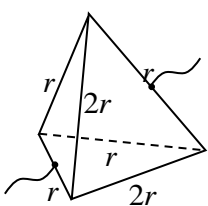
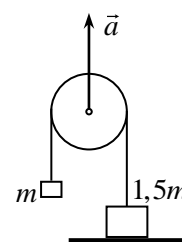


**Отборочный тур**  
**Отраслевой физико-математической олимпиады «Росатом»,**  
**2019-2020 учебный год,**  
**физика, 11 класс**  
**(комплект 1)**

1. Человек начинает бежать по эскалатору, движущемуся вверх, с ускорением  $a$ . Добежав до середины эскалатора, человек мгновенно останавливается (относительно эскалатора), разворачивается и начинает бежать вниз с таким же по величине ускорением. В течение какого времени человек будет находиться на эскалаторе? Длина эскалатора  $l$ , скорость  $u$ .

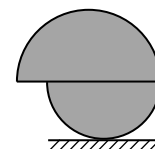
2. С одноатомным идеальным газом происходит процесс, в котором его теплоемкость остается постоянной, а газ совершает работу  $A$  ( $A > 0$ ). Затем с газом происходит изохорический процесс, в котором его температура возвращается к первоначальному значению, а газ получает количество теплоты  $Q = 3A/2$ . Определить молярную теплоемкость газа в первом процессе.

3. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая веревка, прикрепленная к двум телам массой  $m$  и  $1,5m$  (см. рисунок). Тело массой  $m$  висит, тело массой  $1,5m$  лежит на горизонтальной опоре. С каким ускорением надо поднимать блок, чтобы второе тело оторвалось от опоры?



4. Из проволоки сделали пирамиду, сопротивления всех ребер которой показаны на рисунке. Пирамиду включили в электрическую цепь между серединами противоположных сторон (см. рисунок). Найти сопротивление пирамиды.

5. Из листа фанеры вырезали два полудиска - радиуса  $r$  и  $R = 1,2r$  и склеили их по диаметру так, как показано на рисунке. Существует ли у такой системы положение равновесия с опорой на меньший диск? И если да, то чему равен угол между общим диаметром полудисков и поверхностью в положении равновесия. Как будет меняться этот угол в пределе  $R \rightarrow r$ ? А в пределе  $R \rightarrow \infty$ ? Будет ли это положение устойчивым? Объяснить полученные результаты. **Указание.** Центр тяжести полудиска радиуса  $R$  находится на расстоянии  $4R/3\pi$  от его центра.

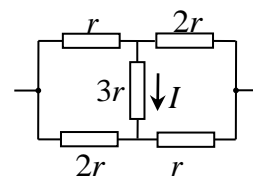


**Отборочный тур**  
**Отраслевой физико-математической олимпиады «Росатом»,**  
**2019-2020 учебный год,**  
**физика, 11 класс**  
**(комплект 2)**

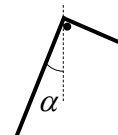
1. Три машины одновременно выехали из города А в город В и ехали с постоянными скоростями. Первая машина - со скоростью  $v$ , вторая -  $2v/3$ . Известно, что вторая машина пришла в город В на время  $\Delta t$  позже первой машины, а третья – на такое же время позже второй. Найти скорость третьей машины.

2. Горизонтальный цилиндрический сосуд длиной  $l$  разделен на две части подвижной перегородкой. С одной стороны от перегородки содержится 1 моль кислорода, с другой – 1 моль гелия и 1 моль кислорода, а перегородка находится в равновесии. В некоторый момент времени перегородка становится проницаемой для гелия и остается непроницаемой для кислорода. Найти перемещение перегородки. Температура не меняется в течение всего процесса.

3. К электрической цепи, схема которой приведена на рисунке, приложили некоторое напряжение. Известна сила тока  $I$ , текущего через центральное сопротивление. Найти силу тока через верхние сопротивления  $r$  и  $2r$ . Значения всех сопротивлений приведены на схеме.



4. Однородный стержень длиной  $l$  сгибают под прямым углом в точке, делящей стержень в отношении 2:1. Стержень повешен на горизонтально расположенную ось (см. рисунок). Найти угол  $\alpha$  между длинной стороной прямого угла и вертикалью.



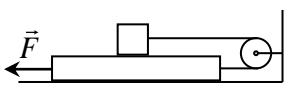
5. Четыре параллельные пластины находятся на равных расстояниях друг от друга. Пластины попарно подключают к источникам напряжения  $U$  и  $3U$  как это показано на рисунке. Найти разность потенциалов между пластинами 2 и 3  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_3$ . Краевыми эффектами пренебречь.



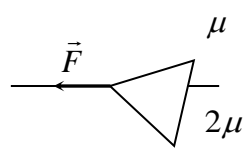
**Отборочный тур**  
**Отраслевой физико-математической олимпиады «Росатом»,**  
**2019-2020 учебный год,**  
**физика, 11 класс**  
**(комплект 3)**

1. Три резистора с сопротивлениями  $r$ ,  $2r$  и  $3r$  соединили последовательно и подключили к источнику постоянного напряжения. В результате на резисторе с сопротивлением  $r$  выделяется мощность  $P$ . Какая мощность будет выделяться на этом резисторе, если резистор с сопротивлением  $2r$  заменить резистором с сопротивлением  $4r$ . Остальные элементы цепи не изменяются.

2. Симметричная граната, брошенная вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ , в верхней точке траектории разорвалась на множество одинаковых осколков. Через какое время после взрыва упал на землю самый первый осколок, если осколки падали на землю в течение времени  $\Delta t$ ?

3. Тело массой  $m$  кладут на доску массой  $4m$  и связывают с доской невесомой и нерастяжимой нитью, переброшенной через блок (см. рисунок),  прикрепленный к стене. Какую минимальную силу, направленную от стены, нужно приложить к доске, чтобы она начала двигаться? Коэффициент трения между всеми поверхностями равен  $k$ .

4. С одним моле идеального одноатомного газа происходит процесс, в котором объем газа зависит от температуры по закону  $V = \alpha\sqrt{T}$  (где  $\alpha$  - некоторая постоянная). Какое количество теплоты нужно сообщить газу для двукратного увеличения его объема. Начальная температура газа  $T$ .

5. Вырезанный из листа фанеры равносторонний треугольник массой  $m$  тянут за одну из вершин по горизонтальной поверхности так, что эта вершина движется равномерно по границе двух полуповерхностей (см. рисунок, вид сверху).  Коэффициент трения между треугольником и одной полуповерхностью  $\mu$ , треугольником и второй полуповерхностью -  $2\mu$ . Какой горизонтальной силой, направленной вдоль границы полуповерхностей нужно действовать для этого на треугольник?

## Примеры заданий из базы заданий дистанционного отборочного тура олимпиады «Росатом», 11 класс

База заданий дистанционного отборочного тура олимпиады «Росатом» (который проводится только для школьников 11 класса) содержит более 300 задач с числовым ответом (который и проверяется). Эти задачи ежегодно обновляются, добавляются новые, меняются числа в каждой задаче. Каждый участник тура получает 6 задач случайным образом. Чтобы исключить ошибки, связанные с округлением ответ в каждой задаче задается небольшой интервал значений, все ответы из которого считаются правильными.

**1.** Корабль движется на север со скоростью  $v = 10$  м/с. Ветер дует с северо-запада под углом  $\alpha = 60^\circ$  к меридиану. Скорость ветра, измеренная на корабле, равна  $u = 12$  м/с. Найти скорость ветра относительно земли. Ответ в м/с округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

**2.** Два тела, находятся в точках, расположенных на одной вертикали на некоторой высоте над поверхностью земли. Расстояние между этими точками -  $h = 100$  м. Тела одновременно бросают: тело, которое находится ниже, - вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ , второе – вертикально вниз с начальной скоростью  $2v_0$  ( $v_0 = 20$  м/с). На каком расстоянии от начального положения нижнего тела эти тела столкнутся?  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Ответ в метрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

**3** Тело, движущееся прямолинейно и с постоянным ускорением, проходит, начиная от некоторого момента, два последовательных участка пути длиной  $l_1 = 1$  м и  $l_2 = 2$  за интервалы времени  $\tau_1 = 0,5$  с и  $\tau_2 = 1,5$  с. Найти ускорение тела. Ответ в м/с<sup>2</sup> округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

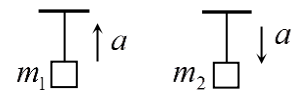
**4.** Тело бросили вертикально вверх с некоторой начальной скоростью. Через интервал времени  $\Delta t = 1,5$  с скорость тела уменьшилась в два раза. На какую максимальную высоту поднимется тело? Считать, что  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>. Ответ в метрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

5. Аэростат поднимается с постоянной скоростью  $v_0 = 5$  м/с. На высоте  $H = 25$  м с него начинает падать без начальной скорости относительно аэростата груз. Как долго груз будет падать на землю? Считать, что  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

6. Тело бросили под углом к горизонту. Известно, что время полета тела равно  $\tau = 2$  с, а отношение максимальной и минимальной скоростей тела в процессе движения  $v_{\max} / v_{\min} = k = 3$ . Определить дальность полета. Ответ в метрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

7. Из точки, находящейся на некоторой высоте над землей, с одинаковой по величине начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с одновременно бросили два тела: одно вертикально вверх, второе горизонтально. Чему равно расстояние между телами в тот момент, когда первое тело поднялось на максимальную высоту над начальной точкой? Второе тело в этот момент времени еще не успело упасть на землю.  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Ответ в метрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

8. Веревка выдерживает груз максимальной массы  $m_1 = 1$  кг при его движении с некоторым ускорением, направленным вверх, и груз максимальной массы  $m_2 = 2$  кг при его движении с таким же ускорением, направленным вниз. Груз какой максимальной массы можно повесить к веревке в покое? Ответ в килограммах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



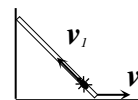
9. Тело массой  $m = 1$  кг, брошенное под углом к горизонту, имеет в верхней точке траектории ускорение  $a = 4g/3$  ( $g$  - ускорение свободного падения). Определить силу сопротивления воздуха в этой точке.  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Ответ в Ньютонах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле, начиная с левой клетки.

10. На доску массой  $M = 3$  кг, находящуюся на горизонтальной поверхности, поместили брусок массой  $m = 1$  кг. Коэффициент трения между доской и поверхностью, а также между доской и бруском  $\mu = 0,2$ . Затем на доску



подействовали горизонтальной внешней силой  $\frac{1}{F}$ . При каком максимальном значении  $F$  брусок не будет соскальзывать с доски? Считать, что  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ . Ответ в ньютонах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

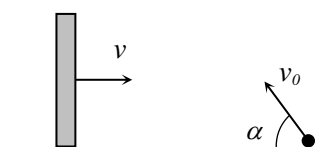
**11.** Палочка длины  $l=1 \text{ м}$  стоит на горизонтальной опоре около вертикальной стенки. На нижнем конце палочки сидит жук. В некоторый момент времени палочка начинает двигаться так, что ее нижний конец движется с постоянной скоростью  $v=1,5 \text{ м/с}$  по горизонтальной опоре, а верхний скользит вдоль стенки. В этот же момент жук начинает двигаться вдоль палочки с постоянной (относительно палочки) скоростью  $v_1=0,2 \text{ м/с}$ . На какую максимальную высоту над горизонтальной опорой поднимется жук? Ответ в сантиметрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.



**12** На железнодорожной платформе у начала шестого вагона покоящегося поезда стоял пассажир. Поезд тронулся с места и далее двигался равноускоренно. При этом оказалось, что седьмой вагон поезда проезжал мимо пассажира в течение времени  $\tau = 4 \text{ с}$ . В течение какого времени проезжал мимо пассажира восьмой вагон? Вагоны поезда перенумерованы по порядку с начала поезда и имеют одинаковую длину, пассажир неподвижен. Ответ в секундах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.

**13.** Из точки, находящейся на некоторой высоте над поверхностью земли одновременно бросили два тела. Начальные скорости тел направлены горизонтально и противоположно друг другу. Величины начальных скоростей тел равны  $v_1 = 10 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 20 \text{ м/с}$ . Через какое время скорости тел будут перпендикулярны друг другу? Ответ в секундах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

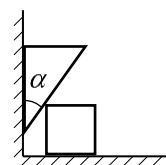
**14** Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью  $v_0=10 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту, упруго ударяется о вертикальную стенку, движущуюся ему навстречу с постоянной скоростью  $v=2 \text{ м/с}$ .



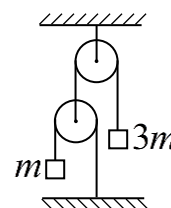
Известно, что после упругого удара о стенку шарик возвращается в ту точку, из которой его бросили. Через какое время после броска произошло столкновение шарика со

стенкой? Ответ в секундах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

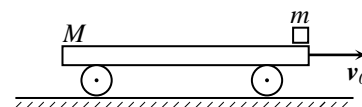
**15.** На горизонтальной поверхности около вертикальной стенки находятся подвижные клин с углом наклона грани  $\alpha = 30^\circ$  и куб. Массы клина и куба равны  $m = 0,3 \text{ кг}$  и  $M = 1 \text{ кг}$ . Найти ускорение клина. Трение между всеми поверхностями отсутствует. Ответ в  $\text{м/с}^2$  округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



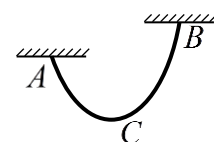
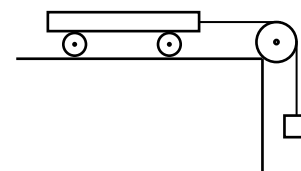
**16** В механической системе, изображенной на рисунке, массы грузов равны  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 3 \text{ кг}$ . Определить величину ускорения груза с массой  $m_1$ . Ось верхнего блока закреплена, нижний блок может перемещаться. Массы блоков и нитей равны нулю, нити нерастяжимы. Ответ в  $\text{м/с}^2$  округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



**17** На передний край игрушечной тележки массой  $M = 1 \text{ кг}$ , движущейся со скоростью  $v_0 = 1 \text{ м/с}$  по гладкой горизонтальной поверхности, кладут брусок массой  $m = 0,1 \text{ кг}$ . Начальная скорость бруска относительно земли равна нулю. Какой должна быть минимальная длина тележки, чтобы брусок в дальнейшем не упал с нее? Коэффициент трения между бруском и тележкой равен  $k = 0,2$ . Ответ в сантиметрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле, начиная с левой клетки.



**18** Двухосная тележка, находящаяся на шероховатой горизонтальной поверхности, связана нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок, с висящим грузом. Тележку отпускают, и она движется с некоторым ускорением. Опыт повторяют, закрепив одну из осей (колеса этой оси перестают вращаться). При этом ускорение тележки уменьшается в  $k = 1,7$  раза. Во сколько еще раз уменьшится ускорение тележки, если закрепить обе оси? Трением качения пренебречь, масса колес мала по сравнению с массой тележки. Считать, что сила реакции распределяется равномерно по всем колесам. Ответ округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.



**19.** Гибкая веревка массой  $m = 1,2$  кг подвешена в точках А и В, находящихся на разной высоте. Силы натяжения веревки в точках А и С (нижняя точка веревки) соответственно равны  $T_1 = 10$  Н,  $T_2 = 5$  Н. Найти силу натяжения веревки в точке В. Ответ в ньютонах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**20.** Если к прикрепленной к потолку пружине привязать груз массой  $m_1 = 1$  кг, длина пружины будет равна  $l_1 = 0,5$  м. Если от пружины отрезать половину, привязать к оставшейся части груз  $m_2 = 0,45$  кг, ее длина будет равна  $l_2 = 0,22$  м. Найти длину первоначальной пружины в недеформированном состоянии. Ответ в метрах округлить до трех значащих цифр по правилам округления и записать в предложенное поле.