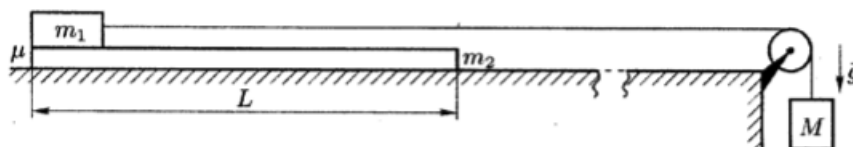


Всероссийская олимпиада школьников по физике

10 класс, финал, 2009/10 год

ЗАДАЧА 1. 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 длинной невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок (рис.). 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.

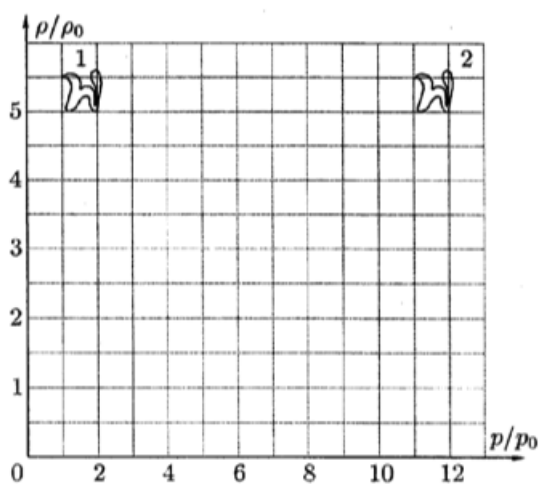
3) Пусть $\mu = \mu_{\min}/2$. В этом случае груз m_1 и доска m_2 будут двигаться с разными ускорениями. Через какое время t после начала движения груз соскользнёт с доски?

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.

$$\mu \geq \frac{1}{2} \left(\frac{2m_1 + m_2 + M}{m_2 + M} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2 + 2 + 1}{2 + 1} \right) = \frac{5}{6} \approx 0,83$$

ЗАДАЧА 2. 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 показаны два идентичных циклических процесса 1 и 2 в координатах (ρ, p) , 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 $k_{\max} = T_{2,\max}/T_{1,\max} = 5,0$.

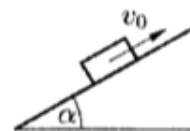


1) Определите степень диссоциации α (долю диссоциированных молекул) молекул кислорода во втором эксперименте.

2) Определите отношение k_{\min} минимальных температур в этих экспериментах.

$$\frac{9}{25} = \frac{\alpha + 1}{1 + \alpha} = \frac{1}{5} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{4} = 0,25$$

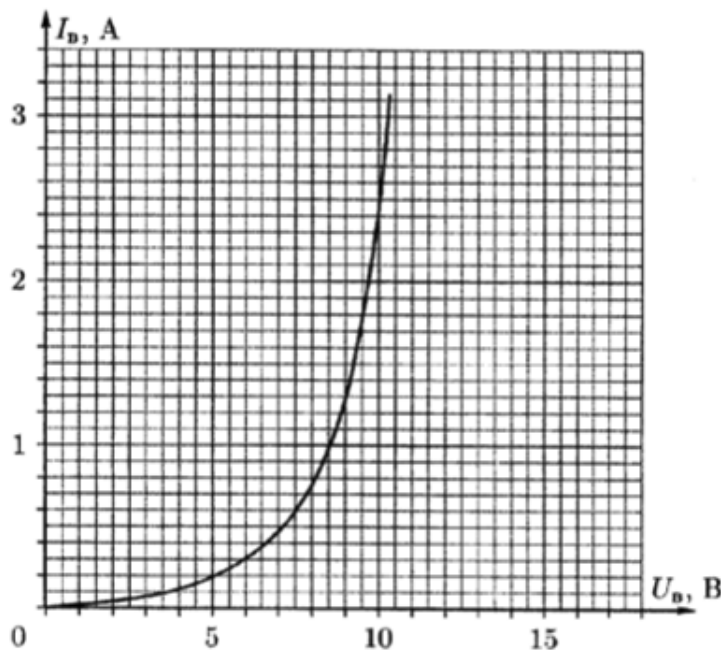
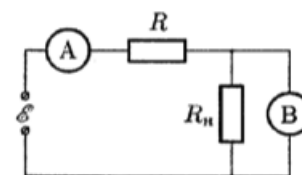
ЗАДАЧА 3. Небольшую шайбу толкнули вверх вдоль наклонной плоскости с углом наклона α с начальной скоростью v_0 (рис.).



- 1) Через какое время t_0 шайба вернётся 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 трения μ время t_μ будет равно t_0 — времени возврата шайбы при отсутствии трения?

$$v_0 \sin \alpha = g \sin \alpha \left(\frac{v_0 \cos \alpha}{g} + \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right) \Rightarrow t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

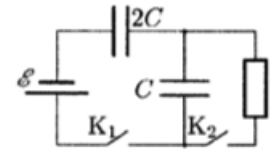
ЗАДАЧА 4. В некоторых случаях для предохранения электроприборов от больших изменений входного напряжения применяются нелинейные полупроводниковые элементы — варисторы, включаемые параллельно прибору, роль которого на правом рисунке играет нагрузочное сопротивление R_n . Здесь $R_n = 10$ Ом, $R = 10$ Ом — балластное сопротивление, В — варистор, вольт-амперная характеристика которого изображена на нижнем рисунке, I — показания амперметра А, \mathcal{E} — входное напряжение. В номинальном режиме амперметр показывает силу тока $I = I_0 = 1,0$ 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 два 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.

$$1) \mathcal{E}_1 = 16,4 \text{ В}, U_{B1} = 6,4 \text{ В}, I_{B1} = 0,36 \text{ А}; 2) U_{B2} = 9,2 \text{ В}, I_{B2} = 1,42 \text{ А}$$

Задача 5. 1) В электрической цепи, состоящей из аккумулятора с ЭДС \mathcal{E} , двух конденсаторов с ёмкостями $2C$ и C и резистора с некоторым сопротивлением (рис.), замыкают ключ K_1 . До какого напряжения зарядятся конденсаторы? Внутренним сопротивлением аккумулятора пренебрегите.



2) После того как конденсаторы полностью зарядились, замыкают ключ K_2 и размыкают его тогда, когда сила тока через аккумулятор уменьшается в два 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.

$$\tau \mathcal{E} \frac{C}{1} = \tau \mathcal{E} \frac{C}{1} = \tau \mathcal{E} \frac{C}{2} = \tau \mathcal{E} \frac{C}{1}$$