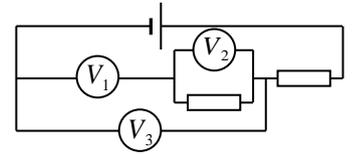


«Росатом» по физике, 2020-2021 учебный год,

11 класс

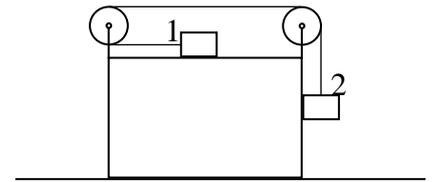
1. В двух одинаковых сосудах содержится одноатомный идеальный газ. Температуры газов в сосудах одинаковы, а давления отличаются в два раза. Газам сообщают одинаковые количества теплоты, и газ в одном сосуде нагревается до абсолютной температуры  $T$ , в другом – до абсолютной температуры  $4T/3$ . Найти начальную температуру газов. Изменением объема сосудов при нагревании пренебречь.

2. Электрическая цепь (см. рисунок), содержит идеальный источник, три одинаковых вольтметра и два одинаковых резистора. Известно, что показания вольтметра  $V_1$  отличаются от показаний вольтметра  $V_2$  в три раза, а вольтметр  $V_3$  показывает напряжение  $V_3 = 10$  В. Чему равно напряжение источника?

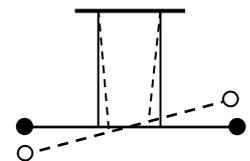


3. Ракета движется с работающим двигателем так, что массовый расход топлива постоянен, а скорость выброшенных газов относительно ракеты равна  $v_0$ . При какой скорости ракеты ее кинетическая энергия максимальна?

4. Имеется два тела одинаковой массы  $m$  и куб вдвое большей массы. Тела связывают нитью, которую пропускают через систему блоков, установленных на кубе. Найти ускорение тела 2. Трения нет ни на каких поверхностях, нить невесома и нерастяжима. Массой блоков можно пренебречь. «Геометрия» системы такова, что при вертикальном расположении участка нити, прикрепленного к телу 2, оно касается боковой грани куба, а нить, прикрепленная к телу 1 горизонтальна.



5. Стержень длиной  $l$ , на концах которого закреплены два одинаковых маленьких тела массой  $m$ , подвешен на двух вертикальных нитях длиной  $h$ . Расстояние между нитями  $2l/3$ , нити прикреплены симметрично относительно центра тяжести стержня, стержень горизонтален. Стержень поворачивают на малый угол вокруг вертикальной оси и отпускают. Найти частоту малых колебаний стержня.



11 класс

1. В цилиндрический сосуд радиуса  $R$  налито синтетическое масло, в котором плавает кусочек «водяного» льда, не касаясь дна и стенок. Объем кусочка  $V$ . Изменится ли уровень масла в сосуде, когда кусочек льда растает, и если да, то на сколько? Известно, что плотность воды  $\rho_w$  больше плотности масла  $\rho_m$ . Плотность льда  $\rho_l$ .

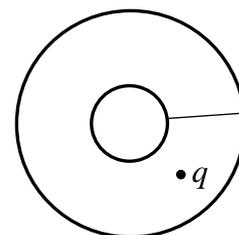
2. Ускорение свободного падения на некоторой планете зависит от высоты  $x$  от поверхности по закону

$$g(x) = \begin{cases} g_0 - \alpha x, & 0 < x < g_0 / \alpha \\ 0, & g_0 / \alpha < x \end{cases},$$

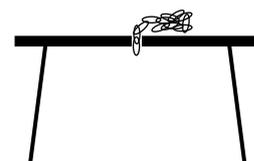
где  $g_0$  и  $\alpha$  - положительные постоянные. Найти вторую космическую скорость для данной планеты.

3. С одним молем гелия происходит процесс, в котором объем газа зависит от его абсолютной температуры по закону  $V = V_0 + \alpha T$ , где  $V_0$  и  $\alpha$  - положительные постоянные. Объем газа меняется от величины  $V_0$  до величины  $2V_0$ . Найти максимальную и минимальную теплоемкость газа в этом процессе.

4. Имеются две проводящие незаряженные концентрические (с общим центром) сферы радиуса  $R$  и  $3R$ . Между сферами на расстоянии  $2R$  от общего центра сфер помещают точечный заряд  $q$ , а сферы соединяют тонким проводником (см. рисунок). Какой заряд протечет по этому проводнику с меньшей сферы на большую в процессе установления равновесия?

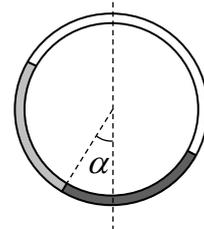


5. В центре горизонтального гладкого стола, расположенного на высоте  $h$  от пола сделано отверстие. Около отверстия лежит свернутая в бухту цепочка с мелкими звеньями длиной  $l = h$ . Один конец цепочки тихонько сталкивают в отверстие, и цепочка начинает падать. Через какое время цепочка коснется пола? Ответ обосновать.



1. Имеется два одинаковых сосуда, соединенные трубкой с клапаном. В одном сосуде содержится идеальный газ под давлением  $p$ , в другом сосуде – вакуум. Клапан пропускает газ из одного сосуда в другой при перепаде давлений  $\Delta p = 2p$ . Сосуды нагревают, увеличивая их абсолютную температуру в 3 раза. Найти давление газа в сосудах после этого.

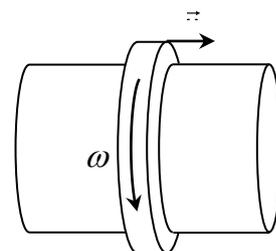
2. Кольцо изготовлено из длинной и тонкой трубки. В трубку залили равные объемы двух несмешивающихся жидкостей, которые в сумме занимают половину объема трубки. Кольцо расположили в вертикальной плоскости. При этом оказалось что угол, который составляет с вертикалью отрезок, соединяющий центр кольца и границу раздела жидкостей, равен  $\alpha$  (см. рисунок). Найти плотность более тяжелой жидкости, если плотность более легкой равна  $\rho$ .



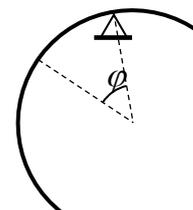
3. Два точечных заряда  $2Q$  и  $-Q$  закреплены на расстоянии  $l$  друг от друга. Из бесконечности на заряды вдоль их соединяющей прямой налетает заряд  $Q$ , имеющий массу  $m$  и начальную скорость  $v_0$ . При каком минимальном значении  $v_0$  этот заряд сможет долететь до заряда  $-Q$ ?



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

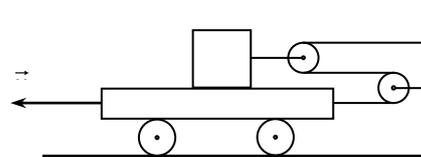


5. Из тонкой проволоки изготовили полуокружность и разместили ее на точечной опоре так, как показано на рисунке (здесь  $\varphi$  - угол между направлением на середину полуокружности и точку контакта с опорой; см. рисунок). При каком минимальном коэффициенте трения полуокружность сможет находиться в равновесии? При каком угле  $\varphi$  минимальное значение коэффициента трения, обеспечивающее равновесие, является наибольшим. Найти наибольшее значение минимального коэффициента трения, удерживающего полуокружность в равновесии.

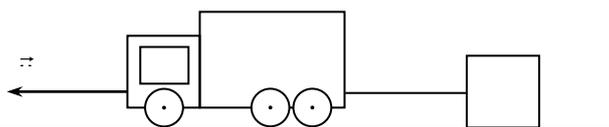


**Задание (международный комплект)**

1. На тележке установлен груз, который с помощью веревки через систему блоков связан со стенкой. Тележку начинают перемещать со скоростью  $v$  (см. рисунок). Найти скорость груза относительно тележки. Нить нерастяжима.

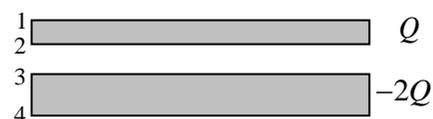


2. К грузовику с помощью упругого шнура привязан груз. В начальный момент времени шнур натянут, но не растянут. Грузовик начинает двигаться со скоростью  $v$  от груза, растягивая шнур. Через какое время после начала движения груз догонит грузовик? Какую скорость он будет при этом иметь? Масса груза  $m$ , жесткость шнура  $k$ , длина недеформированного шнура  $l_0$ . Закон Гука справедлив для любых растяжений шнура. При «сминании» шнур никакого воздействия не оказывает. На груз сила трения не действует. Скорость грузовика постоянна.



3. В вертикальном цилиндрическом сосуде под массивным подвижным поршнем находится идеальный газ. Чтобы уменьшить объем газа в 3 раза, на поршень надо положить груз массой  $m$ . Какой еще груз надо положить на поршень, чтобы уменьшить объем газа еще в 2 раза? Температура газа поддерживается постоянной.

4. Две большие металлические пластины зарядили зарядами  $Q$  и  $-2Q$  и расположили параллельно друг другу. Считая, что размеры пластин гораздо больше их толщины и расстояния между ними найти заряды поверхностей пластин 1, 2, 3 и 4 -  $q_1, q_2, q_3$  и  $q_4$  (см. рисунок).



5. Два стержня соединены в форме буквы «Г». Один из стержней расположен горизонтально, другой вертикально. На стержни надеты маленькие невесомые колечки, которые могут без трения перемещаться по стержням. К колечкам прикреплена невесомая нить. На нить надета массивная бусинка, которая может без трения перемещаться по нити. В начальный момент бусинку удерживают так, что нить натянута, длина ее горизонтального участка  $l$ , вертикального  $2l$ . Бусинку отпускают. Найти ее ускорение. Через какое время бусинка достигнет вертикального стержня?

