

ского поля, сливаются в тонкий диск. Круговые линии магнитного поля также концентрируются в этом диске. При этом величина \mathbf{B} примерно равна величине \mathbf{E} . Иными словами, величина магнитного поля в гауссах почти равна величине электрического поля, в той же точке и в тот же момент времени, в единицах СГСЭ_V на сантиметр.

В двух последних главах мы прошли длинный путь, начинавший-ся с закона Кулона. Однако с каждым шагом мы только следовали требованиям теории относительности и инвариантности электрического заряда. Мы начинаем понимать, что существование магнитного поля и его необычайно симметричная связь с электрическим полем являются необходимым следствием этих общих принципов. Мы снова напоминаем читателям, что хронологический порядок открытия законов электромагнетизма вовсе не совпадает с нашим изложением. Одна сторона связи между электрическими и магнитными полями, которая подразумевается в уравнениях (58), была открыта Михаилом Фарадеем в его опытах с переменными электрическими токами. Это было за семьдесят пять лет до того, как кому-либо пришло в голову написать уравнения, подобные заключенным в рамке.

6.8. Опыт Роуланда

Мы отмечали в разделе 5.9, что 100 лет назад не было очевидным, что ток, текущий в проводе, и движущийся предмет, несущий электрический заряд, являются существенно одинаковыми источниками магнитного поля. Представление об единстве электричества и магнетизма, которое возникло после работы Максвелла, наводило на мысль о том, что любой движущийся заряд должен создавать магнитное поле, но экспериментально доказать это было трудно.

Впервые факт появления магнитного поля при движении электростатически заряженного листа был продемонстрирован Генри Роуландом, крупным американским физиком, известным своим усовершенствованием дифракционной решетки. Роуланд выполнил ряд остроумных и точных измерений электрических величин, но ни одно из них не подвергало такому жесткому испытанию его экспериментальное мастерство, как открытие и измерение магнитного поля вращающегося заряженного диска. Величина поля, которое должно было быть обнаружено, равнялась примерно, 10^{-5} величины поля Земли — чрезвычайно затруднительный эксперимент, даже при применении современной аппаратуры! На рис. 6.27 изображены эскиз аппаратуры Роуланда и репродукция первой страницы статьи, в которой он описал свой эксперимент*). За десять лет до открытия Герцем электромагнитных волн результат работы Роуланда дал независимое, хотя и менее драматическое подтверждение теории электромагнитного поля Максвелла.

*) Перевод этого текста см. на стр. 221. *Прим. ред.*

О МАГНИТНОМ ДЕЙСТВИИ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА *)
(American Journal of Science [3], XV, 30—38, 1878).

Описанные в этой статье опыты были сделаны для того, чтобы определить, создает ли наэлектризованное тело, находящееся в движении, магнитные явления. По-видимому, теории, базируясь на которой мы можем решить этот вопрос, не

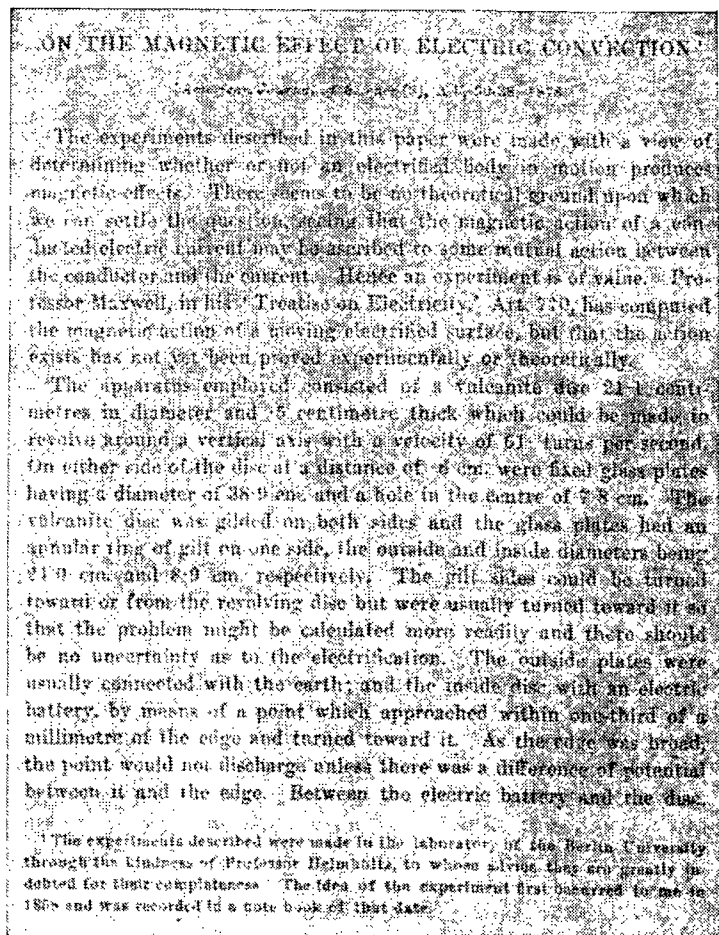


Рис. 6.27a.

существует, потому что магнитное действие электрического тока проводимости может быть приписано некоторому внутреннему взаимодействию проводника и

*) Описанные опыты были произведены в лаборатории Берлинского универ- ситета благодаря любезности профессора Гельмгольца и завершены, в значитель- ной мере, благодаря его советам. Идея опыта возникла у меня впервые в 1868 г. и была записана под этой датой в записной книжке.

тока. Следовательно, опыт имеет смысл. Профессор Максвелл в своем «Трактате об электричестве» (пункт 770) вычислил магнитное действие движущейся наэлектризованной поверхности, но существование этого действия еще не подтверждено ни экспериментально, ни теоретически.

Применявшаяся аппаратура состояла из эбонитового диска, диаметром 21,1 см и толщиной 0,5 см, который мог вращаться вокруг вертикальной оси со скоростью 61 оборот в секунду. По обем сторонам диска на расстоянии 0,6 см были закреплены стеклянные пластины диаметром 38,9 см и с отверстием в центре диаметром 7,8 см. Эбонитовый диск был позолочен с обеих сторон, а на стеклянных пластинах имелись с одной стороны позолоченные кольца с внешними диаметрами 24 см и внутренними 8,9 см. Позолоченные стороны могли быть обращены к вращающемуся диску или от него, но обычно они были обращены к диску; это упрощало вычисления и устраняло неуверенность в наэлектризованности. Внешние пластины были обычно заземлены; внутренний диск был соединен с электрической батареей с помощью острия, которое приближалось по направлению к нему. Так как край был широкий, острие не разряжалось, хотя между ним и краем существовала разность потенциалов. Между электрической батареей и диском...

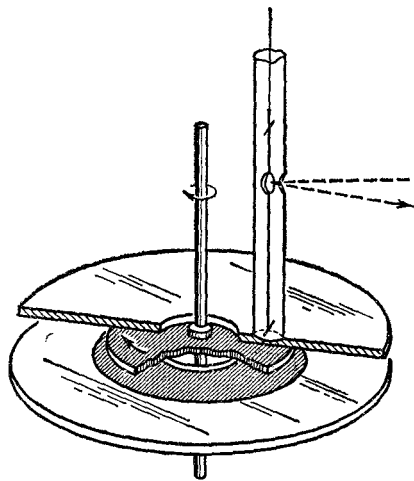


Рис. 6.276. Основные части аппарата Роу-ланда. В трубке слева горизонтально подвешены две короткие намагниченные иглы.

6.9. Электрическая проводимость в магнитном поле. Эффект Холла

Если ток течет в проводнике, расположенном в магнитном поле, то сила $(q/c) \mathbf{v} \times \mathbf{B}$ действует непосредственно на движущиеся носители зарядов. Мы, однако, наблюдаем силу, действующую на проводник в целом. Посмотрим, как это происходит. На рис. 6.28, а изображено сечение металлического бруска, в котором течет постоянный ток. Под влиянием поля \mathbf{E} электроны дрейфуют влево со средней скоростью \bar{v} , которая имеет тот же смысл, что и скорость \bar{u} при обсуждении проводимости в гл. 4. Электроны проводимости схематически показаны белыми точками. Черные точки изображают положительные ионы, образующие жесткую кристаллическую решетку сплошного металлического бруска. Поскольку электроны заряжены отрицательно, ток течет в направлении оси y . Плотность тока \mathbf{J} и поле \mathbf{E} связаны, как обычно, проводимостью металла σ : $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$. На рис. 6.28, а не существует другого магнитного поля, кроме созданного самим током; этим полем мы пренебрегаем. Теперь включаем внешнее поле \mathbf{B} , направленное по оси x . Состояние движения сразу после этого показано на рис. 6.28, б. Электроны отклоняются вниз. Но так как они не могут исчезнуть с нижней грани бруска, они просто скапливаются там, пока избыток отрицательных зарядов на нижней грани бруска и соответственный избыток положительных