ELEKTROMAGNIT MAYDON POTENSIALI: SKALYAR VA VEKTOR POTENSIALLAR.

Tolegenova Madina Tolegenovna
Nizomiy nomidagi TDPU Fizika va uni oʻqitish metodikasi kafedrasi oʻqituvchisi
Saloxiddinova Shaxzoda Sirojiddin qizi
3-kurs talabasi

https://doi.org/10.5281/zenodo.7492938

Annotatsiya. *Zamonaviy fizikadagi elektromagnit va elektromagnit potensial haqidagi nazariy ma'lumotlar asosida olingan elektromagnit potensiali va uning turlari boʻlgan: vektor potensial hamda skalyar potensial toʻgʻrisidagi muhokama maqolaning mazmunini tashkil qiladi.*

Kalit soʻz va iboralar: *elektromagnit potensial, elektromahnit maydon, vektor potensial, skalyar potensial, induksiya, J.Maksvell, Lorens kalibrovkasi, Dalamber tenglamalari.*

ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ: СКАЛЯРНЫЙ И ВЕКТОРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛЫ.

Аннотация. *Содержание статьи составляет обсуждение электромагнитного потенциала и его видов: векторного потенциала и скалярного потенциала, полученных на основе теоретических сведений об электромагнитном и электромагнитном потенциале в современной физике.*

Ключевые слова и фразы: *электромагнитный потенциал, электромагнитное поле, векторный потенциал, скалярный потенциал, индукция, Дж. Максвелл, калибровка Лоуренса, уравнения Даламбера.*

ELECTROMAGNETIC FIELD POTENTIAL: SCALAR AND VECTOR POTENTIALS.

Abstract. *Discussion of electromagnetic potential and its types: vector potential and scalar potential based on theoretical information about electromagnetic and electromagnetic potential in modern physics constitutes the content of the article.*

Key words and phrases: *electromagnetic potential, electromagnetic field, vector potential, scalar potential, induction, J. Maxwell, Lawrence calibration, Dalamber equations.*

Zamonaviy fizikada elektromagnit potentsial odatda, elektromagnit maydonning toʻrt oʻlchovli potentsialini anglatadi. Elektromagnit potentsialning vektor tabiati bilan bogʻliq holda, elektromagnit maydon zamonaviy fizikada fundamental bozonik maydonlarga (masalan, tortishish maydoni) nisbatan qoʻllaniladigan ma'noda vektor maydonlari sinfiga kiradi.

Elektr va magnit maydonlar kuchlanganlik (induksiya) bilan harakterlanadi. Ingliz fizigi J.Maksvell elektromagnit maydon nazariyasini ishlab chiqdi. J.Maksvell elektromagnit maydon nazariyasini elektromagnit hodisalarning barcha asosiy qonuniyatlarini ifodalovchi bir necha tenglamalar sistemasi koʻrinishida ifodalagan.

J.Maksvell nazariyasining asosida elektr va magnit maydonlarning oʻzaro uzviy bogʻlanishda ekanligini ifodalovchi ushbu 2 gʻoya yotadi:

1. Vaqt davomida oʻzgaruvchi har qanday magnit maydon elektr maydonni yuzaga keltiradi.
2. Vaqt davomida oʻzgaruvchi har qanday elektr maydon magnit maydonni yuzaga keltiradi.

Maksvellning birinchi gʻoyasi toʻgʻriligini elektromagnit induksiya hodisasini kashf etilishi tasdiqlab berdi. Ikkinchi gʻoyaning toʻgʻriligini esa G.Gers elektromagnit toʻlqinlarni kashf qilishi bilan isbotladi.

Elektromagnit maydonini potensiallar orqali ifodalash mumkin. Potensial 2 xil bo'ladi:

1. Vektor potensial.
2. Skalyar potensial.

J.Maksvellning elektromagnit maydon uchun asosiy tenglamalari:

1. $\mathrm{div}\vec{E}=\frac{\rho}{\varepsilon_0}$ 3. $\mathrm{div}\vec{B}=0$

2. $\mathrm{rot}\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$ 4. $\mathrm{rot}\vec{B}=\frac{j}{\varepsilon_0 c^2}+\frac{1}{c^2}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$

Maksvell tenglamalarini har doim ham yechib $\vec{E}$ va $\vec{B}$kattaliklarni topish oson emas. Ishni osonlashtirish uchun qo'shimcha kattaliklar kiritish lozim. Bu kattaliklar *maydon potensiallari* deb nomlanadi.

Buning uchun J.maksvellning 3-tenglamasidan foydalanish o'rinli:

$$\mathrm{div}\vec{B}=0$$

$$\vec{B}=\mathrm{rot}\vec{A} \quad (1)$$

$$\mathrm{div}\ \mathrm{rot}\vec{A}=0$$

bu yerda kiritilgan $\vec{A}$ga elektromagnit maydonning *Vektor potensiali* deyiladi.

$$\vec{A}=\vec{A}(\vec{r},t)$$

(1) formulani J.Maksvellning 2-tenglamasiga qo'yilganda:

- $\mathrm{rot}\vec{E}=-\frac{\partial}{\partial t}\mathrm{rot}\ \vec{A}$
- $\mathrm{rot}\vec{E}=-rot(\frac{\partial\vec{A}}{\partial t})$

$$\mathrm{rot}\vec{E}+rot(\frac{\partial\vec{A}}{\partial t})=0 \quad \Rightarrow \quad \mathrm{rot}(\vec{E}+\frac{\partial\vec{A}}{\partial t})=0$$

rotorning xossalaridan foydalanib qavs ichidagi ifodani --grad$\boldsymbol{\varphi}$ ga tenglash mumkin:

- $\vec{E}+\frac{\partial\vec{A}}{\partial t}=-grad\varphi$
- $\mathrm{rot}\ grad\varphi=0$
- $\vec{E}=-grad\varphi-\frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$

bu formula elektromagnit maydon kuchlanganligining vektor potensial orqali ifodalanishidir.

$$\boldsymbol{\varphi}=\boldsymbol{\varphi}(\vec{r},t)\Rightarrow skalyarpotensial$$

U holda Maksvell tenglamalari uchun quyidagi 2ta tenglama olinadi:

- $\vec{B}=rot\vec{A}$
- $\vec{E}=-grad\varphi-\frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$

Maksvellning 1-va 4-tenglamalarini ham potensiallar orqali yozib olib:

- $\mathrm{rot}\vec{B}=\mathrm{rot}\ \mathrm{rot}\vec{A}$
- $\mathrm{rot}\ \mathrm{rot}\vec{a}=\mathrm{grad}\ \mathrm{div}\ \vec{a}-\Delta\ \vec{a}$

- $\mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 (-\frac{\partial}{\partial t} \text{grad} \boldsymbol{\varphi} - \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2})$
- $\text{grad div } \vec{A} - \Delta \vec{A} = \mu_0 \vec{j} - \frac{1}{c^2} \text{grad} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2}$
- $\text{grad (div } \vec{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t}) = \Delta \vec{A} + \mu_0 \vec{j} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2}$

Yuqoridagi formulaga oson bo'lishi uchun belgilash kiritish mumkin va u *Lorens kalibrovkasi* deyiladi:

- $\text{div } \vec{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$
- $\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \vec{j}$
- $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$
- $\text{div grad} \boldsymbol{\varphi} + \frac{\partial}{\partial t} \text{div } \vec{A} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$
- $\Delta \boldsymbol{\varphi} + \frac{\partial}{\partial t} \text{div } \vec{A} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$
- $\Delta \boldsymbol{\varphi} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \boldsymbol{\varphi}}{\partial t^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$

$$\begin{cases} \Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \vec{j} \\ \Delta \varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \boldsymbol{\varphi}}{\partial t^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon_0} \end{cases}$$

Ushbu tenglamalar sistemasiga potensiallar orqali ifodalangan Maksvell tenglamalar sistemasi yoki potensiallar orqali ifodalangan elektromagnit maydon tenglamasi deyiladi. Va bu tenglamadagi 2-tartibli differensial tenglamalarga Dalamber tenglamalari deyiladi. Hamda elektromagnit maydon potensiallari yordamchi kattaliklar hisoblanadi va fizik ma'noga ega emas.

REFERENCES

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М: Мир, 1977.
2. Мандельштам Л. И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М: Наука, 1972. – 437 с.
3. Рашевский П. К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967, - 664 - с.
4. Менде Ф. Ф. К вопросу об уточнении уравнений элетромагнитной индукции. - Харьков, депонирована в ВИНИТИ, No774-В88 Деп., 1988.- 32с.
5. Менде Ф. Ф. Существуют ли ошибки в современной физике. Харьков, Константа, 2003.- 72 с.
6. Менде Ф. Ф. Непротиворечивая электродинамика. Харьков, НТМТ, 2008, –153 с. ISBN 978-966-8603-23-5.
7. Менде Ф. Ф. Великие заблуждения и ошибки физиков XIX-XX столетий. Революция в современной физике.. Харьков, НТМТ, 2010, – 176 с. ISBN 978- 617-578-010-7.