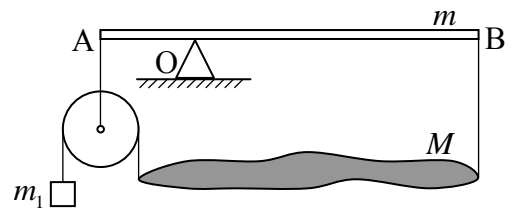


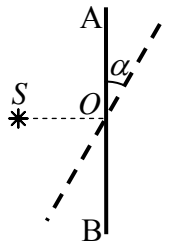
**Решения**  
**Заключительный тур олимпиады Росатом,**  
**физика, 11 класс, 2017-2018 учебный год, комплект 2**

1. Рычаг АВ массой  $m$  находится в равновесии на точечной опоре О. Плечи рычага относятся как  $AO:OB=1:2$ . К концам рычага с помощью невесомых нитей прикреплены невесомый блок и неоднородное тело массой  $M$ . Ко второму концу тела прикреплена нить с грузом, переброшенная через блок. Найти массу груза  $m_1$ .

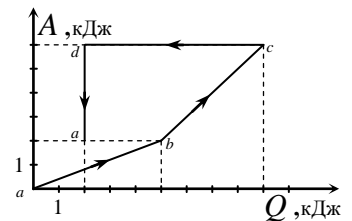


2. Точечное тело начинает движение из точки  $x = 0$  в положительном направлении оси  $x$ . Известно, что координата тела  $x$  и его скорость в процессе движения связаны соотношением  $x = Av_x^2 + B$ , где  $A = -2 \text{ с}^2/\text{м}$ ,  $B = 2 \text{ м}$ . Вернется ли тело в точку  $x = 0$  и если да, то через какое время после выхода из нее?

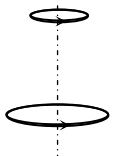
3. Точечный источник света  $S$  находится на расстоянии  $d = 15 \text{ см}$  от зеркала АВ (см. рисунок). Зеркало вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через основание перпендикуляра, опущенного из источника на зеркало (через точку О). Найти мгновенную скорость и мгновенное ускорение изображения источника в зеркале в тот момент, когда зеркало повернулось на угол  $\alpha = 30^\circ$  по сравнению с первоначальным положением.



4. С одноатомным идеальным газом происходит циклический процесс a-b-c-d-a (начальное и конечное состояния газа совпадают). Дан график зависимости работы, совершенной газом с начала процесса, от количества теплоты, полученного газом с начала процесса. Качественно построить график зависимости давления газа от его объема в этом процессе и объяснить построение. Найти КПД процесса.



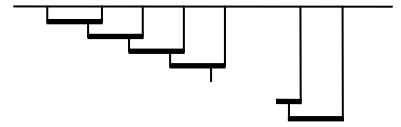
5. Имеется два кольца с радиусами  $R$  и  $2R$ , плоскости которых параллельны друг другу. Кольца расположены на очень большом расстоянии  $d$  друг от друга так, что их центры лежат на одной прямой, перпендикулярной плоскости колец. В кольцах текут одинаковые токи  $I$ . Найти силу взаимодействия колец.



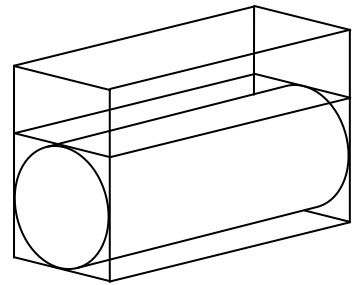
**Решения**  
**Заключительный тур олимпиады Росатом,**  
**физика, 11 класс, 2017-2018 учебный год, комплект 3**

1. Амперметр подключают к источнику, имеющему некоторое внутреннее сопротивление, и он показывает силу тока  $I_1 = 1$  А. Если параллельно первому амперметру подключить второй, точно такой же, то сумма показаний амперметров будет равна  $I_2 = 1,2$  А. Найти сумму показаний 8 точно таких же амперметров, подключенных к этому же источнику параллельно.

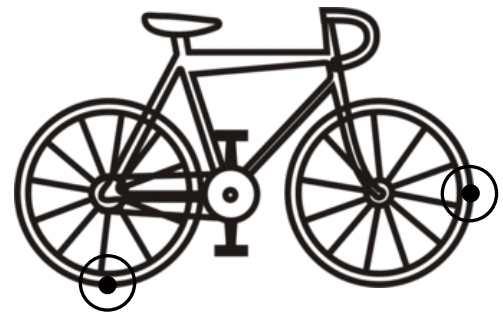
2. Имеется 2018 одинаковых стержней массой  $m = 1$  кг. Каждый стержень подвешен на двух нитях, прикрепленных к его концам. Левый стержень подвешен к горизонтальному потолку. Все остальные стержни подвешены так, что одна из нитей прикреплена к потолку, вторая – к «предыдущему» стержню в точке, отстоящей на одну пятую часть его длины от его правого конца (см. рисунок). Найти силу натяжения самой левой нити. Считать, что  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



3. Однородный цилиндр радиусом  $R$  и высотой  $h$  положили в кювету в форме прямоугольного параллелепипеда, длина которой на очень небольшую величину превосходит длину цилиндра  $h$ , а ширина – диаметр цилиндра, так, что цилиндр можно положить в кювету с очень небольшими зазорами между ним и стенками кюветы. Затем в кювету налили воду, которая только-только покрывает цилиндр (см. рисунок). Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вытащить цилиндр из воды? Плотность воды  $\rho$ , плотность материала цилиндра  $\beta\rho$ .



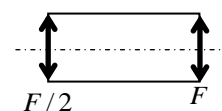
4. В протекторе покрышек переднего и заднего колес велосипеда застряли два маленьких камня. В тот момент, когда камень на заднем колесе касается земли, камень на переднем находится в крайнем переднем положении (см. рисунок; камни обведены кружками). Найти минимальное расстояние между камнями в процессе движения велосипеда. Через какое минимальное время после положения, показанного на рисунке, расстояние между камнями достигает минимального значения? Скорость велосипеда  $v$ , радиус колес  $R$ , расстояние между центрами колес –  $3R$ . Колеса не проскальзывают по дороге.



5. Два тела с теплоемкостями  $2C$  и  $C$  имеют температуры  $T$  и  $3T$  соответственно. Какая минимальная температура может установиться в этой системе, если тела использовать в качестве нагревателя и холодильника теплового двигателя, а произведенная механическая работа будет «уходить» из системы? Какую максимальную работу можно получить в такой системе тел? Других потерь энергии в рассматриваемой системе нет.

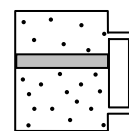
**Решения**  
**Заключительный тур олимпиады Росатом,**  
**физика, 11 класс, 2017-2018 учебный год, комплект 4**

1. Две собирающие линзы одинакового диаметра вставлены в трубу с зачерненными внутренними боковыми стенками (все лучи, падающие на стенки, поглощаются). Известно, что фокусное расстояние одной линзы вдвое больше фокусного расстояния другой, и что параллельные лучи, падающие вдоль оси трубы с любой стороны, после прохождения трубы остаются параллельными. На трубу падает пучок параллельных лучей одинаковой интенсивности сначала слева, а потом справа. Найти отношение освещенностей экрана, расположенного соответственно справа и слева от трубы. **Указание.** Освещенностью поверхности называется отношение световой энергии, падающей на малый элемент поверхности, к его площади.

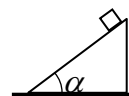


2. Граната брошена вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ . В верхней точке своей траектории граната разбивается на множество осколков, которые разлетаются во все стороны с одинаковыми скоростями. Известно, что осколки падали на землю в течение интервала времени  $\Delta t$ . Через какое время после взрыва упал на землю самый первый осколок?

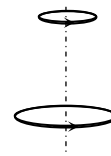
3. Вертикальный цилиндрический сосуд разделен подвижным поршнем массой  $m$  и площадью  $S$  на два отсека. Под действием силы тяжести поршень медленно опускается. При этом давления газа в сосуде остаются неизменными, что обеспечивается перетеканием газа по трубке малого объема. Температуры газа в отсеках поддерживаются постоянными:  $T$  в верхнем и  $1,2T$  в нижнем. Найти давление газа в отсеках.



4. На вершину клина, одна грань которого наклонена под углом  $\alpha$ , а вторая перпендикулярна горизонтальной поверхности, кладут маленькое тело массой  $m$  (см. рисунок). Коэффициент трения между телом и клином равен  $k$ , трение между клином и поверхностью таково, что клин не скользит по поверхности. Возможно ли опрокидывание клина? При какой массе клина?

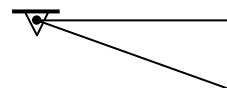


5. Имеется два кольца с радиусами  $R$  и  $2R$ , плоскости которых параллельны друг другу. Кольца расположены на очень большом расстоянии  $d$  друг от друга так, что их центры лежат на одной прямой, перпендикулярной плоскости колец. В кольцах текут одинаковые токи  $I$ . Найти силу взаимодействия колец.

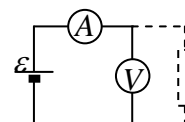


**Решения**  
**Заключительный тур олимпиады Росатом,**  
**физика, 11 класс. Комплект 1**  
**2017-2018 учебный год**

1. Вырезанный из листа фанеры плоский прямоугольный треугольник, длины катетов которого относятся друг к другу, как 1:2 подвешен шарнирно за вершину меньшего острого угла к горизонтальному потолку. Треугольник удерживают так, что его длинный катет горизонтален (см. рисунок). Какую минимальную силу нужно приложить к треугольнику для этого. Масса треугольника -  $m$ .

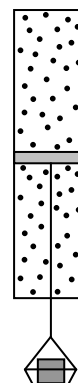


2. К батарее с ЭДС  $\varepsilon$  и неизвестным внутренним сопротивлением подключены последовательно амперметр и вольтметр с некоторыми неизвестными внутренними сопротивлениями. Если параллельно вольтметру включить некоторое сопротивление, то показания амперметра увеличатся в 2 раза, вольтметра в 2 раза уменьшатся. Найти показания вольтметра до включения в цепь сопротивления.



3. Тело начинает движение из состояния покоя с ускорением  $a_0$  и далее движется прямолинейно. Из-за действия силы сопротивления воздуха ускорение тела падает с увеличением его скорости  $v$  по закону  $a = a_0 v_0 / (v + v_0)$ , где  $v_0$  - известная постоянная. Через какое время скорость тела достигнет значения  $2v_0$ ?

4. В вертикальном цилиндрическом сосуде площадью сечения  $S$  и длиной  $h$  находится очень легкий подвижный поршень, к которому с помощью длинного стержня прикреплена легкая чашка. В отсеках, на которые поршень делит сосуд, находится по одному молю идеального одноатомного газа под давлением  $p_0$ , а поршень в равновесии делит сосуд на равные части. На чашку кладут тело массой  $m$  и поршень после нескольких колебаний приходит в новое положение равновесия. Найти смещение поршня относительно первоначального положения. Сосуд теплоизолирован, поршень хорошо проводит тепло, теплоемкостью поршня и сосуда пренебречь. Каким будет смещение поршня при  $m \rightarrow \infty$  и почему?



5. Индуктивность замкнутого квадратного витка, сделанного из тонкой проволоки, равна  $L$  (левый рисунок). Если рядом с этим витком перпендикулярно его плоскости и без электрического контакта с ним расположить точно такой же по размеру, но сверхпроводящий виток (так, что они образуют соседние грани куба), то индуктивность первого витка станет равна  $L_1$  (средний рисунок). Какой будет индуктивность витка, если сверхпроводящий виток расположить параллельно его плоскости так, что они образуют с первым противоположные грани куба?

