

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

FAN:

Elektrotexnologiya

MAVZU

**Elektrotermik uskunar nazariyasi va
hisoblash asoslari. Elektrotermik
uskunalarning issiqlik hisobi**



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



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



Nuriddin M.Markayev

2-3. Bob. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish.

1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish

2.2. Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirish

2.3. Elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish

Elektr energiyasini issiqlikka aylanishi elektromagnit maydon energiyasining sarfiga bog'liq holda o'zgaradi.



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

Elektr energiyasini issiqlikka aylantirishning ikki termodinamik teskari yo‘li sxemasi mavjud:

Bevosita aylantirish sxemasi, bunda elektrning turli shakllari (elektr toki, elektr maydonlari, magnit maydonlari, elektronlar oqimi) energiyasi jismlar (muhitlar) tomonidan yutiladi va ularda hosil bo‘ladigan issiqlikning miqdori isrof hisobga olinmasa yutilgan energiyani hosil qilishga sarflangan tashqi EYUKlar ishiga ekvivalentdir;



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

Bilvosita aylantirish sxemasi, bunda elektr energiyasi issiqlikka aylanmaydi, faqatgina issiqlikni bir muhitdan (issiqlik manбайдan) boshqasiga (issiqlik iste'molchisiga) tashishga xizmat qiladi. Bu sharoitda issiqlik manbasining harorati iste'molchidan past va uzatilgan (qabul qilingan) issiqlikning miqdori buning uchun sarflangan elektr energiyasining miqdoridan bir necha barobar ko'p bo'lishi mumkin.



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

Elektromagnit maydon energiyasini issiqlikka aylantirishning prinsipi shundaki, maydon energiyasi u yoki bu usulda qizitilayotgan muhitning atom va molekulalariga uzatiladi va ularning issiqlik harakati intensivligini oshirishga sarf bo'ladi.

elektr maydoni ta'sirida (elektronlar, ionlar) tartibli harakatga kelib elektr toki o'tkazgichlarda - o'tish toki, dielektrlarda- qutblanish va elektr siljish toklarini (ko'pincha ular birgalikda elektr siljish toki yoki oddiy siljish toki deb ataladi) hosil qiladi.



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

O' t k a z g i c h l a r d a ularni elektr zanjiriga bevosita ulash (past chastotalarda); o'zgaruvchan magnit maydonini induksiyalash (metallarda); yuqori chastotali elektr maydonini induksiyalash (2-tur o'tkazgichlar-elektrolitlarda) hisobiga tok yuzaga keltiriladi.

Joul-Lens



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

D i e l e k t r i k l a r d a bog‘liq zaryadlarning tinimsiz siljishi tez o‘zgaruvchan elektr maydoni ta’sirida oqadigan elektr siljish toklari oqibatida issiqlikka aylanadi.

Tokning oqishi dielektrik moddaning bog‘liq zaryadlar harakatiga qarshiligini yengishga maydon kuchlari ishi bilan birgalikda kechadi. Maydon tomonidan sarflangan energiya ishga ekvivalent bo‘lib, dielektrlarda issiqlik shaklida ajralib chiqadi.



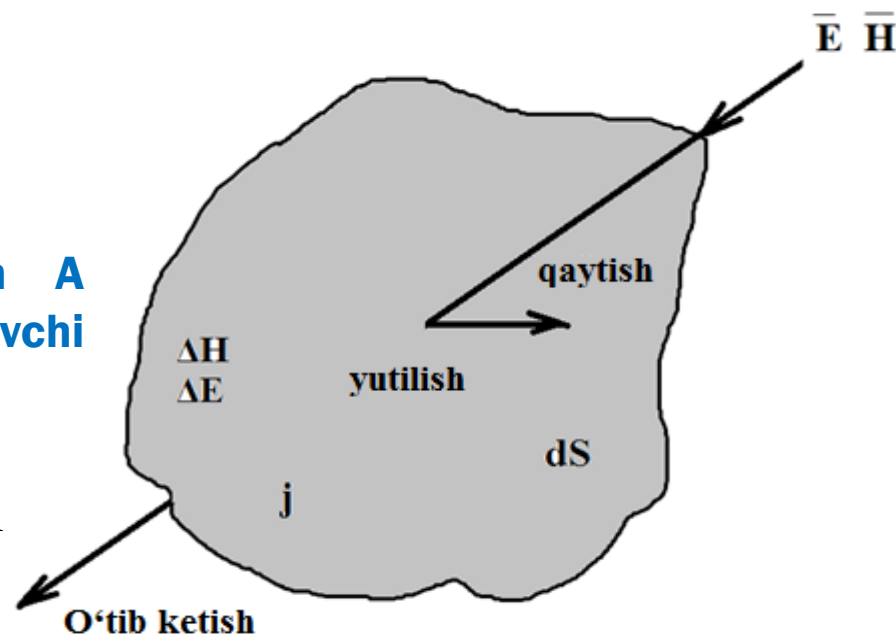
1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

Elektromagnit maydonida energiyaning harakati Poynting vektori bilan ifodalanadi:

$$\vec{\Pi} = \left[\vec{E} \vec{H} \right]$$

Vaqt birgilida chegaralangan A yuzali qandaydir v hajmga tushuvchi energiya,

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



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

Umov-Poynting tenglamasini kompleks shaklda tasvirlaymiz:

$$\dot{S} = -\oint \bar{H} d\bar{A} = \int_v \gamma E^2 dV + j2\omega \int_v \left(\frac{\mu_a H^2}{2} - \frac{E_a E^2}{2} \right) dV$$

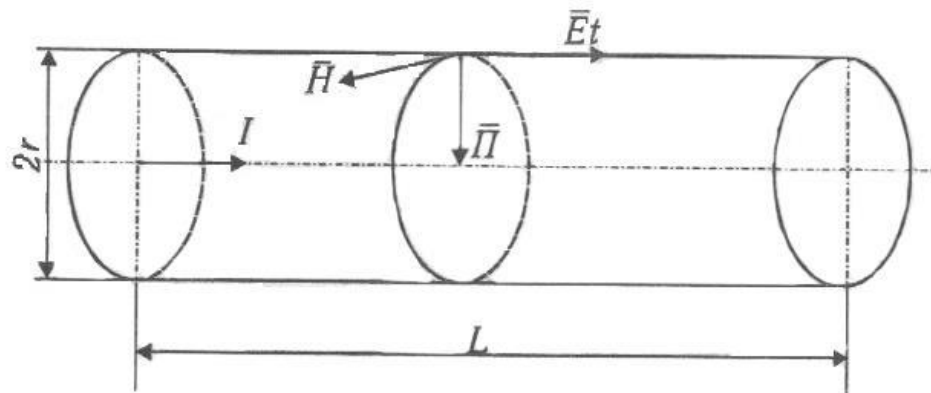
Tenglama o'ng tomonining xaqiqiy tashkil etuvchisi aktiv quvvat P ni, mavxum-reaktiv quvvat Q ni ifodalaydi. Sistemadagi to'la quvvat quyidagicha ifodalanadi.

$$S = P + jQ$$



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)

O'zgarmas tokli o'tkazgichda energiyaning harakati.

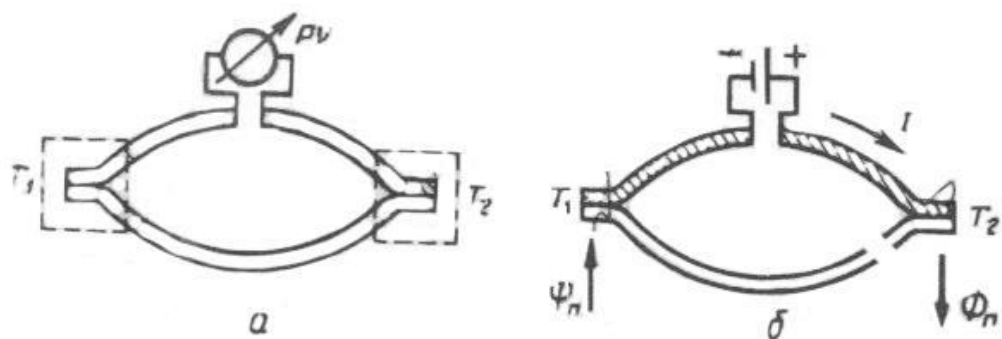


Poynting vektori $P=[EH]$ o'tkazgichning ichiga, ya'ni yon tomoniga normal bo'ylab yo'nalgan. Demak energiya tashqi muhitdan o'tkazgichga $A=2\pi r l$ yuza orqali kiradi. Silindrning asosidan energiya kirmaydi, chunki P vektori unga urinma bo'ylab yo'nalgan.

$$|S| = P = E_t H A = (j / \gamma)(j r / 2) 2 \pi r \ell = (j^2 / \gamma) \pi r^2 \ell = \gamma E^2 V$$



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)



Termoelement zanjiridagi xodisalar: a-Zeebek effekti, b-Pelte effekti

Agar kavsharlangan joylar turli xil haroratli muhitda joylashtirilsa, zanjirga ulangan millivoltmetr potentsiallar farqini ko'rsatadi. Bu xodisa Zeebek effekti, termoelementdagi potentsiallar farqi - termoelektr yurituvchi kuch (termoEYUK) deb nomlanadi.



1.2. Elektr energiyasini issiqlikka aylantirish (davomi)



2.2. Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirish

Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish jismlarga elektromagnit maydonida ta'sir ko'rsatuvchi mexanik kuchlardan foydalanishga asoslangan.

Elektr maydoni zaryadlangan dielektriklarga, magnit maydoni esa tokli va toksiz o'tkazgichlarga mexanik ta'sir ko'rsatadi. Ammo elektromagnit maydonidagi mexanik kuchlarning barcha turlari bitta fizik asosga ega, ya'ni jism tarkibiga kiruvchi: erkin yoki maydonlar yordamida induksiyalanadigan elektr zaryadlarining maydon bilan o'zaro ta'sirining natijasidir.



2.2. Elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirish (davomi)

Elektr va magnit maydonlarida turli xil xossalarga ega materiallar turlicha mexanik ta'sirlarga duch keladi. Elektr maydoni zaryadlangan dielektriklarga, magnit maydoni esa tokli va toksiz o'tkazgichlarga mexanik ta'sir ko'rsatadi.

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

$$f_e = \rho_s E - \frac{1}{2} E^2 \text{grad} \varepsilon + \frac{1}{2} \text{grad} \left(E^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho_q} \rho_q \right)$$

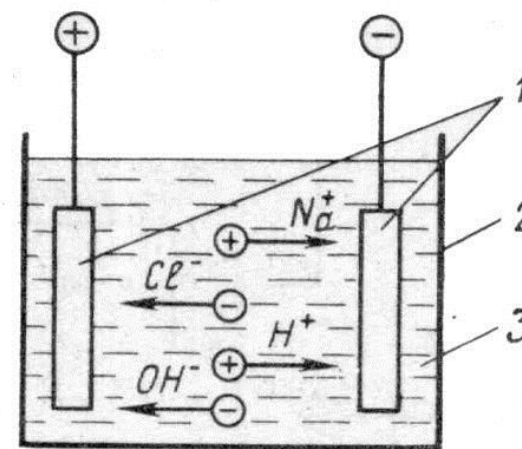
$$f_m = \left[\vec{I} \vec{B} \right] - \frac{1}{2} H^2 \text{grad} \mu + \frac{1}{2} \text{grad} \left(H^2 \frac{\partial \mu}{\partial \rho_{II}} \rho_{II} \right)$$



2.3. Elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish

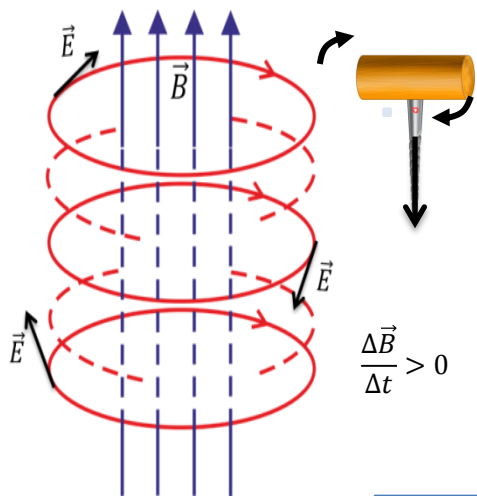
Elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishning asosida elektrodlar (1-tur o'tkazgichlari) orasiga joylashtirilgan elektrolitlar (2-tur o'tkazgichlar)dan elektr toki zarrachalar ajratish, elektrodlar yuzasini shu zarrachalar bilan qoplash va ular o'zaro - ta'sirini intensivlashdan iborat bo'lgan elektroliz xodisasi yotadi.

Elektroliz jarayoni sxemasi.

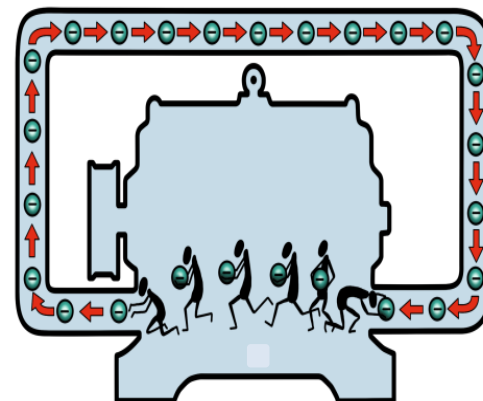


Induksiyalangan elektr maydoni va elektrostatik va statsionar elektr maydonlari o'rtasidagi farq

O'zgaruvchan magnit maydon tufayli yuzaga keladi



Induksiyalangan maydon kuch chiziqdari yopiq chiziqlardir

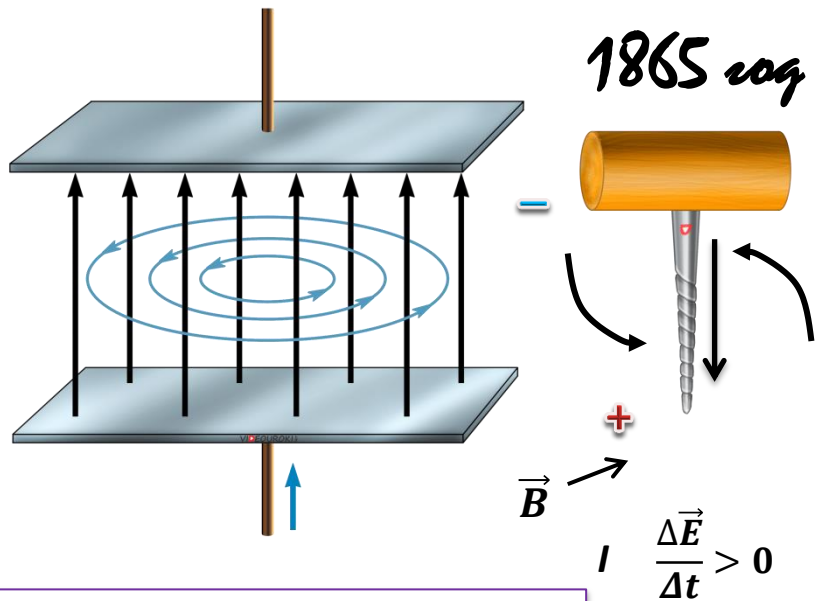


Induktviyalangan maydon – uyurma maydoni

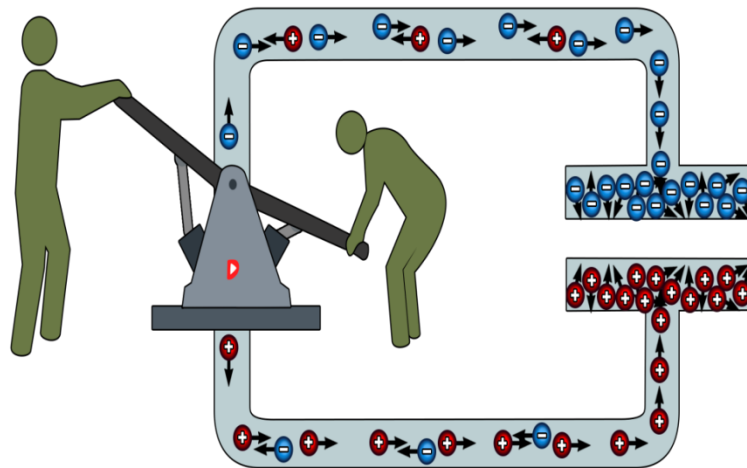
Potensial emas

O'zgaruvchan elektr maydoni

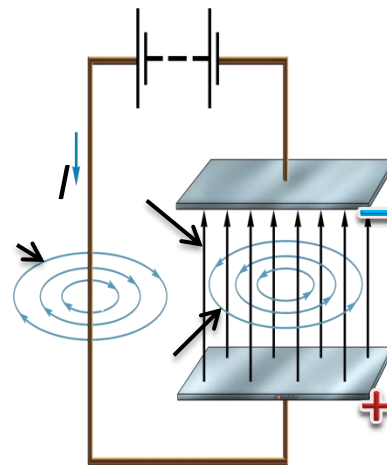
O'zgaruvchan elektr maydoni atrofdagi fazoda uyurmali magnit maydon hosil qiladi, uning induksiya chiziqlari o'zgaruvchan elektr maydonining chiziqlarini qoplaydi



Kondensator magnet maydoni

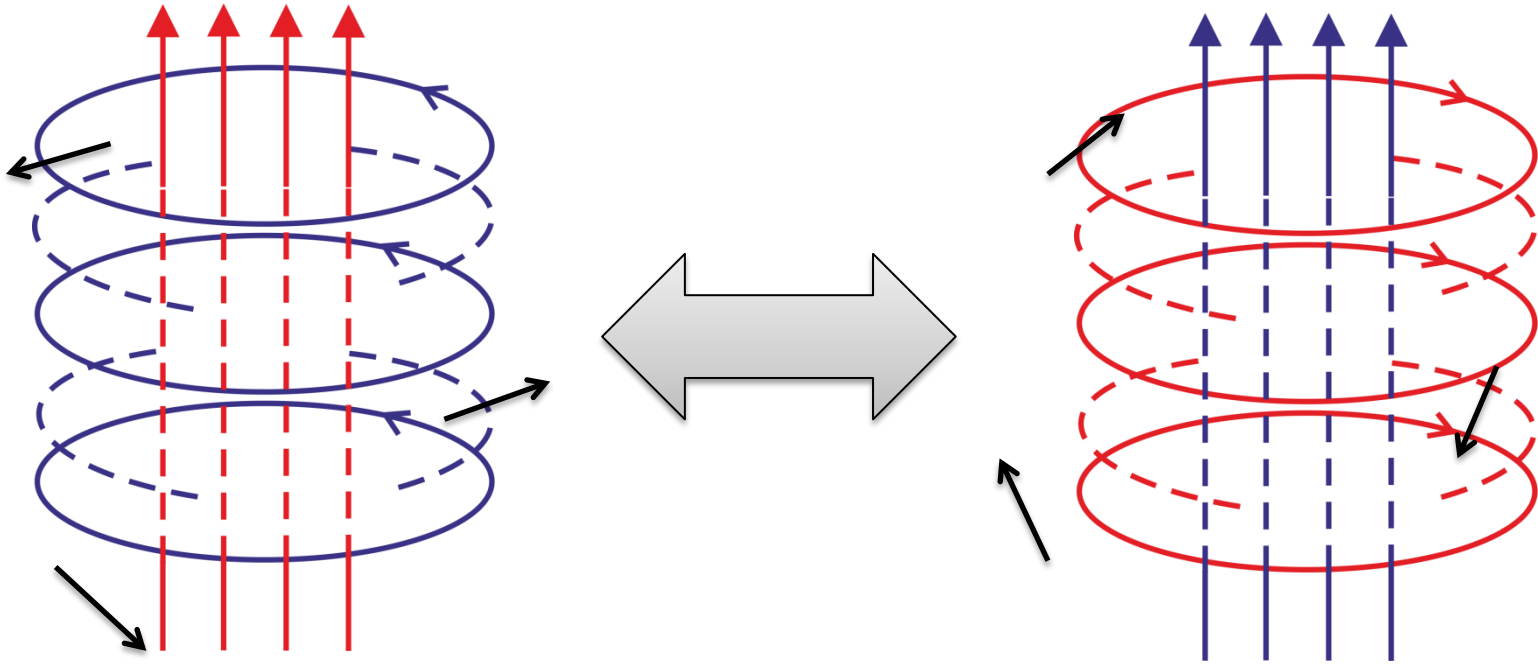


Magnit maydon faqat o'tkazgichdagi tok bilan emas, balki kondensator plastinkalari orasidagi bo'shliqda mavjud bo'lgan o'zgaruvchan elektr maydoni bilan ham yaratiladi



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

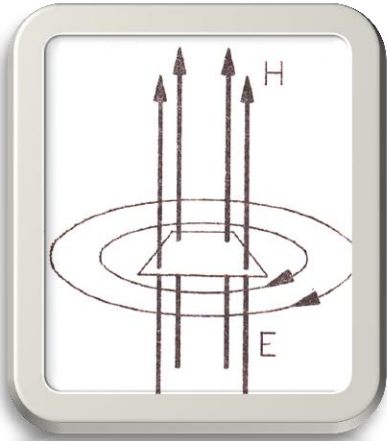
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

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

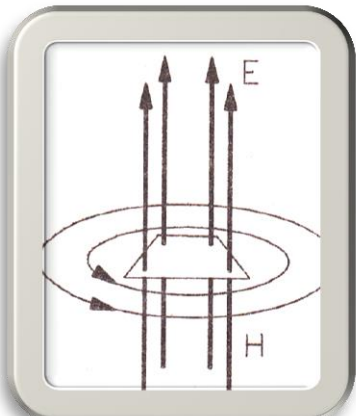
Elektr yurituvchi kuch tenglamasi

Magnit yurituvchi kuch tenglamasi

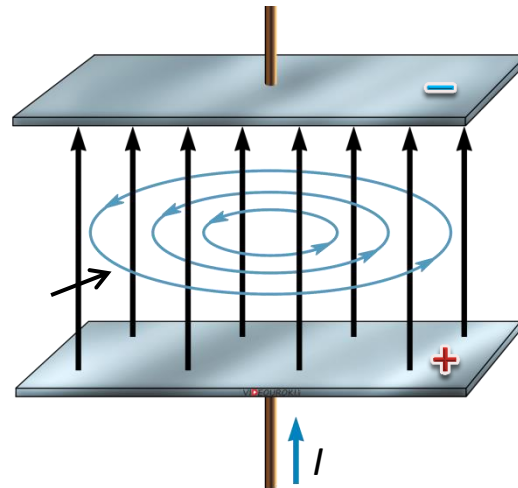
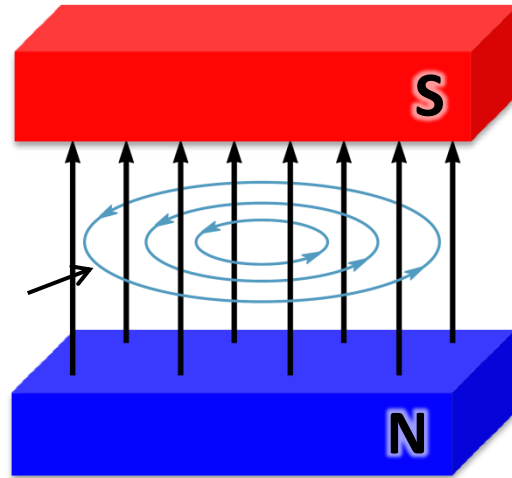
Ushbu tenglamalarning fizik mohiyatini quyidagi ikkita qoida bilan ifodalash mumkin



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



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



Elektromagnit maydon

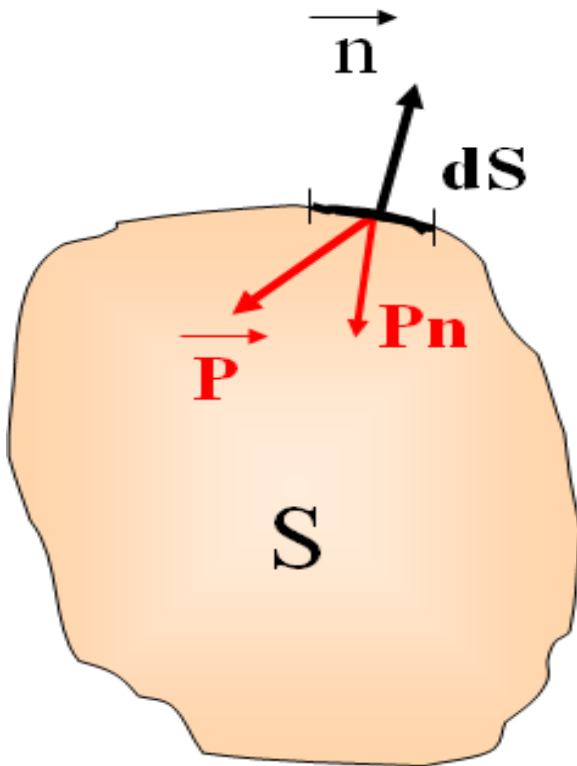
Fazoda bir vaqtning o'zida elektr maydonini yaratmasdan o'zgaruvchan magnit maydonni yaratish mumkin emas

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

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

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.

Sinov savollari va topshiriqlar

1. O'tkazgichlar, yarim o'tkazgichlar; dielektrikni elektr qizitishning qanday fizik va miqdoriy umumiyliklari bor va ularning qanday farqi bor?
2. Umov-Poynting 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?

