

Кризис релятивистских теорий

Виктор КУЛИГИН, Галина КУЛИГИНА, Мария КОРНЕВА
Исследовательская группа «Анализ»

Часть 6.

Магнитные взаимодействия движущихся зарядов

Дан анализ магнитных взаимодействий зарядов. Показано, что магнитные явления имеют точное объяснение в рамках механики Ньютона. Показаны ошибки электронной теории Лоренца.

The analysis of magnetic interactions of charges was given. It is shown that magnetic phenomena have an accurate explanations in framework of Newton's mechanics. Also errors of electron Lorentz's theory were shown.

Введение

До настоящего времени считается, что механика Ньютона не способна объяснить ряд магнитных явлений. Только механика Специальной теории относительности может дать такие объяснения. Это распространенное заблуждение. Однако эта точка зрения существует, несмотря на то, что она была опровергнута многими экспериментами (см., например, [1], [2], [3] и т.д.). Теория Эйнштейна представляет набор ошибок в объяснении магнитных явлений. Наша цель состоит в том, чтобы дать правильные объяснения этих явлений в рамках механики Ньютона.

В Части 2 нашего доклада мы показали, что калибровка Лоренца уравнений Максвелла является ошибочной. Она опирается на соотношения, которые не соответствуют физическим явлениям. Здесь мы покажем, что электронная теория Лоренца, также противоречит физическим явлениям. Мы предлагаем вниманию читателей новую теорию, которая базируется на механике Ньютона. Мы покажем что, эта теория способна, дать непротиворечивые объяснения магнитных явлений, которые теория Лоренца не способна объяснить.

1. Квазинейтральная система

Любой проводник, полупроводник или диэлектрик могут рассматриваться как квазинейтральная система [4]. Квазинейтральная система (QS) содержит положительные и отрицательные заряды, равномерно распределенные в объеме. Необходимое условие QS, которое должно удовлетворяться в каждом маленьком макро – объеме, есть

$$\sum_i |q_i^+ + q_i^-| \ll \sum_i q_i^+ \quad (1.1)$$

где q^+ – положительный заряд, и q^- – отрицательный заряд в QS.

В рамках нашего анализа мы принимаем следующие условия:

- а) скорости зарядов в QS невелики ($v \ll c$);
- б) QS – замкнутая система;
- в) тепловые потери и излучение отсутствуют.

Чтобы иллюстрировать те трудности, с которыми сталкиваются уравнения Максвелла, рассмотрим движущийся проводник с постоянным током. Проводник перемещается вдоль своей оси, как показано на рис. 1.

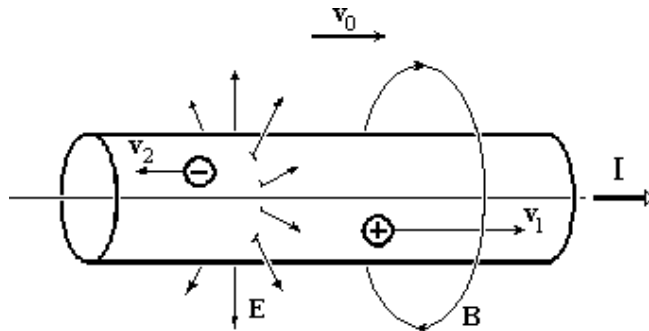


Рис. 1

Вокруг движущегося проводника существуют электрическое поле E и магнитное поле B . Проводник можно рассматривать как ионную решетку с электронами проводимости. Исследуемый эффект не зависит от времени. Запишем уравнения Максвелла для этого случая.

$$\Delta \mathbf{A} = -\mu \mathbf{j}; \quad \Delta \phi = -\frac{\rho}{\epsilon}; \quad \mathbf{j} = \rho_1 \mathbf{v}_1 + \rho_2 \mathbf{v}_2; \quad \rho = \rho_1 + \rho_2 \quad (1.2)$$

где: ρ_1 – плотность (концентрация) положительного заряда, ρ_2 – плотность (концентрация) отрицательного заряда, \mathbf{v}_1 – скорость положительных зарядов, \mathbf{v}_2 – скорость отрицательных зарядов проводника.

Из уравнения (1.2) следует

$$\mathbf{E} = -\text{grad}\phi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = 0 \quad (1.3)$$

Здесь мы приняли во внимание, что потенциалы не зависят от времени и использовали условие квазинейтральности, которое вытекает из уравнения (1.1)

$$\rho_1 + \rho_2 = 0 \quad (1.4)$$

Итак, поле \mathbf{E} существует, но уравнения Максвелла не способны предсказать его. Гипотезы [5], [6] не могут объяснять явление. Оно не может быть также объяснено с помощью потенциалов Вебера.

Поскольку, уравнения Максвелла не могут предсказать появление электрического поля вокруг движущегося проводника, чтобы исправить этот дефект уравнений Максвелла, мы вынуждены выдвинуть рабочую гипотезу.

2. Рабочая гипотеза

Мы будем предполагать, что потенциалы движущихся зарядов должны зависеть от скорости движения этого заряда. Как следствие этой гипотезы, движущийся заряд будет обладать кажущейся плотностью заряда ρ^* , которая отличается от реальной плотности ρ , когда заряд покоится. Плотность реального заряда ρ не зависит от скорости.

$$\rho^* = \rho \left(1 + \frac{\mathbf{v}^2}{2c^2} \right) \quad (2.1)$$

Рабочая гипотеза изменяет классическую форму интеграла Гаусса (закон сохранения заряда)

$$\oiint_S \epsilon \mathbf{E} \mathbf{n}^o d^2 r = \iiint_V \rho^* d^3 r = \sum_i q_i \left(1 + \frac{v_i^2}{2c^2} \right) \quad (2.2)$$

где: V – объем, S – поверхность объема, \mathbf{n}^o – нормаль к поверхности, q_i – i -заряд в объеме V , и \mathbf{v}_i – скорость i -заряда.

Учитывая уравнение (2.2) и уравнение (1.3) мы можем записать уравнение (1.2) в новой форме

$$\Delta \mathbf{A} = -\mu \mathbf{j}^* = -\mu \rho_1 \left[1 + \frac{v_1^2 + \mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2 + v_2^2}{2c^2} \right] \approx -\mu \mathbf{j}; \quad \Delta \phi = -\frac{\rho_1}{\epsilon} \frac{\mathbf{v}_{12} \mathbf{v}_0}{2c^2} \quad (2.3)$$

где: $\mathbf{v}_0 = \frac{\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2}{2}$; $\mathbf{v}_{12} = \mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2$.

Теперь мы видим, что уравнения (2.3) предсказывают электрическое поле перемещающегося проводника.

Возвращаясь к уравнениям (2.3), мы должны дать объяснение скорости \mathbf{v}_0 . Это скорость **базовой системы** координат, движущегося проводника. В этой системе координат положительные и отрицательные заряды проводника движутся с *равными скоростями*, но в *противоположных* направлениях. Электрическое поле *отсутствует*, если мы покоимся в *базовой* системе отсчета идеального проводника.

Поперечное электрическое поле проводника существует независимо от того, движемся ли мы относительно проводника с током или же проводник движется относительно нас. Силовые линии магнитного поля вместе с магнитным полем покоятся в базовой системе отсчета, и они движутся вместе с базовой системой отсчета. Эта интерпретация весьма существенно отличается от интерпретаций, которые представлены в учебниках [7], [8] и в [5], [6].

Мы обращаем внимание на то, что средняя скорость электронов проводимости в проводнике очень мала, и можно условно считать, что базовая система отсчета проводника совпадает с системой отсчета, связанной с проводником. Магнит и электромагнит также имеют собственные базовые системы отсчета. Мы предполагаем, что эта гипотеза не разрушает решение проблемы электромагнитной массы, приведенное в Части 5 (см. Приложение 1).

3. Функция Лагранжа

Чтобы показать плодотворность рабочей гипотезы, мы должны записать функцию Лагранжа для взаимодействующих зарядов и проанализировать их взаимодействие.

Взаимодействие объективно и оно не зависит от воли наблюдателя, т.е. от его выбора инерциальной системы отсчета для исследования взаимодействия. Это прямо обусловлено гносеологическими аспектами и связано с классификацией физических законов [10]. Опираясь на результаты, изложенные в предыдущих Частях этой работы, мы можем использовать преобразование Галилея и работать в рамках механики Ньютона.

Очевидно, что электрическое поле \mathbf{E} заряда q_1 , который движется со скоростью \mathbf{v} в системе отсчета неподвижного наблюдателя, есть:

$$\mathbf{E} = -\text{grad}\phi_1 \left(1 + \frac{\mathbf{v}^2}{2c^2} \right) \quad (3.1)$$

где ϕ_1 это потенциал заряда; \mathbf{v} – скорость заряда.

Известно, что величина напряженности электрического поля в данной точке пространства заданной инерциальной системы численно равна силе, которая действует на положительный единичный точечный заряд, **покоящийся** в данной точке. Сила, действующая на покоящийся заряд q_2 , равна

$$\mathbf{F} = q_2 \mathbf{E} = -q_2 \text{grad}\phi_1 \left(1 + \frac{\mathbf{v}^2}{2c^2} \right) \quad (3.2)$$

Перейдем теперь в новую инерциальную систему отсчета, которая движется относительно первоначальной со скоростью \mathbf{v}_2 . Новая скорость источника потенциала ϕ_1 равна \mathbf{v}_1 . Поскольку сила, как объективная характеристика, не зависит от выбора инерциальной системы отсчета, мы можем использовать преобразование Галилея.

$$\mathbf{F} = -q_2 \text{grad}\phi_1 \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2} \right) \quad (3.3)$$

где: $\mathbf{v}_1 = \mathbf{v} + \mathbf{v}_2$

Очевидно, что энергия взаимодействия между зарядами q_1 и q_2 равна:

$$W = q_2 \phi_1 \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2} \right) = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r_{12}} \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2} \right) \quad (3.4)$$

Теперь мы можем записать функцию Лагранжа для двух зарядов

$$L = \frac{m_1 \mathbf{v}_1^2}{2} - \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r_{12}} \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2} \right) + \frac{m_2 \mathbf{v}_2^2}{2} \quad (3.5)$$

где: m_1 и m_2 есть массы зарядов; \mathbf{v}_1 и \mathbf{v}_2 есть скорости этих зарядов. Мы привели не доказательство, а идею построения новой функции Лагранжа.

Функция Лагранжа для системы взаимодействующих зарядов имеет вид:

$$L = \sum_{i=1}^N \left[\frac{m_i \mathbf{v}_i^2}{2} - \sum_{k>i}^N \frac{q_i q_k}{4\pi\epsilon r_{ik}} \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_i - \mathbf{v}_k)^2}{2c^2} \right) \right] \quad (3.6)$$

Мы можем сделать следующие выводы.

1. Функция Лагранжа (уравнения (3.5) и (3.6)) симметрична.
2. Функция Лагранжа инвариантна относительно преобразования Галилея.

4. Уравнение движения и энергия

Здесь мы проведем краткий анализ механики Ньютона для заряженных частиц, потенциалы которых зависят от скоростей зарядов. Запишем интеграл действия в следующей общей форме:

$$S = \int \left[\sum_{k=1}^N \left[m_k \frac{\mathbf{v}_k^2}{2} + \sum_{i>k}^N L_{ik}(R_{ik}; \mathbf{v}_{ik}) \right] \right] dt \quad (4.1)$$

$$\text{где } L_{ik} = L_{ki} = \begin{cases} -\frac{e_i e_k}{4\pi\epsilon R_{ik}} \left[1 + \frac{(\mathbf{v}_i - \mathbf{v}_k)^2}{2c^2} \right] & \text{когда } i \neq k \\ 0 & \text{когда } i = k \end{cases}$$

Будем искать уравнение движения зарядов при следующих условиях.

1. Мы варьируем координаты только k -частицы. Координаты остальных частиц ($i \neq k$) сохраняются неизменными ($\delta \mathbf{R}_i = 0$, если $i \neq k$).
2. Время рассматривается как постоянный параметр ($\delta t = 0$).
3. Все i -частицы взаимодействуют только с k -частицей, т.е. эта частица взаимодействует со всеми частицами ($i \neq k$). Все остальные частицы не взаимодействуют между собой.

В результате мы получаем систему стандартных уравнений движения.

$$\frac{d}{dt} m_k \mathbf{v}_k = \sum_{I=1}^N \left[\frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{R}_{ki}} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{v}_{ki}} \right] \quad (4.2)$$

где:

$$\begin{aligned} \partial \mathbf{R}_{ki} &= \partial (\mathbf{R}_k - \mathbf{R}_i) = \partial \mathbf{R}_k & \partial \mathbf{v}_{ki} &= \partial (\mathbf{v}_k - \mathbf{v}_i) = \partial \mathbf{v}_k & \text{когда } i \neq k \\ \partial \mathbf{R}_i &= \delta \mathbf{R}_i = 0 & \partial \mathbf{v}_i &= \delta \mathbf{v}_i = 0 & \text{когда } i \neq k \end{aligned}$$

Отдельная сила между двумя частицами равна:

$$\mathbf{F}_{ki} = \frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{R}_{ki}} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{v}_{ki}} = -\mathbf{F}_{ik} \quad (4.3)$$

Здесь используется натуральные обозначения для обозначения некоторого вектора \mathbf{N}_{ki} . Первый индекс (k) указывает, что вектор \mathbf{N}_{ki} воздействует на k -частицу (k -тело). Второй индекс (i) показывает, что вектор \mathbf{N}_{ki} генерируется i -частицей (i -телом). Частица i это источник силы \mathbf{N}_{ki} .

Теперь мы можем перейти к исследованию проблемы кинетической энергии. Для этой цели мы умножим систему уравнений (4.2) на $\mathbf{v}_k dt$ и результаты умножения просуммируем.

$$dK = \sum_{k=1}^N d \left(m_k \frac{v_k^2}{2} \right) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_{ki} \cdot \mathbf{v}_k dt = \sum_{k=1}^N \sum_{i>k}^N \mathbf{F}_{ki} \cdot d\mathbf{R}_{ki} \quad (4.4)$$

Дифференциал кинетической энергии dK равен работе всех сил за интервал времени dt . Дифференциал dK не зависит от волевого выбора наблюдателем инерциальной системы отсчета.

Известно, что время часто рассматривается как четвертая координата частицы. Теперь мы будем варьировать время t как координату в уравнении (4.1) при следующих условиях.

1. Координата k -частицы неизменна ($\delta \mathbf{R}_k = 0$).
2. Все остальные частицы ($i \neq k$) перемещаются.
3. Любая i -частица взаимодействует только с k -частицей ($i \neq k$).

Если мы повторим процедуры вариационного вычисления, то найдем, что

$$dE = \sum_{k=1}^N dE_k = \sum_{k=1}^N \sum_{i>k}^N \mathbf{F}_{ik} d\mathbf{R}_{ki} = -dK \quad (4.5)$$

где $dE_k = d\left[\sum_{n=1}^N \frac{\partial L_k}{\partial \mathbf{v}_n} \mathbf{v}_n - L_k\right]$; $L_k = \sum_{i=1}^N L_{ik}$

Очевидно, что $d(E+K)=0$. Это есть закон сохранения механической энергии консервативной системы QS. Другие законы сохранения приведены в Приложении 2.

На основании изложенного выше мы можем констатировать, что:

- 1) третий закон Ньютона не нарушается;
- 2) выражения (4.1) – (4.5) инвариантны относительно преобразования Галилея;
- 3) механическая энергия QS сохраняется.

5. Сила и работа

Теперь мы должны обсудить понятия «работа» и «сила», чтобы дать правильное объяснение магнитным явлениям. Эта задача имеет важный гносеологический аспект.

СИЛА. Сила есть первое свойство (атрибут) взаимодействия, отражающее **сущность** взаимодействия (о «сущности» и «явлении» см. Часть 1). Это свойство вызывает деформацию взаимодействующих тел, их ускорение и т.д.

а) Сила как свойство всегда принадлежит взаимодействующему телу, которое порождает силу, действующую на другое тело. Сила, действующая на тело, не существует без своего источника или носителя данного свойства. Сила не есть материальный объект или некая самостоятельная субстанция.

б) Сила это инвариантное свойство (атрибут), отражающее сущность взаимодействия. Именно по этой причине сила не зависит от наблюдателя и от выбора им инерциальной системы отсчета.

с) Взаимодействующие объекты выступают как равноправные. Взаимодействие симметрично и третий принцип Ньютона (равенство действия и противодействия) выполняется всегда. Такое определение силы не противоречит теории познания.

РАБОТА. Работа это второе объективное, инвариантное свойство взаимодействия. Она также характеризует **сущность** взаимодействия. Работа есть количественная величина качественного преобразования и перераспределения энергии при взаимодействии.

а) Работа это перераспределение энергии между взаимодействующими объектами и преобразование кинетической энергии в потенциальную и обратно.

б) Работа есть инвариантное свойство (атрибут) взаимодействия. Соответственно, подобно силе, работа не зависит от выбора наблюдателем инерциальной системы отсчета.

Ниже мы рассмотрим примеры, чтобы объяснить характерные гносеологические ошибки, которыми насыщена современная физика.

Первый пример. Рассмотрим два взаимодействующих тела. Уравнения движения этих тел имеют вид:

$$m_1 \frac{d\mathbf{v}_1}{dt} = \mathbf{F}_{12} \quad \text{и} \quad m_2 \frac{d\mathbf{v}_2}{dt} = \mathbf{F}_{21} \quad (5.1)$$

Вычислим дифференциал работы.

$$dA = \mathbf{F}_{12}(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)dt = \mathbf{F}_{12}d\mathbf{R}_{12} = \mathbf{F}_{21}d\mathbf{R}_{21} \quad (5.2)$$

Работа, которую совершает каждая частица, равна

$$dA_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \mathbf{F}_{12} d\mathbf{R}_{12} \text{ и } dA_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \mathbf{F}_{12} d\mathbf{R}_{12} \quad (5.3)$$

Часто в учебниках можно встретить следующее выражение для работы, совершаемой телами:

$$d\tilde{A} = \mathbf{F}_{12} \mathbf{v}_1 dt \text{ и } d\tilde{A} = \mathbf{F}_{21} \mathbf{v}_2 dt \quad (5.4)$$

Выражение (5.4) может считаться правильным, если источники сил \mathbf{F}_{12} и \mathbf{F}_{21} покоятся в системе отсчета наблюдателя одновременно ($\delta\mathbf{R}_1 = 0$; $\delta\mathbf{R}_2 = 0$). Однако это невозможно.

Выражение (5.4) можно рассматривать как стандартную гносеологическую ошибку. Сила всегда является **свойством** взаимодействующего тела. Это свойство ошибочно отрывают от частицы и превращают в некую самостоятельную субстанцию, которая покоится в системе отсчета наблюдателя. В результате такого подхода появляется «работа», которая зависит от субъективного выбора наблюдателем инерциальной системы отсчета (см. Приложение 3). Ее нельзя рассматривать как реальную, действительную работу [4], [10].

В научной литературе [11] можно прочесть, что

$$dA = d \frac{mv^2}{2} = e\mathbf{v}\mathbf{E}dt \quad (5.5)$$

Выражение (5.5) справедливо только при условии, что источник поля \mathbf{E} *покоится* в системе отсчета наблюдателя. В общем случае это выражение неверно, поскольку движение источника электрического поля не учитывается. К сожалению, до настоящего времени эта кажущаяся работа фигурирует в физике как объективное понятие (см. Приложение 3).

Второй пример. Здесь мы рассмотрим функцию Гамильтона, используемую в современной физике [11]. В классической механике малых скоростей ($v \ll c$) функция Лагранжа для заряда в электромагнитном поле равна:

$$L = \frac{mv^2}{2} + e\mathbf{v}\mathbf{A} - e\phi \quad (5.6)$$

В этом приближении импульс частицы равен

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v} = \mathbf{P} - e\mathbf{A} \quad (5.7)$$

и функцию Гамильтона записывают в следующей форме

$$H = \frac{1}{2m}(\mathbf{P} - e\mathbf{A})^2 + e\phi \quad (5.8)$$

Такой гамильтониан широко используется в современной физике. Из уравнения (5.7) следует, что фактически функция H равна

$$H = \frac{m\mathbf{v}^2}{2} + e\phi \quad (5.9)$$

Векторный потенциал \mathbf{A} исчез из выражения (5.8).

Обычно предполагается, что \mathbf{A} не зависит от движения заряда. Однако, мы вычисляем \mathbf{A} в точке, где заряд находится в данный момент. Движущийся заряд проходит поочередно точки с различными значениями \mathbf{A} . Следовательно, \mathbf{A} зависит от положения заряда и его скорости движения. Обобщенный импульс должен быть равен

$$\mathbf{P} = \frac{\partial L}{\partial \mathbf{v}} = m\mathbf{v} + e\mathbf{A} + e\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial \mathbf{v}} \mathbf{v}\right) \quad (5.10)$$

Соответственно, и функция Гамильтона должна иметь вид:

$$H = \frac{m\mathbf{v}^2}{2} + e\phi + e\mathbf{v}\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial \mathbf{v}} \mathbf{v}\right) \quad (5.11)$$

Например, функция Гамильтона для квазинейтральной системы QS равна

$$H = \sum_{k=1}^N \left\{ m_k \frac{\mathbf{v}_k^2}{2} + \sum_{i \neq k}^N \frac{e_i \phi_k}{2} \left[1 - \frac{(\mathbf{v}_i - \mathbf{v}_k)^2}{2c^2} \right] \right\} \quad (5.12)$$

Относительные скорости движения зарядов (и, как следствие, магнитные взаимодействия) сохраняются в выражении (5.12). Можно утверждать, что выражение (5.8), которое широко используется в физике, ошибочно.

6. Взаимодействие токов

В этой Части будут рассматриваться только идеальные проводники. Внутри такого проводника усредненное электрическое поле всегда равно нулю. Будем рассматривать для простоты проводник как ионную кристаллическую решетку с электронами проводимости. Два взаимодействующих проводника представлены на рис. 2.

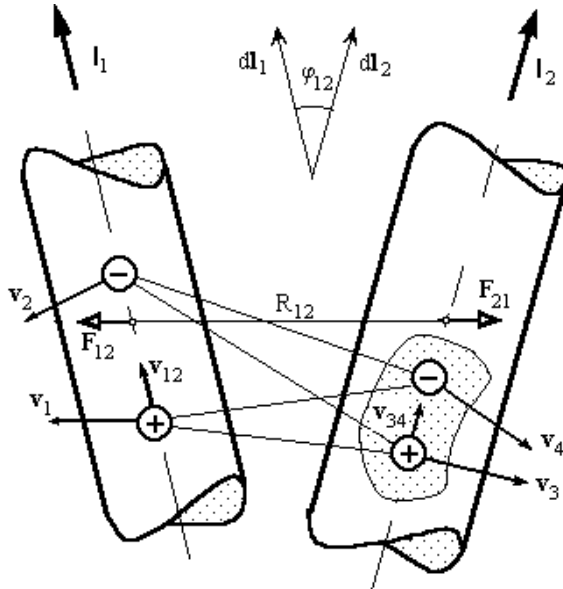


Рис. 2

Запишем плотность функции Лагранжа для этих двух взаимодействующих проводников. Она определяется суммой парных взаимодействий между зарядами этих проводников. Выделим во втором проводнике элементарный объем dv . В этом объеме dv плотности положительных и отрицательных зарядов второго проводника обозначены как ρ_3 и ρ_4 соответственно.

Пусть положительные заряды первого проводника создают в объеме dv потенциал ϕ_1 , а отрицательные — ϕ_2 . Условие для квазинейтральности двух проводников имеет вид

$$\phi_1 + \phi_2 = 0 \quad \text{and} \quad \rho_1 + \rho_2 = 0$$

Учитывая симметрию взаимодействия (выражение (3.5)) запишем плотность функции Лагранжа

$$\begin{aligned} \Lambda = & -\rho_3\phi_1\left[1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_3)^2}{2c^2}\right] - \rho_4\phi_1\left[1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_4)^2}{2c^2}\right] - \\ & \rho_3\phi_2\left[1 + \frac{(\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_3)^2}{2c^2}\right] - \rho_4\phi_2\left[1 + \frac{(\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_4)^2}{2c^2}\right] = \rho_3\phi_1 \frac{\mathbf{v}_{34}\mathbf{v}_{12}}{c^2} = \mathbf{j}\mathbf{A} \end{aligned} \quad (6.1)$$

где:

$\mathbf{j} = \rho_3\mathbf{v}_{34} = \rho_4\mathbf{v}_{43}$ – плотность тока второго проводника;

$\mathbf{A} = \frac{\phi_1\mathbf{v}_{12}}{c^2} = \frac{\phi_2\mathbf{v}_{21}}{c^2}$ – потенциал, создаваемый первым проводником в объеме dv .

Обозначения скоростей приведены на рис. 2.

Является ли выражение (6.1) следствием Специальной теории относительности и релятивистской механики? Конечно, нет, хотя по форме оно напоминает соответствующие выражения. Выражение (6.1) соответствует классической механике и оно инвариантно относительно преобразования Галилея.

Теперь можно вычислить функцию Лагранжа для двух элементарных токов. Пусть мы имеем два маленьких прямых проводника с токами. Длины проводников dl_1 и dl_2 , а поперечные сечения ds_1 ds_2 соответственно. Будем считать, что

$$dl_1 \ll R_{12}; ds_1 \ll (R_{12})^2 \text{ и } dl_2 \ll R_{12}; ds_2 \ll (R_{12})^2$$

Интегрируя (6.1) по бесконечному объему мы получаем

$$d^2L = \mu \frac{(I_1 dl_1)(I_2 dl_2)}{4\pi R_{12}} \quad (6.2)$$

Теперь мы можем проанализировать магнитные взаимодействия этих элементарных токов. В выражении (6.2) мы можем варьировать только две переменных, чтобы получить выражение для силы и момента сил. Это расстояние R_{12} и угол ϕ_{12} .

1) Будем варьировать \mathbf{R}_1 ($\mathbf{R}_2, \phi_1, \phi_2$ остаются неизменными).

$$\begin{aligned}\delta(d^2S) &= \int \frac{\mu}{4\pi} (I_1 d\mathbf{l}_1 I_2 d\mathbf{l}_2) \delta \frac{1}{R_{12}} dt = - \int \frac{\mu}{4\pi} (I_1 d\mathbf{l}_1 I_2 d\mathbf{l}_2) \frac{\mathbf{R}_{12}}{R_{12}^3} \delta \mathbf{R}_{12} dt = \\ &= \int d^2 \mathbf{F}_{12} \delta \mathbf{R}_{12} dt;\end{aligned}$$

где $\mathbf{R}_{12} = \mathbf{R}_1 - \mathbf{R}_2$

Следовательно, **сила Ампера** равна

$$d^2 \mathbf{F}_{12} = -\mu \frac{(I_1 d\mathbf{l}_1 I_2 d\mathbf{l}_2)}{4\pi R_{12}^3} \mathbf{R}_{12} = -d^2 \mathbf{F}_{21} \quad (6.3)$$

Нетрудно получить выражение $d^2 \mathbf{F}_{21}$, варьируя \mathbf{R}_2 при соответствующих условиях. Сила Ампера инвариантна относительно преобразования Галилея. Третий принцип Ньютона выполняется

Специальная теория относительности имеет дело с асимметричной формой закона Ампера [7]. На рисунке 3 изображено взаимодействие двух элементарных токов. На ток I_1 действует сила \mathbf{F}_{12} со стороны тока I_2 . Однако ток I_1 не воздействует на ток I_2 , т.е. сила \mathbf{F}_{21} равна нулю. Механика Специальной теории относительности и электронная теория Лоренца до настоящего времени не смогли дать удовлетворительного объяснения этой асимметрии взаимодействия.

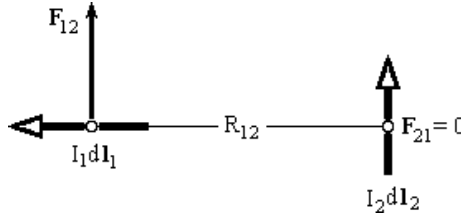


Рис. 3

2) Теперь будем варьировать угол φ_1 (величины φ_2 , \mathbf{R}_1 , \mathbf{R}_2 сохраняются неизменными).

$$\begin{aligned}\delta(d^2S) &= \int \frac{\mu}{4\pi R_{12}} ([\delta\boldsymbol{\varphi}_{12} \times I_1 d\mathbf{l}_1] I_2 d\mathbf{l}_2) dt = \\ &= \int \frac{\mu}{4\pi R_{12}} ([I_1 d\mathbf{l}_1 \times I_2 d\mathbf{l}_2] \delta\boldsymbol{\varphi}_{12}) dt = \int d^2 \mathbf{M}_{12} \delta\boldsymbol{\varphi}_{12} dt;\end{aligned}$$

где $\boldsymbol{\varphi}_{12} = \boldsymbol{\varphi}_1 - \boldsymbol{\varphi}_2$.

Вращающий момент равен

$$d^2\mathbf{M}_{12} = \frac{\mu}{4\pi R_{12}} [I_1 d\mathbf{l}_1 \times I_2 d\mathbf{l}_2] = -d^2\mathbf{M}_{21} \quad (6.4)$$

Можно получить $d^2\mathbf{M}_{21}$, если варьировать φ_2 .

7. Эксперимент Траутона и Нобла

Этот эксперимент [8] является примером неправильного объяснения, в основе которого лежит типичная гносеологическая ошибка. На рис. 4 изображены два заряда, движущиеся с равными скоростями в одну сторону. Движущиеся заряды мы можем рассматривать как два элементарных тока $qv=\Pi$. Согласно формуле Лоренца имеет место асимметрия взаимодействия, в результате которой должен возникать вращающий момент \mathbf{M} [8] как показано на рис. 4.

$$M = Fl \cos \theta = \frac{1}{8\pi\epsilon} \frac{q^2}{l} \left(\frac{v}{c}\right)^2 \sin 2\theta \quad (7.1)$$

Существует сложившееся мнение, что момент \mathbf{M} обусловлен движением зарядов относительно эфира. Однако этот момент так и не был обнаружен экспериментально.

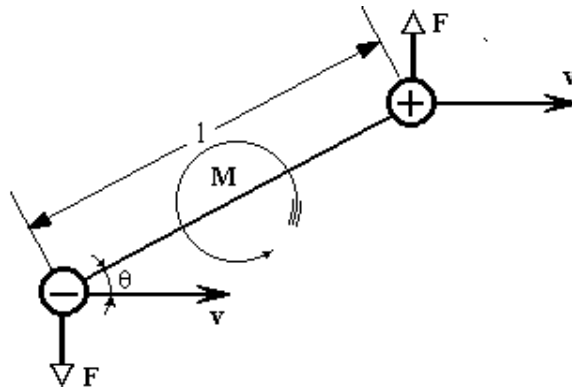


Рис. 4

Теперь мы знаем, что Траутон и Нобл принципиально не могли наблюдать этот вращающий момент (см. (6.3) и (6.4)), поскольку 3 принцип

Ньютона справедлив. Запишем классическую функцию Лагранжа для этих зарядов.

$$L = \frac{m_1 \mathbf{v}_1^2}{2} + \frac{m_2 \mathbf{v}_2^2}{2} + \frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon R_{12}} \left[1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2} \right] + L_0 \quad (7.2)$$

где: L_0 – член, отвечающий за компенсацию кулоновских сил притяжения зарядов.

Когда $\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_2 = \mathbf{v}$ функция Лагранжа равна:

$$L = (m_1 + m_2) \frac{v^2}{2} + \frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon R_{12}} + L_0 \quad (7.3)$$

Очевидно, при отсутствии относительного движения зарядов магнитные взаимодействия не имеют места. Между кулоновскими силами и силами, уравнивающими их, существует равновесие. Это справедливо независимо от выбора наблюдателем инерциальной системы отсчета.

Покажем теперь гносеологическую ошибку, присутствующую в современных стандартных объяснениях. Первый движущийся заряд создает вокруг себя магнитное поле в системе отсчета **неподвижного наблюдателя**. Предполагается, что это поле **покоится**, т.е. магнитное поле, являющееся свойством движущегося заряда, отрывается от самого заряда и **овеществляется**, т.е. ошибочно превращается из свойства в **некую неподвижную субстанцию**.

Затем рассматривается взаимодействие этой субстанции со вторым движущимся зарядом. Благодаря такому «**взаимодействию**» появляется «**сила**», величина которой зависит от скорости заряда относительно неподвижного наблюдателя. **Превращение свойства в материальный объект и обратно** есть типичная гносеологическая ошибка. Она переходит из учебника в учебник [7], [8], обуславливая ошибочные объяснения и нагромождая трудности в интерпретации магнитных явлений.

Что касается обнаружения эфира, то в рамках ньютоновской механики его обнаружить невозможно. Причина в том, что в уравнение движения входят **относительные** расстояния и скорости. Скорость эфира в них компенсируется (выпадает) благодаря разности скоростей и разности расстояний.

8. Взаимодействие заряда и тока

Проводник с током и заряд изображены на рис.5. Проводник представляет собой квазинейтральную систему QS. В базовой системе отсчета скалярный потенциал вне идеального проводника равен нулю ($\phi_1 + \phi_2 = 0$).

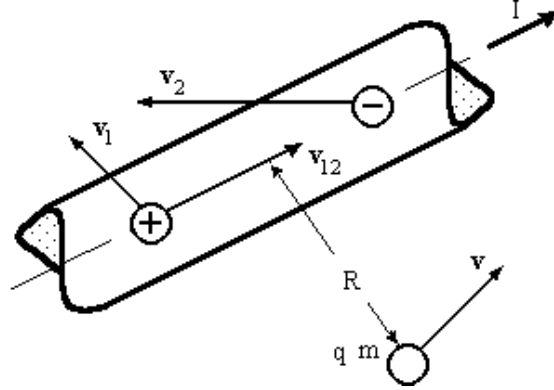


Рис. 5

Запишем функцию Лагранжа.

$$L = \frac{mv^2}{2} - q\phi_1 \left[1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v})^2}{2c^2} \right] - q\phi_2 \left[1 + \frac{(\mathbf{v}_2 - \mathbf{v})^2}{2c^2} \right] = \frac{mv^2}{2} + q\mathbf{v}_r \frac{\phi_1 \mathbf{v}_{12}}{c^2} \quad (8.1)$$

где:

$\mathbf{v}_{12} = \mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2$ – относительная скорость положительных зарядов в проводнике;

$\mathbf{v}_0 = \frac{\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2}{2}$ – скорость базовой системы отсчета относительно наблюдателя;

$\mathbf{v}_r = \frac{d\mathbf{R}}{dt} = \mathbf{v} - \mathbf{v}_0$ – скорость заряда в базовой системе отсчета;

ϕ_1 и ϕ_2 – потенциалы положительных и отрицательных зарядов проводника в точке, где находится внешний заряд.

Если $R \gg l$ и $R^2 \gg s$ (l – длина прямого проводника; s – его поперечное сечение) тогда мы можем записать потенциал вне проводника.

$$\phi_1 = \iiint \frac{\rho_1}{4\pi\epsilon R} dx dy dz \quad (8.2)$$

Теперь выражение (8.1) может быть переписано в следующем виде:

$$L = \frac{m\mathbf{v}^2}{2} + q\mathbf{v}_r \mathbf{A} \quad (8.3)$$

Векторный потенциал \mathbf{A} вычисляется в точке нахождения движущегося заряда. Он равен

$$\mathbf{A} = \frac{\phi_1 \mathbf{v}_{12}}{c^2} = \iiint \frac{\rho_1 \mathbf{v}_{12}}{4\pi\epsilon c^2} dx dy dz = \mu \frac{\Pi}{4\pi R} \quad (8.4)$$

Запишем уравнение движения

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -q \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + q\mathbf{v}_r \times \text{rot} \mathbf{A} \quad (8.5)$$

Выражение (8.5) можно записать в других формах:

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = q \text{grad} \phi_1 \frac{(\mathbf{v}_{12} \mathbf{v}_r)}{c^2} \text{ или } m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\mu \frac{(\Pi q \mathbf{v}_r)}{4\pi R^3} \mathbf{R} \quad (8.6)$$

Если мы исключим член $-q \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$ из уравнения (8.5), тогда неизбежно возникает асимметрия в законе Ампера. Она ведет к нарушению третьего закона Ньютона, что имеет место в современной электронной теории Лоренца.

Легко видеть, что на покоящийся заряд ($\mathbf{v}=0$) может воздействовать сила, если проводник движется ($\mathbf{v}_0 \neq 0$). В ньютоновской механике сила зависит *только от относительных скоростей* взаимодействующих объектов и *от относительных расстояний* между ними. Именно это является правильным отражением принципа относительности. В Специальной теории относительности этот принцип *всегда провозглашается и всегда нарушается*.

Элемент тока представляет собой разомкнутую цепь. Благодаря уравнению непрерывности заряды противоположных знаков должны неизбежно накапливаться на концах элемента тока, создавая электрическое поле.

Иное дело – замкнутый проводник. Рассмотрим теперь замкнутый проводник в его базовой системе отсчета. Пусть вдоль замкнутого контура протекает постоянный ток. Накопление зарядов отсутствует и член $-\partial\mathbf{A}/\partial t$ равен нулю.

$$-\frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \oint \frac{\mu I d\mathbf{l}}{4\pi R} = 0 \quad (8.7)$$

Однако ни при каких обстоятельствах член $-q\frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t}$ не должен исключаться из уравнения движения. Движущийся заряд будет проходить точки с различными значениями векторного потенциала \mathbf{A} и для него выражение $-q\frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t}$ не будет равно нулю. Мы всегда должны учитывать этот член в выражении (8.5).

Если магнит или электромагнит покоятся, мы можем использовать выражение (8.7) только для вычисления магнитного поля. Используя выражение (8.4), например, запишем закон Био-Савара.

$$\mathbf{B} = \text{rot}\mathbf{A} = \oint \mu \frac{I d\mathbf{l} \times \mathbf{R}}{4\pi R^3} \quad (8.8)$$

Из изложенного следует, что явления магнетизма могут иметь непротиворечивое объяснение в рамках механики Ньютона и преобразования Галилея.

9. Униполярная индукция

Специальная теория относительности никогда не могла дать корректного объяснения этому явлению (см., например, [7]). Здесь мы дадим новое объяснение в рамках классической механики Ньютона. Качественное объяснение не представляет принципиальных трудностей. Однако количественный пример, как правило, связан с громоздкими вычислениями, за которыми утрачивается его наглядность.

Это первая причина, заставившая нас отыскивать наиболее простую модель для анализа. Вторая причина заключалась в том, чтобы подобрать наиболее универсальную модель, на которой мы могли бы исследовать разные модели униполярных генераторов. Такая модель представлена на рис.6. Устройство содержит токовое кольцо, эквивалентное магниту, и проводящий диск со скользящим контактом. Кольцо и диск могут вращаться независимо друг от друга с разными угловыми скоростями. Такое устройство является универсальным и позволяет моделировать униполярные генераторы разных типов. Например, если диск и кольцо с током вращаются с одинаковой угловой скоростью, мы имеем униполярный генератор с вращающимся магнитом. Если же токовое кольцо неподвижно, но вращается диск, тогда мы имеем дело с другим типом униполярного генератора.

Рассмотрим работу униполярного генератора в общем случае. Будем считать, что $h \ll a$ (см. рис.6). Иными словами, вращающийся диск, кольцо с током и цепь АВС лежат в одной плоскости $z=0$.

Сделаем несколько предварительных замечаний. ЭДС индукции генерируется кольцом с током в двух частях замкнутой цепи АВСОА. В первой неподвижной части цепи АВС возбуждается ЭДС индукции U_1 . Если кольцо с током неподвижно, ЭДС $U_1 = 0$. Второй участок, где возникает

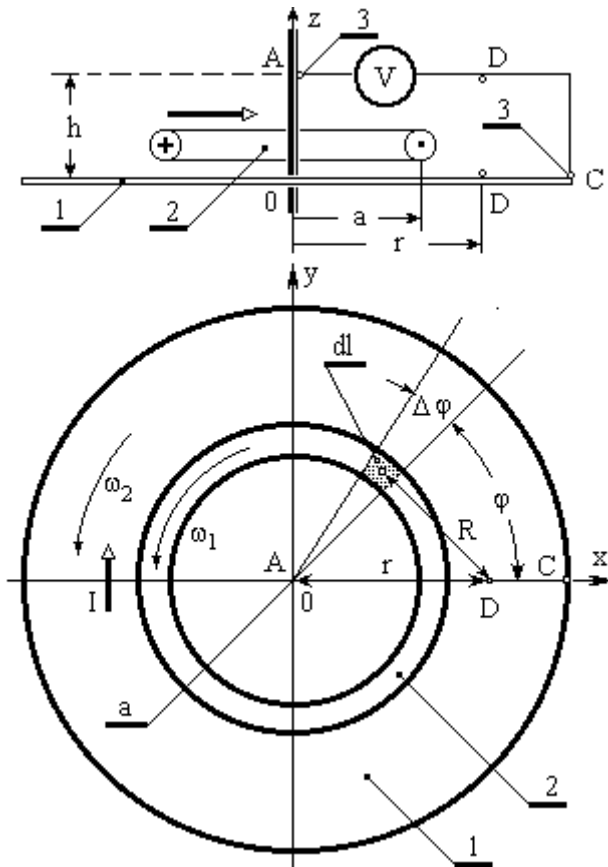


Рис. 6. 1 – проводящий диск; 2 – кольцо с током; 3 – скользящий контакт.

ЭДС индукции, есть отрезок OC на диске. Здесь индуцируется ЭДС U_2 . Суммарная ЭДС в цепи $AVCOA$ равна

$$U = U_1 - U_2 \tag{9.1}$$

Когда $\omega_1 = 0$, вся цепь $AVCOA$ покоится и суммарная ЭДС равна нулю, $U = 0$.

Порядок вычисления ЭДС U простой. Мы будем вычислять суммарную напряженность поля в некоторой точке D на оси x . Величина U получается в результате интегрирования суммарной напряженности поля. Выделим элемент dl на кольце с током. Его можно рассматривать как элемент тока, который движется со скоростью v_0 .

1. Пусть точка D неподвижной цепи AVC расположена на расстоянии R от оси z. Легко видеть, что напряженность поля в точке D равна

$$d\mathbf{E}_1 = -grad(d\phi^*) = -\frac{(\mathbf{v}_{12}\mathbf{v}_0)}{c^2} \frac{dq_1}{d\phi} \frac{\mathbf{R}}{4\pi\epsilon R^3} d\phi \quad (9.2)$$

где: q_1 – суммарный положительный заряд вращающегося кольца с током; R есть расстояние между отрезком dl точкой D; \mathbf{v}_0 - скорость базовой системы отсчета элемента с током $d\mathbf{l}$ ($v_0, v_{12} \ll c$);

$$R = \sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \cos \phi} \quad (9.3)$$

2. Рассмотрим теперь точку D на вращающемся диске. Скорость перемещения точки D равна:

$$v = \omega_2 r \quad (9.4)$$

Напряженность поля в этой точке D равна

$$d\mathbf{E}_2 = -\frac{(\mathbf{v}_{12}(\mathbf{v}_0 - \mathbf{v}))}{c^2} \frac{dq_1}{d\phi} \frac{\mathbf{R}}{4\pi\epsilon R^3} d\phi \quad (9.5)$$

Рассмотрим физический смысл уравнения (9.5). Очевидно, что напряженность поля можно представить как сумму напряженностей.

$$d\mathbf{E}_2 = d\mathbf{E}'_2 + d\mathbf{E}''_2 \quad (9.6)$$

где:

а) $d\mathbf{E}'_2 = -\frac{(\mathbf{v}_{12}\mathbf{v}_0)}{c^2} \frac{dq_1}{d\phi} \frac{\mathbf{R}}{4\pi\epsilon R^3} d\phi$ – напряженность поля, которое возбуждается при условии, что кольцо с током вращается, а проводящий диск неподвижен.

б) $d\mathbf{E}''_2 = \frac{(\mathbf{v}_{12}\mathbf{v})}{c^2} \frac{dq_1}{d\phi} \frac{\mathbf{R}}{4\pi\epsilon R^3} d\phi$ – напряженность поля, которое возбуждается при условии, что проводящий диск вращается, а неподвижно теперь кольцо с током.

3. Общая напряженность поля равна разности напряженностей полей.

$$d\mathbf{E} = d\mathbf{E}_1 - d\mathbf{E}_2 \quad (9.7)$$

Легко видеть, что компоненты dE_1 and dE_2 взаимно уничтожаются, и мы получаем следующие компоненты напряженности общего поля $d\mathbf{E}$.

$$dE_r = -\mu \frac{(\mathbf{v}_{12}\mathbf{v})}{c^2} \cos\varphi \frac{dq_1}{d\varphi} \frac{(a - r \cos\varphi)}{R^3} d\varphi \quad (9.8)$$

$$dE_\varphi = -\mu \frac{(\mathbf{v}_{12}\mathbf{v})}{c^2} \cos\varphi \frac{dq_1}{d\varphi} \frac{a \sin\varphi}{R^3} d\varphi \quad (9.9)$$

Полная напряженность поля, создаваемого всем кольцом с током, вычисляется путем интегрирования этих выражений в пределах от 0 до 2π . Очевидно, что в суммарной напряженности поля \mathbf{E} сохраняется только радиальный компонент в силу четности dE_r и нечетности dE_φ .

$$E_r = -\mu \frac{Iar\omega_2}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\cos\varphi(a - r \cos\varphi)}{R^3} d\varphi; \quad E_\varphi = 0. \quad (9.10)$$

где: $I = v_{12} \frac{dq_1}{dl}$; $dl = a d\varphi$.

Теперь, интегрируя E_r по r , вычислим ЭДС индукции U

$$U = \int_0^c E_r dr = - \int_0^c \mu \frac{Iar\omega_2}{4\pi} \left[\int_0^{2\pi} \frac{\cos\varphi(a - r \cos\varphi)}{R^3} d\varphi \right] dr \quad (9.11)$$

Из формулы видно, что эта ЭДС не зависит от угловой скорости ω_1 .

4. Теперь покажем, что ЭДС (9.11) можно вычислить другим способом, например, используя закон Фарадея $U = -\frac{d\Phi}{dt}$.

Рассмотрим точки C и C^* , которые расположены, как показано на рис. 6. Точка C расположена на неподвижном скользящем контакте, а C^* на вращающемся диске.

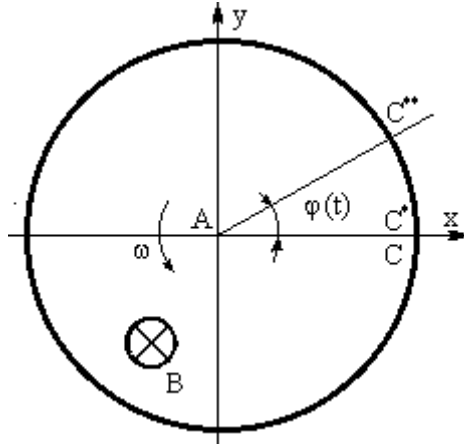


Рис. 7

В начальный момент времени t координаты этих точек равны. В следующий момент времени $t+\Delta t$ точка C^* переместится и займет положение C^{**} . Полный поток Φ , который протекает через сектор ACC^{**} , равен

$$\Phi = \int_0^{\varphi(t)} \left[\int_0^C rB(r)dr \right] d\varphi \quad (9.13)$$

Этот поток Φ не зависит от угловой скорости ω_1 . Используя выражение (9.12) найдем ЭДС U .

$$U = -\frac{d\Phi}{dt} = -\omega_2 \int_0^C rB(r)dr, \text{ где } \omega_2 = \frac{d\varphi(t)}{dt}. \quad (9.14)$$

Теперь, используя закон Био-Саварра, вычислим индукцию магнитного поля $B(r)$.

$$B(r) = \int_0^{\varphi} \mu \frac{Ia}{4\pi} \frac{\cos \varphi (a - r \cos \varphi)}{R^3} d\varphi \quad (9.15)$$

Если мы сравним уравнения (9.14) и (9.15) с выражением (9.11), то окажется, что они эквивалентны.

Таким образом, мы провели детальный анализ униполярной индукции.

10. Мотор Маринова

Принцип действия мотора Маринова изложен в [12], а объяснение в [5], [6]. Одна из реализаций этого мотора показана на рис. 8. Два подковообразных магнита соединены противоположными полюсами. В плоскости, которая проходит через соединение полюсов магнитов, расположен круговой проводящий виток. В качестве витка Маринов использовал ртуть. Через два скользящих контакта к этому кольцу подключается источник тока, который создает ток i в каждой из половин кольца.

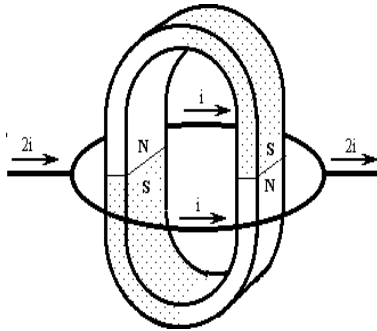


Рис. 8

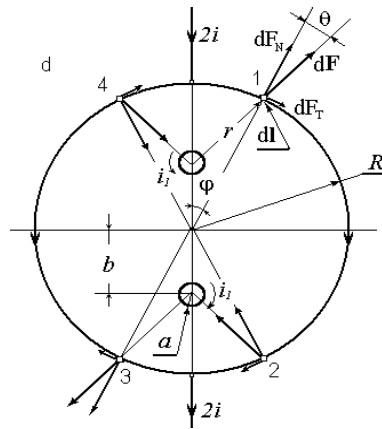


Рис. 9

Согласно формуле Лоренца сила, действующая на любой элемент $d\mathbf{l}$ этого кольца, равна:

$$d\mathbf{F} = [i d\mathbf{l} \times \mathbf{B}]$$

где: i – ток; \mathbf{B} – индукция магнитного поля; $d\mathbf{l}$ – элемент проводящего кольца.

Она должна действовать перпендикулярно элементу $d\mathbf{l}$. Такая сила не может создавать вращающий момент, действующий на кольцо. Однако это вращение не только наблюдалось экспериментально, но была измерена величина вращающего момента [5], [6]. Было предложено объяснение этого явления.

Мы приведем другое объяснение, опирающееся на ньютоновскую теорию. Упрощенная схема мотора Маринова приведена на рис. 9. Постоянный кольцевой магнит, магнитные силовые линии которого перпендикулярны плоскости рисунка, представлен двумя замкнутыми кольцевыми токами i_1 . Внешнее проводящее кольцо снабжено двумя скользящими контактами, подключенными к источнику постоянного тока. Все упомянутые элементы лежат в одной плоскости.

Рассмотрим элемент тока $d\mathbf{l}$, расположенный в позиции 1 на рис. 9. Сила $d\mathbf{F}$ ($a \ll r$), которая воздействует на этот элемент тока со стороны кольцевого тока, направлена вдоль линии, связывающей $d\mathbf{l}$ с кольцевым током в соответствии с принципом равенства действия и противодействия (см. (6.3)). Эта сила имеет две проекции. Первая проекция dF_N направлена вдоль радиуса R . Вторая проекция dF_T направлена по касательной к окружности с током i . Эта сила создает угловой момент dM .

$$dM = R dF_T = R dF \sin \theta \quad (10.1)$$

Другие три элемента тока, расположенные симметрично, как показано на рис. 9, создают точно такие же вращающие моменты. Суммарный момент, действующий на кольцо с током i , равен:

$$M = 4R \int_0^\pi \frac{dF}{d\phi} \sin \theta d\phi \quad (10.2)$$

Этот же результат можно получить, используя выражение (6.4).

В то же время, согласно теории Лоренца сила, действующая на проводник с током, всегда перпендикулярна проводнику с этим током и вращающий момент, действующий на кольцо с током i , должен быть равен нулю. Мотор Маринова есть блестящее экспериментальное опровержение электронной теории Лоренца. Объяснение магнитных явлений с позиции ньютоновской механики не имеет затруднений и позволяет получить правильные объяснения этих явлений.

Заключение

Итак, мы показали, что магнитные явления имеют непротиворечивое объяснение в рамках классической механики, очищенной от гносеологических ошибок и предрассудков.

Чтобы достичь желаемых результатов, мы вынуждены были ввести рабочую гипотезу. С ее помощью удалось дать объяснение явлению униполярной индукции и мотору Маринова. Мы устранили асимметрию закона Ампера. К сожалению, ученые, увлекаясь ошибочным математическим формализмом релятивистских теорий, до сих пор не замечают логическую мощь и строгую красоту классической механики.

Мы еще раз хотим обратить внимание на то, что классическая механика находится в согласии с принципом причинности (Часть 3, [13]).

В то же время, электронная теория Лоренца сталкивается не только с логическими противоречиями, которые не способна разрешить. Она противоречит экспериментам и не может считаться *научной теорией*.

Заметим, что эти результаты имеют прямое отношение к атомной физике, ядерной физике и теории элементарных частиц. Многочисленные эксперименты, проведенные, например, на ускорителях, требуют перерасчета и переосмысления, поскольку они опираются на некорректные результаты релятивистских теорий. Преимущество будет иметь тот, кто раньше осознает *псевдонаучность* релятивистских теорий.

Приложение 1

Квазистатические уравнения электродинамики ($v \ll c$) имеют вид:

$$\Delta\phi = -\frac{\rho}{\epsilon} \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right); \quad \Delta\mathbf{A} = -\mu\mathbf{j}; \quad (\text{П.1})$$

Если теперь мы умножим первое уравнение (П.1) на $-\epsilon\phi/2$ и рассмотрим правую часть, то увидим, что выражение

$$-\frac{\epsilon\phi}{2}\Delta\phi = \frac{\rho^*\phi}{2} = \frac{\rho\phi}{2} \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right) = \frac{\rho\phi}{2} + \frac{\mathbf{j}\mathbf{A}}{4} = \mu^*c^2 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right) \quad (\text{П.2})$$

есть суммарная плотность потенциальной и кинетической энергии электромагнитной массы.

b) Если теперь мы умножим второе уравнение (П.1) на $-\varepsilon\phi/2$, то найдем,

$$\text{что} \quad -\frac{\varepsilon\phi}{2}\Delta\mathbf{A} = \frac{\varepsilon\mu\phi\mathbf{j}}{2} = \frac{\rho\phi}{2c^2}\mathbf{v} = \frac{\rho\mathbf{A}}{2} = \mu^*\mathbf{v} \quad (\text{П.3})$$

есть плотность импульса электромагнитной массы.

Как известно, плотность электромагнитной массы есть (см. Часть 5):

$$\mu^* = \frac{dm_e}{dV} = \frac{\rho\phi}{2c^2} \quad (\text{П.4})$$

где V есть объем заряда.

Электромагнитная масса равна

$$m^* = \int \frac{\rho\phi}{2c^2} dV = \int \frac{\varepsilon(\text{grad}\phi)^2}{2} dV \quad (\text{П.5})$$

Это, видимо, не случайное совпадение. Представим скалярный потенциал как сумму двух составляющих. Принцип суперпозиции позволяет нам это сделать.

$$\phi = \phi_p + \phi_k \quad (\text{П.6})$$

Теперь для потенциалов ϕ_p , ϕ_k и \mathbf{A} мы можем записать три уравнения.

$$\Delta\phi_p = -\frac{\rho}{\varepsilon}; \quad \Delta\mathbf{A} = -\frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\mathbf{v}}{c}; \quad \Delta\phi_k = -\frac{\rho}{\varepsilon} \frac{v^2}{2c^2} \quad (\text{П.7})$$

Этот подход коррелирован с решением проблемы электромагнитной массы [4], [9] (см. также Часть 5). Потенциал ϕ_p связан с потенциальной энергией поля заряда, потенциал ϕ_k связан с кинетической энергией поля заряда, а потенциал \mathbf{A} связан с импульсом поля.

Мы видим, что правая часть уравнений (П.7) пропорциональна $(v/c)^n$. Мы не знаем, существуют ли уравнения типа (П.7) для $n>2$. Это важно, поскольку это дало бы ответ на вопрос: имеет ли кинетическая энергия свою инерциальную массу в соответствии с формулой $m=E/c^2$?

Приложение 2. Законы сохранения

Приведем законы сохранения [4] для замкнутой консервативной системы из N взаимодействующих частиц.

Закон сохранения энергии.

$$\frac{d}{dt}(E + K) = \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N \left[\frac{m_i v_i^2}{2} + \sum_{k>i}^N \left(\frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{v}_{ik}} \mathbf{v}_{ik} - L_{ik} \right) \right] = 0$$

Закон сохранения импульса.

$$\frac{d}{dt} \mathbf{P} = \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N m_i \mathbf{v}_i = 0$$

Закон сохранения момента импульса.

$$\frac{d}{dt} \mathbf{M} = \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N \left\{ [m_i \mathbf{R}_i \times \mathbf{v}_i] + \sum_{k>i}^N [\mathbf{R}_{ik} \times \frac{\partial L_{ik}}{\partial \mathbf{v}_{ik}}] \right\} = 0$$

Скорость центра инерции.

$$\mathbf{v}_c = \frac{d\mathbf{R}_c}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \mathbf{v}_i}{\sum_{i=1}^N m_i}$$

Приложение 3. Парадокс рычага

Проиллюстрируем использование понятия «работа» в релятивистской механике для объяснения парадокса рычага. Описание этого парадокса можно встретить во многих книгах, посвященных вопросам специальной теории относительности. Обратимся к работе [14] и проанализируем объяснение этого парадокса. Напомним суть парадокса.

Пусть в системе K^o имеется рычаг с плечами L_x^o и L_y^o , изображенный на рис. 8, на которые действуют силы F_x^o и F_y^o соответственно. Рычаг уравновешен, т.е. $F_x^o L_y^o = F_y^o L_x^o$

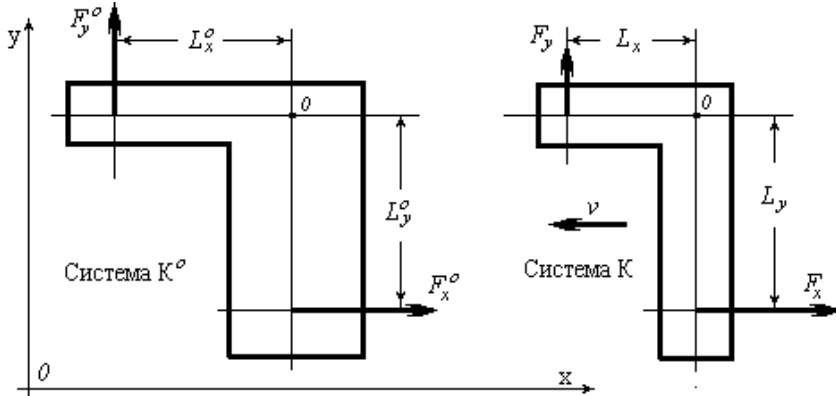


Рис. 8

В системе K будем иметь:

$$L_y = L_y^o; \quad L_x = L_x^o \sqrt{1 - (v/c)^2}; \quad F_x = F_x^o;$$

$$F_y = F_y^o \sqrt{1 - (v/c)^2}; \quad L_y = L_y^o$$

Таким образом, в системе K на рычаг будет действовать не скомпенсированный момент сил, равный:

$$M = F_x L_y - F_y L_x = \frac{v^2}{c^2} F_x^o L_y^o$$

Возникает вопрос: должен ли в согласии с законами механики рычаг повернуться под действием момента сил M ?

Обратимся к [14, 259...261], сопроводив объяснение комментариями

«...На первый взгляд мы приходим к странным выводам. Однако более тщательное рассмотрение показывает, что полученные выводы правильны и имеют непринужденное объяснение. Сначала приведем элементарное объяснение...»

...Рассмотрим работу сил F_x и F_y в системе K . В системе K рычаг движется и в единицу времени сила F_x совершает работу $-F_x v$. Сила F_y не совершает работы, т.к. она направлена нормально к скорости рычага. Следовательно, на конце рычага в точке приложения силы F_x совершается работа и в единицу времени энергия в точке возрастает на величину $-F_x v$ "

Комментарий. Мы видим, что автор дает неверное определение работы, совершаемой силой. Оставим это на его совести и посмотрим к чему это его приведет. Итак, энергия изменяется. Очевидно, речь идет о потенциальной энергии. К сожалению, автор не поясняет: **что именно** означает «энергия рычага в точке». Разве энергия передается не всему рычагу, а только одной его точке? Читаем далее:

«...Но это означает, что масса рычага в точке приложения силы в единицу времени возрастает на $-F_x v/c^2$. Умножив эту величину на скорость рычага v , найдем приращение импульса $-F_x v^2/c^2$. А момент импульса возрастает на величину $F_x L_y v^2/c^2$." По мнению автора работы, это возрастание как раз и «компенсирует» вращающий момент M .

Комментарий. Итак, масса рычага будет ежесекундно убывать на величину $-F_x v/c^2$. Пройдет время и от массы рычага ничего не останется. Она станет равной нулю. Что же тогда будет поддерживать равновесие? Затем она станет отрицательной. Во-первых, как это следует понимать? Во вторых, для объяснения парадокса жертвуется масса. Она становится зависимой от времени. Однако вновь возникает вопрос: «почему»? Почему в системе K° масса постоянна, а в системе K она зависит от времени?

Центр тяжести объяснения парадокса передвинут с «нескомпенсированного момента сил» на «массу, зависящую от времени». Но объяснений этой зависимости не дано. Что это: софистика или паралогизм? Автор и сам, видимо чувствует порочность «элементарного» объяснения. Далее он пишет:

«... Но в этом элементарном объяснении есть свои слабости. В СТО нет абсолютно жестких тел и мы обязаны учитывать деформацию рычага, в предыдущем рассуждении полагалось, что рычаг не меняет свою форму...»

Комментарий. Вот и вытаскивается гипотеза *ad hoc* об отсутствии в СТО абсолютно жестких тел. Это и есть (по терминологии Части 1) современные аналоги средневековых «слонов» и «черепаш». Далее автор утверждает, что в рычаге возникают «натяжения».

«... Изменение этих натяжений должно как раз скомпенсировать момент сил. В принципе эта задача может быть решена, т.к. изгиб балки, закрепленной на одном конце (кем? – вопрос наш), может быть найден. Однако расчет провести затруднительно».

Вот и все **непринужденное объяснение**, которое посулил нам автор в начале своего объяснения. Что же получается? Теория относительности предсказывает появление не скомпенсированного момента сил M , который действует на рычаг. Однако автор пытается доказать, что рычаг не должен вращаться. Что же ошибочно: законы механики, утверждающие, что из-за момента сил должно быть *вращение*, или же СТО, которая предсказывает появление момента сил, *не существующего в действительности*? Ответ очевиден. Объяснения релятивистской механики это *эклeктическая путаница*.

Литература

1. S. Bertram. "Faraday's and Ampere's laws", *Galilean Electrodynamics*, vol. 3, no 5, 1992.
2. W.F. Wolff. "An Amended Equation for the Lorentz's Force", *Galilean Electrodynamics*, vol. 5, no 6, 1991.
3. H.E. Wilhelm. "Explanation of Anomalous Unipolar Induction in Corotating Conductor-Magnet Arrangement by Galilean Electrodynamics", *Apeiron*, no 13, 1992.
4. В.А. Кулигин, Г.А. Кулигина. Механика квазинейтральных систем заряженных частиц и законы сохранения нерелятивистской электродинамики / Воронеж. Ун-т. – Воронеж, 1986. – 43 с. Деп. в ВИНТИ 04.09.86, №6451 – В 86.
5. J.P. Wesley. "The Marinov Motor, Notional Induction without a Magnetic B Field", *Apeiron*, July- October, V. 5, no. 3...4, 1998.
6. Thomas E. Phipps. "Observations of the Marinov Motor", *Apeiron*, July – October, V. 5, no. 3...4, 1998
7. И.Е. Тамм. Основы теории электричества. – М.: ГИТТЛ, 1954.
8. В.К. Пановски., М. Филлипс. Классическая электродинамика. – М.: Мир, 1975.

9. V.A. Kuligin, G.A. Kuligina, M.V. Korneva. "The Electromagnetic Mass of a Charged Particle", *Apeiron*, v.1, no 1, 1996.
10. V.A. Kuligin, G.A. Kuligina, M.V. Korneva. "Epistemology and Special Relativity", *Apeiron*, no 20, 1994.
11. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. – М.: Физматгиз, 1961.
12. S. Marinov. Forces between current elements. *Galilean Electrodynamics*, vol. 9, no 2, 1998.
13. В.А. Кулигин. Причинность и взаимодействие в физике // Детерминизм в современной науке. Воронеж, 1987.
14. В.А. Угаров. Специальная теория относительности. – М.: Наука, 1969.

Об авторах:

Исследовательская группа «Анализ», <http://www.n-t.org/ac/iga/>

e-mail: kuligin@el.main.vsu.ru

Ранее опубликовано:

Международный Конгресс-2000 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники». С.-Петербург, 2...8 июля 2000 г.

Дата публикации:

9 октября 2001 года

Электронная версия:

© «Наука и Техника», www.n-t.org