

**“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini
mexanizatsiyalash muhandislari instituti”
Milliy tadqiqot universiteti**

FAN:

Elektrotexnologiyalar

MAVZU

**Kirish. Fanning maqsad va vazifalari.
Elektromagnit maydon energiyasi va
uni boshqa turdagi energiyaga
aylantirish**



Markayev Nuriddin Murodovich
E-mail: markayev88@mail.ru



**“Elektrotexnologiya va elektr uskunalar
ekspulatsiyasi” kafedrasida katta
o‘qituvchisi t.t.t.d., (PhD).**



1-bob. Elektromagnit maydon energiyasi va uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish.

1.1.Elektrotexnologiya o'quv fani, uning agrar soxaga energetik kadrlar tayyorlashdagi o'rni.

1.2.Elektromagnit maydonining energiya yetkazib beruvchi sifatidagi tavsifi

1.3.Moddiy muhitlarda elektromagnit maydon energiyasining yutilishi va boshqa turga aylanishi qonuniyatlari

1.4.Elektr energiyasini boshqa turdagi energiyalarga aylantirishning umumiy qoniniyatlari



Ma'ruza mashg'ulotining maqsadi

I.Elektr maydonining energiya yetkazib beruvchi sifatidagi tasnifi, uning moddiy muxit tomonidan yutilishi va boshqa turlarga aylantirishning nazariy asoslari to'g'risida ko'nikma xosil qilishdan iborat

II.Elektr energiyasini issiqlik, mexanik va kimyoviy energiyalarga aylanishi, fizik mohiyati va nazariy asoslari to'g'risida ko'nikma xosil qilishdan iborat



1.1.Elektrotexnologiya o'quv fani, uning agrar soxaga energetik kadrlar tayyorlashdagi o'rni.

***Elektrotexnologiya* - elektr energiyasidan bevosita yoki dastlabki tarzda boshqa turlarga aylantirib ishlab chiqarish jarayonlarida foydalanish yo'llari, usullari va vositalarining qo'llanilishini o'rganadigan fan va texnika sohasidir.**

Elektr termiya

Materiallarga elektr fizik va elektr kimyoviy usullar bilan ishlov berish



1.1.Elektrotexnologiya o'quv fani, uning agrar soxaga energetik kadrlar tayyorlashdagi o'rni (davomi).

Elektr fizik va elektr kimyoviy usullar ishlab chiqarish jarayonlarida elektr termiyadagi kabi elektr tokining nafaqat issiqlik ta'siridan, balki elektr energiyasining boshqa texnologik xususiyatlari:

mexanik, kimyoviy biologik va boshqa ta'sirlaridan foydalanishga imkon beruvchi turli xil elektr va magnit hodisalariga asoslangan.



1.1.Elektrotexnologiya o'quv fani, uning agrar soxaga energetik kadrlar tayyorlashdagi o'rni (davomi).

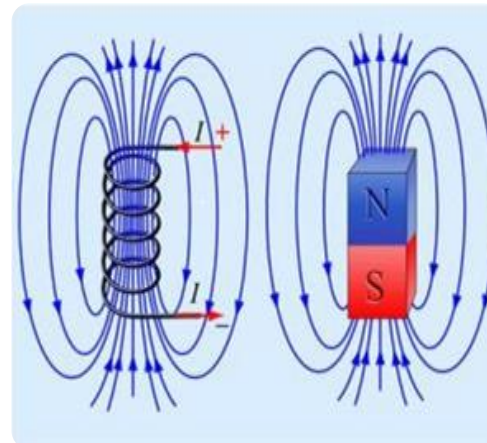
Elektr energiyasining boshqa elektr va noelektr turlarga aylantirilishi va texnologik jarayonlarda mexnat vositalariga ta'sir etish maqsadida foydalanish elektrotexnologiyaning mazmuni hisoblanadi.



1.2. Elektromagnit maydonining energiya yetkazib beruvchi sifatidagi tavsifi

E l y e k t r o m a g n i t m a y d o n i - o'zaro bog'liq va bir-birini hosil qiluvchi elektr va magnit maydonlarining birligi bilan ifodalanadigan materiyaning bir ko'rinishidir.

Elektr va magnit maydonlarining o'zgarishiga elektr energiyasining magnit, magnit energiyasining elektr energiyasiga aylanishi mos keladi.



1.2.Elektromagnit maydonining energiya yetkazib beruvchi sifatidagi tavsifi (davomi).

Elektromagnit maydoni turli xil ko‘rinishlarda mavjud (namoyon) bo‘lishi mumkin:

Elektr maydoni,

Magnit maydoni,

Elektromagnit to‘lqinlari,

Elektr toki

boshqa elektr va magnit xodisalari.



1.2.Elektromagnit maydonining energiya yetkazib beruvchi sifatidagi tavsifi (davomi).

Ushbu ko‘rinishlar esa o‘zlariga mos: elektrostatik, magnit, elektromagnit, elektrodinamik va boshqa energiya turlarini yetkazib beradi.

Elektromagnit maydon energiyasining barcha turlari moddiy muhitlarda yutilish va issiqlik, mexanik, kimyoviy yoki biologik energiyaga aylanish kabi texnologik xususiyatlarga ega.



Elektrotexnologiya

Elektrotermiya

**Elektr issiqlik uskunalarini
loyihalash va va uning
nazariy asoslari**

**Qishloq xo'jaligida elektr
qizitgich qurilmalaridan
foydalanish**

*Materiallarga elektrofizik va
elektrokimyoviy usullar bilan ishlov
berish*

**Elektr toki bilan
ishlov berish**

**Impulsi elektr
maydonidan
foydalanish**

**Kuchli elektr
maydonlaridan
foydalanish**

**Ultratovush yordamida
ishlov berish**

**Magnit maydon
yordamida ishlov berish**

Elektromagnit maydon energiyasi

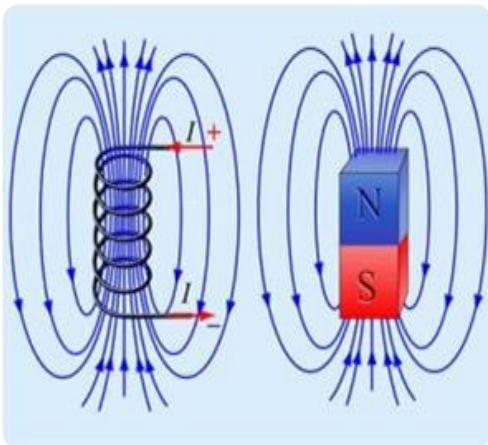
O'zaro bog'liq va bir-birini xosil qiluvchi elektr va magnit maydonlarining birligi bilan ifodalanadigan materiyaning bir ko'rinishidir. Elektromagnit maydonning tarqalishi elektr va magnit maydonlari birligidan iborat bo'lgan elektromagnit energiyasining xarakati bilan birgalikda kechadi. Elektr va magnit maydonlarining o'zgarishiga elektr energiyasining magnit, magnit energiyasining elektr energiyasiga aylanishi mos keladi

Maksvell Gipotezasi

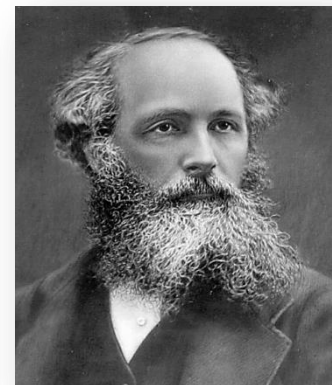
Gipoteza: o'tkazgichdagi elektronlar elektr maydoni tomonidan harakatga keltiriladi va bu maydon o'zgaruvchan magnit maydon tomonidan bevosita hosil bo'ladi.

Induksiyalangan elektr maydoni
O'zgaruvchan magnit maydon tomonidan yaratilgan maydon

$$W = \int_V \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2} dV + \int_V \frac{\mu \mu_0 H^2}{2} dV$$

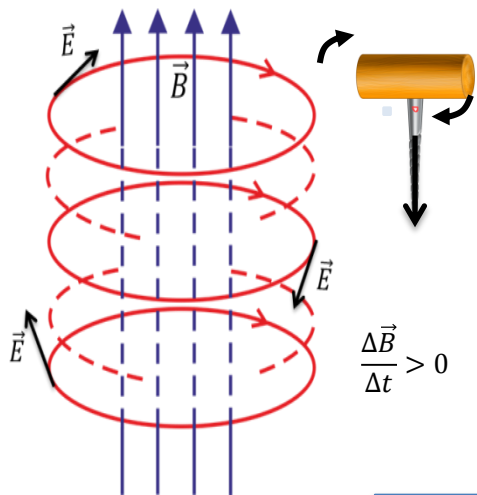


Elektromagnit induksiya hodisasining fizik ma'nosi: magnit maydonning o'zgarishi natijasida yuzaga kelgan induksiyalangan elektr maydonning paydo bo'lishi

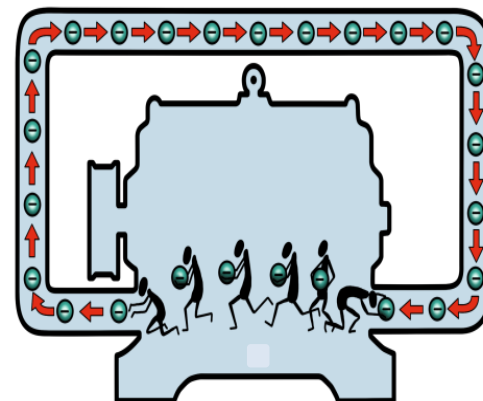


Induksiyalangan elektr maydoni va elektrostatik va statsionar elektr maydonlari o'rtasidagi farq

O'zgaruvchan magnit maydon tufayli yuzaga keladi



Induksiyalangan maydon kuch chiziqdari yopiq chiziqlardir

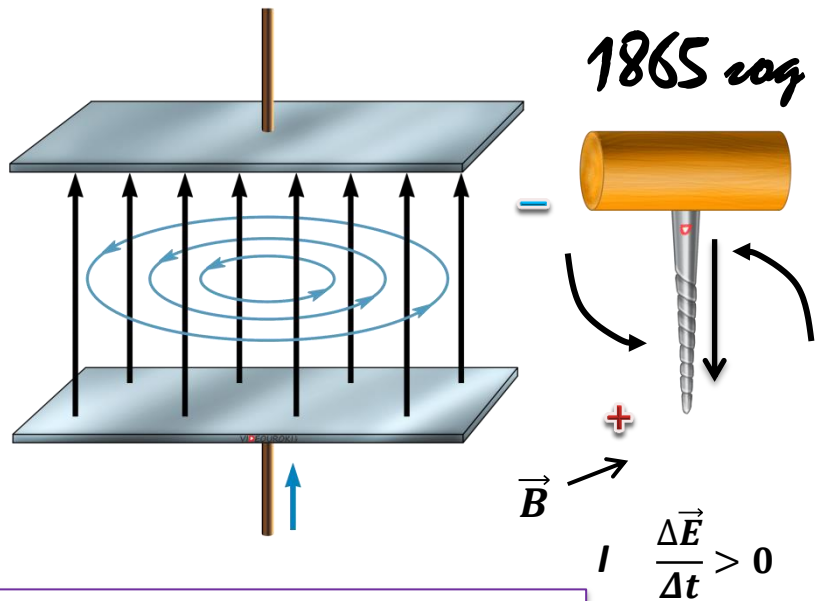


Induktviyalangan maydon – uyurma maydoni

Potensial emas

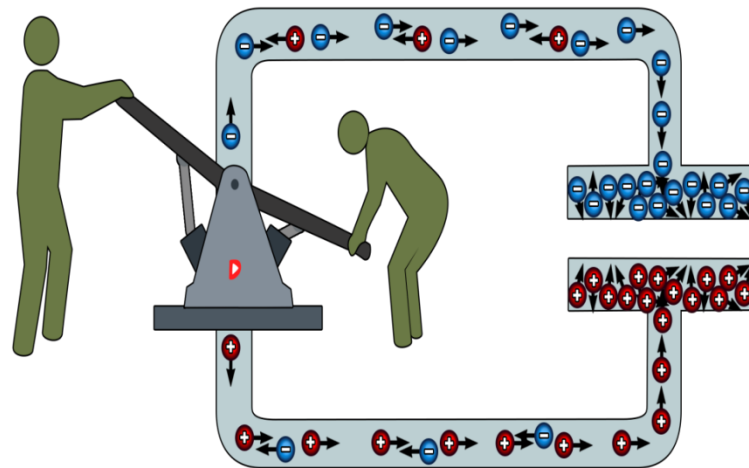
O'zgaruvchan elektr maydoni

O'zgaruvchan elektr maydoni atrofdagi fazoda uyurmali magnit maydon hosil qiladi, uning induksiya chiziqlari o'zgaruvchan elektr maydonining chiziqlarini qoplaydi

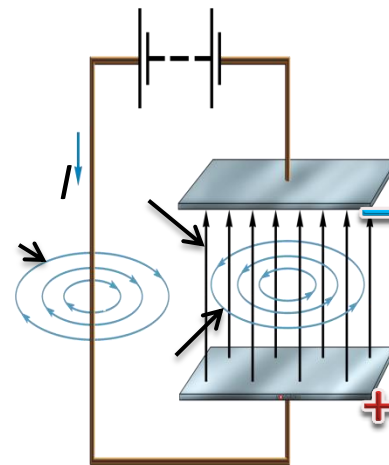


Джеймс Клерк Максвелл

Kondensator magnet maydoni

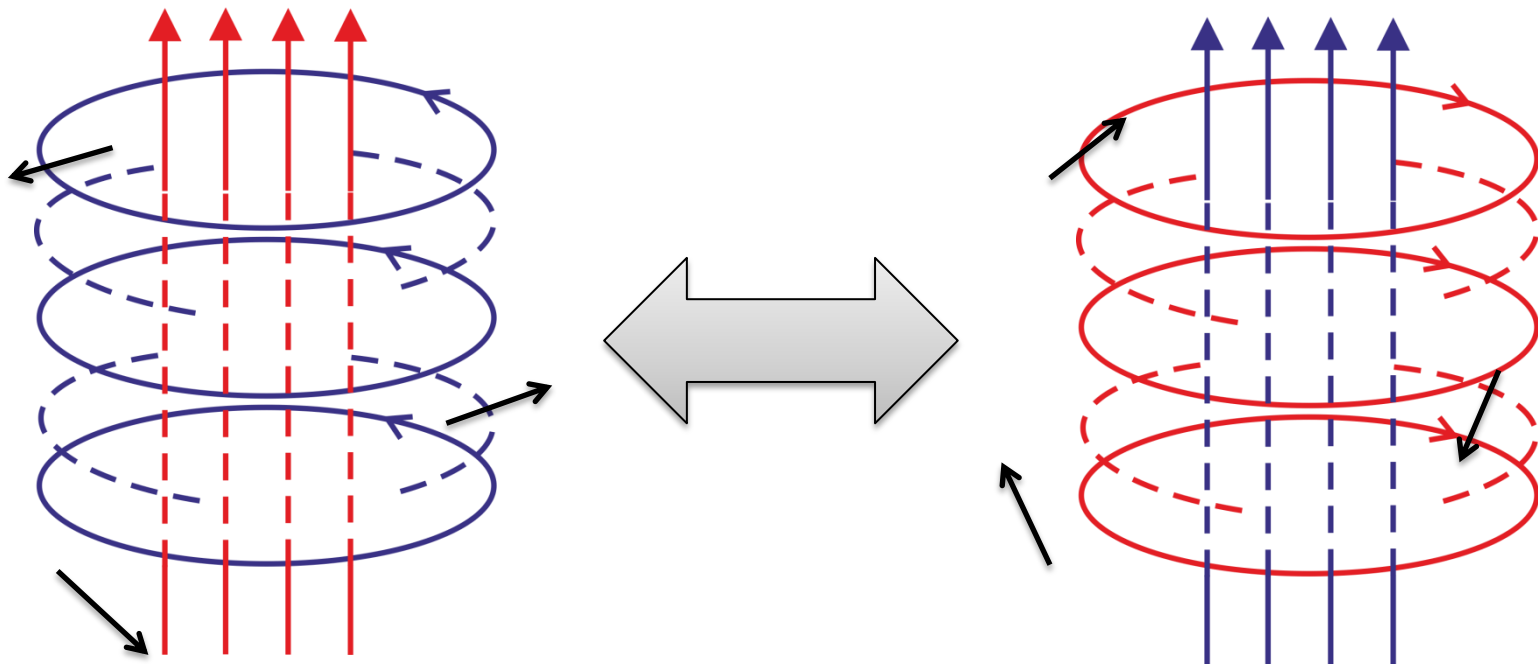


Magnit maydon faqat o'tkazgichdagi tok bilan emas, balki kondensator plastinkalari orasidagi bo'shliqda mavjud bo'lgan o'zgaruvchan elektr maydoni bilan ham yaratiladi



Elektromagnit maydon

Uyurma elektr va magnit maydonlari bir-biri bilan “bog‘langan”, bir vaqtning o‘zida mavjud va o‘zaro bir-birini hosil qiladi



Bir-biri bilan uzviy bog‘langan uyurmali elektr va magnit maydonlar to‘plamiga elektromagnit maydon deyiladi

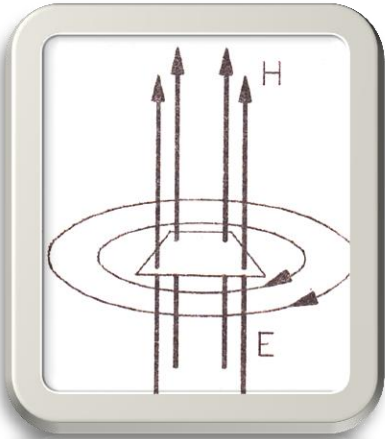
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \frac{dN}{dt}$$

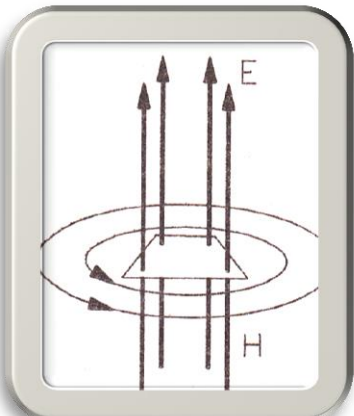
Elektr yurituvchi kuch tenglamasi

Magnit yurituvchi kuch tenglamasi

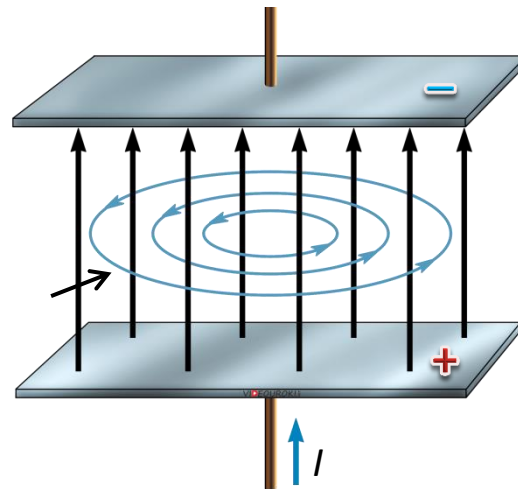
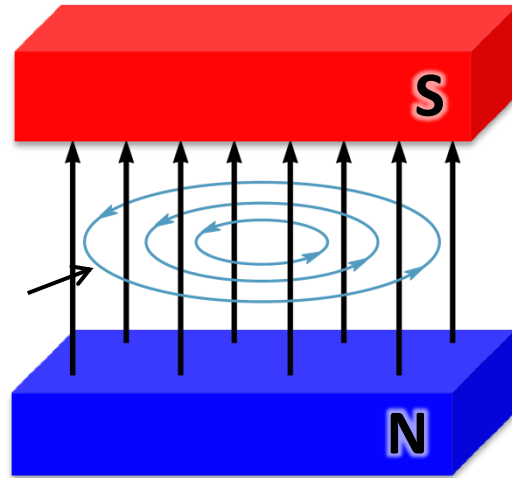
Ushbu tenglamalarning fizik mohiyatini quyidagi ikkita qoida bilan ifodalash mumkin



O'zgaruvchan magnit maydon har doim elektr maydoni bilan birga kechadi



Elektr maydonining o'zgarishi har doim magnit maydon bilan birga kechadi



Elektromagnit maydon

Fazoda bir vaqtning o'zida elektr maydonini yaratmasdan o'zgaruvchan magnit maydonni yaratish mumkin emas

O'zgaruvchan elektr maydoni magnit maydonsiz alohida mavjud bo'lolmaydi

Elektr va magnit maydonlarini alohida ko'rib chiqish faqat nisbiy ma'noga ega

Xarakatlanmaydigan bir jinsli va izotrop muxitda o‘zgaruvchan elektr maydoni uchun to‘liq tenglamalar sistemasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi

$$\operatorname{rot} \bar{H} = \bar{J}; \quad \bar{B} = \mu_a \bar{H}; \quad \operatorname{rot} \bar{E} = -\partial \bar{B} / \partial \tau; \quad \operatorname{div} \bar{D} = \rho;$$

$$\bar{j} = \gamma \bar{E} + \partial \bar{D} / \partial \tau + \rho \bar{v}; \quad \operatorname{div} \bar{B} = 0; \quad \bar{D} = \varepsilon_a \bar{E}.$$

H - magnit maydon kuchlanganligi, A/m;

J - to‘liq tok zichligi, A/m²;

E - elektr maydon kuchlanganligi, V/m;

B - magnit induksiyasi, Tl;

τ -vaqt, s;

γ - solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi, Sm/m;

D - elektr induksiyasi, Kl/m²;

v - erkin zaryadlar xarakat tezligi, m/s;

ε_a - moddaning absolyut dielektrik singdiruvchanligi, F/m;

μ_a - moddaning absolyut magnit singdiruvchanligi, Gn/m.

Moddiy muxitlarda elektr maydonining asosiy ko‘rinishlaridan biri bu elektr tokidir. To‘la tok zichligi quyidagilardan iborat: o‘tish toki zichligi

$$\vec{j}_{ym} = \gamma \vec{E}$$

Elektr maydon kuchlanganligiga proporsional;

Elektr siljish toki zichligi,

$$\vec{j}_{sil} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial \tau} = \epsilon_a \frac{\partial \vec{E}}{\partial \tau}$$

Elektr maydon kuchlanganligi ning o‘zgarish tezligiga proporsional; siyrak gazli muxitda zaryadlarni tashish toki zichligi

$$\vec{j}_{tash} = \rho \vec{v}$$

zaryadlar xarakat tezligiga proporsional.

Tashish toki elektrotermiyada, elektron vakuumli va boshqa lampalarda foydalaniladigan elektron pushkalarda kuzatiladi. j_{ot} va j_{sil} toklari zichligi asosiy qiymatlarga ega bo‘lgani uchun, ular qo‘proq o‘rganiladi

Elektr maydoni energiyasining xajmiy zichligi ($\vec{D} = \epsilon_a \vec{E}$ ning chiziqli bog'liqligida) quyidagicha ifodalanadi

$$W_3 = \frac{1}{2} \epsilon_a E^2$$

Magnit maydoni energiyasining xajmiy zichligi (\vec{B} va \vec{E} orasidagi chiziqli bog'liklikda) esa quyidagicha ifodalanadi

$$W_M = \frac{1}{2} \mu_a H^2$$

Elektromagnit maydoni energiyasining xajmiy zichligi

$$W = \frac{1}{2} (\epsilon_a E^2 + \mu_a H^2)$$

Elektromagnit to'liqlari ko'rinishida uzatiladigan energiya **Maksvell qonuni**ga asosan moddiy muxitlarda quyidagi tezlikda tarqaladi

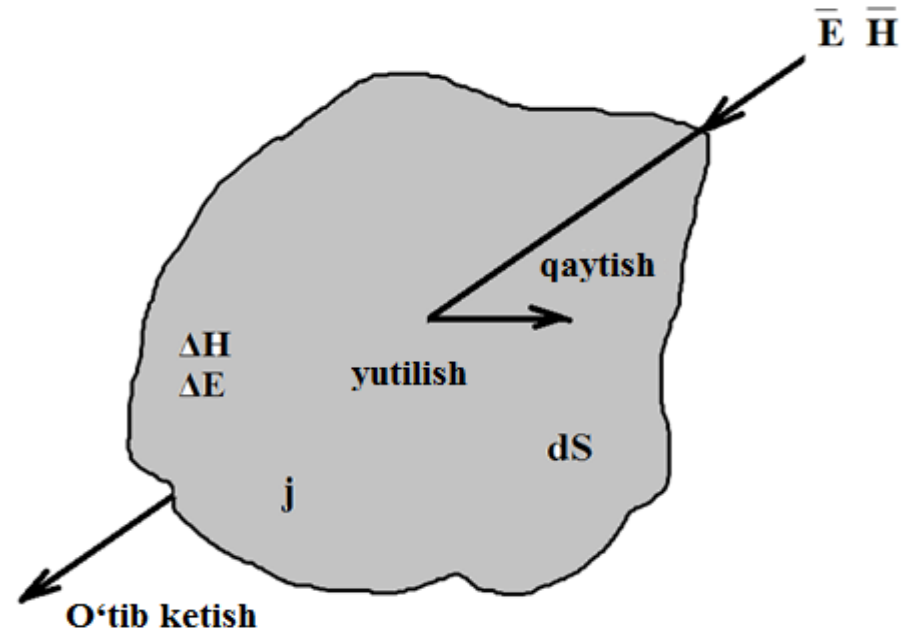
$$v = 1/(\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \sqrt{\epsilon \mu}) = c / \sqrt{\epsilon \mu}$$

Bunda ϵ_0 – elektr doimiysi ($8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m); μ_0 - $1,26 \cdot 10^{-6}$ Gn/m ga teng bo'lgan magnit doimiysi; ϵ - nisbiy dielektrik singdiruvchanlik; μ - moddaning nisbiy magnit singdiruvchanligi; $c = 1/ \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ taqriban $3 \cdot 10^8$ m/s ga teng bo'lgan elektromagnit to'liqlarining vakumdagi tezligi

Vaqt birligida chegaralangan A yuzali qandaydir
 v xajmga tushuvchi energiyani quyidagicha yozish mumkun bo'ladi

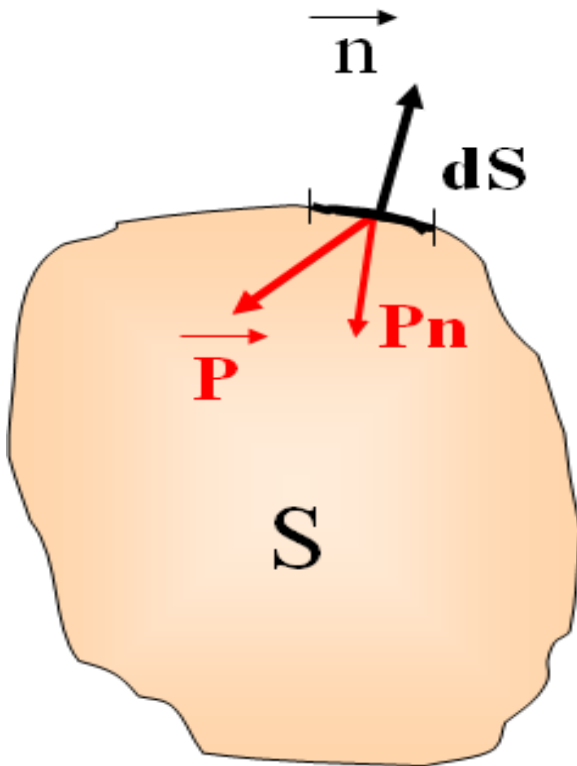
$$\bar{S} = -\oint_A \bar{\Pi} d\bar{A} = -\oint_A \left[\bar{E} \bar{H} \right] d\bar{A}$$

Integral oldidagi minus belgisi jism elementar yuzasi (dA) ga, normalga qarama-qarshi energiya oqimi jism ichiga yo'nalganligini ifodalaydi. Umuman, energiya oqimi-musbat miqdor, chunki skalyar ko'paytma $[\Pi dA] < 0$.



Umov-Poynting vektorining yoʻnalishi

$$-\oint_S \vec{\Pi} d\vec{S} = P_{\text{менл}} + P_{\text{эм}}$$



«-» ishorasi Poynting vektorining oqimi har doim ijobiy boʻlishini anglatadi. $d\vec{S}$ vektor \vec{S} yuzaning tashqi tomoniga yunaltirilgan.

Π vektor hajmning ichki tomoniga yoʻnaltirilgan. Бурчак $a > 90^\circ$ boʻlganda, skalyar kattalik $(\Pi d\vec{S}) = \vec{\Pi} d\vec{S} \cos(a)$ manfiy boʻladi.

Birlik vaqt davomida o'tkazgichning birlik xajmida ajraladigan issiqlik miqdori (solishtirma issiqlik oqimi) quyidagicha aniqlanadi

τ -vaqt davomida to'liq xajm V da ajraladigan issiqlik miqdori esa quyidagicha aniqlanadi

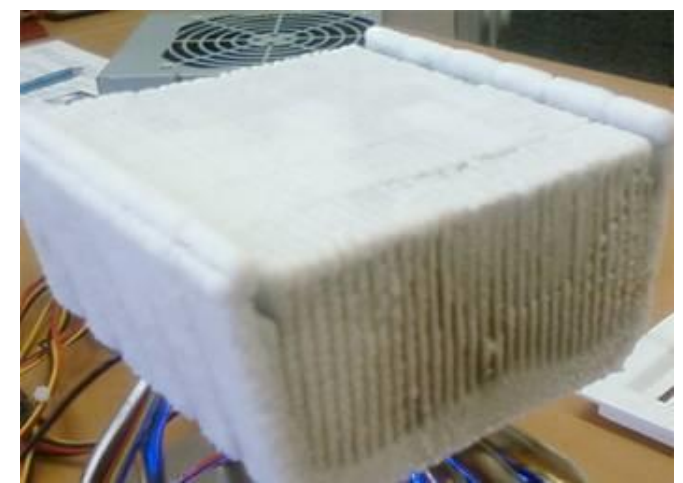
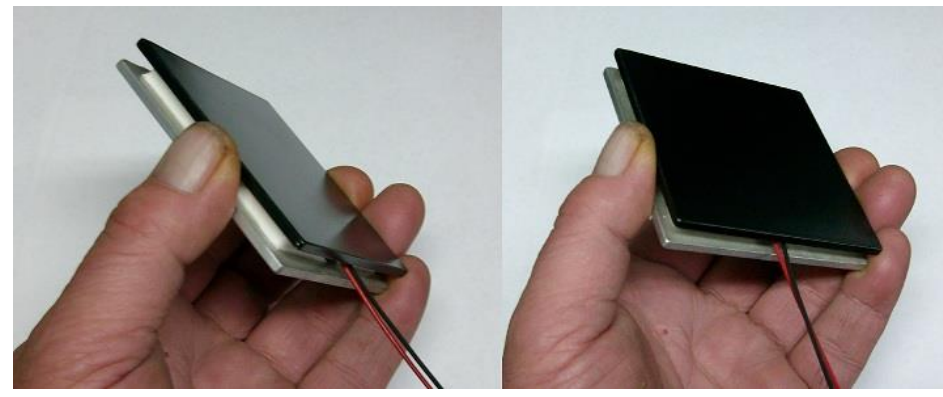
Joul-Lens

$$P_v = JE = \gamma E^2$$

$$Q = \tau \int_v \gamma E^2 dV$$

Jismning butun xajmi bo'ylab γ va E ning qiymatlari o'zgarmas bo'lsa, ma'lum bo'lgan, **Joul-Lens** qonuni ifodasiga ega bo'lamiz

$$Q = \gamma E^2 V \tau = I^2 R \tau = U^2 \tau / R$$



Elektr qizitish uskunalari (qarshilik yordamida qizitish, bilvosita qizitish)



ELEKTR ENERGIYASINI MEXANIK ENERGIYAGA AYLANTIRISH

Kvazistatsionar elektr f_e va magnit f_m maydonlari uchun mexanik kuchlar zichligi quyidagicha ifodalanadi

$$f_{\text{e}} = \rho_{\text{e}} E - \frac{1}{2} E^2 \text{grad} \varepsilon + \frac{1}{2} \text{grad} \left(E^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho_{\text{q}}} \rho_{\text{q}} \right)$$

$$f_{\text{m}} = \left[\bar{I} \bar{B} \right] - \frac{1}{2} H^2 \text{grad} \mu + \frac{1}{2} \text{grad} \left(H^2 \frac{\partial \mu}{\partial \rho_{\text{II}}} \rho_{\text{II}} \right)$$

bunda

ρ_{e} -dielektrikdagi erkin zaryadlar zichligi;

ρ_{q} va ρ_{p} -dielektrik va o'tkazgich moddalar zichligi

Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish jismlarga elektromagnit maydonida ta'sir ko'rsatuvchi mexanik kuchlardan foydalanishga asoslangan. Ko'pincha bu kuchlar elektrodinamik yoki pondermotor (jismlarni xarakatga keltiruvchi) kuch deb ataladi. Jismlar elektromagnit maydonida xarakatga keltirilsa yoki o'lchamlari o'zgarsagina mexanik ish bajarilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. O'tkazgichlar, yarim o'tkazgichlar; dielektrikni elektr qizitishning qanday fizik va miqdoriy umumiyliklari bor va ularning qanday farqi bor?
2. Umov-Poyting tenglamasining qanday termodinamik ma'nosi bor, elektrotermik jarayonlar va uskunalarni hisoblash uchun undan qanday foydalaniladi?
3. Joul-Lens va Pelte issiqliklarining fizik tabiati va miqdoriy ifodalanishida qanday farq bor?
4. Elektromagnit maydonida qanday mexanik kuchlar yuzaga kelishi mumkin va ular nimaga bog'liq?
5. Maydonning "elektr yurituvchi kuchi" va "ponderomotor kuchi" nima?
6. Tok (maydon)ning kimyoviy ta'siri nimalardan iborat, qanday fizik qonunlar bilan u miqdoriy jixatdan ifodalanadi?

