

Исследование явления осмоса на базе лабораторного стенда и расчёт зависимостей

Нестеров И.Д.

Содержание

Введение	2
Осмоз	2
Осмотическое давление	3
Осмотический поток	3
Ход работы	4
Растворы	4
Установка	4
Наблюдения	6
Обработка данных	8
Вычисление осмотического давления и его временной зависимости	8
Вычисление осмотического потока	10
Результаты и Выводы	11

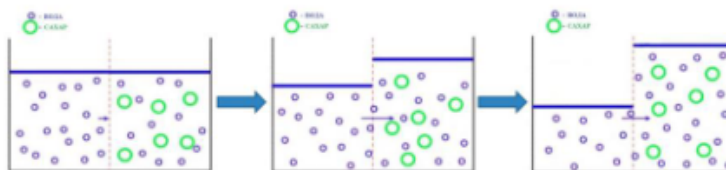
Введение

Цель работы: Ознакомиться и научиться проводить исследования осмотических процессов в частности провести расчёты осмотического давления и осмотического потока, используя законы Фика.

Осмоз

Осмоз – частный случай *диффузии*. Другими словами, это диффузия воды через полупроницаемую мембрану вниз по градиенту концентрации, когда растворенное вещество не может диффундировать через мембрану, а вода может, если мембрана проницаема для воды, но не для растворенного вещества. Вода будет выравнивать свою собственную концентрацию путем диффундирования в сторону с более низкой концентрацией воды.

- Вода считается универсальным растворителем - она связывает и растворяет полярные или заряженные молекулы (растворённые вещества)
- Поскольку растворённые вещества не могут проникнуть через клеточную мембрану без посторонней помощи, вода будет перемещаться, чтобы уравнивать оба раствора
- При более высокой концентрации растворённого вещества в растворе меньше свободных молекул воды, поскольку вода связана с растворённым веществом



Осмотическое давление

Осмотическое давление можно определить как минимальное давление, которое необходимо приложить к раствору, чтобы остановить поток молекул растворителя через полупроницаемую мембрану (осмос). Это коллигативное свойство, которое зависит от концентрации частиц растворенного вещества в растворе. Для вычисления осмотического давления можно воспользоваться уравнением Вант-Гоффа:

$$\pi = iCRT \quad (1)$$

где π – осмотическое давление, i – изотонический коэффициент, C – концентрация растворённого вещества, R – универсальная газовая постоянная, T – температура вещества.

Для воды $i = 1.015$

Осмотический поток

Для расчёта потока используем стандартную формулу для диффузного потока, однако с учетом того, что осмос является односторонним процессом диффузии, где движущая жидкость является вода, интерпретируя закон Фика под эту цель.

Первый закон Фика:

$$J = -D \frac{dC}{dx} \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии, $\frac{dC}{dx}$ – градиент концентрации вещества.

Ход работы

Растворы

Было приготовлено два раствора $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ с разными концентрациями. Концентрация первого раствора составляла 10%, второго - 20%.

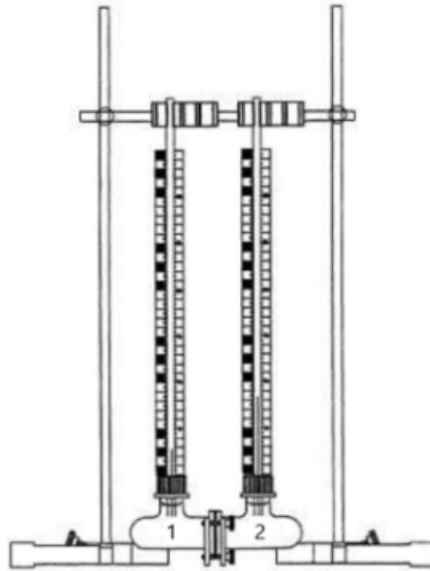
Установка

Для наблюдения и демонстрации осмотических процессов идеально подходит камера для осмоса и электрохимии. В обычной форме устройство имеет две стеклянные концевые камеры и двух резиновых уплотнительных колец, соединенных с помощью фланцевого держателя. Все камеры располагают стеклянную короткую трубку с резьбой GL25, на которую можно накрутить винтообразную крышку с кольцом уплотнения (25/8 мм). Экспериментируя с осмосом, стеклянные капиллярные трубки вставляют в эти соединительные крышки.



Чтобы собрать двухкамерное устройство, Необходимо расположить подходящую полупроницаемую мембрану, изготовленную из целлофана, между двумя уплотнительными кольцами, а затем скрепить вместе две камеры прямоугольным зажимом, вместе с уплотнительными кольцами.





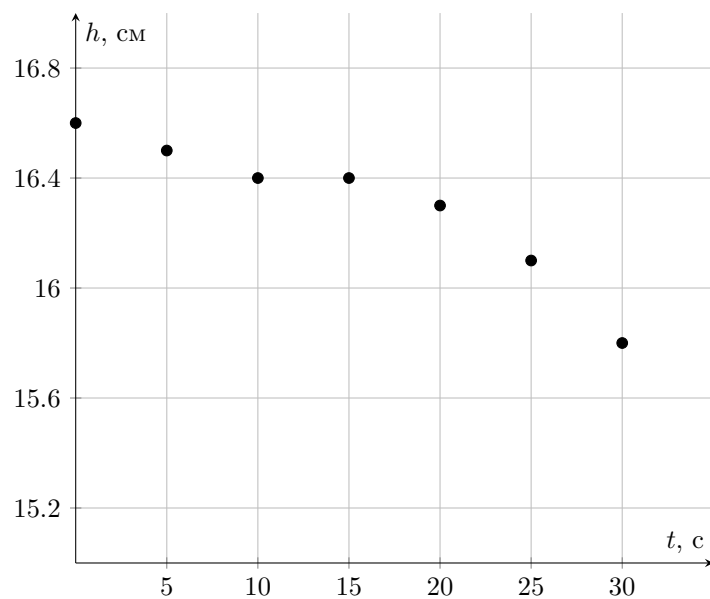
Характеристики компонентов:

- Внешний диаметр камеры: $D_o = 3.4$ см
- Внутренний диаметр камеры: $D_i \approx 3$ см
- Диаметр фланца: $D_o = 4.7$ см
- Толщина фланца: $d_o = 1$ мм
- Длина сегмента: $L \approx 90$ мм
- Высота: $H \approx 85$ мм
- Объём одного сегмента: $V \approx 65$ мл

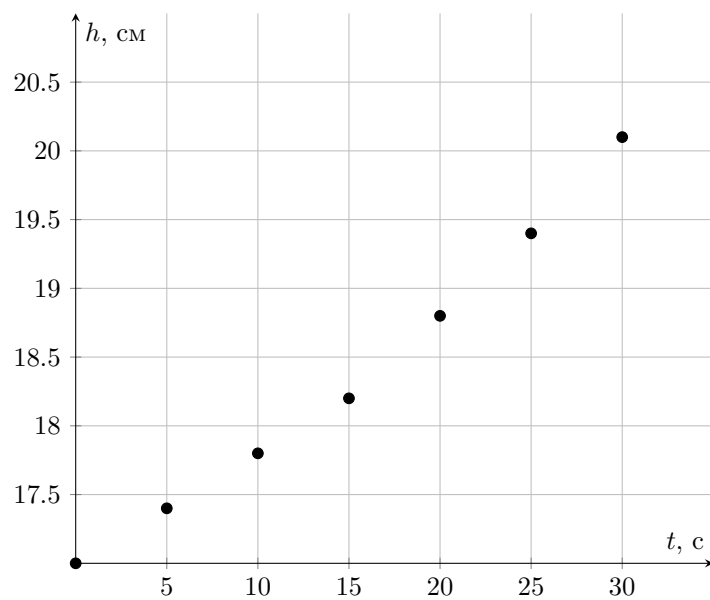
Наблюдения

После сбора установки и начала эксперимента каждые 5 минут производились измерения высоты столбцов с растворами.

Динамика высоты жидкости в первом сосуде, в котором концентрация составляла 10%:



Динамика высоты жидкости во втором сосуде, в котором концентрация составляла 20%:



Обработка данных

Вычисление осмотического давления и его временной зависимости

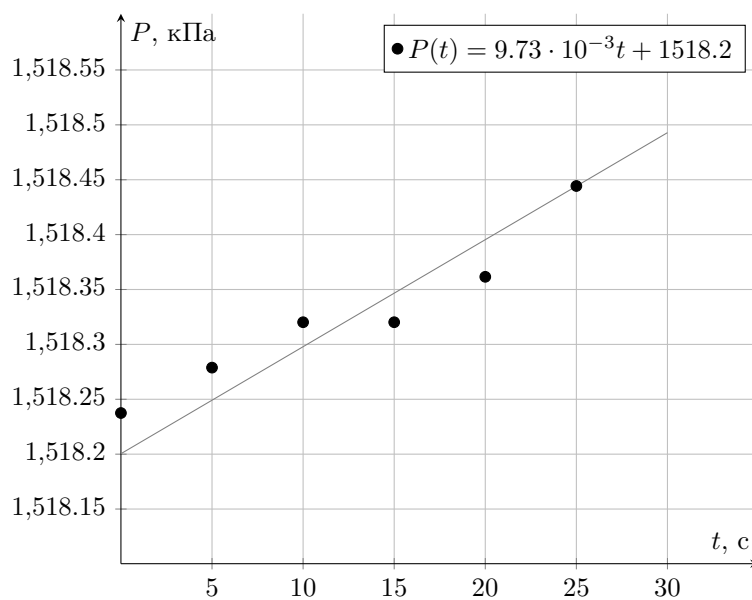
В соответствии с формулой (1) могут быть вычислены значения осмотического давления в сосудах:

$$\pi = i \frac{m}{M} \frac{RT}{V_0 \pm \Delta V} \quad (3)$$

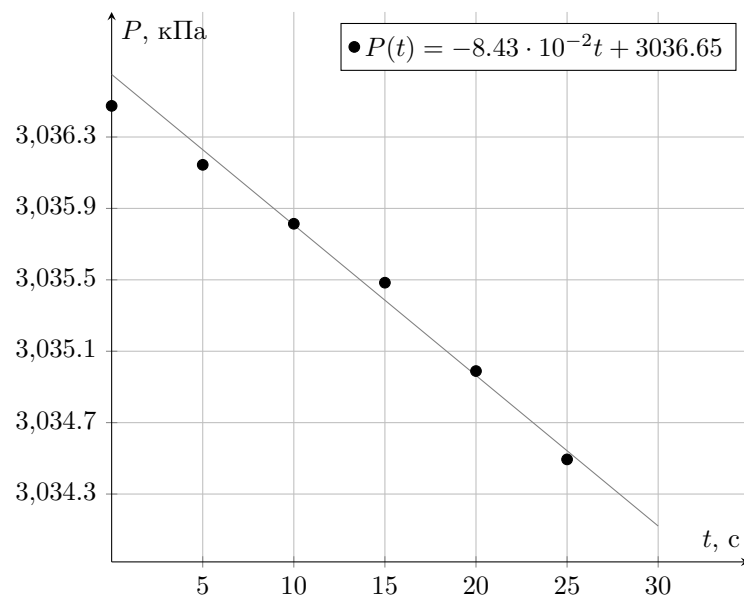
Где ΔV - объём жидкости, которая перетекла из сосуда в сосуд.

Зависимость осмотического давления от времени отражена на графиках ниже.

Для первого сосуда:



Для второго сосуда:



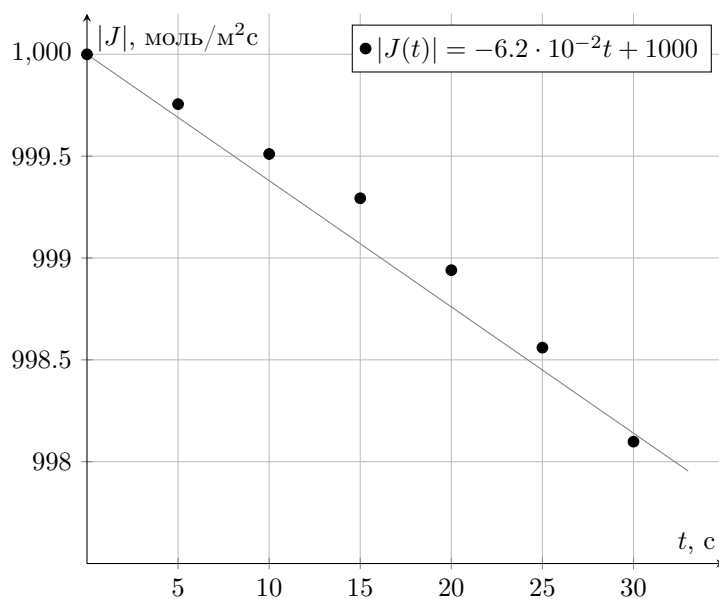
Вычисление осмотического потока

В соответствии с формулой (2) величина осмотического потока может быть приблизительно вычислена следующим образом:

$$J = -D \frac{|\Delta C|}{\Delta x} = -D \frac{|C_1 - C_2|}{\Delta x} \quad (4)$$

Значение коэффициента диффузии для воды: $D \approx 10^{-9}$

Была установлена зависимость осмотического потока с течением времени:



Результаты и Выводы

В результате проведённых опытов по изучению осмотических процессов с медным купоросом были вычислены экспериментально осмотические давления для обоих сосудов, а также осмотический поток через полупроницаемую мембрану.