

10 класс

Задача 1. Скольжение груза по доске

На длинном гладком горизонтальном столе лежит доска массы m_2 и длины L , на левом конце которой находится груз массы m_1 . Коэффициент трения между грузом и доской равен μ . Трение между доской и столом отсутствует. Груз m_1 связан с грузом M длиной невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок (рис. 5). Система начинает двигаться из состояния покоя.

1. При каких значениях коэффициента трения μ груз m_1 и доска m_2 будут двигаться как единое целое (без проскальзывания)?
2. Найдите минимальное значение коэффициента трения μ_{\min} , при котором возможно движение без проскальзывания.
3. Пусть $\mu = \mu_{\min}/2$. В этом случае груз m_1 и доска m_2 будут двигаться с разными ускорениями. Через какое время t после начала движения груз соскользнет с доски?

Считайте, что $m_1 = M = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг. Длину доски L примите равной 1 м. Известно, что длина груза много меньше L . Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

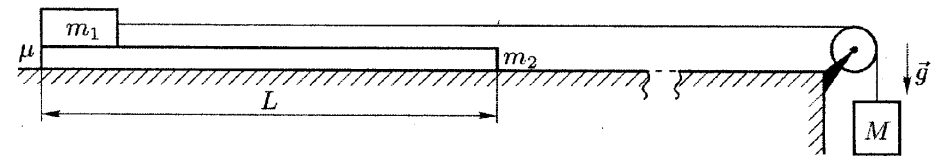


Рис. 5

Задача 2. Диссоциация

При нормальных условиях кислород состоит из двухатомных молекул O_2 . При повышении температуры часть молекул может диссоциировать, в результате чего из каждой молекулы O_2 образуются два атома O . На рисунке 6 показаны два идентичных циклических процесса 1 и 2 в координатах (p, ρ) , где ρ — плотность газа, p — давление. По осям отложены безразмерные величины p/p_0 и ρ/ρ_0 , где p_0 и ρ_0 — некоторые масштабные коэффициенты. При проведении первого эксперимента рабочим веществом служил молекулярный кислород O_2 (низкие температуры). Второй эксперимент проводился при значительно более высоких температурах. При этом часть кислорода находилась в молекулярном (O_2), а часть — в атомарном (O) состоянии, и степень диссоциации не изменялась в течение эксперимента. Масса газа в обоих экспериментах была одной и той же. Известно, что отношение максимальных температур в этих экспериментах $k_{\max} = T_{2,\max}/T_{1,\max} = 5,0$.

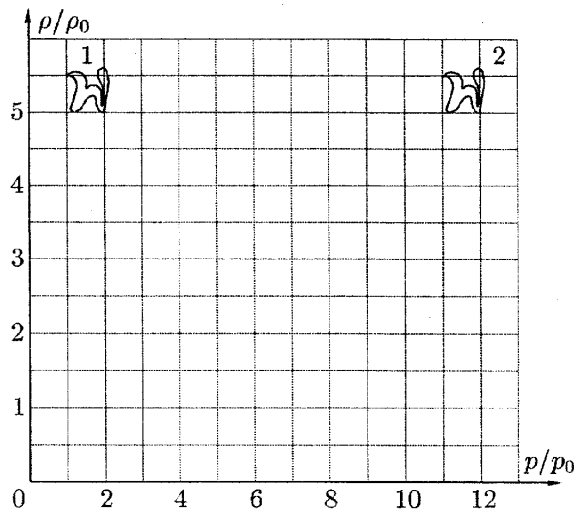


Рис. 6

1. Определите степень диссоциации α (долю диссоциированных молекул) молекул кислорода во втором эксперименте.
2. Определите отношение k_{\min} минимальных температур в этих экспериментах.

Задача 3. Шайба на наклонной плоскости

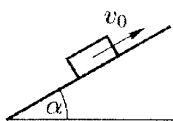


Рис. 7

Небольшую шайбу толкнули вверх вдоль наклонной плоскости с углом наклона α с начальной скоростью v_0 (рис. 7).

1. Через какое время t_0 шайба вернется в исходную точку при отсутствии трения?
2. При каких значениях коэффициента трения μ шайба возвратится назад?
3. Определите время t_μ возврата шайбы в исходную точку при наличии трения.
4. При каком значении коэффициента μ время t_μ будет равно t_0 — времени возврата шайбы при отсутствии трения?

Задача 4. Варистор

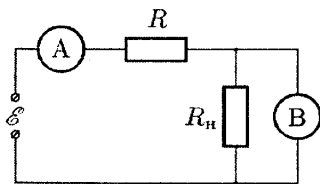


Рис. 8

В некоторых случаях для предохранения электроприборов от больших изменений входного напряжения применяются нелинейные полупроводниковые элементы — варисторы, включаемые параллельно прибору, роль которого на рисунке 8 играет нагрузочное сопротивление R_n . Здесь $R_n = 10 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$ — балластное сопротивление, В — варистор, вольт-амперная характеристика которого изображена

на рисунке 9, I — показания амперметра А, \mathcal{E} — входное напряжение. В номинальном режиме амперметр показывает силу тока $I = I_0 = 1,0 \text{ А}$.

1. Определите входное напряжение \mathcal{E}_1 в номинальном режиме, а также напряжение U_{B1} на варисторе и силу тока I_{B1} , текущего через него.
2. Пусть входное напряжение возросло в 2 раза и стало равным $\mathcal{E}_2 = 2\mathcal{E}_1$. Определите, на сколько увеличилось напряжение на нагрузке и на сколько изменилась сила тока, протекающего через варистор.

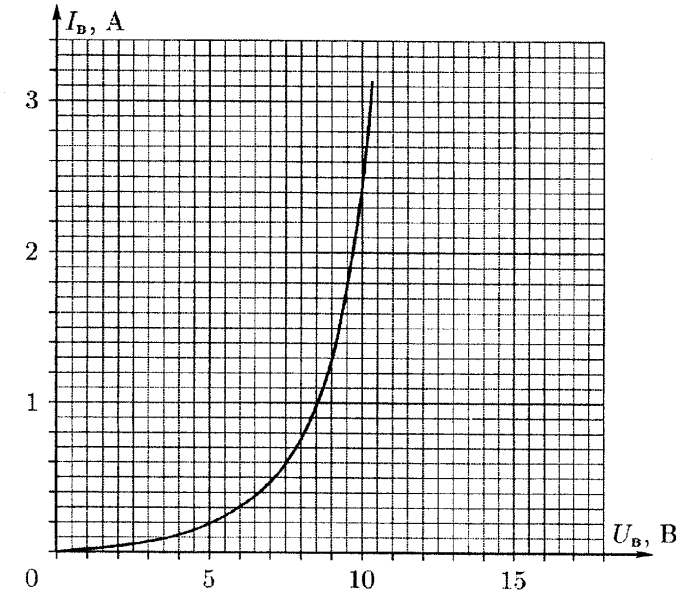


Рис. 9

Задача 5. Цепь с двумя конденсаторами

1. В электрической цепи, состоящей из аккумулятора с ЭДС \mathcal{E} , двух конденсаторов с емкостями $2C$ и C и резистора с некоторым сопротивлением (рис. 10), замыкают ключ K_1 . До какого напряжения зарядятся конденсаторы? Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебрегите.

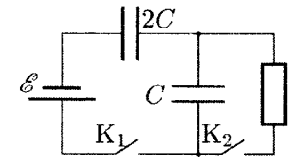


Рис. 10

2. После того, как конденсаторы полностью зарядились, замыкают ключ K_2 , и размыкают его тогда, когда сила тока через аккумулятор уменьшается в 2 раза по сравнению с силой тока через него сразу после замыкания ключа K_2 . Найдите количество теплоты Q , выделившееся в цепи за время, прошедшее с момента замыкания ключа K_2 до момента его размыкания.