

А.Ф. Потехин

## ЗАКОН ОМА КАК СЛЕДСТВИЕ ВТОРОГО ЗАКОНА ГЬЮТОНА

Показано, что установленный экспериментальным путём закон Ома для участка цепи получается аналитически как следствие из второго закона Ньютона.

При изучении законов механического движения в физике учащемуся чрезвычайно “важно понять, что действующие на тело силы определяют его ускорение, т.е. изменение скорости, а не саму скорость движения тела” [1, стр. 89]. Но при изучении электродинамики он встречает совершенно противоположное утверждение о том, что “скорость упорядоченного движения электронов зависит от силы, действующей на них, т.е. от напряжённости поля внутри проводника” [2, стр. 168]... “Под влиянием этой силы электроны приобретают определенную скорость упорядоченного движения” [2, стр. 189]. Это вызывает недоумение пытливого ума учащегося и может поставить в затруднительное положение преподавателя. Поэтому целесообразно, при молекулярно-кинетическом объяснении закона Ома [2, §99], вывести этот закон непосредственно из второго закона Ньютона. Приводим этот вывод.

Рассмотрим участок цилиндрического проводника длиной  $\Delta l$  с поперечным сечением  $S$ . На дискретный заряд  $q$  этого проводника действует сила  $\vec{F} = q\vec{E}$ , где  $\vec{E}$  есть напряженность электрического поля. Тогда, в соответствии со вторым законом динамики,

$$qE = m\bar{a}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса заряда,  $\bar{a}$  – ускорение его упорядоченного движения. Так как среднее значение вектора начальной скорости заряда равно нулю [2, стр. 189], то среднее значения скорости направленного движения зарядов в проводнике  $\bar{v} = \bar{a}\tau$ , откуда

$$\bar{a} = \bar{v}/\tau, \quad (2)$$

Здесь  $\tau$  – интервал времени, по истечении которого заряд испытывает очередное столкновение в его хаотическом тепловом движении. Перейдя к модулям и просуммировав (1) по всем зарядам рассматриваемого участка проводника с учётом (2), получим

$$qnS\Delta lE = mnS\Delta l\bar{v}/\tau, \quad (3)$$

где  $n$  – объёмная концентрация зарядов в проводнике. Так как  $\Delta lE$  есть разность потенциалов  $U$  на концах участка проводника, то с учётом выражения для силы тока  $I = qnS\bar{v}$ , (3) примет вид

$$\frac{q^2 n S \tau}{\Delta l m} U = I$$

Или, вводя обозначение,

$$R = \frac{\Delta l m}{q^2 n S \tau}, \quad (4)$$

Получим

$$\frac{U}{R} = I, \quad (5)$$

что совпадает с выражением для полученного экспериментальным путём законом Ома, где  $R$  есть сопротивление участка цепи

В заключение важно подчеркнуть, что такое решение данного вопроса проявляет диалектическую взаимосвязь различных . на первый взгляд, явлений материального мира.

1. И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. Физика 8. М., Просвещение, 1977.

2. Б.Б. Буховцев, Ю.Л. Климонтович, Г.Я. Мякишев. Физика 9. М., Просвещение, 1977.

## ОТВЕТ РЕАКЦИИ ЖУРНАЛА

№288 от 18 сентября 1980г.

Уважаемый, Потехин А. Ф.

Редакция возвращает Вам Вашу статью №349/80 и рецензию на неё.

Зам главного редактора (подпись)

### Рецензия

На статью Потехина А.Ф. “Закон Ома как следствие второго закона Ньютона”

В статье Потехина А.Ф. повторяется практически дословно вывод закона Ома, данный в стабильном учебном пособии “Физика 9” (с. 188-190).

Кажущийся парадокс, о котором говорит автор в начале статьи, действительно имеет место и его следует разъяснять учащимся. Однако в статье это сделано мало убедительно.

В таком виде публикация статьи не целесообразна.

Рецензент

---

### ОТВЕТ АВТОРА

На Ваш №288 от 18 сентября 1980г.

Учитывая ошибочность рецензии, прошу направить статью “Закон Ома как следствие второго закона Ньютона” на повторное рецензирование академику И.К. Кикоину как одному из авторов школьного учебника по физике.

Рецензент утверждает, что в данной статье “повторяется практически дословно вывод закона Ома, данный в стабильном учебном пособии”.

#### Возражение.

Логика доказательства закона Ома в учебнике: а) получается выражение для силы тока, куда входит скорость упорядоченного движения электронов; б) утверждается, что “скорость упорядоченного движения электронов зависит от силы” и определяется эта скорость; в) подставляя найденное выражение для скорости в выражение для силы тока, получается закон Ома. При таком выводе закон Ома преподносится как самостоятельный физический закон, а не как другая форма записи второго закона Ньютона.

В предлагаемой статье это доказательство переворачивается с головы на ноги. Логика доказательства в статье следующая: а) записывается выражение для второго закона Ньютона; б) записывается кинематическое выражение ускорения через скорость; в) подставляя найденное выражение для ускорения во второй закон Ньютона, после элементарных преобразований получается закон Ома, но уже как следствие второго закона Ньютона. Такая трактовка вопроса и, соответственно, изменение хода доказательства (по сравнению с приведенным в учебнике) принципиально нова и есть проявление взаимосвязи законов в гравитационных и электрических полях (к проблеме Эйнштейна). Это позволяет устранить в школьных учебниках противоречивость утверждений, о которых говорится в начале статьи.

При направлении статьи на повторное рецензирование, прошу приложить данное возражение.

С уважением,

А. Ф. Потехин

Ответа из Редакции журнала на это письмо не последовало.

От автора. Удивительно, но факт. Повсеместно встречается замечание об аналогии закона Кулона в электростатике и закона всемирного тяготения в гравитостатике. Но осталось незамеченным, что при рассмотрении постоянного тока заряженных частиц в электродинамике закон Ома играет такую же роль, как и второй закон Ньютона при рассмотрении движения отдельной частицы в гравитодинамике.