

касаются первого шара, далее этот цикл повторяют. Обозначим x_k , y_k - заряды шаров после k циклов переноса (один цикл – два переноса заряда из первого на второй, а затем из второго на первый).

3.1 Пусть на шаре радиуса R находится заряд Q , если к этому шару поднести небольшой шарик радиуса r , то на этот шарик перейдет заряд равный $q = \gamma Q$. Оцените коэффициент γ в данной формуле. В дальнейшем считайте его известным.

3.2 Найдите заряды шаров x_k , y_k после k циклов переноса заряда.

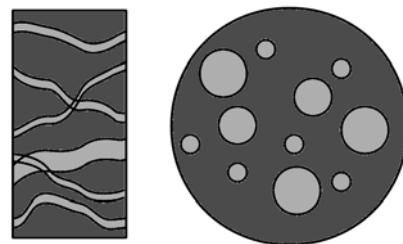
3.3 Пусть $\frac{x_0}{y_0} = 10$, $\gamma = 0,10$. Сколько циклов переноса заряда необходимо совершить, чтобы относительная разность зарядов шаров стала меньше 1,0%?

Задача 11.2 Порометрия

В данной задаче мы предлагаем Вам рассмотреть методы исследования пористых тел. Используя порошок, волокна или ячеистый материал можно получать пористые тела с различными размерами и геометрией пор. Основной характеристикой таких тел является пористость, равная отношению объема пустот к общему объему образца:

$$\xi = V_{\text{п}} / V_0.$$

Простая модель пористого тела изображена на рисунке. Поры представляют собой каналы различного радиуса, но практически одинаковой длины. Все поры открытые и имеют выход на поверхность образца. Диаметры пор на рисунке, безусловно, очень сильно преувеличены. Для простоты, можно считать, что поры не пересекаются друг с другом. Кроме того, исследуемый в задаче образец сделан из материала очень хорошо смачиваемого водой.

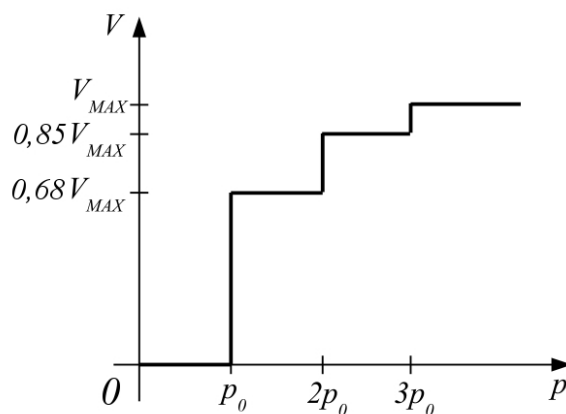


Часть 1. Взвешивание в воде

Самый простой способ определения пористости состоит в следующем. Образец взвешивают в воздухе, затем в воде. После это высушивают, обмазывают тонким слоем парафина, закрывающего поры, и снова взвешивают в воде. Оказалось, что исследуемый нами образец весит в воде в два раза, а с закрытыми порами в три раза меньше. Определите пористость образца.

Часть 2. Ртутная интрузионная порометрия

Данный метод позволяет не только определить пористость, но и узнать распределение пор по диаметру. Суть метода заключается в следующем. В специальной камере из пор выкачивают воздух, а затем начинают вдавливать в образец ртуть. В эксперименте измеряют зависимость вошедшего в образец объема ртути от давления. Используя график этой зависимости и считая известными значения давления p_0 и поверхностного натяжения ртути σ_p , определите, поры какого радиуса



существуют в исследуемом образце и какое их относительное количество (отношение количества пор данного радиуса к общему количеству пор).

Ртуть совсем не смачивает материал образца. V_{MAX} - максимальный объем ртути, который можно вдавить в образец.

Часть 3. Порометрия капиллярных потоков

Еще один метод, позволяющий измерить диаметр пор. Исследуемый образец погружают в воду, которая заполняет все поры (материал образца хорошо смачивается водой). Затем образец устанавливается в трубу. С одной стороны трубы под давлением подается идеальный газ, который постепенно вытесняет воду, с другой — регистрируется массовый расход газа, прошедшего через образец. В эксперименте измеряют зависимость **массового** расхода газа q от разности давления газа Δp по обе стороны образца.

Считайте, что скорость движения газа в поре прямо пропорциональна разности давлений и одинакова по сечению поры.

Нарисуйте качественный график зависимости q от Δp для образца, исследованного в части 2. Объясните полученные вами зависимости.

Поверхностное натяжение воды — σ_B . Температура газа поддерживается постоянной.

Задача 11.3 Испарение воды

В данной задаче вам необходимо оценить скорость испарения воды.

Используйте следующие характеристики воды и водяного пара:

- молярная масса $M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$;

- плотность воды $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

- универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$; постоянная Больцмана

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$;

- атмосферное давление считать постоянным и равным $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ температуру воздуха и воды во всех пунктах задачи также считать постоянной и равной $t_0 = 20^\circ\text{C}$;

- давление насыщенного пара при данной температуре равно $p_n = 2,3 \text{ кПа}$;

- при попадании молекул воды из пара на свободную поверхность жидкости только $\eta = 4,0\%$ молекул задерживаются ею, остальные отражаются;

- коэффициент диффузии молекул воды в воздухе при заданных условиях равен

$D = 3,1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

- абсолютный нуль температуры $t_0 = -273,15^\circ\text{C}$.

1. Покажите, что число молекул газа, ударяющихся о площадку единичной площади за единицу времени, пропорционально концентрации молекул и средней скорости их движения. Получите формулу для расчета числа ударов молекул газа.