

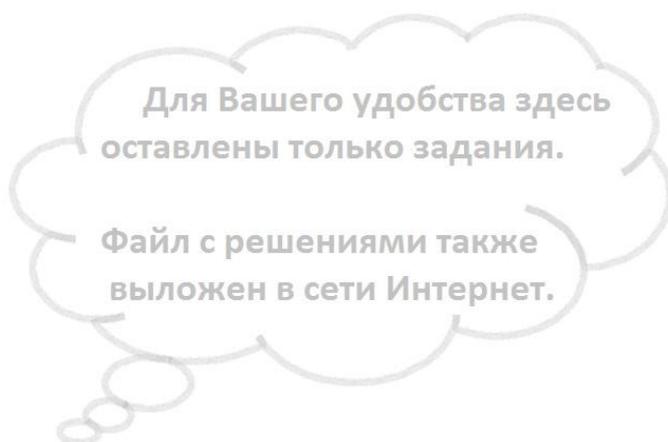
Московская олимпиада школьников по физике, 2014/15, второй тур, 11 класс

Авторы задач:

С.Д. Варламов, Е.А.Вишнякова, Е.А. Мажник, М.Ю. Ромашка

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Всего участник может набрать до 50 баллов.

Задача 1. С наклонной плоскости без проскальзывания скатывается тонкостенная труба, наматывая на себя сверху легкую и тонкую веревку, которую можно считать нерастяжимой. Свободный конец веревки прикреплен к бруску, лежащему на плоскости выше трубы. Масса трубы M , масса бруска $M/2$. Ось трубы горизонтальна, свободный участок веревки параллелен наклонной плоскости и перпендикулярен оси трубы. Плоскость составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Ускорение, с которым поступательно движется брусок вслед за трубой, равно $0,3g$. Чему равен коэффициент трения μ между бруском и плоскостью?



Задача 2. Один моль идеального газа участвует в циклическом процессе $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ холодильной машины. В состоянии 1 газ имеет температуру T_1 и объем V_1 . Известно, что все переходы газа из одного состояния в другое – политропические. Показатель политропы процесса $2 - 3$ на единицу больше показателя политропы процесса $1 - 2$ и на единицу меньше показателя политропы процесса $3 - 1$. В процессе $1 - 2$ объем газа уменьшается в k раз. Один из процессов цикла – изотермический.

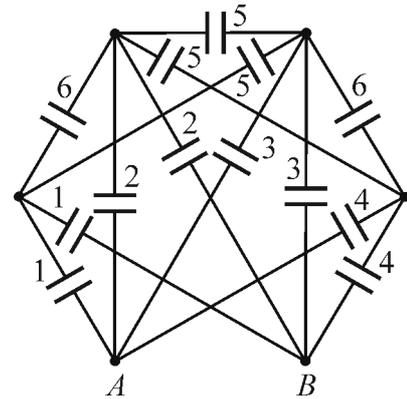
1) Определите объем газа в состоянии 3.

2) Изобразите на pV – диаграмме цикл, соответствующий условию задачи, указав для каждого из процессов его показатель политропы.

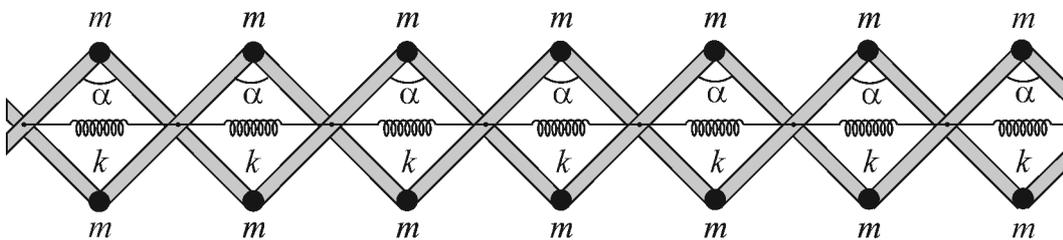
3) Чему может быть равна температура газа в состоянии 3?

Справка: Политропическим называется процесс, в течение которого теплоемкость газа не изменяется: $C = \text{const}$. Уравнение такого процесса имеет вид $pV^n = \text{const}$, или $p_1V_1^n = p_2V_2^n$. Величину n называют показателем политропы.

Задача 3. Найдите электрическую емкость участка AB цепи, схема которого приведена на рисунке. Емкости конденсаторов указаны на схеме в мкФ, емкостью соединительных проводов можно пренебречь. Провода соединены только в местах, обозначенных точками.



Задача 4. Шарнирная конструкция состоит из очень большого числа N периодически повторяющихся одинаковых звеньев (см. рис). Каждое звено включает в себя пружину, концы которой прикреплены к серединам двух пар скрещенных реек, два сферических шарнирных блока и четыре половинки самих реек. Шарнирные блоки дают возможность рейкам свободно вращаться в пространстве. Жёсткость каждой из пружин равна k , масса каждого из шарнирных блоков равна m , все остальные элементы невесомы, трения нигде нет. Когда пружины не деформированы, рейки образуют между собой угол α . Концы этой конструкции соединили между собой, образовав большое кольцо, так, что пружины расположились вокруг цилиндрической поверхности. Получившаяся система колеблется таким образом, что в каждый момент времени все пружины сжаты или растянуты одинаково. Найдите период этих колебаний вокруг положения равновесия, считая их малыми. Система находится в невесомости.



Задача 5. Внутри прозрачного шестигранного корпуса шариковой ручки имеется круглый канал, заполненный чернилами. При рассматривании темного канала через прозрачный корпус было отмечено, что вращение корпуса вокруг его оси симметрии приводит к изменению видимой толщины канала с чернилами. Ширина видимой темной полосы максимальна, когда ближайшее ребро шестигранника, ось симметрии ручки и глаз наблюдателя лежат в одной плоскости. Отношение максимальной видимой толщины канала к его минимальной видимой толщине при неизменном расстоянии от ручки до глаза (которое во много раз больше толщины ручки) равно двум. Отношение диаметра d канала к длине L стороны шестигранника равно $d/L = \sqrt{3}/4$. Найдите показатель преломления n материала, из которого сделан корпус.