

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа физики и исследований им. Ландау

Отчёт о выполнении лабораторной работы

2.2.1

Исследование взаимной диффузии газов

Автор:
Сенокосов Арсений Олегович
Б02-012

Долгопрудный
16 августа 2021 г.

1 Введение

Цель работы:

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

В работе используются: измерительная установка; форвакуумный насос; баллон с газом (гелий); манометр; источник питания; магазин сопротивлений; гальванометр; секундомер.

2 Теоретические сведения

Диффузией называют самопроизвольное взаимное проникновение веществ друг в друга, происходящее вследствие хаотичного теплового движения молекул. При перемешивании молекул разного сорта говорят о взаимной (или концентрационной) диффузии.

Диффузия в системе, состоящей из двух компонентов a и b (бинарная смесь), подчиняется закону Фика: плотности потока компонентов $j_{a,b}$ (количество частиц, пересекающих единичную площадку в единицу времени) пропорциональны градиентам их концентраций $\nabla n_{a,b}$, что в одномерном случае можно записать как

$$j_a = -D \frac{\partial n_a}{\partial x}, \quad j_b = -D \frac{\partial n_b}{\partial x},$$

где D – коэффициент взаимной диффузии компонентов. Знак «минус» отражает тот факт, что диффузия идёт в направлении выравнивания концентраций. Равновесие достигается при равномерном распределении вещества по объёму сосуда ($\partial n / \partial x = 0$).

В данной работе исследуется взаимная диффузия гелия и воздуха. Давление P и температура T в условиях опыта предполагаются неизменными: $p = (n_{He} + n_v)kT$, где n_{He} и n_v – концентрации (объёмные плотности) диффундирующих газов. Поэтому для любых изменений концентраций справедливо $\Delta n_{He} = -\Delta n_v$. Следовательно, достаточно ограничиться описанием диффузии одного из компонентов, например гелия n_{He} :

$$j_{He} = -D \frac{\partial n_{He}}{\partial x}.$$

Приведём теоретическую оценку для коэффициента диффузии. В работе концентрация гелия, как правило, мала ($n_{He} \ll n_v$). Кроме того, атомы гелия существенно легче молекул, составляющих воздух ($\mu_{He} \ll \mu_{O_2}, \mu_{N_2}$), значит и их средняя тепловая скорость велика по сравнению с остальными частицами. Поэтому перемешивание газов в работе можно приближенно описывать как диффузию примеси лёгких частиц He на практически стационарном фоне воздуха. Коэффициент диффузии в таком приближении равен

$$D = \frac{1}{3} \lambda \bar{v}, \quad (1)$$

где $\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ – средняя тепловая скорость частиц примеси, $\lambda = \frac{1}{n_0\sigma}$ – их длина свободного пробега, n_0 – концентрация рассеивающих центров (фона), σ – сечение столкновения частиц примеси с частицами фона.

Таким образом, теория предсказывает, что коэффициент диффузии бинарной смеси обратно пропорционален давлению в системе $D \propto 1/P$, и не зависит от пропорций компонентов, что и предлагается проверить в работе экспериментально.

3 Схема эксперимента

Для исследования взаимной диффузии газов и измерения коэффициента взаимной диффузии D используется два сосуда объёмами V_1 и V_2 ($V_1 \approx V_2 = V$), соединенные трубкой длины L и сечения S (рис. 1). Предполагается, что сосуды заполнены смесью двух газов при одинаковом давлении, но с различной концентрацией компонентов. Вследствие взаимной диффузии, проходящей в соединительной трубке, концентрации компонентов в сосудах с течением времени выравниваются.

Важно отметить, что диффузия – относительно медленный процесс, и для его наблюдения необходимо отсутствие конвекции, т. е. макроскопических течений газа. Для этого необходимо обеспечить равенство давлений и температур в сосудах до начала измерений.

В общем случае концентрации компонентов $n(t, x)$ зависят от как от координаты, так и времени. Задача упрощается, если объём соединительной трубки мал по сравнению с объёмами сосудов – тогда концентрации газов $n_1(t)$ и $n_2(t)$ внутри каждого сосуда можно считать постоянными по всему объёму сосуда, и принять, что процесс выравнивания концентраций происходит благодаря диффузии в трубке.

Рассмотрим подзадачу о диффузии в соединительной трубке. Предположим сперва, что концентрации примеси (гелия) на её торцах поддерживаются постоянными и равными n_1 и n_2 соответственно. Тогда через некоторое время в трубке установится стационарный поток частиц, одинаковый в каждом сечении трубки (в противном случае, если бы поток зависел от x , частицы бы накапливались в трубке, и процесс перестал бы быть стационарным). Применяя закон Фика в трубке, получим

$$j = -D \frac{\partial n}{\partial x} = \text{const}$$

Следовательно, распределение концентрации в трубке $n(x)$ – линейная функция:

$$n(x) = \frac{\Delta n}{L} x \quad (2)$$

и плотность потока частиц всюду постоянна и равна

$$j = -D \frac{\Delta n}{L}, \quad (3)$$

где $\Delta n = n_2 - n_1$ – разность концентраций гелия на концах трубки.

Теперь вернёмся к процессу выравнивания концентраций в сосудах. Частицы перетекают из сосуда 2 в сосуд 1 по трубке и концентрации $n_1(t)$ и $n_2(t)$ меняются во времени. Предположим, что этот процесс происходит достаточно медленно, так что в трубке в любой момент времени успевает установиться практически стационарное течение, описываемое формулами (2), (3). Такое приближение называют квазистационарным. Кроме того, будем считать, что в пределах каждого сосуда частицы распределены равномерно, так что концентрации примеси вблизи трубки и в остальных частях сосуда отличаются мало. Тогда полное число частиц примеси в сосудах равно соответственно $N_1 = n_1 V$ и $N_2 = n_2 V$. Произведение плотности потока (3) на площадь сечения трубки S даёт количество частиц, пересекающих в единицу времени любое поперечное сечение трубки. Поэтому

$$\frac{dN_1}{dt} = jS, \quad \frac{dN_2}{dt} = -jS.$$

Выразим отсюда скорость изменения Δn . Вычитая из второго равенства первое и деля результат на объём сосуда V , с учетом (3) получим

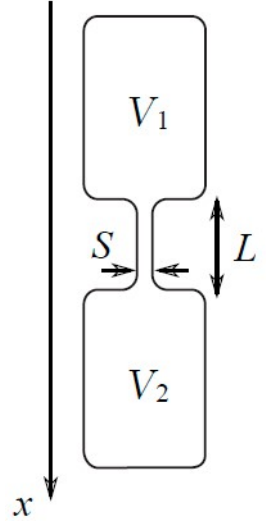


Рис. 1: Общая схема установки

$$\frac{d(\Delta n)}{dt} = -\frac{\Delta n}{\tau}, \quad (4)$$

где введено обозначение

$$\tau = \frac{1}{D} \frac{VL}{2S}. \quad (5)$$

Интегрируя (4), получаем, что разность концентраций будет убывать по экспоненциальному закону

$$\Delta n = \Delta n_0 e^{-t/\tau}, \quad (6)$$

где Δn_0 – разность концентраций примеси в сосудах в начальный момент времени. Видно, что величина τ есть характерное время выравнивания концентраций между сосудами. Оно определяется геометрическими размерами установки и коэффициентом диффузии.

Отметим, что для применимости квазистационарного приближения необходимо убедиться, что время процесса τ много больше характерного времени диффузии отдельной частицы вдоль трубки L , которое согласно закону Эйнштейна–Смолуховского по порядку величины равно

$$\tau_{\text{диф}} \sim L^2/2D.$$

Кроме того, если сосуды расположены вертикально, может возникнуть вопрос о влиянии силы тяжести на диффузию. Влиянием гравитации можно пренебречь, если перепад потенциальной энергии в сосуде много меньше энергии теплового движения частиц $mgh \ll kT$. Нетрудно проверить, что для молекулярной диффузии в нашем эксперименте это выполняется с большим запасом.

4 Методика измерений

Для измерения разности концентраций в установке применяются датчики теплопроводности. При этом используется тот факт, что теплопроводность κ смеси зависит от её состава. В общем случае зависимость $\kappa(n)$ довольно сложна, однако при малой разности Δn концентраций в сосудах можно ожидать, что разность теплопроводностей будет изменяться прямо пропорционально Δn :

$$\Delta \kappa = \kappa(n_2) - \kappa(n_1) \approx \text{const} \cdot \Delta n.$$

Эксперименты показывают, что если доля примеси гелия составляет менее 15%, отклонение от линейной зависимости не превышает 0,5%, что для наших целей вполне достаточно.

Сами датчики теплопроводности устроены следующим образом. Тонкая платиновая проволока, протянутая вдоль оси стеклянного цилиндра, нагревается током. Внутренняя полость датчика сообщается с объёмом камеры через отверстия, размеры которых таковы, что скорость диффузии из объёма сосуда в полость датчика значительно больше скорости диффузии из одного объёма в другой. Таким образом, состав газа в датчике практически совпадает с составом газа в объёме. Тепло от проволоки к стенке цилиндра передаётся главным образом за счёт теплопроводности газа, находящегося внутри цилиндра. При заданной мощности нагрева приращение температуры проволоки и, следовательно, приращение её сопротивления пропорциональны теплопроводности газа.

Для измерения сопротивлений используется мостовая схема, позволяющая определять разность показаний датчиков с высокой точностью. Мост балансируется при заполнении сосудов (и датчиков) одной и той же смесью. При заполнении сосудов смесями различного состава возникает «разбаланс» моста. При незначительном различии в составах смесей показания вольтметра, подсоединённого к диагонали моста, будут пропорциональны разности концентраций примеси:

$U \propto \Delta\kappa \propto \Delta n$. В процессе диффузии разность концентраций убывает по закону (6), и значит по тому же закону изменяется напряжение:

$$U = U_0 e^{-t/\tau}, \quad (7)$$

где U_0 – показание гальванометра в начальный момент времени. Измеряя экспериментально зависимость $U(t)$, можно получить характерное время процесса τ , откуда по формуле (5) определить коэффициент диффузии D .

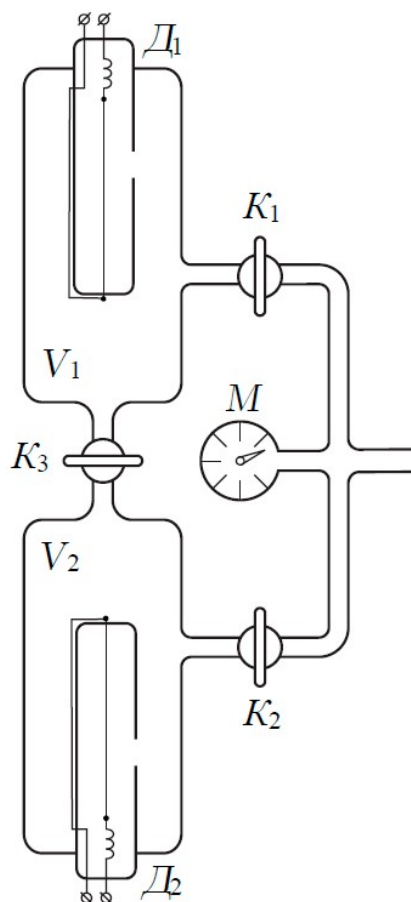


Рис. 2: Измерительная часть установки

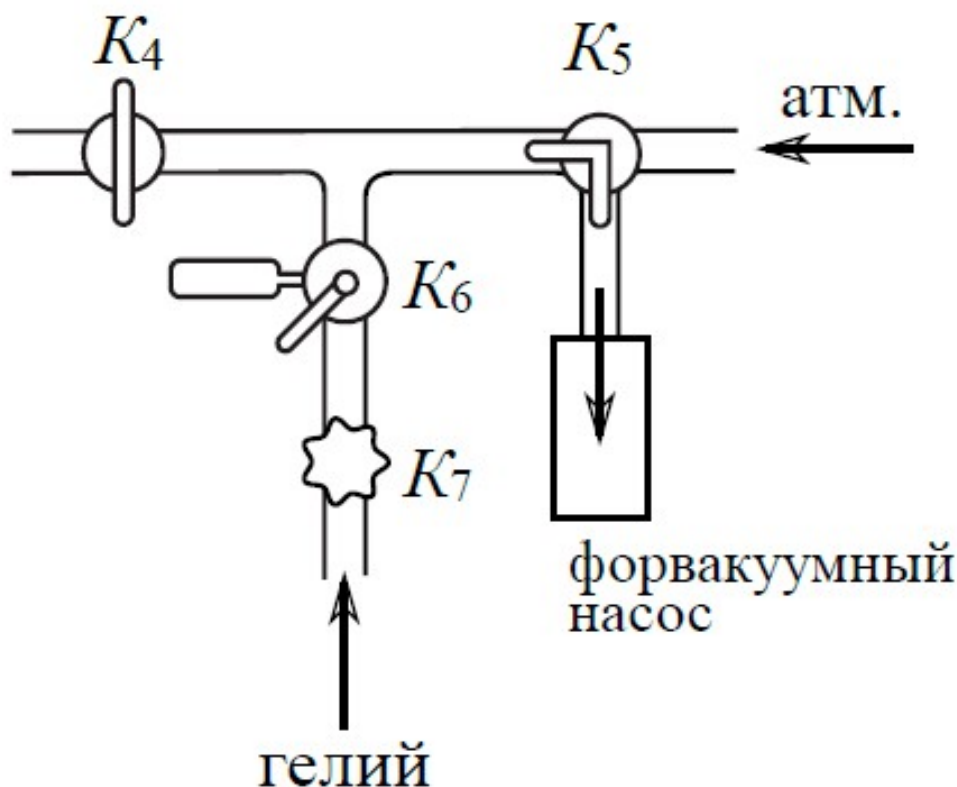


Рис. 3: Конструкция системы откачки

5 Экспериментальная установка

Схема измерительной части установки приведена на рис. 2. Она соединена с системой откачки и напуска воздуха и гелия. Для откачки используется форвакуумный насос. Конструкции системы откачки и напуска могут быть различны в зависимости от установки; один из вариантов изображен на рис. 3.

Часть установок компьютеризировано, что позволяет записывать зависимость показаний вольтметра $U(t)$ в реальном времени (на остальных установках фиксация $U(t)$ ведется вручную с помощью секундомера).

Измерительная часть установки состоит из двух сосудов V_1 и V_2 , размещённых вертикально. Краны K_1 и K_2 служат для управления откачкой и подачей воздуха/гелия в сосуды. Диффузия осуществляется через тонкую короткую трубку, соединяющую сосуды, оснащённую краном K_3 . К соединительным трубкам подключен манометр M , измеряющий разность давлений между соединительными трубками и атмосферой, и позволяющий измерять давления в разных частях системы (в зависимости от положения кранов).

Выравнивание давлений в сосудах V_1 и V_2 без изменения состава газов в них может быть осуществлено через обводные трубки посредством кратковременного открытия кранов K_1 и K_2 (при закрытом K_3).

Гелий содержится в баллоне (не изображен на рис.) под давлением, превышающим атмосферное. Для предотвращения избыточного расхода гелия и его неконтролируемого проникания в установку предусмотрен металлический кран K_7 , отделяющий её от баллона с гелием. Его открывают только на время непосредственного заполнения установки гелием, остальное время он должен быть закрыт. Для подачи малых порций гелия предусмотрен двухходовый кран с дозатором (рис. 4). При повороте рычажка P в положение I гелий в небольшом количестве поступает в дозатор (если открыт K_7), а при повороте P в положение II порция из дозатора поступает в установку.

Датчики теплопроводности D_1 и D_2 , расположенные в сосудах V_1 и V_2 соответственно, включены в мостовую электрическую схему согласно рис. 5. В одну из диагоналей моста включён высокочувствительный вольтметр (гальванометр) Γ , к другой подключается источник небольшого постоянного напряжения. Сопротивления проволок датчиков составляют одно из плеч моста. Второе плечо составляют переменные сопротивления R_1 , R_2 и R , служащие для установки показаний вольтметра Γ на нуль (балансировка моста). Сопротивления R_1 и R_2 спарены (их подвижные контакты находятся на общей оси) и изменяются одновременно при повороте ручки грубой регулировки. Точная балансировка выполняется потенциометром R . Балансировку необходимо проводить перед каждым экспериментом заново: при этом установка заполняется чистым газом (воздухом без гелия) при давлении, близком «рабочему» (при котором затем будут проводиться измерения).

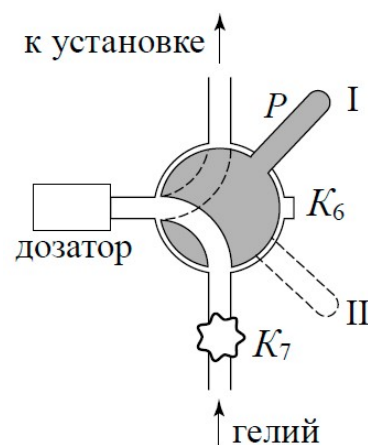


Рис. 4: Механизм подачи гелия

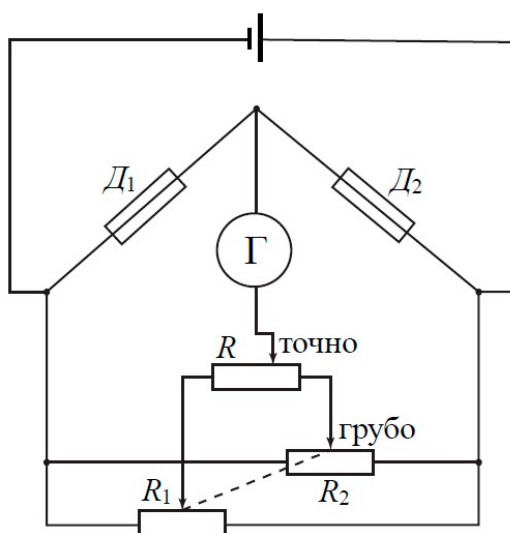


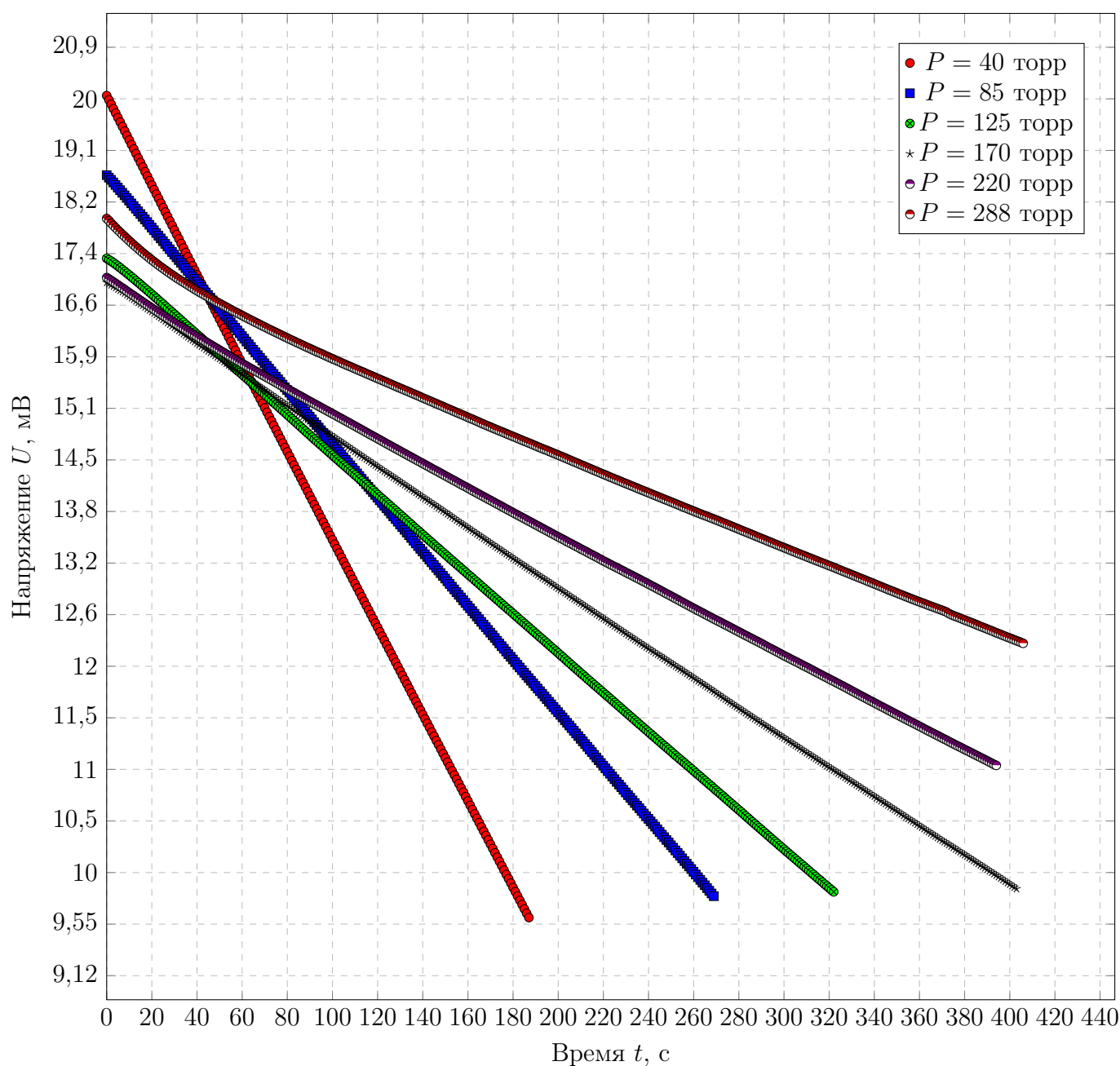
Рис. 5: Схема мостовой схемы

6 Ход работы

6.1 Измерение коэффициента взаимной диффузии в зависимости от давления

Для смеси гелий-воздух исследуем зависимость коэффициента взаимной диффузии от начального давления в системе. Для этого будем фиксировать с помощью компьютера в лаборатории зависимость показаний вольтметра от времени, прошедшего с начала эксперимента. Полученные результаты заносим в таблицу 4. Она расположена в конце отчёта, т.к. содержит очень много данных. По полученным результатам нарисуем график зависимости напряжения от времени в логарифмическом масштабе по оси ординат.

График зависимости $U(t)$



Из графика видно, что в логарифмическом масштабе зависимости принимают линейный вид. Поэтому проведём их аппроксимацию прямыми вида

$$y = Ae^{Bx}.$$

Это уравнение при помощи логарифмирования можно привести к виду

$$\ln y = \ln A + Bx.$$

Тогда в этом случае для вычисления параметра B можно воспользоваться методом наименьших квадратов. Получаем следующее:

$$B = \frac{\langle t \ln U \rangle - \langle t \rangle \langle \ln U \rangle}{\langle t^2 \rangle - \langle t \rangle^2}$$

$$\sigma_B^{\text{случ}} = \sqrt{\frac{1}{N-2} \left(\frac{\langle (\ln U - \langle \ln U \rangle)^2 \rangle}{\langle (t - \langle t \rangle)^2 \rangle} \right) - B^2},$$

где N – количество измерений. При этом можно считать, что $\sigma_B \approx \sigma_B^{\text{случ}}$, т.к. показания вольтметра довольно точны и систематическая ошибка мала по сравнению со случайными флуктуациями напряжения в ходе эксперимента.

Проводя данные вычисления для каждого значения, заносим результаты в таблицу 1.

P , торр	σ_P , торр	$B \cdot 10^{-3}$, с^{-1}	$\sigma_B \cdot 10^{-3}$, с^{-1}	τ , с	σ_τ , с
40,0	1,9	-3,930	0,002	254,5	0,1
85,0	1,9	-2,400	0,001	416,7	0,1
125,0	1,9	-1,770	0,001	565,0	0,2
170,0	1,9	-1,350	0,001	740,7	0,4
220,0	1,9	-1,090	0,001	917,4	1,2
288,8	1,9	-0,883	0,003	1132,9	4,1

Таблица 1: Аппроксимация зависимостей

При такой аппроксимации, согласно (7), коэффициент

$$B = -\tau^{-1} \Rightarrow \tau = -B^{-1}.$$

При этом погрешность

$$\sigma_\tau = \tau \cdot \frac{\sigma_B}{|B|}.$$

Вычисляем эти параметры и результаты также заносим в таблицу 1. Из (5) выразим коэффициент взаимной диффузии:

$$D = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{VL}{2S}, \quad (8)$$

где параметры V и L/S определяются лишь геометрическими параметрами установки. На моей установке

$$V = (420 \pm 10) \text{ см}^3,$$

$$\frac{L}{S} = (9,0 \pm 0,1) \text{ см}^{-1}.$$

Таким образом, погрешность вычисления коэффициента взаимной диффузии по (8) можно вычислить по следующей формуле:

$$\sigma_D = D \sqrt{\left(\frac{\sigma_\tau}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{L/S}}{(L/S)}\right)^2}.$$

Используя приведённые выше соотношения, вычисляем коэффициент D для каждого значения P . Результаты вычислений заносим в таблицу 2.

P , торр	D , $\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$	σ_D , $\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$
40,0	7,43	0,20
85,0	4,54	0,12
125,0	3,35	0,09
170,0	2,55	0,07
220,0	2,06	0,05
288,8	1,67	0,04

Таблица 2: Результаты вычислений D

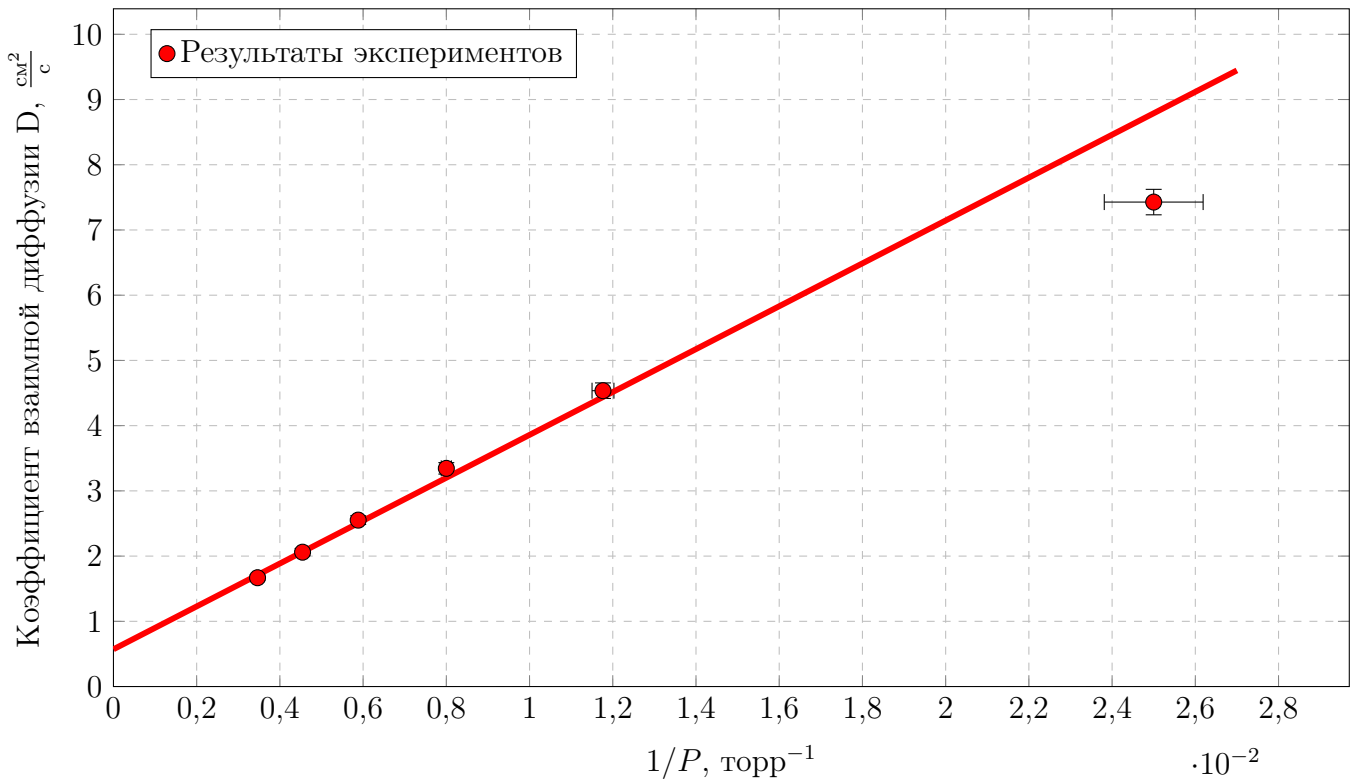
6.2 Экстраполяция к атмосферному давлению

Экстраполируем полученные в 6.1 результаты к атмосферному давлению. Для этого построим график зависимости $D(1/P)$. Подготовим необходимые для построения данные, занесём их в таблицу 3, затем построим график.

$1/P \cdot 10^{-3}$, торр $^{-1}$	$\sigma_{1/P} \cdot 10^{-3}$, торр $^{-1}$	D , $\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$	σ_D , $\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$
25,00	1,19	7,43	0,20
11,76	0,26	4,54	0,12
8,00	0,12	3,35	0,09
5,88	0,07	2,55	0,07
4,55	0,04	2,06	0,05
3,46	0,02	1,67	0,04

Таблица 3: Данные для построения графика зависимости $D(1/P)$

График зависимости $D(1/P)$



Проведём аппроксимацию полученной зависимости прямыми $y = kx + b$ методом Йорка,

который учитывает погрешность $\sigma_{1/P}$, при помощи программы OriginPro 2021. В итоге получаем

$$k = (328,7 \pm 23,8) \frac{\text{см}^2}{\text{с} \cdot \text{торр}}.$$

Таким образом, для атмосферного давления ($P = 760$ торр) получаем

$$D_{\text{атм}} = (0,43 \pm 0,03) \frac{\text{см}^2}{\text{с}}, \quad (\varepsilon = 7\%).$$

6.3 Вычисление длины свободного пробега атомов гелия в воздухе и эффективного сечения столкновений атомов гелия с молекулами воздуха

По полученным в 6.2 данным вычислим длину свободного пробега λ атомов гелия в воздухе. Согласно (1):

$$D = \frac{1}{3} \lambda \bar{v} = \frac{1}{3} \lambda \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}.$$

Отсюда получаем следующее:

$$\lambda = 3D \sqrt{\frac{\pi\mu}{8RT}} \approx (107,3 \pm 7,5) \text{ нм}, \quad (\varepsilon = 7\%).$$

Используя длину свободного пробега, можно оценить сечение столкновения атомов гелия с молекулами воздуха σ по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{1}{n_{\text{возд}} \lambda},$$

где $n_{\text{возд}} \approx 2,65 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ – концентрация воздуха при нормальных условиях. Производя расчёты, получаем:

$$\sigma \approx (3,51 \pm 0,24) \cdot 10^{-19} \text{ м}^2, \quad (\varepsilon = 7\%).$$

7 Обсуждение результатов и выводы

В ходе работы:

- была зарегистрирована зависимость концентрации гелия в воздухе от времени с помощью датчиков теплопроводности при различных начальных давлениях смеси газов;
- по результатам измерений был определён коэффициент взаимной диффузии для смеси гелий-воздух;
- была оценена длина свободного пробега гелия в воздухе, а также сечение столкновения атомов гелия с молекулами воздуха.

В итоге, для коэффициента взаимной диффузии смеси гелий-воздух мы получили:

$$D_{\text{атм}} = (0,43 \pm 0,03) \frac{\text{см}^2}{\text{с}}, \quad (\varepsilon = 7\%).$$

Сравним полученные данные с табличными. Из таблицы в «Лабораторном практикуме» имеем:

$$D_{\text{табл}} = 0,62 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}.$$

Таким образом, полученные экспериментально данные отличаются от табличных и не совпадают в пределах погрешности. Однако, полученные результаты совпадают с табличным значением по порядку величины, что может говорить об их качественной достоверности. Полученное экспериментально значение позволяет качественно описать процесс взаимной диффузии смеси воздух-гелий, а отклонение от табличного значения могло возникнуть из-за неидеальных условий проведения эксперимента. Так, не удавалось точно добиться необходимого начального давления, тем самым нарушалась балансировка моста и измерения могли исказиться.

Также были оценены длина свободного пробега гелия в воздухе и сечение столкновения его атомов с молекулами воздуха. Мы получили:

$$\lambda = (107,3 \pm 7,5) \text{ нм}, \quad (\varepsilon = 7\%),$$

$$\sigma \approx (3,51 \pm 0,24) \cdot 10^{-19} \text{ м}^2, \quad (\varepsilon = 7\%).$$

Сравним полученные данные с табличными. Из справочников имеем:

$$\lambda_{\text{табл}} = 175 \text{ нм},$$

$$\sigma_{\text{табл}} = 5,89 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2.$$

Таким образом, наша оценка по порядку величины совпадает с табличными данными.

В ходе эксперимента основную погрешность в результаты внесло некоторое несовпадение рассчитываемого рабочего давления с тем, что получается после наполнения экспериментальных сосудов газами. Из-за этого имеет место быть разбалансировка моста и результаты измерений в некотором роде искажаются. Хотя эти искажения и не являются значительными, всё же они не позволяют получить точное значение коэффициента взаимной диффузии. Для решения этой проблемы необходимо скорректировать рекомендации по наполнению установки до рабочих давлений, чтобы исключить эту ошибку.

8 Приложение

Таблица 4: Результаты измерений

P = 40 Торр		P = 85 Торр		P = 125 Торр		P = 170 Торр		P = 220 Торр		P = 288 Торр	
T, c	U, мВ	T, c	U, мВ	T, c	U, мВ	T, c	U, мВ	T, c	U, мВ	T, c	U, мВ
0	20,0200	0	18,6505	0	17,3129	0	16,9437	0	17,0191	0	17,9407
1	19,9400	1	18,6061	1	17,2917	1	16,9256	1	16,9976	1	17,9064
2	19,8700	2	18,5702	2	17,2695	2	16,9064	2	16,9753	2	17,8673
3	19,7900	3	18,5278	3	17,2447	3	16,8873	3	16,9522	3	17,8302
4	19,7100	4	18,4862	4	17,2195	4	16,8667	4	16,9295	4	17,7929
5	19,6300	5	18,4431	5	17,1936	5	16,8453	5	16,9056	5	17,7573
6	19,5500	6	18,4005	6	17,1677	6	16,8243	6	16,8830	6	17,7224
7	19,4800	7	18,3579	7	17,1397	7	16,8035	7	16,8597	7	17,6888
8	19,4000	8	18,3155	8	17,1130	8	16,7814	8	16,8359	8	17,6549
9	19,3200	9	18,2725	9	17,0851	9	16,7593	9	16,8121	9	17,6211
10	19,2421	10	18,2295	10	17,0567	10	16,7371	10	16,7891	10	17,5886
11	19,1647	11	18,1863	11	17,0282	11	16,7138	11	16,7658	11	17,5560
12	19,0883	12	18,1421	12	16,9998	12	16,6914	12	16,7427	12	17,5248
13	19,0118	13	18,0986	13	16,9706	13	16,6683	13	16,7200	13	17,4926
14	18,9344	14	18,0561	14	16,9421	14	16,6461	14	16,6964	14	17,4630
15	18,8586	15	18,0121	15	16,9132	15	16,6234	15	16,6736	15	17,4327
16	18,7834	16	17,9691	16	16,8839	16	16,6007	16	16,6503	16	17,4024
17	18,7072	17	17,9260	17	16,8551	17	16,5777	17	16,6285	17	17,3744
18	18,6325	18	17,8828	18	16,8253	18	16,5542	18	16,6054	18	17,3449
19	18,5578	19	17,8390	19	16,7957	19	16,5313	19	16,5834	19	17,3173
20	18,4832	20	17,7955	20	16,7663	20	16,5085	20	16,5607	20	17,2897
21	18,4083	21	17,7536	21	16,7378	21	16,4855	21	16,5388	21	17,2628
22	18,3349	22	17,7101	22	16,7075	22	16,4622	22	16,5173	22	17,2358
23	18,2621	23	17,6670	23	16,6773	23	16,4396	23	16,4959	23	17,2091
24	18,1893	24	17,6241	24	16,6489	24	16,4165	24	16,4735	24	17,1825
25	18,1166	25	17,5814	25	16,6188	25	16,3937	25	16,4518	25	17,1581
26	18,0440	26	17,5389	26	16,5886	26	16,3699	26	16,4308	26	17,1342
27	17,9717	27	17,4966	27	16,5590	27	16,3466	27	16,4098	27	17,1091
28	17,9003	28	17,4540	28	16,5295	28	16,3234	28	16,3883	28	17,0851
29	17,8286	29	17,4124	29	16,4996	29	16,3007	29	16,3673	29	17,0615
30	17,7571	30	17,3705	30	16,4704	30	16,2776	30	16,3465	30	17,0380
31	17,6857	31	17,3284	31	16,4408	31	16,2548	31	16,3262	31	17,0146
32	17,6155	32	17,2871	32	16,4115	32	16,2314	32	16,3049	32	16,9927
33	17,5447	33	17,2457	33	16,3817	33	16,2080	33	16,2847	33	16,9705
34	17,4742	34	17,2037	34	16,3523	34	16,1851	34	16,2643	34	16,9490
35	17,4052	35	17,1626	35	16,3233	35	16,1629	35	16,2434	35	16,9277
36	17,3359	36	17,1215	36	16,2932	36	16,1394	36	16,2243	36	16,9059
37	17,2668	37	17,0799	37	16,2647	37	16,1172	37	16,2038	37	16,8852
38	17,1983	38	17,0388	38	16,2362	38	16,0941	38	16,1840	38	16,8642
39	17,1306	39	16,9988	39	16,2067	39	16,0730	39	16,1645	39	16,8441
40	17,0617	40	16,9573	40	16,1781	40	16,0495	40	16,1450	40	16,8229
41	16,9953	41	16,9166	41	16,1498	41	16,0281	41	16,1255	41	16,8029
42	16,9269	42	16,8755	42	16,1199	42	16,0051	42	16,1064	42	16,7830
43	16,8597	43	16,8359	43	16,0905	43	15,9833	43	16,0862	43	16,7635

44	16,7927	44	16,7951	44	16,0621	44	15,9609	44	16,0665	44	16,7445
45	16,7269	45	16,7556	45	16,0328	45	15,9392	45	16,0480	45	16,7249
46	16,6600	46	16,7154	46	16,0049	46	15,9177	46	16,0284	46	16,7065
47	16,5941	47	16,6751	47	15,9760	47	15,8954	47	16,0091	47	16,6878
48	16,5286	48	16,6358	48	15,9469	48	15,8732	48	15,9899	48	16,6680
49	16,4627	49	16,5948	49	15,9191	49	15,8511	49	15,9709	49	16,6498
50	16,3967	50	16,5541	50	15,8900	50	15,8291	50	15,9518	50	16,6313
51	16,3319	51	16,5139	51	15,8615	51	15,8076	51	15,9320	51	16,6119
52	16,2677	52	16,4737	52	15,8327	52	15,7846	52	15,9137	52	16,5940
53	16,2032	53	16,4333	53	15,8045	53	15,7624	53	15,8941	53	16,5757
54	16,1387	54	16,3928	54	15,7766	54	15,7404	54	15,8754	54	16,5580
55	16,0751	55	16,3530	55	15,7487	55	15,7192	55	15,8560	55	16,5402
56	16,0118	56	16,3127	56	15,7195	56	15,6974	56	15,8365	56	16,5218
57	15,9478	57	16,2729	57	15,6918	57	15,6757	57	15,8182	57	16,5050
58	15,8844	58	16,2339	58	15,6635	58	15,6537	58	15,7990	58	16,4877
59	15,8217	59	16,1931	59	15,6359	59	15,6319	59	15,7806	59	16,4702
60	15,7591	60	16,1532	60	15,6078	60	15,6095	60	15,7613	60	16,4522
61	15,6973	61	16,1143	61	15,5797	61	15,5879	61	15,7429	61	16,4360
62	15,6349	62	16,0752	62	15,5524	62	15,5665	62	15,7253	62	16,4186
63	15,5736	63	16,0352	63	15,5247	63	15,5449	63	15,7068	63	16,4012
64	15,5120	64	15,9969	64	15,4970	64	15,5228	64	15,6892	64	16,3851
65	15,4513	65	15,9577	65	15,4692	65	15,5009	65	15,6712	65	16,3674
66	15,3902	66	15,9189	66	15,4415	66	15,4782	66	15,6530	66	16,3511
67	15,3300	67	15,8803	67	15,4137	67	15,4570	67	15,6353	67	16,3350
68	15,2702	68	15,8420	68	15,3863	68	15,4348	68	15,6179	68	16,3188
69	15,2100	69	15,8032	69	15,3586	69	15,4131	69	15,5992	69	16,3014
70	15,1511	70	15,7659	70	15,3303	70	15,3912	70	15,5823	70	16,2850
71	15,0908	71	15,7282	71	15,3037	71	15,3695	71	15,5644	71	16,2686
72	15,0316	72	15,6910	72	15,2758	72	15,3475	72	15,5468	72	16,2523
73	14,9733	73	15,6526	73	15,2479	73	15,3272	73	15,5293	73	16,2372
74	14,9143	74	15,6165	74	15,2199	74	15,3061	74	15,5123	74	16,2205
75	14,8555	75	15,5781	75	15,1929	75	15,2842	75	15,4949	75	16,2045
76	14,7972	76	15,5413	76	15,1662	76	15,2634	76	15,4775	76	16,1893
77	14,7389	77	15,5047	77	15,1384	77	15,2420	77	15,4593	77	16,1730
78	14,6810	78	15,4678	78	15,1113	78	15,2205	78	15,4424	78	16,1569
79	14,6229	79	15,4303	79	15,0847	79	15,1999	79	15,4250	79	16,1413
80	14,5657	80	15,3932	80	15,0567	80	15,1794	80	15,4088	80	16,1254
81	14,5089	81	15,3567	81	15,0298	81	15,1586	81	15,3915	81	16,1106
82	14,4514	82	15,3195	82	15,0023	82	15,1373	82	15,3732	82	16,0948
83	14,3945	83	15,2828	83	14,9754	83	15,1166	83	15,3563	83	16,0793
84	14,3393	84	15,2473	84	14,9477	84	15,0961	84	15,3389	84	16,0637
85	14,2821	85	15,2103	85	14,9207	85	15,0755	85	15,3222	85	16,0487
86	14,2267	86	15,1728	86	14,8925	86	15,0546	86	15,3053	86	16,0343
87	14,1708	87	15,1369	87	14,8655	87	15,0337	87	15,2885	87	16,0188
88	14,1155	88	15,1019	88	14,8389	88	15,0134	88	15,2710	88	16,0040
89	14,0607	89	15,0650	89	14,8119	89	14,9929	89	15,2540	89	15,9889
90	14,0043	90	15,0301	90	14,7854	90	14,9728	90	15,2375	90	15,9744
91	13,9503	91	14,9938	91	14,7582	91	14,9527	91	15,2200	91	15,9597
92	13,8956	92	14,9569	92	14,7307	92	14,9325	92	15,2035	92	15,9452

93	13,8408	93	14,9210	93	14,7050	93	14,9118	93	15,1872	93	15,9298
94	13,7866	94	14,8859	94	14,6784	94	14,8918	94	15,1702	94	15,9158
95	13,7324	95	14,8495	95	14,6528	95	14,8715	95	15,1534	95	15,9018
96	13,6783	96	14,8136	96	14,6265	96	14,8512	96	15,1371	96	15,8875
97	13,6253	97	14,7782	97	14,5997	97	14,8305	97	15,1200	97	15,8726
98	13,5719	98	14,7431	98	14,5742	98	14,8108	98	15,1037	98	15,8581
99	13,5186	99	14,7080	99	14,5482	99	14,7916	99	15,0869	99	15,8434
100	13,4653	100	14,6723	100	14,5225	100	14,7718	100	15,0705	100	15,8302
101	13,4133	101	14,6365	101	14,4965	101	14,7517	101	15,0537	101	15,8157
102	13,3601	102	14,6012	102	14,4707	102	14,7321	102	15,0374	102	15,8014
103	13,3079	103	14,5667	103	14,4450	103	14,7113	103	15,0205	103	15,7882
104	13,2560	104	14,5316	104	14,4195	104	14,6910	104	15,0041	104	15,7734
105	13,2034	105	14,4963	105	14,3938	105	14,6716	105	14,9875	105	15,7593
106	13,1521	106	14,4618	106	14,3686	106	14,6512	106	14,9708	106	15,7449
107	13,1010	107	14,4274	107	14,3435	107	14,6311	107	14,9545	107	15,7308
108	13,0499	108	14,3926	108	14,3181	108	14,6120	108	14,9380	108	15,7178
109	12,9987	109	14,3584	109	14,2932	109	14,5915	109	14,9209	109	15,7041
110	12,9480	110	14,3232	110	14,2679	110	14,5713	110	14,9044	110	15,6895
111	12,8980	111	14,2887	111	14,2428	111	14,5515	111	14,8872	111	15,6754
112	12,8471	112	14,2548	112	14,2181	112	14,5316	112	14,8712	112	15,6620
113	12,7967	113	14,2201	113	14,1929	113	14,5116	113	14,8545	113	15,6492
114	12,7466	114	14,1858	114	14,1693	114	14,4918	114	14,8376	114	15,6355
115	12,6974	115	14,1518	115	14,1435	115	14,4720	115	14,8212	115	15,6214
116	12,6481	116	14,1180	116	14,1187	116	14,4526	116	14,8038	116	15,6081
117	12,5981	117	14,0833	117	14,0935	117	14,4323	117	14,7878	117	15,5945
118	12,5497	118	14,0507	118	14,0691	118	14,4126	118	14,7716	118	15,5809
119	12,5004	119	14,0171	119	14,0448	119	14,3928	119	14,7557	119	15,5676
120	12,4527	120	13,9826	120	14,0203	120	14,3735	120	14,7382	120	15,5534
121	12,4036	121	13,9496	121	13,9946	121	14,3542	121	14,7224	121	15,5397
122	12,3552	122	13,9167	122	13,9704	122	14,3340	122	14,7054	122	15,5264
123	12,3079	123	13,8836	123	13,9460	123	14,3150	123	14,6891	123	15,5137
124	12,2595	124	13,8504	124	13,9205	124	14,2960	124	14,6722	124	15,5005
125	12,2122	125	13,8173	125	13,8962	125	14,2771	125	14,6562	125	15,4868
126	12,1648	126	13,7838	126	13,8715	126	14,2577	126	14,6399	126	15,4726
127	12,1179	127	13,7508	127	13,8466	127	14,2391	127	14,6236	127	15,4592
128	12,0700	128	13,7186	128	13,8225	128	14,2197	128	14,6075	128	15,4455
129	12,0235	129	13,6855	129	13,7969	129	14,2002	129	14,5916	129	15,4324
130	11,9765	130	13,6522	130	13,7731	130	14,1809	130	14,5759	130	15,4194
131	11,9293	131	13,6196	131	13,7483	131	14,1617	131	14,5588	131	15,4060
132	11,8834	132	13,5866	132	13,7235	132	14,1428	132	14,5425	132	15,3933
133	11,8372	133	13,5537	133	13,6990	133	14,1236	133	14,5273	133	15,3799
134	11,7914	134	13,5203	134	13,6742	134	14,1040	134	14,5116	134	15,3666
135	11,7452	135	13,4873	135	13,6498	135	14,0846	135	14,4952	135	15,3529
136	11,6999	136	13,4550	136	13,6248	136	14,0657	136	14,4797	136	15,3402
137	11,6549	137	13,4224	137	13,6002	137	14,0470	137	14,4635	137	15,3269
138	11,6097	138	13,3893	138	13,5762	138	14,0274	138	14,4471	138	15,3140
139	11,5649	139	13,3575	139	13,5520	139	14,0081	139	14,4311	139	15,3001
140	11,5202	140	13,3253	140	13,5276	140	13,9894	140	14,4157	140	15,2859
141	11,4753	141	13,2929	141	13,5037	141	13,9700	141	14,3994	141	15,2730

142	11,4308	142	13,2609	142	13,4800	142	13,9514	142	14,3835	142	15,2597
143	11,3874	143	13,2294	143	13,4562	143	13,9325	143	14,3678	143	15,2467
144	11,3420	144	13,1976	144	13,4321	144	13,9130	144	14,3514	144	15,2341
145	11,2995	145	13,1655	145	13,4084	145	13,8948	145	14,3360	145	15,2207
146	11,2554	146	13,1339	146	13,3838	146	13,8765	146	14,3213	146	15,2080
147	11,2132	147	13,1021	147	13,3614	147	13,8576	147	14,3053	147	15,1939
148	11,1698	148	13,0707	148	13,3371	148	13,8379	148	14,2897	148	15,1811
149	11,1263	149	13,0393	149	13,3144	149	13,8183	149	14,2735	149	15,1675
150	11,0834	150	13,0078	150	13,2894	150	13,8001	150	14,2579	150	15,1546
151	11,0406	151	12,9760	151	13,2667	151	13,7800	151	14,2419	151	15,1415
152	10,9985	152	12,9451	152	13,2430	152	13,7622	152	14,2264	152	15,1280
153	10,9558	153	12,9138	153	13,2193	153	13,7434	153	14,2109	153	15,1141
154	10,9144	154	12,8818	154	13,1969	154	13,7235	154	14,1955	154	15,1020
155	10,8732	155	12,8506	155	13,1730	155	13,7031	155	14,1797	155	15,0883
156	10,8310	156	12,8203	156	13,1500	156	13,6849	156	14,1640	156	15,0753
157	10,7894	157	12,7894	157	13,1271	157	13,6671	157	14,1478	157	15,0624
158	10,7488	158	12,7579	158	13,1042	158	13,6482	158	14,1322	158	15,0498
159	10,7065	159	12,7282	159	13,0813	159	13,6288	159	14,1181	159	15,0364
160	10,6658	160	12,6966	160	13,0580	160	13,6106	160	14,1020	160	15,0227
161	10,6239	161	12,6666	161	13,0352	161	13,5921	161	14,0860	161	15,0095
162	10,5826	162	12,6357	162	13,0132	162	13,5738	162	14,0700	162	14,9972
163	10,5411	163	12,6056	163	12,9897	163	13,5552	163	14,0551	163	14,9843
164	10,5005	164	12,5748	164	12,9667	164	13,5372	164	14,0397	164	14,9713
165	10,4606	165	12,5444	165	12,9445	165	13,5187	165	14,0243	165	14,9576
166	10,4201	166	12,5145	166	12,9212	166	13,5001	166	14,0088	166	14,9438
167	10,3801	167	12,4840	167	12,8986	167	13,4815	167	13,9934	167	14,9313
168	10,3406	168	12,4550	168	12,8751	168	13,4633	168	13,9785	168	14,9174
169	10,3007	169	12,4248	169	12,8529	169	13,4451	169	13,9632	169	14,9056
170	10,2608	170	12,3947	170	12,8300	170	13,4269	170	13,9483	170	14,8933
171	10,2211	171	12,3648	171	12,8080	171	13,4088	171	13,9331	171	14,8799
172	10,1819	172	12,3356	172	12,7855	172	13,3896	172	13,9175	172	14,8674
173	10,1426	173	12,3051	173	12,7624	173	13,3715	173	13,9024	173	14,8548
174	10,1037	174	12,2757	174	12,7412	174	13,3544	174	13,8875	174	14,8424
175	10,0644	175	12,2459	175	12,7180	175	13,3359	175	13,8729	175	14,8304
176	10,0257	176	12,2173	176	12,6956	176	13,3170	176	13,8570	176	14,8180
177	9,9870	177	12,1877	177	12,6737	177	13,2992	177	13,8411	177	14,8050
178	9,9494	178	12,1579	178	12,6512	178	13,2806	178	13,8262	178	14,7931
179	9,9109	179	12,1301	179	12,6295	179	13,2626	179	13,8115	179	14,7802
180	9,8719	180	12,1010	180	12,6075	180	13,2450	180	13,7967	180	14,7681
181	9,8347	181	12,0718	181	12,5851	181	13,2269	181	13,7814	181	14,7559
182	9,7970	182	12,0434	182	12,5631	182	13,2085	182	13,7661	182	14,7435
183	9,7596	183	12,0149	183	12,5403	183	13,1910	183	13,7516	183	14,7311
184	9,7222	184	11,9862	184	12,5188	184	13,1735	184	13,7365	184	14,7185
185	9,6844	185	11,9577	185	12,4970	185	13,1559	185	13,7223	185	14,7065
186	9,6473	186	11,9294	186	12,4743	186	13,1383	186	13,7073	186	14,6948
187	9,6102	187	11,9016	187	12,4527	187	13,1195	187	13,6923	187	14,6824
		188	11,8737	188	12,4310	188	13,1034	188	13,6776	188	14,6703
		189	11,8463	189	12,4095	189	13,0857	189	13,6628	189	14,6578
		190	11,8183	190	12,3868	190	13,0684	190	13,6472	190	14,6456
		191	11,7904	191	12,3654	191	13,0511	191	13,6332	191	14,6326

192	11,7634	192	12,3436	192	13,0331	192	13,6185	192	14,6207
193	11,7360	193	12,3217	193	13,0161	193	13,6038	193	14,6085
194	11,7087	194	12,3005	194	12,9988	194	13,5886	194	14,5962
195	11,6804	195	12,2788	195	12,9819	195	13,5736	195	14,5855
196	11,6529	196	12,2564	196	12,9641	196	13,5594	196	14,5732
197	11,6257	197	12,2349	197	12,9480	197	13,5447	197	14,5608
198	11,5982	198	12,2138	198	12,9296	198	13,5300	198	14,5487
199	11,5715	199	12,1917	199	12,9117	199	13,5153	199	14,5368
200	11,5449	200	12,1709	200	12,8942	200	13,5009	200	14,5246
201	11,5174	201	12,1483	201	12,8775	201	13,4864	201	14,5123
202	11,4908	202	12,1273	202	12,8608	202	13,4720	202	14,5003
203	11,4628	203	12,1055	203	12,8427	203	13,4578	203	14,4880
204	11,4361	204	12,0838	204	12,8258	204	13,4426	204	14,4758
205	11,4088	205	12,0622	205	12,8082	205	13,4284	205	14,4631
206	11,3820	206	12,0404	206	12,7910	206	13,4142	206	14,4506
207	11,3548	207	12,0191	207	12,7732	207	13,4004	207	14,4381
208	11,3274	208	11,9976	208	12,7575	208	13,3855	208	14,4260
209	11,3013	209	11,9763	209	12,7398	209	13,3716	209	14,4134
210	11,2738	210	11,9546	210	12,7233	210	13,3569	210	14,4010
211	11,2475	211	11,9344	211	12,7057	211	13,3429	211	14,3892
212	11,2205	212	11,9133	212	12,6882	212	13,3288	212	14,3770
213	11,1937	213	11,8918	213	12,6719	213	13,3145	213	14,3641
214	11,1669	214	11,8711	214	12,6541	214	13,2996	214	14,3518
215	11,1405	215	11,8509	215	12,6383	215	13,2859	215	14,3399
216	11,1134	216	11,8292	216	12,6202	216	13,2721	216	14,3278
217	11,0869	217	11,8093	217	12,6027	217	13,2579	217	14,3155
218	11,0600	218	11,7888	218	12,5863	218	13,2434	218	14,3031
219	11,0328	219	11,7680	219	12,5691	219	13,2294	219	14,2904
220	11,1964	220	11,7471	220	12,5524	220	13,2146	220	14,2787
221	10,9795	221	11,7272	221	12,5358	221	13,2016	221	14,2673
222	10,9536	222	11,7062	222	12,5190	222	13,1873	222	14,2549
223	10,9274	223	11,6864	223	12,5017	223	13,1734	223	14,2418
224	10,9007	224	11,6657	224	12,4854	224	13,1597	224	14,2308
225	10,8746	225	11,6447	225	12,4677	225	13,1463	225	14,2185
226	10,8482	226	11,6245	226	12,4518	226	13,1335	226	14,2072
227	10,8230	227	11,6042	227	12,4342	227	13,1197	227	14,1957
228	10,7970	228	11,5833	228	12,4171	228	13,1055	228	14,1837
229	10,7720	229	11,5633	229	12,4010	229	13,0931	229	14,1715
230	10,7460	230	11,5420	230	12,3843	230	13,0782	230	14,1603
231	10,7210	231	11,5222	231	12,3677	231	13,0649	231	14,1490
232	10,6956	232	11,5023	232	12,3504	232	13,0520	232	14,1371
233	10,6706	233	11,4821	233	12,3352	233	13,0387	233	14,1253
234	10,6454	234	11,4617	234	12,3176	234	13,0250	234	14,1139
235	10,6207	235	11,4415	235	12,3015	235	13,0114	235	14,1018
236	10,5964	236	11,4211	236	12,2846	236	12,9980	236	14,0897
237	10,5713	237	11,4020	237	12,2686	237	12,9840	237	14,0783
238	10,5463	238	11,3812	238	12,2524	238	12,9702	238	14,0674
239	10,5212	239	11,3619	239	12,2356	239	12,9570	239	14,0551
240	10,4966	240	11,3416	240	12,2199	240	12,9427	240	14,0438
241	10,4720	241	11,3221	241	12,2033	241	12,9293	241	14,0320
242	10,4481	242	11,3022	242	12,1883	242	12,9157	242	14,0202

243	10,4231	243	11,2823	243	12,1713	243	12,9018	243	14,0094
244	10,3981	244	11,2625	244	12,1562	244	12,8880	244	13,9979
245	10,3735	245	11,2438	245	12,1404	245	12,8740	245	13,9859
246	10,3489	246	11,2235	246	12,1255	246	12,8604	246	13,9747
247	10,3255	247	11,2039	247	12,1093	247	12,8459	247	13,9631
248	10,3005	248	11,1852	248	12,0937	248	12,8319	248	13,9522
249	10,2775	249	11,1654	249	12,0765	249	12,8184	249	13,9405
250	10,2516	250	11,1461	250	12,0616	250	12,8045	250	13,9288
251	10,2287	251	11,1261	251	12,0456	251	12,7907	251	13,9179
252	10,2043	252	11,1071	252	12,0294	252	12,7770	252	13,9070
253	10,1806	253	11,0877	253	12,0142	253	12,7634	253	13,8954
254	10,1563	254	11,0691	254	11,9983	254	12,7487	254	13,8842
255	10,1321	255	11,0502	255	11,9826	255	12,7354	255	13,8724
256	10,1073	256	11,0324	256	11,9671	256	12,7211	256	13,8606
257	10,0837	257	11,0119	257	11,9510	257	12,7075	257	13,8492
258	10,0595	258	10,9937	258	11,9345	258	12,6939	258	13,8382
259	10,0359	259	10,9745	259	11,9194	259	12,6800	259	13,8270
260	10,0113	260	10,9547	260	11,9039	260	12,6666	260	13,8159
261	9,9872	261	10,9357	261	11,8880	261	12,6532	261	13,8044
262	9,9636	262	10,9176	262	11,8717	262	12,6397	262	13,7931
263	9,9396	263	10,8987	263	11,8556	263	12,6266	263	13,7825
264	9,9149	264	10,8788	264	11,8401	264	12,6129	264	13,7711
265	9,8916	265	10,8602	265	11,8244	265	12,5992	265	13,7611
266	9,8668	266	10,8414	266	11,8077	266	12,5860	266	13,7505
267	9,8434	267	10,8224	267	11,7918	267	12,5728	267	13,7389
268	9,8194	268	10,8041	268	11,7762	268	12,5595	268	13,7284
269	9,7958	269	10,7848	269	11,7604	269	12,5460	269	13,7180
		270	10,7660	270	11,7434	270	12,5331	270	13,7072
		271	10,7470	271	11,7277	271	12,5206	271	13,6961
		272	10,7293	272	11,7121	272	12,5073	272	13,6851
		273	10,7100	273	11,6959	273	12,4941	273	13,6732
		274	10,6912	274	11,6788	274	12,4814	274	13,6631
		275	10,6729	275	11,6641	275	12,4685	275	13,6512
		276	10,6537	276	11,6486	276	12,4554	276	13,6405
		277	10,6356	277	11,6323	277	12,4417	277	13,6285
		278	10,6165	278	11,6172	278	12,4287	278	13,6176
		279	10,5974	279	11,6015	279	12,4160	279	13,6066
		280	10,5800	280	11,5861	280	12,4031	280	13,5949
		281	10,5614	281	11,5704	281	12,3899	281	13,5832
		282	10,5428	282	11,5551	282	12,3768	282	13,5723
		283	10,5237	283	11,5395	283	12,3636	283	13,5614
		284	10,5051	284	11,5241	284	12,3508	284	13,5500
		285	10,4861	285	11,5091	285	12,3384	285	13,5390
		286	10,4679	286	11,4930	286	12,3255	286	13,5276
		287	10,4494	287	11,4774	287	12,3128	287	13,5165
		288	10,4309	288	11,4622	288	12,3000	288	13,5054
		289	10,4129	289	11,4467	289	12,2872	289	13,4938
		290	10,3947	290	11,4317	290	12,2741	290	13,4826
		291	10,3765	291	11,4160	291	12,2608	291	13,4714
		292	10,3585	292	11,4018	292	12,2467	292	13,4605
		293	10,3396	293	11,3863	293	12,2336	293	13,4492

294	10,3221	294	11,3714	294	12,2208	294	13,4386
295	10,3037	295	11,3563	295	12,2081	295	13,4277
296	10,2857	296	11,3414	296	12,1954	296	13,4160
297	10,2683	297	11,3271	297	12,1826	297	13,4049
298	10,2492	298	11,3119	298	12,1691	298	13,3943
299	10,2321	299	11,2970	299	12,1554	299	13,3833
300	10,2144	300	11,2821	300	12,1425	300	13,3726
301	10,1963	301	11,2667	301	12,1302	301	13,3619
302	10,1794	302	11,2524	302	12,1183	302	13,3511
303	10,1615	303	11,2380	303	12,1055	303	13,3401
304	10,1440	304	11,2230	304	12,0925	304	13,3285
305	10,1266	305	11,2082	305	12,0805	305	13,3189
306	10,1089	306	11,1938	306	12,0684	306	13,3071
307	10,0914	307	11,1789	307	12,0554	307	13,2965
308	10,0744	308	11,1642	308	12,0425	308	13,2856
309	10,0569	309	11,1494	309	12,0303	309	13,2759
310	10,0395	310	11,1346	310	12,0181	310	13,2646
311	10,0220	311	11,1211	311	12,1957	311	13,2540
312	10,1938	312	11,1065	312	11,9929	312	13,2440
313	9,9875	313	11,0919	313	11,9800	313	13,2334
314	9,9703	314	11,0772	314	11,9671	314	13,2222
315	9,9526	315	11,0632	315	11,9545	315	13,2119
316	9,9362	316	11,0485	316	11,9424	316	13,2011
317	9,9191	317	11,0339	317	11,9297	317	13,1907
318	9,9011	318	11,0196	318	11,9169	318	13,1812
319	9,8843	319	11,1948	319	11,9050	319	13,1701
320	9,8676	320	10,9913	320	11,8922	320	13,1594
321	9,8506	321	10,9771	321	11,8798	321	13,1489
322	9,8340	322	10,9623	322	11,8676	322	13,1395
		323	10,9486	323	11,8547	323	13,1284
		324	10,9336	324	11,8427	324	13,1170
		325	10,9203	325	11,8296	325	13,1063
		326	10,9069	326	11,8178	326	13,0956
		327	10,8918	327	11,8053	327	13,0849
		328	10,8781	328	11,7924	328	13,0748
		329	10,8639	329	11,7797	329	13,0643
		330	10,8492	330	11,7669	330	13,0533
		331	10,8362	331	11,7543	331	13,0427
		332	10,8214	332	11,7420	332	13,0324
		333	10,8075	333	11,7288	333	13,0213
		334	10,7926	334	11,7161	334	13,0105
		335	10,7790	335	11,7036	335	13,0008
		336	10,7641	336	11,6912	336	12,9895
		337	10,7507	337	11,6787	337	12,9793
		338	10,7366	338	11,6661	338	12,9678
		339	10,7221	339	11,6545	339	12,9581
		340	10,7090	340	11,6419	340	12,9471
		341	10,6946	341	11,6292	341	12,9367
		342	10,6805	342	11,6170	342	12,9255
		343	10,6662	343	11,6046	343	12,9152
		344	10,6527	344	11,5928	344	12,9042

345	10,6392	345	11,5805	345	12,8937
346	10,6247	346	11,5683	346	12,8830
347	10,6105	347	11,5559	347	12,8726
348	10,5963	348	11,5439	348	12,8624
349	10,5835	349	11,5318	349	12,8520
350	10,5698	350	11,5200	350	12,8424
351	10,5556	351	11,5077	351	12,8312
352	10,5416	352	11,4961	352	12,8212
353	10,5274	353	11,4834	353	12,8106
354	10,5129	354	11,4716	354	12,8000
355	10,4992	355	11,4595	355	12,7906
356	10,4857	356	11,4476	356	12,7799
357	10,4721	357	11,4357	357	12,7701
358	10,4583	358	11,4244	358	12,7606
359	10,4446	359	11,4119	359	12,7503
360	10,4309	360	11,4005	360	12,7412
361	10,4170	361	11,3883	361	12,7313
362	10,4036	362	11,3764	362	12,7221
363	10,3890	363	11,3642	363	12,7117
364	10,3764	364	11,3521	364	12,7016
365	10,3628	365	11,3409	365	12,6918
366	10,3496	366	11,3291	366	12,6831
367	10,3356	367	11,3173	367	12,6733
368	10,3224	368	11,3061	368	12,6637
369	10,3084	369	11,2943	369	12,6540
370	10,2952	370	11,2820	370	12,6459
371	10,2829	371	11,2703	371	12,6352
372	10,2699	372	11,2598	372	12,6253
373	10,2566	373	11,2470	373	12,6088
374	10,2433	374	11,2353	374	12,5964
375	10,2306	375	11,2240	375	12,5860
376	10,2160	376	11,2120	376	12,5753
377	10,2035	377	11,2010	377	12,5663
378	10,1903	378	11,1905	378	12,5569
379	10,1773	379	11,1786	379	12,5459
380	10,1644	380	11,1666	380	12,5362
381	10,1504	381	11,1557	381	12,5258
382	10,1379	382	11,1450	382	12,5164
383	10,1251	383	11,1338	383	12,5061
384	10,1118	384	11,1217	384	12,4967
385	10,0984	385	11,1104	385	12,4859
386	10,0853	386	11,0996	386	12,4759
387	10,0719	387	11,0880	387	12,4649
388	10,0591	388	11,0767	388	12,4553
389	10,0461	389	11,0652	389	12,4455
390	10,0323	390	11,0540	390	12,4350
391	10,0196	391	11,0421	391	12,4251
392	10,1963	392	11,0307	392	12,4155
393	9,9935	393	11,0191	393	12,4045
394	9,9808	394	11,1992	394	12,3941
395	9,9676			395	12,3847

396	9,9535
397	9,9405
398	9,9275
399	9,9139
400	9,9006
401	9,8870
402	9,8743
403	9,8612

396	12,3750
397	12,3642
398	12,3547
399	12,3442
400	12,3355
401	12,3257
402	12,3154
403	12,3063
404	12,2968
405	12,2870
406	12,2772