

изменения высоты уровня жидкости в трубке $\Delta h = \frac{\Delta V}{S}$ постоянна.

Полное изменение высоты равно радиусу трубки r . Поэтому

$$r = \frac{\eta(1-\varphi)P_0}{\rho} \Delta t \sqrt{\frac{\mu}{2\pi RT}},$$

где μ — молярная масса воды, R — универсальная газовая постоянная.

Из этого уравнения получим время испарения:

$$\Delta t = \frac{r\rho}{\eta(1-\varphi)P_0} \sqrt{\frac{2\pi RT}{\mu}} \approx 250 \text{ с}.$$

Отметим, что при решении этой задачи можно было использовать формулу для среднего числа ударов молекул о поверхность, приведенную в школьном учебнике (с коэффициентом $1/6$) и вместо средней скорости пользоваться среднеквадратичной (также используемой в школьном курсе физики) - это не скажется существенно на оценке времени испарения.

11-3. Проводник, находящийся в электрическом поле, является эквипотенциальным, то есть разность потенциалов между двумя любыми точками проводника равна нулю. Так как по условию задачи $l \gg R$, таким образом можно считать шарики уединенными, т. е. пренебречь взаимным влиянием шариков друг на друга. Тогда потенциал поля, создаваемого зарядом шарика, будет равен

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}. \quad (1)$$

Из соображений симметрии ясно, что заряды крайних шариков равны по величине и противоположны по знаку $q_I = -q_N$. тогда, по принципу суперпозиции, разность потенциалов между крайними шариками может быть записана в виде

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_0 + (\varphi_N - \varphi_I),$$

где $\Delta\varphi_0 = E(N-l)l$ — разность потенциалов, создаваемая внешним полем E , $((N-l)l$ — расстояние между крайними шариками); φ_I, φ_N — потенциалы полей, создаваемых индуцированными зарядами этих шариков. Как уже отмечалось, $\Delta\varphi = 0$, поэтому

$$E(N-l)l - \frac{2q_I}{4\pi\epsilon_0 R} = 0.$$

Откуда

$$q_l = 2\pi\epsilon_0 RE(N-1)l.$$

11-4. Попытаемся разобраться в сущности проходящих процессов. При движении проводника в магнитном поле на свободные заряды в проводнике действует сила Лоренца, которая заставляет заряды двигаться перпендикулярно векторам индукции магнитного поля \vec{B} и скорости проводника. Наличие этой силы приводит к тому, что на поверхности проводника возникают заряды. Такое движение зарядов будет продолжаться до тех пор, пока сила электрического поля, созданного индуцированными зарядами, не будет компенсировать силу Лоренца. Для металлов время установления такого равновесия чрезвычайно мало ($\approx 10^{-14}$ с). Поэтому можно считать, что поверхностная плотность индуцированных зарядов σ все время соответствует скорости движения проводника v (даже если скорость проводника изменяется). Найдем это соответствие. Сила Лоренца $F_l = evB$. Сила электрического поля

$$F_{эл} = eE = e \frac{\sigma}{\epsilon_0}.$$

Поэтому

$$\sigma = \epsilon_0 vB. \quad (1)$$

Так как скорости проводника изменяется, таким образом изменяется и величина σ . Изменение поверхностной плотности заряда обусловлено электрическим током внутри проводника. Сила этого тока

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = S \frac{\Delta \sigma}{\Delta t} = S \epsilon_0 B \frac{\Delta v}{\Delta t} = S \epsilon_0 B a,$$

где $S = \pi R^2$ — площадь диска, а a — его ускорение.

Наличие тока приводит к тому, что на диск действует сила Ампера F_A , направленная вертикально. Причем

$$F_A = IBd = S \epsilon_0 dB^2 a.$$

Тогда уравнение движения диска имеет вид

$$ma = -kx - S \epsilon_0 dB^2 a$$

или

$$a = -\frac{k}{m + S \epsilon_0 dB^2} x.$$