

Группа 15. Физика

Дата: 13.06.2020

Уроки № 98

Тип урока: комбинированный урок

Тема урока:

Электрический ток. Сила тока

Цели урока:

Предметные:

- Познакомить учащихся с явлением электрического тока в проводнике;
- объяснить механизм его возникновения;
- ввести характеристику электрического тока: силу тока.

Развивающая:

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

Воспитывающая:

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

Деятельностная:

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

Образовательная:

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

Задание:

Ознакомиться с текстом по теме занятия. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы, желательно в программе Word.

План конспекта:

- 1) Электрический ток
 - 2) Направление электрического тока
 - 3) Действие тока
 - 4) Сила тока
 - 5) Связь силы тока со скоростью направленного движения частиц
 - 6) Скорость упорядоченного движения электронов в проводнике
-

Законы постоянного тока

Электрический ток. Сила тока

Электрический ток — направленное движение заряженных частиц.

Благодаря электрическому току освещаются квартиры, приводятся в движение станки, нагреваются конфорки на электроплитах, работает радиоприемник и т. д.

Рассмотрим наиболее простой случай направленного движения заряженных частиц — постоянный ток.

При движении заряженных частиц в проводнике происходит перенос электрического заряда из одной точки в другую. Однако если заряженные частицы совершают беспорядочное тепловое движение, как, например, свободные электроны в металле, то переноса заряда не происходит (рис. 15.1, а). Поперечное сечение проводника в среднем пересекает одинаковое число электронов в двух противоположных направлениях. Электрический заряд переносится через поперечное сечение проводника лишь в том случае, если наряду с беспорядочным движением электроны участвуют в направленном движении (рис. 15.1, б). В этом случае говорят, что по проводнику идёт *электрический ток*.

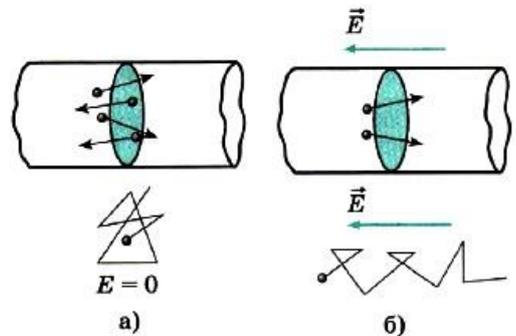


Рис. 15.1

Запомни

Электрическим током называют упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.

Электрический ток имеет определённое направление.

За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

ИНТЕРЕСНО

Если перемещать нейтральное в целом тело, то, несмотря на упорядоченное движение огромного числа электронов и атомных ядер, электрический ток не возникнет. Полный заряд, переносимый через любое сечение, будет при этом равным нулю, так как заряды разных знаков перемещаются с одинаковой средней скоростью.

Направление тока совпадает с направлением вектора напряжённости электрического поля. Если ток образован движением отрицательно заряженных частиц, то направление тока считают противоположным направлению движения частиц.

Выбор направления тока не очень удачен, так как в большинстве случаев ток представляет собой упорядоченное движение электронов — отрицательно заряженных частиц. Выбор направления тока был сделан в то время, когда о свободных электронах в металлах ещё ничего не знали.

Действие тока. Движение частиц в проводнике мы непосредственно не видим. О наличии электрического тока приходится судить по тем действиям или явлениям, которые его сопровождают.

Во-первых, проводник, по которому идёт ток, нагревается.

Во-вторых, электрический ток может изменять химический состав проводника: например, выделять его химические составные части (медь из раствора медного купороса и т. д.).

В-третьих, ток оказывает силовое воздействие на соседние токи и намагниченные тела. Это действие тока называется *магнитным*.

Так, магнитная стрелка вблизи проводника с током поворачивается. Магнитное действие тока в отличие от химического и теплового является основным, так как проявляется у всех без исключения проводников. Химическое действие тока наблюдается лишь у растворов и расплавов электролитов, а нагревание отсутствует у сверхпроводников.

В лампочке накаливания вследствие прохождения электрического тока излучается видимый свет, а электродвигатель совершает механическую работу.

Сила тока. Если в цепи идёт электрический ток, то это означает, что через поперечное сечение проводника всё время переносится электрический заряд.

Запомни

Заряд, перенесённый в единицу времени, служит основной количественной характеристикой тока, называемой **силой тока**.

Если через поперечное сечение проводника за время Δt переносится заряд Δq , то среднее значение силы тока равно:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}. \quad (15.1)$$

Важно

Средняя сила тока равна отношению заряда Δq , прошедшего через поперечное сечение проводника за промежуток времени Δt , к этому промежутку времени.

Запомни

Если сила тока со временем не меняется, то ток называют **постоянным**.

Сила переменного тока в данный момент времени определяется также по формуле (15.1), но промежуток времени Δt в таком случае должен быть очень мал.

Сила тока, подобно заряду, — величина скалярная. Она может быть, как *положительной*, так и *отрицательной*. Знак силы тока зависит от того, какое из направлений обхода контура принять за положительное. Сила тока $I > 0$, если направление тока совпадает с условно выбранным положительным направлением вдоль проводника. В противном случае $I < 0$.

ИНТЕРЕСНО

Термин сила тока нельзя считать удачным, так как понятие сила, применяемое к току, не имеет никакого отношения к понятию сила в механике. Но термин сила тока был введён давно и утвердился в науке.

Связь силы тока со скоростью направленного движения частиц.

Пусть цилиндрический проводник (рис. 15.2) имеет поперечное сечение площадью S . За положительное направление тока в проводнике примем направление слева направо. Заряд каждой частицы будем считать равным q_0 . В объёме проводника, ограниченном поперечными сечениями 1 и 2 с расстоянием Δl между ними, содержится $nS\Delta l$ частиц, где n — концентрация частиц (носителей тока). Их общий заряд в выбранном объёме $q = q_0nS\Delta l$. Если частицы движутся слева направо со средней скоростью v , то за время $\Delta t = \frac{\Delta l}{v}$ все частицы, заключенные в рассматриваемом объёме, пройдут через поперечное сечение 2. Поэтому сила тока равна:

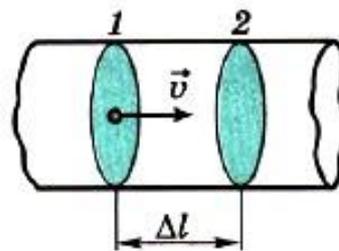


Рис. 15.2

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_0 n S \Delta l v}{\Delta l} = q_0 n v S. \quad (15.2)$$

Важно
В СИ единицей силы тока является ампер (А).

Эта единица установлена на основе магнитного взаимодействия токов.

Измеряют силу тока *амперметрами*. Принцип устройства этих приборов основан на магнитном действии тока.

Давайте определим среднюю квадратичную скорость теплового движения свободных электронов, рассматривая электронный газ как идеальный.

$$\overline{v_{\text{кв}}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}, \text{ где } k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$

Пусть $T = 300 \text{ К}$, т. е. 27° С

Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

$$\bar{v}_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 6745 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Мы видим, что средняя тепловая скорость электронов более, чем в 10 раз превышает среднюю тепловую скорость молекул газа.

Скорость упорядоченного движения электронов в проводнике. Найдём скорость упорядоченного перемещения электронов в металлическом проводнике. Согласно формуле (15.2) $v = \frac{I}{enS}$, где e — модуль заряда электрона.

Пусть, например, сила тока $I = 1 \text{ А}$, а площадь поперечного сечения проводника $S = 10^{-6} \text{ м}^2$. Модуль заряда электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Число электронов в 1 м^3 меди равно числу атомов в этом объёме, так как один из валентных электронов каждого атома меди является свободным. Это число есть $n \approx 8,5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ (это число можно определить, если решить задачу 6 из § 54). Следовательно,

$$v = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 8,5 \cdot 10^{28} \cdot 10^{-6}} \text{ (м/с)} \approx 7 \cdot 10^{-5} \text{ м/с.}$$

Как видите, скорость упорядоченного перемещения электронов очень мала. Она во много раз меньше скорости теплового движения электронов в металле.

Контрольные вопросы:

1. Что определяет среднюю скорость дрейфа свободных электронов?
 2. Почему единицу тока определяют по магнитному взаимодействию?
-

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §102 упр. 1-3