Върху уравненията на електродинамеката

Я.Тагамлицки

Нека в точката s, която се движи с скорост u е съсредоточен магнитен товар m и нека в точката r, която се движи с скорост a е съсредоточен електричен товар e. Да означим с p силата, която действува върху магнитния товар. Ние установихме в нашата работа върху галилеевия принцип за относителността, че

$$p(r,s,a,u) = P(r-s) + Q(u-a) + R[u-a, r-s]$$

където $\underbrace{P = P(r-s, u-a),\ Q = Q(r-s, u-a),}_{R = R(r-s, u-a)}$ са инварианти. Тези функции ние определяме от опита. Специално, ако $a = 0$ ние можем да приложим закона на Био-Савар, където силата на тока i съгласно опита на Роуланд ще бъде $i = eu$. Така ние получаваме

$$p(r,s,a,u) = \frac{m}{c}\left[i, \frac{r-s}{|r-s|^3}\right] = \frac{me}{c}\left[u, \frac{r-s}{|r-s|^3}\right]$$

~~xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx~~.

и следователно

$$P = 0, \quad Q = 0 \quad и \quad R = \frac{me}{c|r-s|^3}$$

Това ни дава

$$p(r,s,a,u) = \frac{me}{c|r-s|^3}[u-a, r-s]$$

Да означим с q силата, която е приложена към електричния товар. Тогава

$$q(r,s,a,u) = L(r-s) + M(u-a) + N[u-a, r-s]$$

където

$$L = L(r-s, u-a), \quad M = M(r-s, u-a), \quad N = N(r-s, u-a)$$

са инварианти,които следва да бъдат определени от опита. При $a=0$ можем да приложим правилото на Ампер,като положим $i = ue$.Това ни дава

$$g(r,s,0,u) = \frac{1}{c}\left[i, \frac{m(s-r)}{|r-s|^3}\right] = \frac{me}{c}\left[u, \frac{s-r}{|r-s|^3}\right] = \frac{me}{c|r-s|^3}[u, s-r]$$

и следователно

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = \frac{me}{c|r-s|^3}$$

т.е.

$$g(r,s,a,u) = \frac{me}{c|r-s|^3}[u-a, r-s]$$

По такъв начин ние виждаме,че силите f и g удовлетворяват принципа на действието и противодействието, т.е.

$$f(r,s,a,u) + g(r,s,a,u) = 0$$

Нека в точката x ,която се движи със скорост u имаме електричен товар e и магнитен товар m и нека в точката x_1 ,която се движи със скорост u_1 имаме електричен товар e_1 и магнитен товар m_1 . Да означим с

$$f = f(x, x_1, u, u_1)$$

силата приложена върху електричния товар e ,а с

$$g = g(x, x_1, u, u_1)$$

силата приложена върху магнитния товар m .

Да означим с f_0 кулоновата сила

$$f_0 = \frac{e e_1 (x - x_1)}{|x - x_1|^3}$$

и с g_0 да означим кулоновата сила

$$g_0 = \frac{m m_1 (x - x_1)}{|x - x_1|^3}$$

Да означим с q Лоренцовата сила, приложена към e, т.е.

$$q = \frac{e}{cm}[u - u_1, g]$$

и най-сетне да означим с p силата на Био-Савар, приложена към m, т.е.

$$p = \frac{m}{ec}[u_1 - u, f]$$

В такъв случай

$$f = f_0 + q \quad , \quad g = g_0 + p$$

и следователно

$$f = f_0 + \frac{e}{cm}[u - u_1, g]$$
$$g = g_0 + \frac{m}{ce}[u_1 - u, f]$$

Това са нашите основни уравнения, които се отнасят за два електромагнитни товара във вакум. Ние правим предположението, в общия случай, т.е. когато [redacted] двата електромагнитни товара се намират в материална среда, ще имаме

$$f = \frac{A(x - x_1)}{|x - x_1|^3} + K[u - u_1, g]$$
$$g = \frac{B(x - x_1)}{|x - x_1|^3} + L[u_1 - u, f]$$

където

$$A = A(x - x_1, u - u_1) \quad , \quad B = B(x - x_1, u - u_1)$$
$$K = K(x - x_1, u - u_1) \quad , \quad L = L(x - x_1, u - u_1)$$

са инварианти, които трябва да се определят от опита.

Ние ще разгледаме тук случая, когато A, B, K, L не зависят от x и x_1. Такъв е случаят, когато двата електромагнитни товара се намират в еднородна среда, всички точки на която се движат с една и съща скорост.

Сега нека разгледаме система от точки $x_\nu = x_\nu(t)$ $(\nu = 1, \dots, n)$ които се движат със скорости $u_\nu = \dot{x}_\nu(t)$ и имат електрични товари e_ν и магнитни товари m_ν. Нека x е точка, която се движи със скорост u и има електричен товар e и магнитен товар m. Да означим с f_ν силата, с която ν -тата точка действува върху e и с g_ν силата, с която ν -тата точка действува върху m. Тогава

$$f_\nu = \frac{A}{|x - x_1|^3} + K\left[u - u_1, g_\nu\right]$$

$$g_\nu = \frac{B}{|x - x_1|^3} + L\left[u_1 - u, f_\nu\right]$$

Да положим

$$E_\nu(x, u, t) = f_\nu(x, x_\nu(t), u, \dot{x}_\nu(t))$$

$$H_\nu(x, u, t) = g_\nu(x, x_\nu(t), u, \dot{x}_\nu(t)),$$

където е ~~законът на движението~~ на . В такъв случай

$$\frac{\partial f_{\nu z}}{\partial y} - \frac{\partial f_{\nu y}}{\partial z} = K\Big[-(u_x - u_{\nu x})\frac{\partial g_{\nu x}}{\partial x} - (u_y - u_{\nu y})\frac{\partial g_{\nu x}}{\partial y} -$$

$$-(u_z - u_{\nu z})\frac{\partial g_{\nu x}}{\partial z} + (u_x - u_{\nu x})\operatorname{div} g\Big]$$

- - - - - - - - -

$$\operatorname{div} f = \operatorname{div} f_0 + K\left[-(u_x - u_{\nu x})\left(\frac{\partial g_{\nu z}}{\partial y} - \frac{\partial g_{\nu z}}{\partial z}\right) - \dots\right]$$

$$\operatorname{div} f = \operatorname{div} f_0 - K\left[a - u, \operatorname{rot} g\right]$$

$$\frac{\partial g_{\nu z}}{\partial y} - \frac{\partial g_{\nu y}}{\partial z} = L\Big[-(u_{\nu x}-u_x)\frac{\partial f_{\nu x}}{\partial x} - (u_{\nu y}-u_y)\frac{\partial f_{\nu x}}{\partial y} - (u_{\nu z}-u_z)\frac{\partial f_{\nu x}}{\partial z} + (u_{\nu x}-u_x)\,\mathrm{div}\, f_\nu\Big]$$

– – – – – —

$$\mathrm{div}\, g = \mathrm{div}\, g_0 - L\,(u-a, \mathrm{rot}\, f)$$

Като положим

$$E = \sum_{\nu=1}^{n} E_\nu \qquad H = \sum_{\nu=1}^{n} H_\nu$$

и се ограничим с членове от първи порядък спрямо скоростта на светлината, получаваме

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} = k\Big[-\frac{\partial H_x}{\partial t} - u_x\frac{\partial H_x}{\partial x} - u_y\frac{\partial H_x}{\partial y} - u_z\frac{\partial H_x}{\partial z} + i\Big]$$

където $i = \sum_{\nu=1}^{n} (u_x - u_{\nu x})\,\mathrm{div}\, H_\nu$,

което е сумата от конвекционните токове, т.е. общия ток,

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} = L\Big[\frac{\partial E_x}{\partial t} + u_x\frac{\partial E_x}{\partial x} + u_y\frac{\partial E_x}{\partial y} + u_z\frac{\partial E_x}{\partial z} + j\Big]$$

където

$$j = \sum_{\nu=1}^{n} (u_x - u_{\nu x})\,\mathrm{div}\, E_\nu,$$

което е сумата от конвекционните магнитни токове и следователно $j = 0$, защото магнитните товари се явяват във вид на диполи

$$\mathrm{div}\, E = 4\pi A$$

$$\mathrm{div}\, H = 4\pi B$$

където $B=0$ ~~е плътността на разпределението на~~ електричните ~~товари и е плътността на разпределението на магнитните товари и следователно~~ , защото магтините товари се явяват във вид на диполи.

Уравненията, които ние получихме се редуцират точно на уравненията на Максвел във случая, когато $u=0$. Сега обаче се вижда, че тези уравнения са инвариантни относно галилеевата трансформация, и следователно опитът на Майкелсон намира своето обяснение в рамките на класическата електродинамика. За да получим обяснение на опита на Физо и на опитите на Рентген и Уилсон, пресмятаме A, B, k и b в зависимост от експеримента.