

УДК: 537.8 (07) (043)

Худецький Н., Яцюк В. - ст. гр. КІ – 11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДИ РОУЛАНДА ТА ЕЙХЕНВАЛЬДА

Науковий керівник: к.п.н., доцент Кульчицький В. І.

Khudetsky N., Yatsyuk V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## ROWLAND AND EICHENWALD'S FUNDAMENTAL EXPERIMENTS

Scientific adviser: Ph.D., associate professor Kulchytsky V. I.

Ключові слова: електрична конвекція, дослід Роуlanda, дослід Ейхенвальда, закон Біо-Савара.

Keywords: electric convection, Rowland's experiment, Eichenwald's experiment, Bio-Savar law.

У повній аналогії з електростатикою взаємодія елементів струму відбувається за двома етапами [1, с. 69]:

1) елемент струму  $I_1 d\vec{l}_1$  створює у точці знаходження елемента струму  $I_2 d\vec{l}_2$

МП з індукцією (закон Біо-Савара)  $d\vec{B}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[I_1 d\vec{l}_1 \times \vec{r}_{12}]}{r_{12}^3}$ , (1)

2) на елемент струму  $I_2 d\vec{l}_2$ , який знаходиться у точці з магнітною індукцією  $d\vec{B}_{12}$  діє сила  $d\vec{F}_{12} = [I_2 d\vec{l}_2 \times d\vec{B}_{12}]$  (2)

Із (1) знаходимо МП точкового заряду  $q$ , який рухається рівномірно з швидкістю  $v \ll c$  у вакуумі, ( $\vec{n} \perp \vec{r}$ ,  $\vec{n} \perp \vec{v}$ ,  $|\vec{n}| = 1$ ) [1, с. 259]:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} q \frac{[\vec{v} \times \vec{r}]}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} q \frac{\vec{n} |\vec{v}| |\vec{r}| \sin \alpha}{r^3} \quad (3)$$

Електрична конвекція – явище, пов'язане з рухом у просторі наелектризованого тіла. Існування електричної конвекції або конвекційного електричного струму зв'язане з виникненням МП при русі наелектризованого тіла.

Схема досліду Роуlanda [3, с. 221] така: діелектричний диск (з ебоніту або скла) з позолоченими бічними поверхнями обертався навколо своєї осі між заземленими пластинами конденсатора; на бічну поверхню диска наносились заряди, і їх дія при обертанні диска виявлялася за допомогою чуттєвої магнітної стрілки. Дослід показав, що відхилення стрілки пропорційне нанесеному на бічну поверхню диска заряду і кутовій швидкості його обертання; при зміні знаку заряду або напрямку обертання диска на протилежний, відхилення магнітної стрілки також змінювалось на протилежне [2, с. 210].

Дослід Роуlanda довів, що конвекційний струм вільних зарядів на рухомому провіднику за своєю магнітною дією тотожний струму провідності у провіднику, що перебуває в стані спокою, та відіграв важливу роль у експериментальному доведенні спеціальної теорії відносності для електромагнітних явищ.

Питання про існування електричної конвекції пов'язане з існуванням струмів зміщення. Якщо у розімкненому провіднику відбувається переміщення електричних зарядів, то це переміщення збуджує МП навколо провідника. Одночасно неперервно змінюватиметься і величина ЕП в різних точках, які лежать за кінцями провідника, у діелектрику, що оточує цей провідник. Така зміна діелектричної поляризації рівносильна струму, і тому повинна збуджувати МП. Сума усіх струмів зміщення у діелектрику, який оточує провідник, повинна дорівнювати силі струму у провіднику.

Ейхенвальд довів точними кількісними вимірюваннями (1903 р.), що конвекційний струм вільних зарядів на рухомому провіднику і струм зв'язаних зарядів, що виникає при русі наелектризованого діелектрика збуджують МП так само, як і струм провідності у провіднику, що перебуває у стані спокою, тобто поляризований не намагнічений діелектрик при русі стає намагніченим.

Схема досліду така: діелектричний диск (завтовшки  $d$ ) з діелектричною проникністю  $\varepsilon$  обертається на осі між двома круглими пластинами конденсатора (шириною  $b$ ); пластини конденсатора, що розрізані вздовж діаметра, підключаються до батареї із напругою і можуть обертатися навколо цієї ж загальної осі незалежно від діелектричного диска. Кожна з половин пластин конденсатора заряджалася протилежно відповідній половині іншої та протилежно другій половині того ж конденсатора. Досліди полягали у почерговому обертанні пластин конденсатора або диска, та у порівнянні магнітної дії усіх видів струмів, і в експериментальному доведенні їх еквівалентності.

При обертанні ебонітового диску у точках, що проходили проти розрізів, збуджувався струм, направлений від розрізу однієї пластини до розрізу іншої, перпендикулярно до площини пластини конденсатора. Цей струм зміщення виявлявся та вимірювався за допомогою магнітної стрілки, підвішеної над однією парою розрізів. Напрямок відхилення стрілки змінювався із зміною напрямку обертання пластин конденсатора та зміною знаку заряду на них. Отже, існування струмів зміщення доведено експериментально [2, с. 210].

За відсутності діелектричного диска на пластинах зарядженого конденсатора утворюється поверхневий заряд; при обертанні пластин зі швидкістю, цей заряд створює конвекційний струм (струм Роуланда). Якщо ж між пластинами знаходиться діелектричний диск, то при його обертанні між пластинами, що перебувають у стані спокою, виникає струм, викликаний тим, що рухомий поляризований діелектричний диск намагнічується у радіальному напрямку. При обертанні усієї системи в цілому повний струм не залежить від діелектричної проникності диска; це підтверджує справедливості основних принципів спеціальної теорії відносності.

Отже, *якщо заряд рухається, то ЕП у будь-якій точці змінюється з часом* [1, с. 77; 2, с. 184].

#### Список використаних джерел:

4. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм : [учеб. пособие]. – М. : Высшая школа, 1983. – 463 с.
5. Парселл Э. Электричество магнетизм. Серия "Берклеевский курс физики" / Э Парселл. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. – Т.2. – 416 с.
6. Савельев И. В. Курс общей физики: [учеб. пособие. В 3 – х т.] Т 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – [3 – е изд., испр.]. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1988. – Т.2. – 496с.