

Петро Тацуняк

Львівський національний університет ім. І. Франка
79602 Львів, вул. Університетська, 1

ПРО НЕЛІНІЙНУ ЕЛЕКТРОДИНАМІКУ З. ХРАПЛИВОГО

Трудність нескінченної енергії точкового електрону та неможливість його опису як простірної об'єкту в рамках електромагнітної теорії Максвела давно привертала увагу теоретиків. Першу невдалу спробу зробив німецький фізик Мі (1912 р.). Більш вдалою була модель Борна-Інфельда (1933 р.), які, виходячи з узагальнення лагранжіана теорії Максвела, побудували нелінійну класичну електродинаміку, що була повністю лоренц-інваріантною і одночасно вільною від труднощі нескінченної енергії точкового електрону.

Різновид нелінійної електродинаміки подав дійсний член НТШ др. Храпливий. Його рівняння електродинаміки нагадують беззарядові рівняння Максвела у діелектромагнетному середовищі, де крім напруг E та H паралельно існують напруги D та B , зв'язані між собою, $k = \frac{1}{l}$ де $E=kD$; $B=kH$ або $D=lE$; $H=lB$ за аналогією з теорією електрики у матеріальному середовищі.

В даній конкретній моделі k вибирається як

$$k = \frac{1}{1 + \frac{D^2 - H^2}{b^2}} \quad \text{де константа } b = \frac{e}{r_0^2}$$

Для двох векторів D і E вираховано стаціонарний розв'язок при $B=H=0$

$$D_r = \frac{e}{r} \quad \text{та} \quad E_r = kD_r = \frac{e^2}{r^2} \frac{1}{1 + \frac{r_0^4}{r^4}}$$

Що дає простірний електрон як результат польової напруги

$$\rho = \frac{1}{4\pi} \operatorname{div} E = \frac{e^2}{\pi} \frac{rr_0^4}{(r^4 + r_0^4)^2}$$

із чого слідує, що густина заряду ρ рівна практично 0 поза кулею $r > r_0 = 10^{-13}$ см. Має місце дуалізм: електрон є сингулярністю поля D або кулькою радіуса r_0 у полі E . Явне

$$\varphi = \int_{r_0}^{\infty} E_r dr$$

обчислення інтегралу

дало можливість перевірити поправки у спектрі атому водню, які однак виявились недостатніми. Крім того показано, що рівняння руху Лоренца є наслідком самих рівнянь поля. Отже, нелінійна електродинаміка є унітарною теорією.