

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

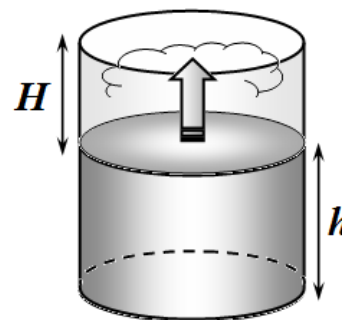
1. Покажите, что число молекул газа, ударяющихся о площадку единичной площади за единицу времени, пропорционально концентрации молекул и средней скорости их движения. Получите формулу для расчета числа ударов молекул газа.

2. В вертикальном открытом цилиндрическом сосуде находится вода при заданных условиях.

2.1 Определите число молекул воды, вылетающих с единицы площади свободной поверхности в единицу времени.

2.2 Считая, что все молекулы воды, вылетевшие с ее поверхности, назад не возвращаются, рассчитайте скорость высыхания воды в сосуде, т.е. скорость изменения высоты ее уровня $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ (Получите формулу и найдите численное

значение, выразив его в $\frac{\text{м}}{\text{час}}$)



3. Скорее всего, полученная в предыдущем пункте оценка скорости высыхания сильно завышена. Уточните ее, считая, что над водой находится воздух, влажность которого равна $\varphi = 70\%$.

4. Скорее всего, что новая оценка также завышена! Поэтому учтите влияние диффузии водяного пара в сосуде на скорость испарения. Пусть высота свободной части сосуда над поверхностью воды равна $H = 10 \text{ см}$. В сосуде установится некоторое стационарное распределение концентрации молекул водяного пара по высоте (влиянием боковых стенок можно пренебречь и считать, что концентрация молекул пара зависит только от высоты). Вне сосуда (то есть на высоте $H = 10 \text{ см}$ над поверхностью воды) находится воздух, влажность которого равна $\varphi = 70\%$. Обозначим влажность воздуха, непосредственно примыкающего к поверхности воды φ_0 .

4.1 Найдите зависимость влажности воздуха от расстояния до свободной поверхности воды.

4.2 Рассчитайте количество молекул воздуха, покидающих сосуд в единицу времени (величины граничных влажностей φ , φ_0 и площадь поперечного сечения сосуда считайте известными).

4.3 Найдите влажность воздуха, непосредственно примыкающего в свободной поверхности воды φ_0 .

4.4 Рассчитайте скорость высыхания воды с учетом вертикальной диффузии молекул воды.

Теоретическая подсказка.

Диффузионный поток (число молекул пересекающих площадку единичной площади в единицу времени) определяется законом Фика

$$q = D \frac{\Delta n}{\Delta z},$$

где Δn - изменение концентрации молекул диффундирующих молекул на расстоянии Δz , D - коэффициент диффузии.

