

(Мы учли, что в самом начале поршень находился у дна сосуда.) Приращение внутренней энергии газа составляет

$$\Delta U = \nu C_V (T_2 - T_1) = \frac{C_V}{R} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{C_V}{R} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot 3pV = 3A$$

(молярная теплоемкость при постоянном объеме C_V для одноатомного газа равна $3R/2$). Следовательно, газ получил количество теплоты

$$Q = A + \Delta U = 4A = 6kL^2.$$

М.Учителев

Ф1640. Четыре одинаковые тонкие проводящие пластинки площадью S каждая расположены параллельно и очень близко друг к другу; расстояние между соседними пластинками равно d (рис.1). Первую и третью пластинки соединили проводником, между второй и четвертой включили батарейку напряжением U . Какие силы действуют на каждую из пластинок?

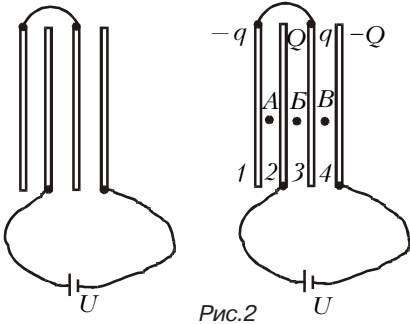


Рис.1

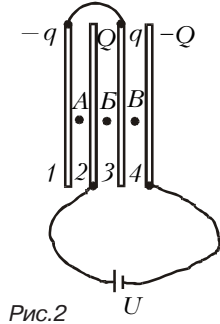


Рис.2

Введем обозначения Q и q для модулей зарядов пластин (рис.2). Выразим через эти величины напряженности поля в точках A , B и V :

$$E_A = -\frac{q}{\epsilon_0 S}, \quad E_B = \frac{Q - q}{\epsilon_0 S}, \quad E_V = \frac{Q}{\epsilon_0 S}.$$

Ясно, что $E_A = -E_B$ (иначе не будут равны потенциалы замкнутых между собой пластин 1 и 3), тогда

$$-q = -(Q - q), \text{ или } Q = 2q.$$

Разность потенциалов между пластинами 2 и 4, соединенными батарейкой, равна

$$E_B d + E_V d = \frac{(Q - q)d}{\epsilon_0 S} + \frac{Qd}{\epsilon_0 S} = U,$$

откуда находим

$$q = \frac{U \epsilon_0 S}{3d}, \quad Q = \frac{2U \epsilon_0 S}{3d}.$$

На пластину 1 действует сила только со стороны пластины 3 (силы со стороны пластин 2 и 4 компенсируются):

$$F_1 = q \cdot \frac{1}{2} E_A = \frac{q^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{U^2 \epsilon_0 S}{18d^2}.$$

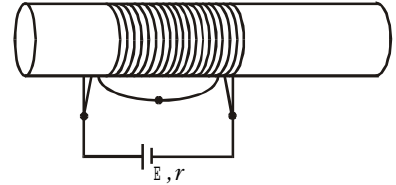
Для остальных пластин получаем

$$F_2 = Q \left(\frac{q}{\epsilon_0 S} - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \right) = 0, \quad F_3 = q \left(\frac{Q}{\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{U^2 \epsilon_0 S}{6d^2},$$

$$F_4 = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{2U^2 \epsilon_0 S}{9d^2}.$$

А.Повторов

Ф1641. Три длинных куска провода сложили вместе и получившимся «тройным» проводом намотали на цилиндрический немагнитный сердечник катушку, состоящую из большого количества витков (см. рисунок). Две из получившихся трех катушек соединили последовательно и к концам образовавшейся двойной катушки параллельно подключили выводы третьей катушки. Систему охладили до температуры, при которой катушки стали сверхпроводящими, и к выводам системы подключили батарейку с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Какие токи будут течь через катушки после того, как эти токи практически перестанут изменяться?



ЭДС катушек в любой момент равны между собой (соединены параллельно), но ЭДС двойной катушки в 2 раза больше (сумма двух ЭДС), что возможно в единственном случае: $\mathcal{E}_i = 0$. Это означает, что поля, создаваемые катушками, друг друга компенсируют (т.е. $B_{\text{общ}} = 0$). Следовательно, токи направлены в противоположные стороны, ток двойной катушки в 2 раза меньше, чем ток одинарной. Сумма токов равна \mathcal{E}/r , так как $\mathcal{E}_i = 0$. Тогда через катушки текут токи $2\mathcal{E}/r$ и $-\mathcal{E}/r$ соответственно.

З.Рафаилов

Ф1642. В сеть переменного напряжения (220 В, 50 Гц) включили последовательно конденсатор некоторой емкости и катушку индуктивностью 1 Гн. Параллельно конденсатору подключили вольтметр с очень большим сопротивлением. При какой емкости конденсатора вольтметр покажет напряжение 220 В? Какую емкость конденсатора ни в коем случае использовать нельзя?

При одинаковых токах катушки и конденсатора их напряжения *противофазны*; значит, *разность* напряжений равна напряжению сети. Это возможно либо при $U_C = 0$ (бесконечно большая емкость), либо при $U_C = 440$ В. В последнем случае емкостное сопротивление конденсатора в 2 раза больше индуктивного сопротивления катушки:

$$\frac{1}{\omega C} = 2\omega L, \text{ откуда } C = \frac{1}{2\omega^2 L} = \frac{1}{8\pi^2 f^2 L} \approx 5 \text{ мкФ}.$$

Нельзя подключать конденсатор, емкостное сопротивление которого равно индуктивному сопротивлению катушки, т.е. $C_{\text{запрещ}} \approx 10$ мкФ (ток потечет очень большой – резонанс все-таки!).

Р.Александров