

Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, второй тур, 2015 год

ЗАДАЧА 1. С наклонной плоскости без проскальзывания скатывается тонкостенная труба, наматывая на себя сверху лёгкую и тонкую верёвку, которую можно считать нерастяжимой. Свободный конец верёвки прикреплен к бруску, лежащему на плоскости выше трубы. Масса трубы M , масса бруска $M/2$. Ось трубы горизонтальна, свободный участок верёвки 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?

$$\frac{gT}{\varepsilon^2 V} = \eta$$

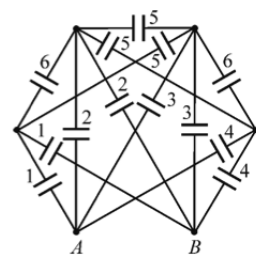
ЗАДАЧА 2. Один моль идеального газа участвует в циклическом процессе $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ холодильной машины. В состоянии 1 газ имеет температуру T_1 и объём V_1 . Известно, что все переходы газа из одного состояния в другое — политропические. Показатель политропы процесса 2–3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

- 1) Определите объём 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 теплоёмкость газа не изменяется: $C = \text{const}$. Уравнение такого процесса имеет вид $pV^n = \text{const}$ или $p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$. Величину n называют показателем политропы.

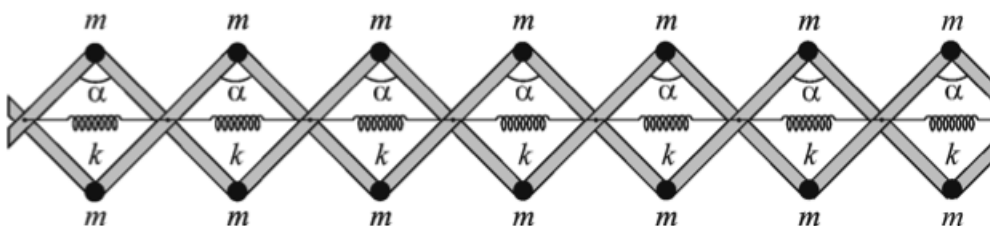
$$(1) \quad \varepsilon_1 V_1^k = \varepsilon_2 V_2^k \quad (2) \quad \text{см. конспект: } \varepsilon_3 T_3 = \varepsilon_2 T_2 \quad \text{или} \quad \eta/T_1 = \varepsilon_2 T_2 / \varepsilon_1 T_1$$

ЗАДАЧА 3. Найдите электрическую ёмкость участка AB цепи, схема которого приведена на рисунке. Ёмкости конденсаторов указаны на схеме в мкФ, ёмкостью соединительных проводов можно пренебречь. Провода соединены только в местах, обозначенных точками.



$$\text{ФЭМ } \varepsilon$$

ЗАДАЧА 4. Шарнирная конструкция состоит из очень большого числа N периодически повторяющихся одинаковых звеньев (см. рисунок).



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.

$$\frac{g}{\omega^2} \Lambda N = L$$

ЗАДАЧА 5. Внутри прозрачного шестигранного корпуса шариковой ручки имеется круглый канал, заполненный чернилами. При рассматривании тёмного канала через прозрачный корпус было отмечено, что вращение корпуса вокруг его оси симметрии приводит к изменению видимой толщины канала с чернилами. Ширина видимой тёмной 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.

$$\bar{z} = u$$

Ответ к задаче 2

Возможны три pV -диаграммы:

