

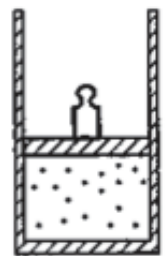
Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2004/05 год

ЗАДАЧА 1. Предположим, что в результате какой-то космической катастрофы Луна остановилась в своём орбитальном движении вокруг Земли. Определите, сколько времени τ Луна будет падать на Землю и с какой относительной скоростью v планеты столкнутся. Расстояние от Земли до Луны $L = 3,84 \cdot 10^5$ км, радиус Земли $R = 6370$ км. Массу и размер Луны можно считать малыми по сравнению с массой и размером Земли.

$$\tau = \sqrt{\frac{2L^3}{g}} = 11,2 \text{ км/с}$$

ЗАДАЧА 2. В состоянии равновесия идеальный двухатомный газ занимает ровно половину объёма теплоизолированного сосуда с массивным теплоизолированным поршнем. На поршень поставили гирию (рис.). Когда система пришла в новое состояние термодинамического равновесия, оказалось, что давление газа возросло на 25%. Затем гирию быстро сняли и вновь дождались наступления равновесного состояния. Сколько таких циклов n установок и снятия гири можно совершить, пока поршень не вылетит из цилиндра при очередном удалении гири? Считайте, что трение между поршнем и стенками цилиндра пренебрежимо мало. Внешним давлением можно пренебречь.

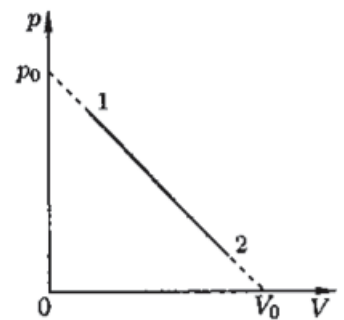


$$n = \left\lceil \frac{86}{66} \right\rceil = 2$$

ЗАДАЧА 3. Разрабатывая кинетическую теорию газов, Клаузиус ввёл в уравнение состояния идеального газа (в расчёте на 1 моль) поправку b , которая имеет смысл собственного объёма молекул газа:

$$p(V - b) = RT.$$

Процесс 1-2 (рис.) производится сначала с одним молем идеального газа, а затем с одним молем газа Клаузиуса. Найдите разность ΔT максимальных температур газов в этих опытах, а также укажите, какая из них больше.



Известно, что $p_0 = 1,51$ МПа, $b = 44$ см³/моль $\ll V_0$, $R = 8,310$ Дж/(моль \cdot К).

$$\Delta T = T_2 - T_1 \approx \frac{2R}{p_0} \approx 4,0 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 4. Сверхпроводящий соленоид длиной $l = 10$ см и площадью поперечного сечения $S = 1,6 \text{ см}^2$ имеет $N = 1000$ витков. В некоторый момент соленоид подключают к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 24$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,2$ Ом. Известно, что при индукции магнитного поля $B_0 = 1,26$ Тл состояние сверхпроводимости обмотки соленоида разрушается. Определите, перейдёт ли в этом эксперименте обмотка соленоида из сверхпроводящего в нормальное состояние, и если да, то через какое время t_0 после подключения, а если нет, то при какой ЭДС \mathcal{E} источника переход бы произошёл. Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ единиц СИ.

$$\text{или } \mathcal{E} \approx \left(\frac{\mathcal{E}_0 N^2 l}{4\pi^2 R} - \mathcal{E} \right) \text{ или } \frac{\mathcal{E}_0}{S \varepsilon_0 N^2 l} - = \mathcal{E}_0 \text{ ; в Г}$$

ЗАДАЧА 5. Цинковый шарик радиусом $R = 1$ см расположен в вакууме вдали от других тел и заряжен до потенциала $\varphi_0 = -0,5$ В (полагая на бесконечности $\varphi = 0$). Шарик осветили монохроматическим ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 290$ нм.

- 1) С какой максимальной скоростью v_1 вылетают фотоэлектроны из шарика?
- 2) Каковую максимальную скорость v_2 будут иметь на большом расстоянии от шарика фотоэлектроны, вылетевшие из него в начале опыта?
- 3) Найдите потенциал φ_1 шарика после продолжительного облучения.
- 4) Какое число N фотоэлектронов покинет шарик при продолжительном облучении ультрафиолетом?

Красная граница фотоэффекта для цинка $\lambda_0 = 332$ нм. Скорость света $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

См. конец листка

Ответ к задаче 5

$$1) v_1 = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)} \approx 4,37 \cdot 10^5 \text{ м/с};$$

$$2) v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2e\varphi_0}{m}} \approx 6,05 \cdot 10^5 \text{ м/с};$$

$$3) \varphi_1 = -\frac{mv_1^2}{2e} \approx +0,54 \text{ В};$$

$$4) N = \frac{4\pi\epsilon_0}{-e} R(\varphi_1 - \varphi_0) \approx 7,2 \cdot 10^6.$$