная постоянная. Найти молярную теплоемкость газа в этом процессе. Получает или отдает газ теплоту, если его объем возрастает?

3. Имеются две электрических бесконечно длинных нити. Нити равномерно заряжены одноименными зарядами с линейной плотностью λ и 2λ . Нити расположили перпендикулярно друг другу в разных плоскостях, причем расстояние между их ближайшими точками равно r . Найти силу взаимодействия нитей. Ответ обосновать.

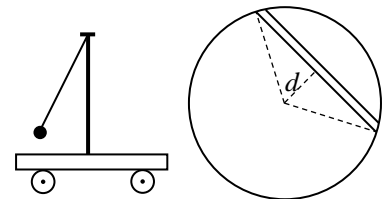


4. На горизонтальном столе покоится игрушечная тележка массой M и длиной L с высокими бортиками. В центре тележки находится точечное тело массой m . В некоторый



момент времени телу толчком сообщили скорость v в направлении переднего бортика тележки (см. рисунок). Испытав упругое столкновение с передним бортиком, тело отражается в направлении заднего бортика, стукнувшись о него – в направлении переднего и т.д. Какой путь пройдет тележка к тому моменту, когда тело окажется в центре тележки, испытав 2020 столкновений с ее бортиками.

5. На тележке укреплен математический маятник длины l . Тележку отпускают в туннель, прокопанный внутри Земли по такой хорде, что минимальное расстояние от центра Земли до туннеля равно половине радиуса Земли $d = R/2$ (R - радиус Земли; см. рисунок). Сколько



колебаний совершит маятник за то время, когда тележка пройдет весь туннель. Радиус и масса Земли R и ускорение свободного падения на поверхности Земли известны. Плоскость колебаний маятника совпадает с направлением движения тележки.