



"Электрик Инфо" - онлайн журнал про электричество. Теория и практика.

Обучающие статьи, примеры, технические решения, схемы, обзоры интересных электротехнических новинок. Уроки, книги, видео. Профессиональное обучение и развитие. Сайт для электриков и домашних мастеров, а также для всех, кто интересуется электротехникой, электроникой и автоматикой.

[Главная](#) [Электрика](#) [Освещение](#) [Автоматика](#) [Электроника](#) [Все рубрики](#) [О сайте](#)

<p>РЕКЛАМА</p> <p>Яндекс Игры Дурак</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>macrogroup.ru Резисторы SMD отптом</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>canny.ru Встраиваемый программируемый логический контроллер</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>usp68.ru Погружные мешалки российского производства</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>aliexpress.ru Мини-флеш-накопитель, 8/16/32/64/128 Гб оену 205 ₽ -87 ₽ 292 ₽</p>
---	--	--	--	--

[Схемы подключения](#) | [Принципиальные схемы](#) | [Электроснабжение](#)
[Розетки и выключатели](#) | [Автоматы защиты](#) | [Кабель и провод](#) | [Монтаж электропроводки](#)
[Ремонт электротехники](#) | [Молодому электрику](#)

[Электрик Инфо](#) » [Электрическая энергия в быту и на производстве](#) » [Интересные факты](#) » Инерция электрона: эксперименты Толмена–Стюарта и Мандельштама–Папалекси

Количество просмотров: 23920

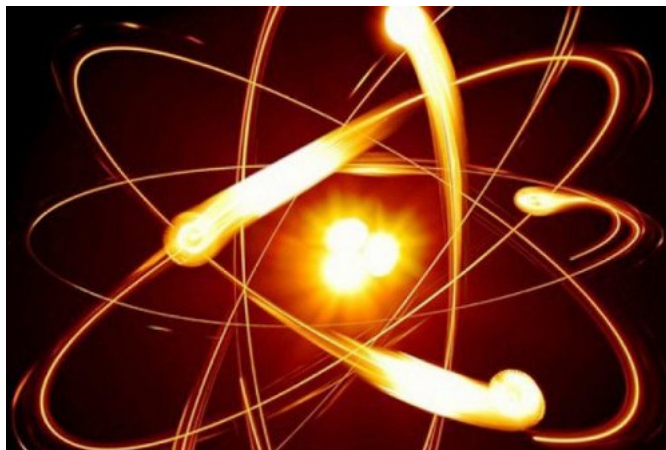
Комментарии к статье: 3

Инерция электрона: эксперименты Толмена–Стюарта и Мандельштама–Папалекси

<p>РЕКЛАМА</p> <p>pvz-maxmarket.ru Франшиза Пункта выдачи заказов с прибылью по договору.</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>pvp-snk.ru Анализатор металлов РФА и Лазер</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>yaesu.ru Купить трансивер КВ недорого с доставкой</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>energo-365.ru Ответственный за электрохозяйство в организацию</p> <p>Узнать больше</p>	<p>РЕКЛАМА</p> <p>3d-mk1.ru Создавай твердотельные 3d-модели и зарабатывай 100к/мес</p> <p>Узнать больше</p>
--	--	--	--	--

Эксперименты с целью поиска ответа на вопрос, обладают ли электроны инертной массой, проводились учеными в самом в начале 20 века. Данные опыты помогли научному сообществу того времени утвердиться в принятии факта, что

электрический ток в металлах формируется именно отрицательно заряженными частицами – электронами, а не положительно заряженными ионами, как можно было бы предполагать.

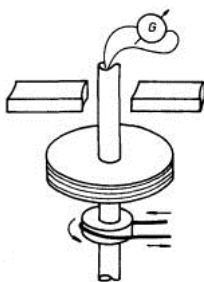


Первый качественный эксперимент, проиллюстрировавший, что, формирующие электрический ток в металлах, заряженные частицы массой точно обладают, провели ученые (тогда еще Российской империи) Леонид Исаакович Мандельштам и Николай Дмитриевич Папалекси, это состоялось в 1913 году.

Три года спустя, в 1916 году, более точный эксперимент провели американские физики Ричард Толмен и Томас Стюарт, которые в своей работе не только показали, что масса у электрона в металле есть, но и достаточно точно измерили ее косвенным методом [при помощи гальванометра](#).

Чтобы понять принцип этих ранних экспериментов, представьте себе трамвай, на котором с утра пораньше на работу едут пассажиры. Вот разогнался трамвай как следует, а перед ним прямо на пути выбегает рассеянный пешеход.

Водитель трамвая, желая спасти бедолаге жизнь, резко жмет на тормоза — пассажиров в салоне мгновенно всей толпой сносит вперед. А сносит их силой инерции, потому что каждый пассажир обладает массой. И тех пассажиров, кто стоял ближе всех к кабине трамвая, больно ударит о стенку.



Приблизительно аналогичным образом мыслили и Мандельштам с Папалекси. Они взяли катушку из проволоки, оснастили скользящими контактами ее изолированные от корпуса выводы, а к скользящим контактам подключили динамик (наушник). Раскрутили катушку вправо — резко остановили — в динамике раздался щелчок.

Раскрутили влево — резко затормозили — в динамике снова щелчок. Вывод: в момент остановки катушки – по ее проводу проходит импульс тока, появляющийся из-за того, что электроны в момент торможения катушки оказываются отброшены к краю провода, как пассажиры в трамвае.

А сила инерции здесь играет роль сторонней силы, которая и создает то, что может быть измерено как ЭДС. Это заключение, конечно, не дало исследователям возможности узнать знак носителей заряда и как-то однозначно идентифицировать их, однако эксперимент Мандельштама и Папалекси отчетливо

показал, что ток в металлах держит свой путь через кристаллическую решетку, а значит он связан с реально существующими внутри него свободными носителями заряда.

$$\begin{aligned}\vec{F}_{\text{ин}} &= -m\vec{a}; \quad q\vec{E} = -m\vec{a}; \\ \vec{E} &= -\frac{m}{q} \frac{d\vec{v}}{dt}; \\ \mathcal{E} &= \int \vec{E} d\vec{l} = -\frac{m}{q} \frac{d\vec{v}}{dt} \int d\vec{l} = -\frac{m}{q} \frac{d\vec{v}}{dt} L; \\ I &= \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{mL}{qR} \frac{d\vec{v}}{dt};\end{aligned}$$

Толмен и Стюарт решили пойти немного дальше. Они тоже намотали катушку, только длину провода отмерили точно равной 500 метров, и стали ее раскручивать. Раскручивали до достижения линейной скорости точно 500 м/с, чтобы знать соотношение между полученной ЭДС и ускорением.

К скользящим выводам катушки был присоединен уже не динамик, а более информативный прибор – гальванометр. По завершении эксперимента исследователи проинтегрировали стороннюю силу по всей длине проводника катушки, и получили выражение для ЭДС, создаваемой сторонней силой инерции при изменении скорости до нуля.

$$\begin{aligned}Q &= \int Idt = -\frac{mL}{qR} \int_0^0 d\vec{v} = -\frac{mL}{qR} \vec{v}_0; \\ \frac{q}{m} &= \frac{L\vec{v}_0}{RQ}.\end{aligned}$$

Величину полного заряда, который пробежал по проводнику, можно было вычислить по закону Ома, приняв в расчет сопротивление провода катушки. Итак, зная скорость движения провода до торможения, длину провода, его сопротивление, направление вращения, время торможения, величину и знак ЭДС, можно найти знак и величину удельного заряда, что и сделали Стюарт и Толмен.

$$\frac{|q|}{m} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \approx 1,7 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}.$$

Сегодня уже никому не покажется странным, что измеренное Стюартом и Толменом отношение заряда электрона к его массе совпало с полученным почти 20 лет назад, в 1897 году Дж.Дж. Томсоном, удельным зарядом частиц, из которых состояли катодные лучи. Мы то теперь наверняка знаем, что и катодные лучи, и ток в металлах, образованы из одних и тех же отрицательно заряженных элементарных частиц — электронов.

Андрей Повный

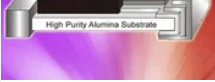




Популярные публикации:

- [Почему в разных странах различается напряжение и частота в электрической сети](#)
- [История мотора и генератора Хендершота](#)
- [Примеры использования керамических материалов в электротехнике и электроэнергетике](#)

Надеюсь, что эта статья была для вас полезной. Смотрите также другие статьи в категории [Электрическая энергия в быту и на производстве](#) » [Интересные факты](#)

Подписывайтесь на наш канал в Telegram: [Домашняя электрика](#)



 <p>macrogroup.ru Резисторы SMD отптом</p> <p>Узнать больше</p>	 <p>спбзип.рф 6P3C 1 Радиолампа</p> <p>Узнать больше</p>	 <p>canny.ru Программируемый контроллер</p> <p>Узнать больше</p>	 <p>energo-365.ru Ответственный за электрохозяйство в организацию</p> <p>Узнать больше</p>	 <p>headwaterjet.ru Самый экономический станок гидрорезки с завода</p> <p>Узнать цену</p>
--	---	---	--	--

РЕКЛАМА · 16+

Яндекс Игры



Морской Бой классический

Дізнатися більше

Поделитесь этой статьей с друзьями:

Другие статьи с сайта Электрик Инфо:

- [Куда течет электричество](#)
- [Электронная эмиссия, ионизация воздуха и электрическая искра](#)
- [Напряжение, сопротивление, ток и мощность - основные электрические величины](#)
- [«Всё течёт», или Закон Ома для любознательных](#)
- [Что такое электрический ток](#)
- [Занимательные эксперименты. Новая конструкция простейшего электродвигателя](#)
- [Собственные и примесные полупроводники - ответы на популярные вопросы](#)
- [Оптические транзисторы - будущее электроники](#)
- [Применение электростатической индукции в технике](#)
- [Как сделать простейший электродвигатель за десять минут](#)

Категория: [Электрическая энергия в быту и на производстве](#) » [Интересные факты](#)

[Андрей Повный – все статьи](#)

Комментарии:

#1 написал: **Денис Туров** |

Неужели в это кто то верит? Авторы эксперимента не указывают размер катушки, однако если примерно представить диаметр катушки 70мм, то длина окружности будет ~220м. Что бы точка на этой окружности прошла 1 метр, нужно 4,5 оборота, умножаем на 500, получаем ~ 2300об/с. Это что за двигатель у них был в 1916г? Но всё встаёт на свои места, если в формулу подставить другую угловую скорость или длину провода, масса электрона будет совершенно другая. Следовательно значение притянута за уши, жулики.

Комментарии:

#2 написал: **Андрей Повный** |

Денис Туров, Эксперименты Толмена–Стюарта и Мандельштама–Папалекси были проведены в начале 20-го века и представляют собой важные экспериментальные доказательства существования инерции электрона. Эти эксперименты были повторены и подтверждены другими учеными и лабораториями, и они по-прежнему широко используются в современной физике.

Относительно критики, приведенной в комментарии, необходимо отметить, что размер катушки, как и другие детали эксперимента, были описаны в оригинальных статьях. Кроме того, в эксперименте использовались довольно точные методы измерения, которые позволили ученым получить достоверные результаты.

Также стоит отметить, что величина инерции электрона была вычислена не только на основе этих экспериментов, но и на основе других независимых методов. Все эти методы дали совпадающие результаты, что подтверждает правильность полученных значений.

Таким образом, эксперименты Толмена–Стюарта и Мандельштама–Папалекси являются важными и подтвержденными экспериментальными доказательствами существования инерции электрона. Они были проведены с использованием тщательно проработанных методов измерения и полученные результаты подтверждаются другими независимыми методами.

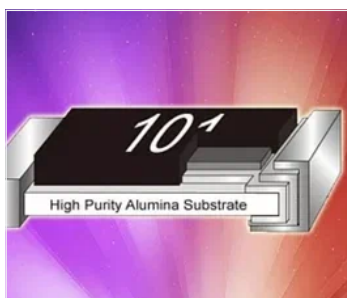
Комментарии:

#3 написал: **Борис** |

Странно, что при такой дикой длине провода авторы никак не учитывали влияние на ЭДС и силу тока явления самоиндукции, индуктивности катушки, которая была очень большой.

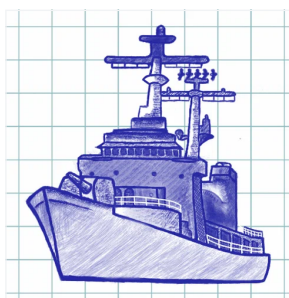
Присоединяйтесь к нам в социальных сетях:

[ВКонтакте](#) | [Facebook](#) | [Одноклассники](#) | [Электрик Инфо на Яндекс Дзен](#)



macrogroup.ru РЕКЛАМА
Резисторы SMD
ОТПТОМ

[Узнать больше](#)



Яндекс.Игры РЕКЛАМА · 16+
Морской Бой
классический
Классическая версия хорошо известной всем игры «Морской Бой классический». Игра

[Узнать больше](#)

Популярные разделы сайта:

[Электрика дома](#) [Электрообзоры](#) [Энергосбережение](#)
[Секреты электрика](#) [Источники света](#) [Делимся опытом](#)
[Домашняя автоматика](#) [Электрика для начинающих](#)
[Практическая электроника](#) [Электротехнические новинки](#)
[Андрей Повный – все статьи автора](#)

Все категории (нажмите меня)!

Copyright © 2009-2024 Электрик Инфо - Elektrik.info, Андрей Повный
Вся информация на сайте предоставлена в ознакомительных и познавательных целях.
За применение этой информации администрация сайта ответственности не несет.