

ELEKTROMAGNET TO'LOQLAR UCHUN MAKSVELL TENGLAMALARNING TUTGAN O'RNI.

RUXSHONA XOLMATOVA IKROM qizi.

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Fizika yo'nalishi 2-kurs talabasi

Xolmatovaruxshona86@gmail.com

ANNOTATSIYA

Maksvell tenglamalari elektromagnit hodisalarni yagona matematik asosda ifodalovchi fundamental qonunlar tizimidir. Ular o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarning o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi hamda bu maydonlarning bo'shliq orqali to'loqlar shaklida tarqalishini nazariy jihatdan asoslaydi. Maksvell nazariyasi natijasida elektromagnit to'loqlar mavjudligi bashorat qilindi va bu ilmiy kashfiyot keyinchalik radio, televizor, mobil aloqa va sun'iy yo'ldosh texnologiyalarining rivojlanishiga zamin yaratdi. Bugungi kunda Maksvell tenglamalari nafaqat klassik elektrostatika va elektromagnetizm, balki kvant elektrodinamikasi va zamonaviy texnika sohalarida ham asosiy o'rin tutadi. Ularning umumiyliigi va nazariy chuqurligi elektromagnit to'loqlarning tabiatini chuqurroq anglash va amaliyotda qo'llash imkonini beradi.

ANNOTATION

Maxwell's equations are a system of fundamental laws that express electromagnetic phenomena on a single mathematical basis. They show the interrelation of varying electric and magnetic fields and theoretically substantiate the propagation of these fields through space in the form of waves. As a result of Maxwell's theory, the existence of electromagnetic waves was predicted, and this scientific discovery later laid the foundation for the development of radio,

television, mobile communication, and satellite technologies. Today, Maxwell's equations occupy a fundamental place not only in classical electrostatics and electromagnetism but also in quantum electrodynamics and modern technical fields. Their universality and theoretical depth allow for a deeper understanding of the nature of electromagnetic waves and their practical application.

АННОТАЦИЯ

Уравнения Максвелла — это система фундаментальных законов, выражающих электромагнитные явления на единой математической основе. Они показывают взаимосвязь изменяющихся электрического и магнитного полей и теоретически обосновывают распространение этих полей через пустоту в форме волны. В результате теории Максвелла было предсказано существование электромагнитных волн, и это научное открытие впоследствии создало основу для развития радио, телевизора, мобильной связи и технологий искусственных спутников. На сегодняшний день уравнения Максвелла занимают основное место не только в классической электростатике и электромагнетизме, но и в квантовой электродинамике и современных технических областях. Их универсальность и теоретическая глубина позволяют глубже понять природу электромагнитных волн и применять их на практике.

Kalit so'zlar: Maksevell tenglamalari, elektromagnit to'liqlar, elektr maydon, magnit maydon, Gauss qonuni, Faradey induksiya qonuni, Amper-Makswell qonuni.

Abstract: This article analyzes the significance of Maxwell's equations for electromagnetic waves and examines their role in physical processes.

Keywords: Maxwell's equations, electromagnetic waves, electric field, magnetic field, Gauss's law, Faraday's law of induction, Ampère-Maxwell law.

Maksvel tenglamalari – bu elektromagnit maydonlarning xarakteristik xususiyatlarini va ularning vaqt hamda makon bo'ylab tarqalishini ifodalovchi

fundamental matematik ifodalar to'plamidir. James Clerk Maxwell tomonidan 19-asrda ishlab chiqilgan ushbu tenglamalar elektr va magnit maydonlar orasidagi murakkab o'zaro ta'sirlarni yagona nazariy tizimga jamlagan bo'lib, u elektromagnit to'lqinlar, ya'ni yorug'lik, radio, infraqizil, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlarining mavjudligini nazariy jihatdan isbotlagan.

Maksvel tenglamalari quyidagi asosiy qonunlarni o'z ichiga oladi:

1. Gauss qonuni (elektr maydon uchun): Elektr maydonning manbai sifatida zaryadlarni ko'rsatadi va ularning maydonda tarqalishini belgilaydi.

2. Gaussning magnit maydoni uchun qonuni: Magnit maydonlarining doimo doira shaklida bo'lishini, ya'ni ularda "magnit monopollarning" mavjud emasligini ifodalaydi.

3. Faradeyning induksiya qonuni: O'zgaruvchan magnit maydon elektr maydon hosil qilishi mumkinligini ko'rsatadi, bu esa elektromagnit induksiyaning asosiy printsipli hisoblanadi.

4. Amper-Maksvel qonuni: O'zgaruvchan elektr maydon magnit maydon hosil qilishiga olib kelishini ifodalaydi va shu orqali elektromagnit to'lqinlarning tarqalishini matematik jihatdan asoslaydi. Maxwell tenglamalari – makroskopik elektrodinamikaning ixtiyoriy muhitda sodir bo'layotgan elektromagnit hodisalarni ifodalaydigan asosiy tenglamalari. Maxwell tenglamalari, odatda, integral ko'rinishda yoziladi, ammo differensial tenglamalar ko'rinishida ham yozilishi mumkin. XIX asr 60-yillarida James Clerk Maxwell elektr va magnit maydonlar haqidagi Michael Faraday g'oyalariga asoslangan holda tajriba yo'li bilan aniqlangan qonunlarni umumlashtirib, ixtiyoriy zaryadlar va toklar tizimi hosil qiluvchi elektromagnit maydonning tugallangan nazariyasini yaratdi. Maxwell nazariyasi klassik fizikaning rivojlanishiga qo'shilgan ulkan hissa bo'ldi. Mexanikada Newton qonunlari qanday ahamiyatli bo'lsa, makroskopik elektrodinamikada Maxwell tenglamalari ham shunday ahamiyatlidir. Maxwell

tenglamalarining birinchisi Faradeyning elektromagnit induksiya krnunining matematik ifodalanishidan iborat. Maxwell tenglamalarining ikkinchisi J. B. Bio, F. Savar, P. Laplasning tajribalarga tayanib yaratgan magnit maydonni tokli o'tkazgichlar yaratishi haqidagi qonunini umumlashtirish asosida olingan. Mas, ixtiyoriy berk kontur bo'yicha magnit maydon induksiyasi vektorining sirkulyasiyasi shu kontur o'rab olgan yuzadan o'tuvchi hamma toklarning algebraik yig'indisiga teng. Maxwell magnit maydonni faqat o'tkazgichdan o'tayotgan toklar hosil qilibgina qolmay, balki uni har qanday muhitda vujudga kelgan o'zgaruvchan elektr maydoni ham hosil qilishi haqidagi gipotezani ilgari suradi. Bu gipoteza tajribalar orqali to'la tasdiklangan. Elektromagnit to'lqinlar – elektr va magnit maydonlarning fazoda birgalikda tarqalishidan hosil bo'ladigan to'lqinlardir. Elektromagnit to'lqinlar to'g'ri chiziqli tarqalib, o'zaro perpendikulyar joylashgan elektr maydon (E) va magnit maydon (H) larning tebranishidan iborat. Bu to'lqinlarning asosiy manbalari elektr zaryadlarining tebranishi va tezlashgan harakati hisoblanadi. Elektromagnit to'lqinlar inson hayoti va zamonaviy texnologiyada muhim ahamiyatga ega. Bu to'lqinlar vakuumda va modda muhitida tarqaladi.

Elektromagnit to'lqinlar vakuumda yorug'lik tezligi (c) bilan harakatlanadi:

$$v = c = 3 * 10^8 \text{ m/s.}$$

Elektromagnit to'lqinlarning mavjudligi va ularning tabiati Jeyms Klerk Makswell tomonidan ishlab chiqilgan Makswell tenglamalari orqali tushuntiriladi. Makswell tenglamalari elektromagnit maydonlarning xatti-harakatini to'liq tasvirlaydigan to'rtta asosiy tenglamalar to'plamidir. Ular elektr va magnit maydonlarning o'zaro ta'siri, shuningdek, vaqt va makondagi o'zgarishlarini ifodalaydi. Bu tenglamalar zamonaviy fizikaning asosini tashkil etib, elektrotexnika, optika va kvant mexanikasi kabi sohalarda keng qo'llaniladi. Makswell tenglamalari quyidagilardan iborat: Gauss qonuni (elektr maydon uchun), Gauss qonuni (magnit maydon uchun), Faradey induksiya qonuni, Amper-Makswell qonuni.

Elektr maydon uchun Gauss qonuni: Gauss qonuni elektr maydonning manbalarini (zaryadlar) tasvirlashda muhim rol o'ynaydi. U, asosan, elektr maydonning zaryadlardan qanday hosil bo'lishini tushuntiradi. Gauss qonuni elektr maydon uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}.$$

Bu yerda : ∇E - elektr maydonning **divergensiyasi** (elektr maydonning "tarqalish" o'lchovi), ρ - zaryad zichligi (zaryadning hajm bo'yicha taqsimlanishi), ϵ_0 - elektr doimiysi ($8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m).

Divergensiya (yoki "tarqalish") maydonning biror nuqtada qanday tarqalayotganligini ifodalaydi. Gauss qonuni elektr maydonining har bir nuqtadagi kuchini va unga ta'sir etuvchi zaryadlarni ifodalashga imkon beradi. Gauss qonuni shuni ko'rsatadiki, elektr maydonning divergensiyasi zaryad zichligi bilan bog'liqdir. Agar zaryad musbat bo'lsa, maydon chiziqlari tashqariga qarab tarqaladi, agar zaryad manfiy bo'lsa, maydon chiziqlari ichkariga yo'naladi, agar zaryad mavjud bo'lmasa, maydon kuchi nolga teng bo'ladi.

Gauss qonuni integral shaklda quyidagicha ifodalanadi:

$$\oint_S E \cdot dA = \frac{Q_{tot}}{\epsilon_0}.$$

Bu yerda : $\oint_S$ - yopiq yuz bo'yicha integral, bu yopiq yuzdan (gauss yuzidan) o'tgan maydon chiziqlarini hisoblashni anglatadi, E - elektr maydon kuchi vektori, dA — yopiq yuzning biror kichik elementining maydoni, Q_{tot} yopiq yuz ichida joylashgan umumiy zaryad.

Magnit maydon uchun Gauss qonuni: Gauss qonuni magnit maydonning xususiyatlarini tasvirlaydi va magnit maydonning qanday o'zaro ta'sir qilishi va qanday tarqalishini tushuntiradi. Bu qonun magnit maydonning manbalarini, ya'ni magnit

monopollarining mavjud emasligini ko'rsatadi. Gauss qonuni magnit maydon uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\nabla \cdot B = 0$$

Bu yerda : $\nabla \cdot B$ - magnit maydonning divergentsiyasi (magnit maydonning "tarqalishi"), B - magnit maydon induksiyasi.

Bu tenglama magnit maydonining divergentsiyasining nolga tengligini bildiradi, ya'ni magnit maydon chiziqlari hech qachon tugamaydi yoki boshlanmaydi — ular har doim yopiq bo'ladi.

Gauss qonunining integral shakli quyidagicha ifodalanadi:

$$\oint_S B \cdot dA = 0.$$

Bu yerda : $\oint_S$ - yopiq yuz bo'yicha integral, ya'ni magnit maydonning yopiq yuz orqali o'tishini hisoblash, B - magnit maydon induksiyasi, dA - yopiq yuzning biror kichik elementining maydoni. **Magnit monopollar mavjud emas** — ya'ni magnit maydon o'z-o'zidan bitta qutbdan boshlanmaydi yoki tugamaydi. Agar biror magnitni ikkiga bo'lsangiz, har doim ikkita yangi qutb hosil bo'ladi.

Faradey induksiya qonuni: Faradey induksiya qonuni elektromagnit induksiya hodisasini ifodalaydi, ya'ni o'zgaruvchan magnit maydon elektr maydonini hosil qilishini ko'rsatadi. Bu qonun elektromagnit to'lqinlarning ishlashini, shuningdek, transformatorlar, generatorlar va elektromagnit moslamalarining ishlash prinsiplari asosini tashkil etadi. Faradey induksiya qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}.$$

Bu yerda: $\nabla \times E$ - elektr maydonning rotori (elektr maydonning o'zgarishi yoki "yivlanishi"), E - elektr maydon kuchi vektori, $\frac{\partial B}{\partial t}$ - magnit maydonning vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Faradey induksiya qonuni fizik jihatdan elektr va magnit maydonlarning o'zaro ta'sirini tasvirlaydi. Agar magnit maydon vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan bo'lsa, bu elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektr maydonining yo'nalishi magnit maydonining o'zgarishi yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi, bu esa Lenz qonuni bilan bog'liq. Faradey induksiya qonunining integral shakli quyidagicha ifodalanadi:

$$\oint_C E * dl = - \frac{d}{dt} \int_S B * dA.$$

Bu yerda:

$\oint_C E * dl$ - yopiq yo'l bo'ylab elektr maydoni kuchini integrallash ,

$\int_S B * dA$ - yopiq yuz bo'ylab magnit maydon induksiyasining integrali ,

$\frac{d}{dt}$ - vaqt bo'yicha o'zgarishni bildiradi.

Amper-Makswell qonuni: Amper-Makswell qonuni elektromagnit maydonning muhim tenglamalaridan biri bo'lib, elektr toki va o'zgaruvchan elektr maydonining magnit maydonni qanday hosil qilishini tushuntiradi. Bu qonun Makswellning to'rt asosiy tenglamalaridan biridir va elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini tasdiqlaydi. Amper-Makswell qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\nabla \times B = \mu_0 J + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$$

Bu yerda :

$\nabla \times B$ - magnit maydonning rotori (maydon chiziqlarining burilishi).

B - magnit maydon induksiyasi (T, tesla).

μ_0 - vakuumning magnit o'tkazuvchanligi ($4\pi * 10^{-7}$ H/m).

J - toki zichligi (A/m²).

ε_0 – elektr doimiysi ($8.85 * 10^{-12}$ F/m).

$\frac{\partial E}{\partial t}$ - elektr maydonning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi.

Amper-Makswell qonuniikkita muhim jihatni o'z ichiga oladi: Amper qonuni va Makswell tuzatishi. **Amper qonuni:**Doimiy elektr toki magnit maydonni hosil qiladi.Agar o'tkazgichdan elektr toki oqsa, uning atrofida magnit maydon hosil bo'ladi.Tok kuchaygan sari magnit maydon ham kuchayadi.**Makswell tuzatishi:**O'zgaruvchan elektr maydon ham magnit maydonni hosil qilishi mumkin.Bu kashfiyot elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini asoslaydi.

Amper-Makswell qonuni integral shaklda quyidagicha yoziladi:

$$\oint_C B * dl = \mu_0(I_{tot} + \varepsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S E * dA)$$

Bu yerda :

$\oint_C B * dl$ - yopiq kontur bo'ylab magnit maydonning aylanish integrali.

I_{tot} - kontur ichidan o'tuvchi umumiy elektr toki.

$\frac{d}{dt} \int_S E * dA$ - elektr maydon oqimining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Makswell o'zgaruvchan elektr maydon ham magnit maydon hosil qilishini ko'rsatgan. U elektr zaryadlarning harakati bo'lmagan joyda ham magnit maydon hosil bo'lishi mumkinligini isbotladi. Bu hodisaga Makswellning siljish toki deyiladi: $I_{siljish} = \varepsilon_0 \frac{d\varphi_E}{dt}$. Bu yerda φ_E - elektr maydon oqimi.

Makswell tenglamalarining ahamiyati:Elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini tasdiqlaydi — Yorug'lik, radioto'lqinlar, rentgen nurlari va boshqa elektromagnit nurlanishlarni tushuntiradi. Elektromagnit qurilmalar va texnologiyalar — Radioaloqa, Wi-Fi, mobil telefonlar, elektromagnit sensorlar va tibbiyot texnologiyalarida qo'llaniladi.Klassik va kvant fizikasining asosi — Yorug'lik va elektromagnit hodisalarning tabiiy mexanizmini tushuntiradi.

XULOSA.

Maksvel tenglamalarining kashfiyoti elektromagnit hodisalarga nisbatan ilmiy yondashuvni tubdan o'zgartirdi va keyingi asrlar davomida ko'plab texnologik yutuqlar, jumladan, simsiz aloqa va mikrodalga texnologiyalar rivojlanishiga zamin yaratdi. Tenglamalar elektromagnit hodisalarni aniq matematik modellash tirish imkonini beradi, shuningdek, elektromagnit to'lqinlarning xususiyatlarini – ularning energiya, impuls va tezlik kabi parametrlarini aniqlashda muhim vosita hisoblanadi. Natijada, Maksvel tenglamalari nafaqat nazariy fizikaning, balki optika, radio texnologiya, telekommunikatsiya va zamonaviy elektronika sohalarining rivojlanishida ham beqiyos ahamiyat kasb etadi. Maksvel tenglamalarining ilmiy ahamiyati, ularning asosiy tarkibiy qismlari va amaliy qo'llanilish sohalarini umumiy tarzda yoritib beradi. Agar qo'shimcha ma'lumot yoki izoh kerak bo'lsa, iltimos, bildiring.

FOYDALANUVCHI ADOBIYOTLAR.

1. C.G.Kalashnikov. Umumiy fizika kursi ELEKTR Toshkent-1979.
2. G.C.Landserberg. Toshkent “o'qituvchi”- 1981.
3. M.H.O'lmasova 3-Tom kitob.
4. I.V.Savelov .Umumiy fizika kursi 3- Tom . “O'qituvchi nashriyoti”. Toshkent-1976
5. L.D.Landau . Nazariy fizikaning qisqachakursi. “ O'qituvchi “ Toshkent-1976

6. Internet saytlar:

<https://arxiv.uz>, <https://ilmiybaza.uz>

<https://www.scribd.com> , <https://kitobxon.uz/>

https://uz.wikipedia.org/wiki/Maxwell_tenglamalari

<https://uz.wikipedia.org/>