



## Определить Величину Элементарного Электрического Заряда

Аташов И.А., Каракалпакский государственный университет им. Бердака, студент 3 курса бакалавриата физики, г. Нукус.

Хожамуратова Ж.Р., Каракалпакский государственный университет им. Бердака, студент 2 курса бакалавриата физики, г. Нукус.

**Аннотация:** В статье представлены различные подходы к определению величины элементарного заряда. Одним из ключевых экспериментов, приведенных в статье, является эксперимент Милликанна, основанный на измерении силы, действующей на заряженные капли в электрическом поле. Этот эксперимент позволил установить значение элементарного заряда с высокой точностью.

**Ключевые слова:** элементарный электрический заряд, величина заряда, фундаментальная константа, эксперимент Милликанна, Джозеф Джон Томсон, физика частиц, электроника.

## Determine The Amount of Elementary Electric Charge

**Abstract:** The article presents various approaches to determining the value of the elementary charge. One of the key experiments cited in the article is the Millikan experiment, which is based on measuring the force acting on charged droplets in an electric field. This experiment made it possible to establish the value of the elementary charge with high accuracy.

**Key words:** elementary electric charge, charge magnitude, fundamental constant, Millikan experiment, Joseph John Thomson, particle physics, electronics.

Определение величины элементарного электрического заряда является одной из важнейших задач в области молекулярной физики. Элементарный заряд, обозначаемый как  $e$ , представляет собой фундаментальную единицу электрического заряда, которая является неотъемлемой частью структуры атомов и молекул. Знание его величины имеет фундаментальное значение для понимания электростатических и электродинамических явлений на микроуровне.

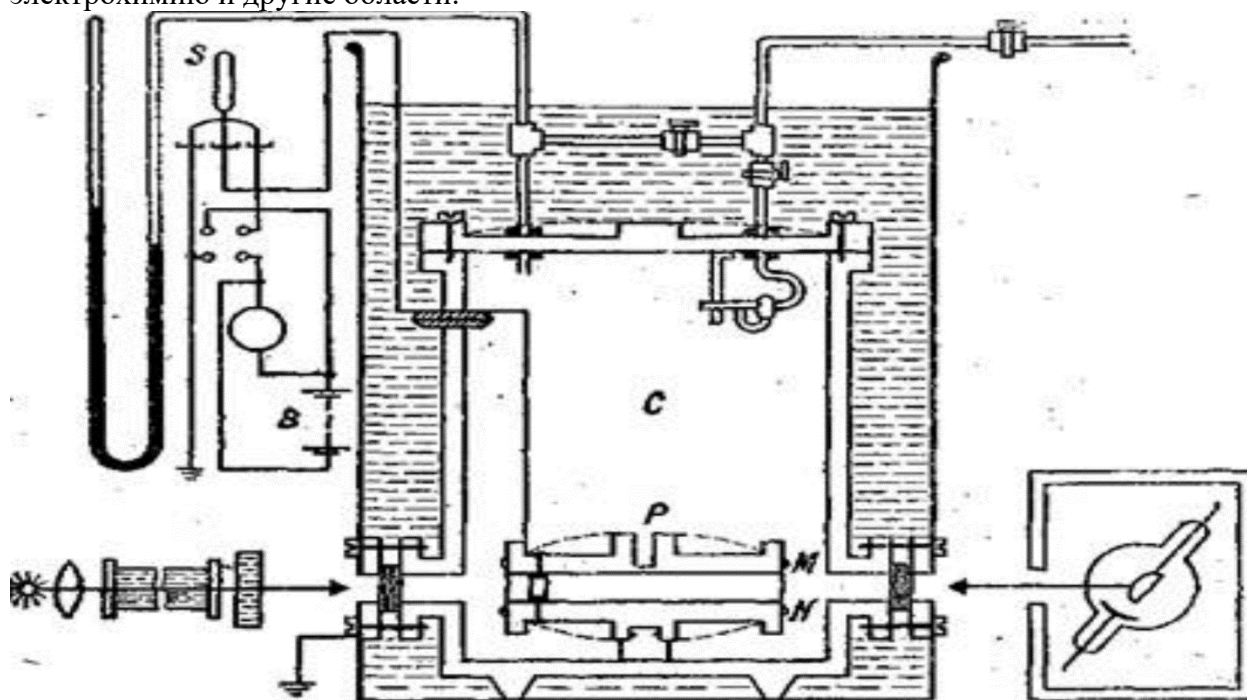
История определения элементарного заряда насчитывает множество важных открытий и экспериментов. Одним из первых ученых, который предложил гипотезу о существовании элементарного заряда, был Роберт Милликан. В 1909 году он провел знаменитый эксперимент, известный как эксперимент Милликана, с целью определить величину элементарного заряда. Этот эксперимент послужил отправной точкой для последующих исследований и методов определения элементарного заряда.

В данной работе мы рассмотрим основные концепции молекулярной физики, связанные с определением элементарного заряда. Затем мы рассмотрим основные методы, которые были разработаны для измерения величины элементарного заряда, включая метод Милликана и метод Брауна. Также будут упомянуты другие методы, основанные на квантовой электродинамике и эффекте Шубникова-де Хааса.

В результате проведенных исследований были получены значимые результаты, которые позволяют определить величину элементарного заряда с высокой точностью. Сравнение результатов различных методов позволяет уточнить значения и оценить надежность полученных данных.



Определение величины элементарного электрического заряда имеет не только фундаментальное значение для физических наук, но и оказывает влияние на различные технологии и практические применения, включая электронику, микроэлектронику, электрохимию и другие области.



*Установка Миллекена*

Молекулярная физика изучает структуру, свойства и взаимодействия молекул — основных строительных блоков вещества. В контексте определения элементарного электрического заряда, молекулярная физика играет важную роль в понимании электрических свойств молекул и взаимодействия зарядов в молекулярных системах.

Одной из ключевых концепций молекулярной физики является понятие молекулы. Молекула представляет собой группу атомов, связанных между собой химическими связями. Каждый атом в молекуле обладает своим электрическим зарядом, который может быть положительным или отрицательным. Величина и распределение этих зарядов в молекуле определяют ее электрические свойства и взаимодействия.

Электрический заряд в молекулярной физике рассматривается как фундаментальная величина. Заряды обладают свойством притягиваться или отталкиваться друг от друга в зависимости от их знаков. Этот электростатический принцип играет важную роль в определении величины элементарного заряда, ибо измерение силы взаимодействия зарядов позволяет вычислить их величину.

Одним из ключевых вопросов молекулярной физики является понимание взаимодействия зарядов в молекулярных системах. Молекулы могут обладать положительными и отрицательными зарядами, которые влияют на их свойства и способность взаимодействовать с другими молекулами или заряженными частицами. Исследование этих взаимодействий является важной задачей молекулярной физики и имеет прямое отношение к определению элементарного заряда.

Итак, основные концепции молекулярной физики, связанные с определением величины элементарного электрического заряда, включают понятие молекулы как основной структурной единицы вещества, рассмотрение электрического заряда как фундаментальной величины и изучение взаимодействия зарядов в молекулярных



системах. Понимание этих концепций является важным для проведения экспериментов и разработки методов определения величины элементарного заряда в молекулярной физике.

Методы определения величины элементарного электрического заряда

Определение величины элементарного заряда является сложной задачей, требующей точных и надежных экспериментальных методов. В течение истории было разработано несколько методов для измерения величины элементарного заряда, каждый из которых основан на различных принципах и экспериментальных подходах.

Одним из наиболее известных методов определения элементарного заряда является метод Милликана. Этот метод был разработан Робертом Милликаном в 1909 году и основан на измерении силы, действующей на заряженные капли масла в электрическом поле. В эксперименте капли масла под действием гравитационной и электрической силы падают или поднимаются в вертикальном электрическом поле. Измеряя скорость падения или подъема капель и зная другие параметры системы, можно определить заряд каждой капли и, следовательно, величину элементарного заряда.

Другим методом определения элементарного заряда является метод Брауна, разработанный Робертом Брауном в 1827 году. Этот метод основан на наблюдении броуновского движения, случайного перемещения микроскопических частиц в жидкости или газе. Броуновское движение вызвано взаимодействием молекул среды с частицами и может быть использовано для определения величины элементарного заряда. Измеряя характеристики броуновского движения, такие как среднеквадратичное отклонение или диффузионный коэффициент, можно получить информацию о заряде частицы и, следовательно, о величине элементарного заряда.

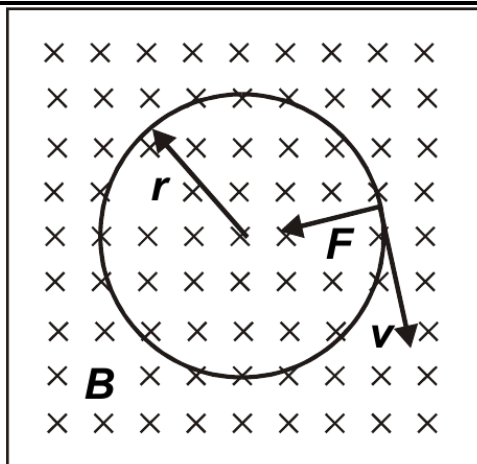
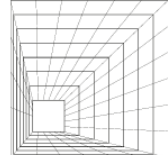
Кроме методов Милликена и Брауна, существуют и другие методы определения элементарного заряда. Некоторые из них основаны на принципах квантовой электродинамики и требуют сложных математических расчетов и экспериментальных установок. Другие методы используют эффекты, такие как эффект Шубникова-де Хааса, при котором движение электронов в магнитном поле связано с их зарядом и массой.

Результаты, полученные с помощью этих методов, значительно улучшили наше понимание величины элементарного заряда. Сравнение результатов, полученных различными методами, позволяет уточнить значения и получить более точные оценки величины элементарного заряда. Точное значение элементарного заряда,  $e = 1.602176634 \times 10^{-19}$  Кл, было установлено с большой точностью на основе экспериментальных данных и является фундаментальной константой в физике.

Таким образом, методы определения величины элементарного электрического заряда, включая методы Милликена, Брауна и другие, играют важную роль в экспериментальной молекулярной физике. Они позволяют установить точное значение элементарного заряда и проверить его согласованность с другими фундаментальными константами. Это важно для развития физической теории и понимания основных принципов, лежащих в основе микромира.

Однако стоит отметить, что с течением времени и развитием технологий могут появляться новые методы и усовершенствования существующих методов определения элементарного заряда. Непрерывные исследования и эксперименты позволяют уточнять значения и достигать ещё большей точности в измерениях.

В целом, методы определения величины элементарного заряда являются ключевыми в молекулярной физике и фундаментальной физике в целом. Они позволяют установить фундаментальные константы и проверить согласованность физических теорий. Это имеет важное значение для понимания микромира и его взаимодействий.



*Движение электрона в магнитном поле  $B$  под действием силы Лоренца  $F$  по параллельной орбите радиусом  $r$ .*

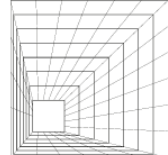
Результаты и достижения в молекулярной физике являются важным вкладом в наше понимание микромира и его свойств. В течение десятилетий исследования в области молекулярной физики привели к значительным достижениям и результатам, которые оказались полезными во многих областях науки и технологий. Вот некоторые из них:

1. Разработка моделей и теорий: Молекулярная физика способствовала разработке различных моделей и теорий, которые объясняют поведение и взаимодействия молекул. Квантовая механика, например, предоставляет математический фреймворк для описания квантовых свойств молекул и их спектроскопических характеристик.
2. Исследование свойств материалов: Молекулярная физика играет важную роль в исследовании свойств материалов на молекулярном уровне. Это позволяет понять и улучшить химическую структуру материалов, их оптические, электрические и магнитные свойства, а также разработать новые материалы с улучшенными характеристиками.
3. Развитие спектроскопии: Молекулярная физика сыграла ключевую роль в развитии спектроскопических методов, таких как инфракрасная спектроскопия, рамановская спектроскопия, электронная спектроскопия и ядерно-магнитный резонанс. Эти методы позволяют изучать структуру и динамику молекул, определять химический состав веществ и исследовать их взаимодействия.

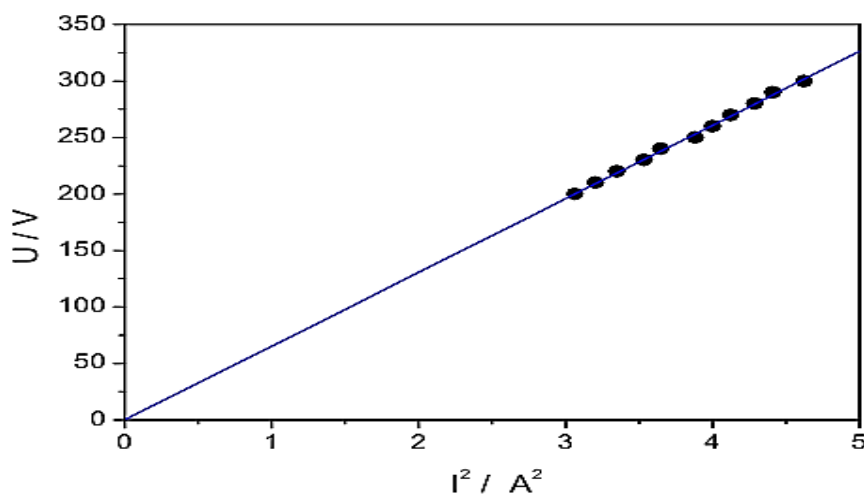
Экспериментальные измерения и примеры:

*В зависимости от потенциала  $U$  тока  $I$  ускорение тока, протекающего по витку катушки с радиусом орбиты  $r=0,04$  м (1-таблица)*

$\frac{U}{В}$	$\frac{I}{А}$
300	2.15
290	2.10
280	2.07
270	2.03
260	2.00
250	1.97
240	1.91
230	1.88
220	1.83
210	1.79

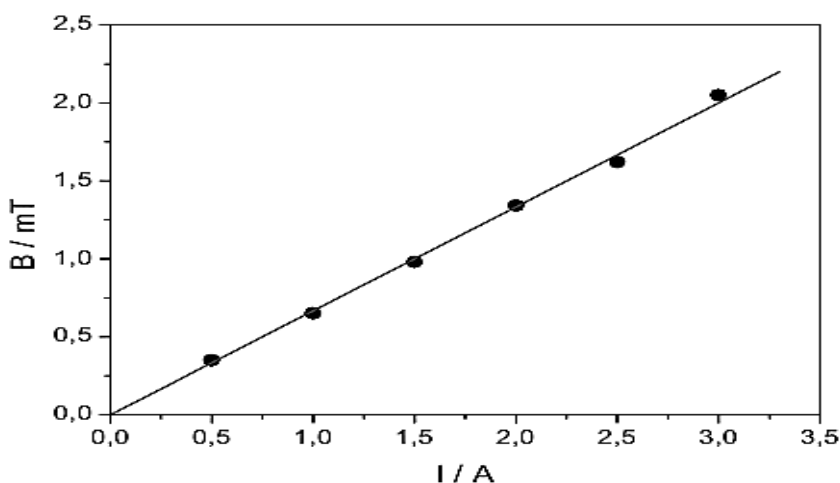


200	1.75
-----	------



Магнитное поле  $B$ , создаваемое катушками Гельмгольца, показано как функция тока  $I$ , проходящего через катушку (2-таблица).

$\frac{I}{A}$	$\frac{B}{mT}$
0.5	0.35
1.0	0.65
1.5	0.98
2.0	1.34
2.5	1.62
3.0	2.05



В заключение, определение величины элементарного электрического заряда является важным достижением в физике и молекулярной физике. Эксперименты, такие как эксперимент Милликена, позволили установить значение элементарного заряда приблизительно как  $1,602 \cdot 10^{-19}$  Кл.

Знание величины элементарного заряда имеет фундаментальное значение для понимания электрических явлений на микроуровне. Оно позволяет нам лучше понять структуру атомов и молекул, электронные свойства материалов и различные процессы, связанные с электромагнетизмом.





---

## Литература

1. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Сотский Н. Н. Физика: учеб. для общеобразоват. учреждений. Базовый и профильный уровни. 19-е издание. – М.: Просвещение, 2010.
2. I.A.Atashov, J.R.Xojamuratova FIZIKADAN MÁSELELER TÚRLERİ HÁM OLARDI SHESHİW USILLARI «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» <https://doi.org/10.5281/zenodo.11004477>
3. D. N. Madiyarov. “Zamanagoy fizika jetiskenliklerin oqıw processine engiziwdiń ayırım máseleleri” temasında // «UZLUKSIZ MALAKA OSHIRISH TIZIMIDA INNOVATSION JARAYON: PEDAGOG XODIMLARINING MOSLASHUVCHANLIK KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH MUAMMOLARI» atamasındağı Respublikalıq ilimiy hám ámeliy onlayn konferenciya. 2020/5/22.
4. Abdreymov A.A. Xojamuratova J.R.(2024) КРЕМНИЙЛИ Р-Н ӨТИЎИИ ИЗЕРТЛЕЎ <http://web-journal.ru/index.php/journal/index>, <http://web-journal.ru/index.php/journal/article/download/4425/4288>
5. Касьянов В. А. Физика. 10 кл.: Профильный уровень. 13-е издание. – М.: 2013 – 432 с.
6. Kalilaev, A. S., & Atashov, I. A. (2024). USE OF MICROSOFT EXCEL IN PHYSICS LABORATORY EXERCISES. MODERN SCIENCE AND RESEARCH, 3(3), 27–32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10812576>