

Mexanik va elektromagnit to‘lqinlar

Reja:

- 1. Mexanik to‘lqin.**
- 2. Ko‘ndalang bo‘ylama va turg‘un to‘lqinlar.**
- 3. Tovush to‘lqinlari.**
- 4. Elektromagnit to‘lqin.**
- 5. Maksvell tenglamasi.**

Tayanch iboralar.

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. To‘lqin. | 5. Turg‘un to‘lqin. |
| 2. Ko‘ndalang to‘lqin. Bo‘ylama to‘lqin. | 6. Elektromagnit to‘lqin. |
| 3. Lampali generator. | 7. Maksvell tenglamasi |
| 4. Tovush to‘lqin | |

Tebranishlarni muhitda tarqalish jarayoni – to‘lqin deb ataladi. Mexanik tebranishlarni biror muhitda tarqalishdan mexanik to‘lqinlar hosil bo‘ladi. To‘lqinning tarqalish yo‘nalishi nur deb ataladi. Ixtiyoriy t vaqt tebranishlar etib kelgan muhit zarralarining geometrik o‘rni to‘lqin fronti deyiladi. To‘lqin frontining shakli muhit xossalari, tebranish manbaining shakli va o‘lchamlariga bog‘liqidir. Bir jinsli muhitda joylashgan nuqtaviy tebranish manbaidan tarqalayotgan to‘lqin fronti sferik shaklida bo‘lgani uchun mazkur to‘lqinlar sferik to‘lqinlar deb nomlanadi.

Tebranish manbai tekislik shakliga ega bo‘lsa, manbaga yaqin sohalardagi to‘lqin fronti tekislikdan iborat bo‘lib, uni yassi to‘lqinlar deyiladi.

To‘lqin tarqalganida to‘lqinni hosil qiluvchi zarralar ko‘chmaydi balki ular bir joyda turib tebranadi. To‘lqinni hosil qiluvchi zarralarning tebranishiga qarab ikki xil to‘lqin:

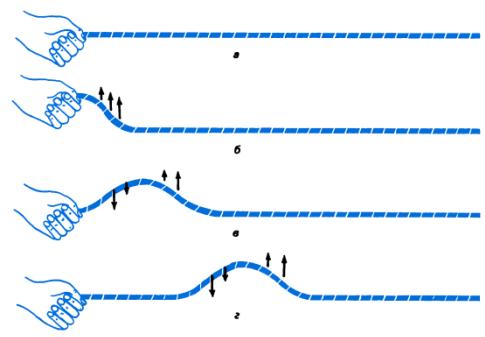
- 1. Ko‘ndalang to‘lqin.**
- 2. Bo‘ylama to‘lqin hosil bo‘ladi.**

Agar muhit zarralari nurga perpendikulyar ravishda tebransa ko‘ndalang to‘lqin hosil bo‘ladi. Ko‘ndalang to‘lqinlarning tarqalish jarayonida muhit qatlamlarining bir-biriga nisbatan siljishi, ya’ni siljish deformatsiyasi sodir bo‘ladi. Suyuqlik va gazlarda siljish deformatsiyasi sodir bo‘limgani uchun ularda ko‘ndalang to‘lqinlar vujudga kelmaydi. Ko‘ndalang to‘lqin faqat qattiq jismlarda vujudga keladi

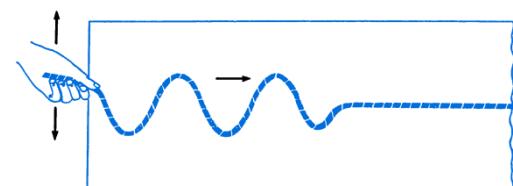
Agar muhit zarralari nurga parallel ravishda tebranishidan bo‘ylama to‘lqin hosil bo‘ladi.

Bo‘ylama to‘lqinning tarqalish jarayonida muhit zarralari nur yo‘nalishida va unga teskari yo‘nalishda siljiydi va buning natijasida muhit zarralarini zichlanishi va siyraklanishi vujudga keladi

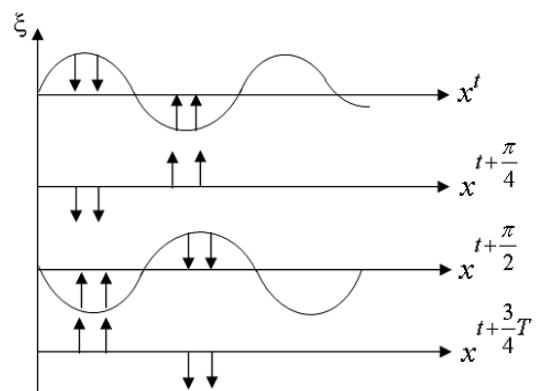
Zichlanish va siyraklanishlar vujudga kelgan sohalarda hajm o‘zgarishini paydo bo‘lishi hisobiga elastik kuchlar vujudga keladi. SHu sababli bo‘ylama to‘lqinlar qattiq, suyuq, gaz holatdagi muhitlarda sodir bo‘ladi. Amplitudalari va chastotalari bir xil bo‘lgan ikki yassi to‘lqin bir-biriga qarab harakatlanganda



1-rasm. Tulkin impulsini arqon bo‘ylab harakati. Arqon zarrachalarining tezligi strelkalar bilan ko‘rsatilgan.



2-rasm. Arqon bo‘ylab chopuvchi to‘lqin.



3 - rasm. Turg‘un to‘lqinlar

uchrashishi natijasida hosil bo‘lgan
to‘lqin – turg‘un to‘lqin deyiladi

Turg‘un to‘lqin hosil bo‘lishi uchun to‘siqqa tushayotgan va to‘siqdan qaytayotgan to‘lqin uchrashishi lozim.

To‘siqqa tushayotgan to‘lqin tenglamasi

$$\xi_1 = A \cos \omega(t - \frac{x}{u}) \quad (1)$$

To‘siqdan qaytayotgan to‘lqin tenglamasi

$$\xi_2 = A \cos \omega(t + \frac{x}{u}) \quad (2)$$

bo‘lganidan natijaviy turg‘un to‘lqin tenglamasm:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 = 2A \cos \omega \frac{x}{u} \cos \omega t \quad (3)$$

ga teng bo‘ladi.

Bunda: ξ – zarrani muvozanat vaziyatidan siljishi.

X – zarrani tebranish manbaidan uzoqligi.

u – to‘lqinni muhitda tarqalish tezligi.

t – vaqt.

To‘lqin harakatini ifodalovchi to‘lqin harakatining differensial tenglamasi

$\xi = \xi(x, y, z)$ bo‘lganidan

$$\frac{d^2 \xi}{dx^2} + \frac{d^2 \xi}{dy^2} + \frac{d^2 \xi}{dz^2} = \frac{1}{u^2} \cdot \frac{d^2 \xi}{dt^2} \quad (4)$$

ga teng bo‘ladi.

Mexanik to‘lqinlari biror muhitda tarqalishidan tovush to‘lqinlari (tovush) hosil bo‘ladi. CHastotasiga qarab tovushni o‘ch turi mavjud:

1. Infratovush.
2. Akustik tovush.
3. Ultratovush.

CHastotasi 16 Gers gacha bo‘lgan tovushlar infratovush deb atalib, uni insonni va hayvonlarni eshitish organi tovush sifatida qabul qilaolmaydi, ya’ni eshitmaydi.

CHastotasi 16 Gers dan 20.000 Gers gacha bo‘lgan tebranishlarni insonni eshitish organi tovush sifatida qabul qila oladi, ya’ni eshitadi. Bunday tovushlar akustik tovushlar deb ataladi. Tabiatdagi biz eshita oladigan barcha tovushlar (inson va hayvonlarni tovushi, musiqa tovushlari) akustik tovushlardir.

CHastotasi 20.000 Gersdan katta bo‘lgan tovushlar ultratovush deb ataladi. Bu tovushni insonlarni eshitish organlari eshita olmaydi, ammo bu tovush chastotasi yuqori bo‘lganligi uchun undan ba’zi bir kassaliklarni davolashda ishlatiladi. Bu tovushlar suvda yaxshi tarqalaolgani uchun undan radiolakatsiya ishlarini bajarishda foydalaniлади.

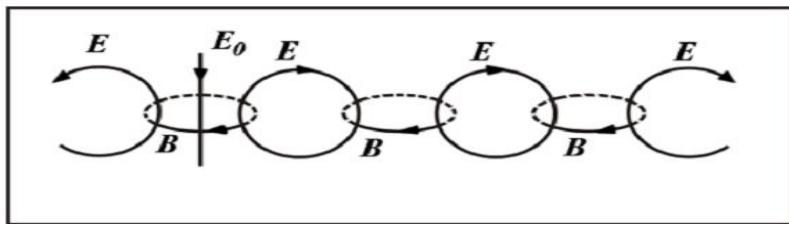
1860 yillarda ingliz olimi Maksvell elektr va magnit hodisalarining yagona nazariyasini yaratdi. Bu nazariya elektromagnit maydon nazariyasi deb atalib u quyidagi ikkita postulotga asoslanadi:

1. O‘zgaruvchan magnit maydon tufayli uyurmaviy elektr maydon vujudga keladi.
2. O‘zgaruvchan elektr maydon tufayli uyurmaviy magnit maydon vujudga keladi.

Birinchi postulot elektromagnit induksiya hodisasini, ikkinchi postulot esa magnitoelektrik induksiya hodisasini ifodalaydi. O‘zgaruvchan elektr maydonini Maksvell siljish toki deb atagan. Bu maydon xuddi odatdagagi tok singari magnit maydon hosil qiladi. Siljish toki magnit maydon hosil qilish qobiliyati jihatdagina o‘tkazuvchanlik tokiga ekvivalentdir. Siljish toki o‘tkazgichdan o‘tgan vaqtida Joul-Lens issiqligi hosil bo‘lmaydi.

Elektr maydon bilan magnit maydon o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanish kashf qilinganidan so‘ng, bu maydonlar bir-biridan mustaqil mavjud bo‘la olmasligi ayyon bo‘lib qoldi. O‘zgaruvchan magnit maydon bor erda o‘zgaruvchan elektr maydoni mavjud bo‘ladi va aksincha.

Bu ikkala maydon bir-biri bilan bog‘langan bo‘lib, ular birgalikda elektromagnit maydonni tashkil etadi. Elektromagnit maydon uyurmaviy harakterga ega, ya’ni vujudga keltirayotgan maydonning kuch chiziqlari vujudga kelayotgan maydonning kuch chiziqlari bilan konsentrik o‘rab olingan.



4-rasm. Elektromagnit to‘lqinlarning tarqalishi

Bunda: \vec{E}_0 - to‘g‘ri chiziq birlamchi o‘zgaruvchan elektr maydoni.

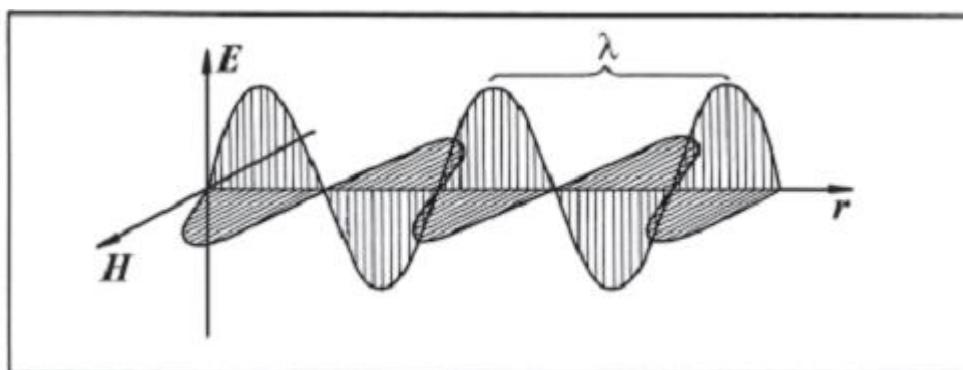
\vec{B} -gorizontal aylanalar ikkilamchi o‘zgaruvchan magnit maydoni.

\vec{E} - gorizontal aylanalar ikkilamchi o‘zgaruvchan elektr maydoni.

Fazodagi elektromagnit maydon energiyasining zichligi

$$\omega_{\text{эл.м.м}} = \omega_{\text{эл}} + \omega_{\text{м}} = \frac{1}{2}(\epsilon\epsilon_0 E^2 + \mu\mu_0 H^2) \quad (5)$$

ga teng bo‘ladi.



5-rasm. Elektromagnit to‘lqinlarning tarqalishi

Bunda E va H – elektr va magnit maydon kuchlanganliklari.

Elektromagnit maydonda elektr va magnit maydonlar energiyalarining zichliklari har bir momentda birday bo‘ladi, ya’ni $\omega_{\text{эл}} = \omega_{\text{м}}$ ga teng bo‘ladi.

Davriy ravishda o‘zgaruvchi elektromagnit maydonning fazoda tarqalish jarayoni – elektromagnit to‘lqin deyiladi. Elektromagnit to‘lqinni o‘zaro perpendikulyar tekislikda yotuvchi elektr maydon kuchlanganlik vektori - \vec{E} va magnit maydon kuchlanganlik vektori \vec{H} - orqali tasvirlash mumkin.

Maksvell nazariyasiga asosan, elektromagnit to‘lqinning biror muhitda tarqalish tezligi shu muhitning elektr va magnit x ususiyatlariga bog‘liq bo‘lib, uning qiymati

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\mu \epsilon}} \quad (6)$$

ga teng bo‘lib, vakuum uchun μ va ϵ birga teng bo‘lganidan

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (7)$$

ga teng bo‘ladi.

$$(7) \text{ va } (6) \text{ ifodadan} \quad g = \frac{c}{\sqrt{\mu \epsilon}} \quad (8)$$

kelib chiqadi.

Bunda: s-vakuumda elektromagnit to‘lqinni tarqalish tezligi $c = 3 \cdot 10^8 \frac{M}{c}$ ga teng.

Elektromagnit maydon energiyasining zichligini elektromagnit to‘lqinni tezligiga ko‘paytirsak birlik vaqtda birlik yuza orqali ko‘chirilayotgan energiyani, ya’ni energiya oqimini zichligini xarakterlaydigan kattalik hosil bo‘ladi.

$$s = \omega \cdot \nu = E \cdot H \quad (9)$$

Bu ifodani vektor ko‘rinishida

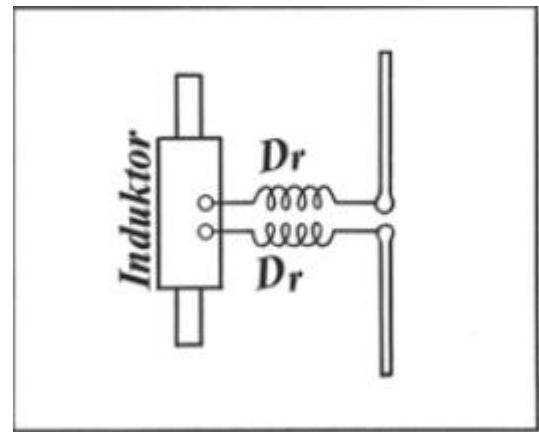
$$\vec{s} = [\vec{E} \cdot \vec{H}] \quad (10)$$

yozamiz.

\vec{E} va \vec{H} o‘zaro perpendikulyar bo‘lgani uchun, bu vektorlarning vektor ko‘paytmasi \vec{S} vektordir. \vec{S} vektorni Umov – Poyting vektori deb ataladi.

Elektromagnit to‘lqinni 1888 yilda dunyoda birinchi bo‘lib, nemis fizigi Gers o‘z qurilmasi yordamida hosil qiladi. Bu qurilmani uni sharafiga Gers vibratori deb ataladi.

Gers vibratori elektromagnit to‘lqinni hosil qildi va uni fazoga tarqatdi. Gers vibratorining elektromagnit tebranishlari bir-biridan bir oz kechikib keluvchi so‘nuvchi tebranishlar seriyasidan iborat bo‘ladi. Gers o‘z tajribalarida elektromagnit tebranishlar chastotasini 10^8 Gs gacha etkazdi va uzunligi 10 m dan 0.6 m gacha bo‘lgan to‘lqin oldi.



6-rasm. Gers vibratori

1895 yilda rus fizigi A.S.Popov elektromagnit to‘lqinni nurlatish quvvatini ortiruvchi qurilma antennani kashf etdi. Elektromagnit to‘lqinlar ta’sirida yuqori chastotali o‘zgaruvchan toklar uyg‘otadigan o‘tkazgichlar qabul qiluvchi antennalar deyiladi. Qabul qiluvchi antenalardan foydalanib, elektromagnit to‘lqinlar ustida qilingan tajribalar asosida A.S.Popov 1895 yil 7-mayda dunyoda birinchi bo‘lib radioni kashf etdi.