

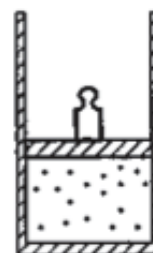
# Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, финал, 2004/05 год

**ЗАДАЧА 1.** Предположим, что в результате какой-то космической катастрофы Луна остановилась в своём орбитальном движении вокруг Земли. Определите, сколько времени  $\tau$  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.

$$\tau = \sqrt{\frac{2L^3}{g}} = 1,12 \cdot 10^4 \text{ с} = 3,11 \text{ ч} \quad v = \sqrt{\frac{2gL}{2}} = 2,8 \text{ км/с}$$

**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  $n$  установки 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.

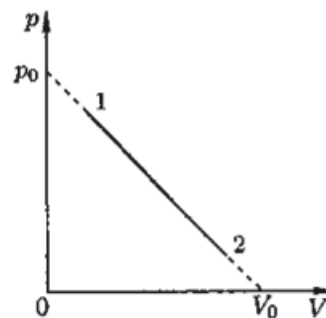


$$n = \frac{\ln \frac{1,25}{0,5}}{\ln 2} = 8,9$$

**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  $\Delta T$  максимальных температур газов в этих опытах, а также укажите, какая из них больше.



Известно, что  $p_0 = 1,51$  МПа,  $b = 44$  см<sup>3</sup>/моль  $\ll V_0$ ,  $R = 8,310$  Дж/(моль · К).

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

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.

$$\text{или } \mu_0 \approx \left( \frac{\mathcal{E} N^2 l}{I_0 S} - r \right) \text{ и } \frac{I_0}{S \mu_0 N^2} - = 0 \text{ и } \mathcal{E} I_0$$

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  $\varphi_1$  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  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  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**

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

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

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

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