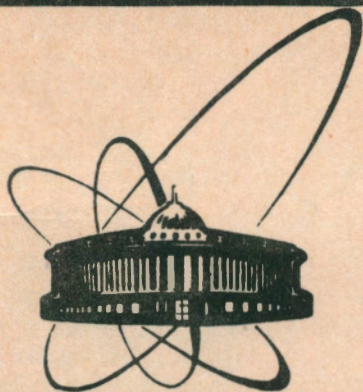


92-196



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Д2-92-196

В. Н. Стрельцов

ОБ ЭКЛ-ЭФФЕКТЕ

1992

1. Суть данного эффекта заключается в появлении электрического поля около электрически нейтрального проводника после возбуждения в нем тока (без внешнего подвода электронов). Впервые этот эффект наблюдался в 70-х годах [1-3]*, а совсем недавно - в новом эксперименте [5], выполненном теми же авторами.

Согласно общепринятому мнению, результат экспериментов такого типа должен быть отрицательным. Обычно считается, что причиной возникновения электрического поля служит появление электрического заряда у проводника. Поскольку при возбуждении тока число электронов не меняется и по-прежнему равно числу ионов, то суммарный электрический заряд также не изменяется. Поэтому, согласно общепринятому мнению, электрическое поле, казалось бы, не должно возникать и после приведения в движение электронов проводимости.

Ранее при выяснении поведения поля пары электрических зарядов разных знаков, один из которых движется [6], мы в принципе уже дали утвердительный ответ на поставленный вопрос. Появление все новых работ на эту тему [7-10] побудило нас провести соответствующие вычисления для кольцевого проводника [11]. Полученная формула для электрического потенциала ϕ , создаваемого таким проводником с током в плоскости кольца, где эффект максимален, имеет вид

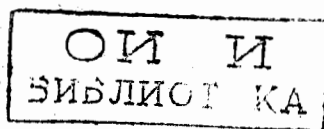
$$\phi = \frac{\pi I^2 r}{\rho_L R_c c^2} \quad (1)$$

Здесь I - ток, r - радиус кольца, ρ_L - линейная плотность электронов проводимости, R_c - расстояние от центра кольца до точки наблюдения, c - скорость света. При выводе (1) полагалось, что $r \ll R_c$ и $\beta \ll 1$.

2. Ниже мы рассмотрим общий случай. Для электрического потенциала пары зарядов разных знаков, когда электрон движется в направлении наблюдения, будем иметь

$$\phi_p = \frac{e\beta R_c \sin\theta \sin\phi}{R(R - \beta R_c \sin\theta \sin\phi)} \quad (2)$$

* В этой связи см. также [4].



Здесь e - заряд электрона, $\vec{\beta}c$ - его скорость, ϕ - азимутальный угол,

$$R = (R_c^2 + r^2 - 2R_c r \sin\theta \cos\phi)^{1/2} - \quad (3)$$

расстояние от пары зарядов до точки измерения потенциала. (В прежних расчетах $\theta = \pi/2$). Чтобы получить выражения для потенциала, создаваемого элементом кольца, в формуле (2) вместо e нужно поставить $\Delta Q = Q\Delta\phi/2\pi$, где $Q = ne$, а n - число электронов проводимости. Для бифилярного кольца будем иметь соседний элемент, где электроны движутся в противоположном направлении. При этом соответствующий потенциал составит

$$\Delta\phi(-\beta) = \frac{-\Delta Q\beta R_c \sin\theta \sin\phi}{R(R + \beta R_c \sin\theta \sin\phi)} \quad (4)$$

В результате с учетом азимутальной симметрии рассматриваемой задачи для суммарного потенциала найдем

$$\phi_b(R_c, \theta) = 2\rho_L r \int_0^\pi \frac{2\beta^2 R_c^2 \sin^2\theta \sin^2\phi \, d\phi}{R(R^2 - \beta^2 R_c^2 \sin^2\theta \sin^2\phi)} \quad (5)$$

При условии $R \approx R_c$, $\beta \ll 1$ прежний результат для потенциала кольца ϕ следует с очевидностью. Поскольку в рассматриваемом случае $\beta \approx 10^{-8}$, то с высокой степенью точности интеграл (5) может быть записан в виде

$$\phi_b = 2\rho_L r \int_0^\pi \frac{2\beta^2 R_c^2 \sin^2\theta \sin^2\phi \, d\phi}{(R_c^2 + r^2 - 2R_c r \sin\theta \cos\phi)^{3/2}} \quad (5')$$

Для катушки из N бифилярных витков и при условии, что высота катушки $h \ll R_c$, в данном приближении найдем

$$\phi_{c(oi1)} \approx \frac{2\pi N I^2 r}{\rho_L c^2 R_c} \sin^2\theta = \frac{I^2 L \sin^2\theta}{2\rho_L c^2 R_c} \quad (6)$$

Здесь L - общая длина проводника.

Таким образом, например, при $\theta = \pi/4$ величина потенциала будет в два раза меньше максимального значения. Используя данные эксперимента [3], для ожидаемого (максимального) потенциала будем иметь

$$\phi_c \approx 110 \frac{r}{R_c} \text{ mV}. \quad (6')$$

3. Следует подчеркнуть, что поскольку обсуждаемый эффект пропорционален β^2 , а $\beta \approx 10^{-8}$, то требование равенства числа положительных (n_i) и отрицательных (n_e) зарядов должно соблюдаться очень жестко. Иными словами, величина $p = (n_i - n_e)/n_i$ должна быть равна нулю с высокой точностью. В случае $p \neq 0$ будем иметь

$$\phi' = \phi \left(1 - \frac{2p}{\beta^2}\right), \quad (7)$$

откуда следует, что при $p \approx \frac{1}{2}\beta^2$ эффект практически исчезает, а при больших значениях p меняет знак. Возможно, именно указанная причина обуславливает изменение величины потенциала от сеанса к сеансу и, в частности, изменение его знака в последнем эксперименте [5].

Автор благодарит М.С.Хвастунова за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Edwards W.F. - Measurement of an Electric Field Due to Conduction Currents, Utah State Univ. Press, Logan, Utah, 1974.
2. Idem - Bull. Am. Phys. Soc., 1975, 20, p.630.
3. Edwards W.F. et al. - Phys. Rev. D, 1976, 14, p.922.
4. Гончаров И.Н. - Препринт ОИЯИ Р13-6397, Дубна, 1972.
5. Edwards W.F. et al. - Phys. Lett. A, 1992, 162, p.105.
6. Стрельцов В.Н. - Сообщения ОИЯИ Д2-91-212 и Д2-91-499, Дубна, 1991.
7. Bilić N. - Phys. Lett. A, 1992, 162, p.87.
8. Singal A.K. - Ibid., p.91.
9. Ivezić T. - Ibid., p.96.
10. Bartlett D.F., Edwards W.F. - Ibid., p.103.
11. Стрельцов В.Н. - Сообщение ОИЯИ Д2-92-159, Дубна, 1992.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 мая 1992 года.