

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторная работа 2.2.1
Исследование взаимной диффузии газов

Устюжанина Мария
Группа Б01-107

Цель работы: 1) регистрация зависимости концентрации гелия в воздухе от времени с помощью датчиков теплопроводности при разных начальных давлениях; 2) определение коэффициента диффузии по результатам измерений.

В работе используются: термостат; герметический сосуд, заполненный исследуемой жидкостью; отсчетный микроскоп.

Введение.

В данной работе исследуется взаимная диффузия гелия и воздуха. Давление P и температура T в условиях опыта предполагаются неизменными.

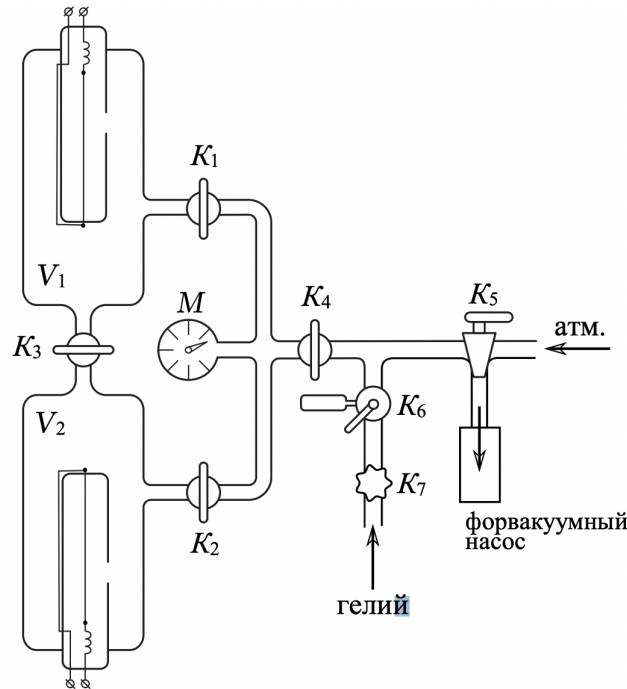


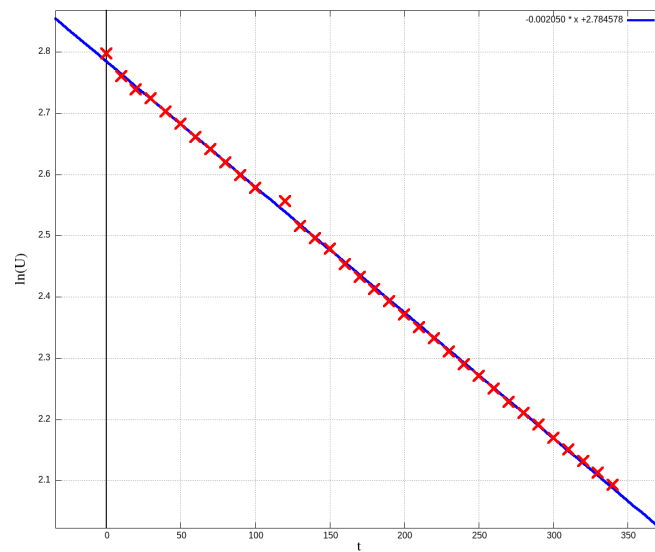
Рис. 1: Схема установки

Обработка данных:

1. Убедимся, что процесс диффузии подчиняется закону $\Delta n = \Delta n_0 e^{-t/\tau}$. С этой целью для каждого из рабочих давлений построим графики зависимости $U(t)$ в логарифмическом масштабе по оси ординат. Также по угловым коэффициентам и известным геометрическим параметрам установки рассчитаем коэффициенты взаимной диффузии при выбранных рабочих давлениях. И рассчитаем погрешность.

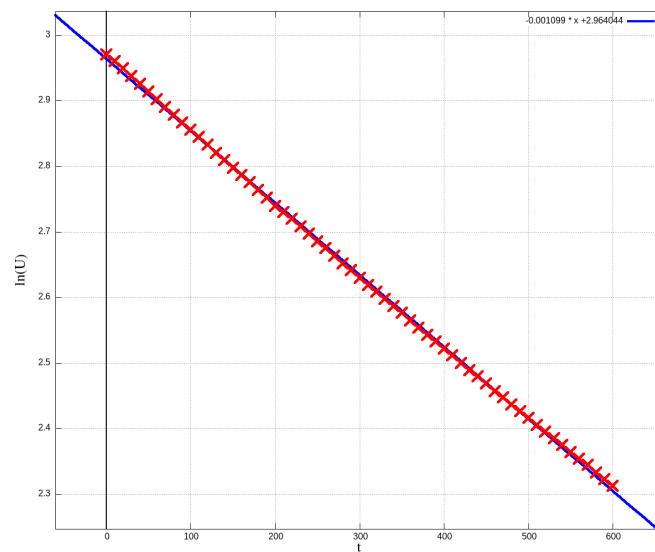
При $P_{\text{раб}} = 40 \text{ торр}$:

$$\frac{d(\Delta n)}{dt} = -\frac{\Delta n}{\tau} = (2.05 \pm 0.01) \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$$

Рис. 2: $\ln(U(t))$ при $P_{\text{раб}} = 40$ торр

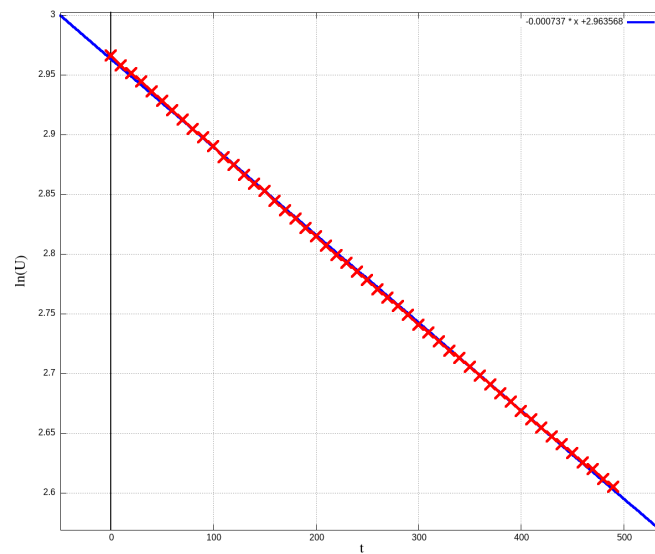
При $P_{\text{раб}} = 80$ торр:

$$\frac{d(\Delta n)}{dt} = -\frac{\Delta n}{\tau} = (1,099 \pm 0.005) \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{М}^3 \cdot \text{с}}$$

Рис. 3: $\ln(U(t))$ при $P_{\text{раб}} = 80$ торр

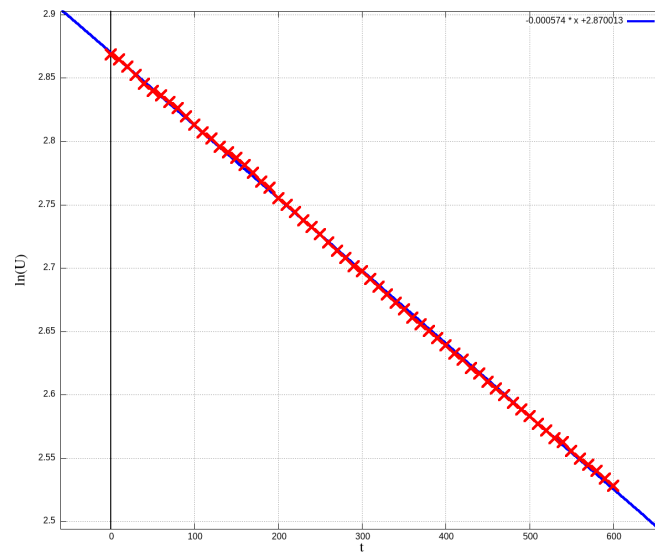
При $P_{\text{раб}} = 120$ торр:

$$\frac{d(\Delta n)}{dt} = -\frac{\Delta n}{\tau} = (737 \pm 2) \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{М}^3 \cdot \text{с}}$$

Рис. 4: $\ln(U(t))$ при $P_{\text{раб}} = 120$ торр

При $P_{\text{раб}} = 160$ торр:

$$\frac{d(\Delta n)}{dt} = -\frac{\Delta n}{\tau} = (574 \pm 2) \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$$

Рис. 5: $\ln(U(t))$ при $P_{\text{раб}} = 160$ торр

Построим график зависимости коэффициента диффузии от обратного давления в координатах $D(\frac{1}{P})$.

$$D(\frac{1}{P}) = \frac{VL}{2S\tau}$$

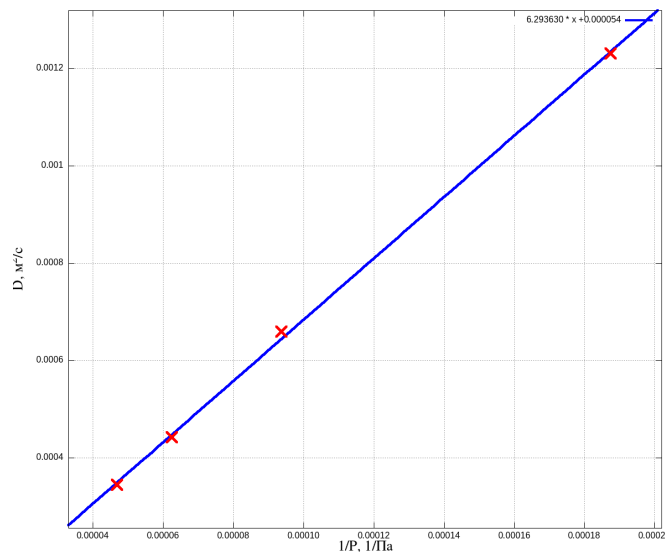


Рис. 6: $D(\frac{1}{P})$. Получилась линейная зависимость: $y = (6.29 \pm 0,07)x + 6 \cdot 10^{-5}$

Экстраполируем график к атмосферному давлению:

$$D(\frac{1}{P}) = (1,23 \pm 0,01)\text{см}^2/\text{с}$$

Вывод В данной лабораторной работе была исследована зависимость коэффициента взаимной диффузии при разных рабочих давлениях. Были получены зависимости коэффициента диффузии от обратного давления в координатах $D(\frac{1}{P})$. Сравнивая полученные нами значения ($D(\frac{1}{P}) = (1,23 \pm 0,01)\text{см}^2/\text{с}$) с табличным ($D_{\text{табл}}(\frac{1}{P}) = 0,66\text{см}^2/\text{с}$), видим, что хоть полученное значение и не совпало с табличным в пределах погрешности, оно достаточно близко к нему.

Возможные причины расхождения теории могут заключаться в том, что температура, при которой проводился эксперимент, была около 295K, табличные значения определены для температуры 273 K, причём при более высокой температуре значения оказались выше, что и предсказывает уравнение Эйнштейна для связи коэффициента диффузии и подвижности частицы: $D = kTB$ (подвижность частицы также прямо пропорциональна значению температуры). Так что теоретически, с повышением температуры коэффициент диффузии должен повыситься, что и произошло.