



МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ПЛЕВЕН МЕДИЦИНСКИ КОЛЕЖ

СЕКТОР „ФИЗИКА И БИОФИЗИКА“

ЛЕКЦИЯ №4

МАГНИТНО ПОЛЕ. ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ВЪЛНИ.

Магнитно поле. Електорамгнитна индукция. Електромагнитни вълни – същност, енергия, разпространение, спектър. Взаимодействия на фотони с атоми. Терапияс електромагнитни полета. Електро-диагностична медицинска апаратура. Бiotелеметрични и медицински мониторинг системи.

Ас. Илиана Дамянова

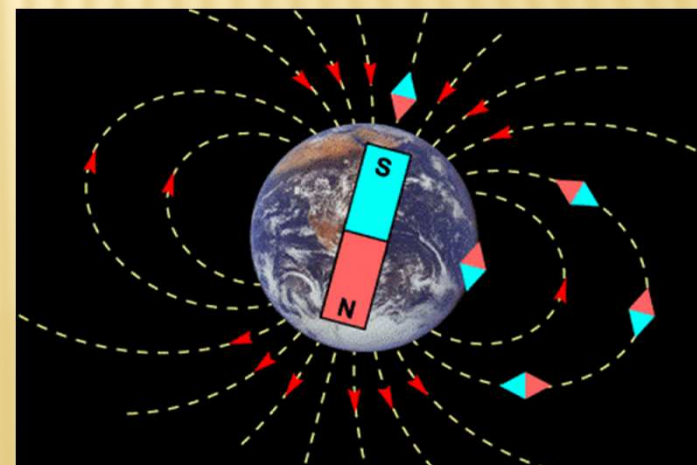
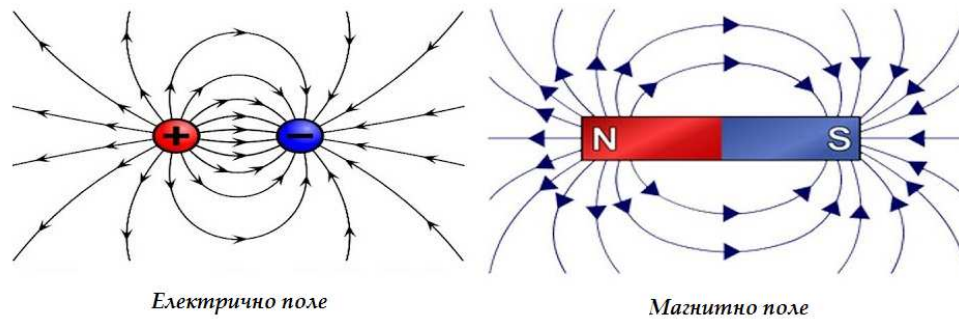
МАГНИТНО ПОЛЕ

В пространството около всеки заряд съществува електрично поле.

В пространството около всеки **движещ се заряд** възниква магнитно поле. Също и протичането на **електричен ток** винаги създава магнитно поле.

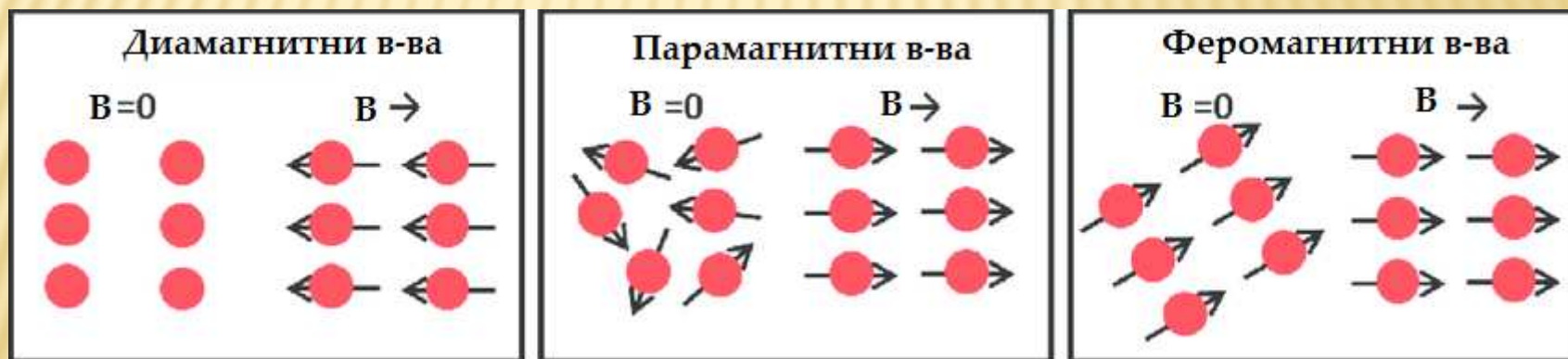
Силата на магнитното поле се характеризира количествено с векторната величина **магнитна индукция: \vec{B}** (измерителна единица Тесла: T). Тя зависи от свойствата на веществото, в което е породено полето.

Електричните токове в човешката нервна система създават **слаби магнитни полета** с индукция $0,01 \text{ nT}$. Индукцията на магнитното поле на повърхността на земята е от -30 nT до $+30 \text{ nT}$.



Магнитните свойства на веществото от своя страна се определят количествено с величината **магнитна проницаемост: μ** .

Относителна магнитна проницаемост μ_r - показва колко пъти магнитната проницаемост на дадено вещество е по-голяма тази на вакуум. $\mu_r = \mu / \mu_0$. В зависимост от относителната магнитна проницаемост, веществата се делят на: **диамагнитни** ($\mu_r \leq 1$ - отслабват външно магнитно поле), **парамагнитни** ($\mu_r \geq 1$ - слабо се привличат от приложено магнитно поле), **феромагнитни** ($\mu_r \gg 1$ - силно се привличат от магнитни полета, използват се за направата на постоянни магнити).

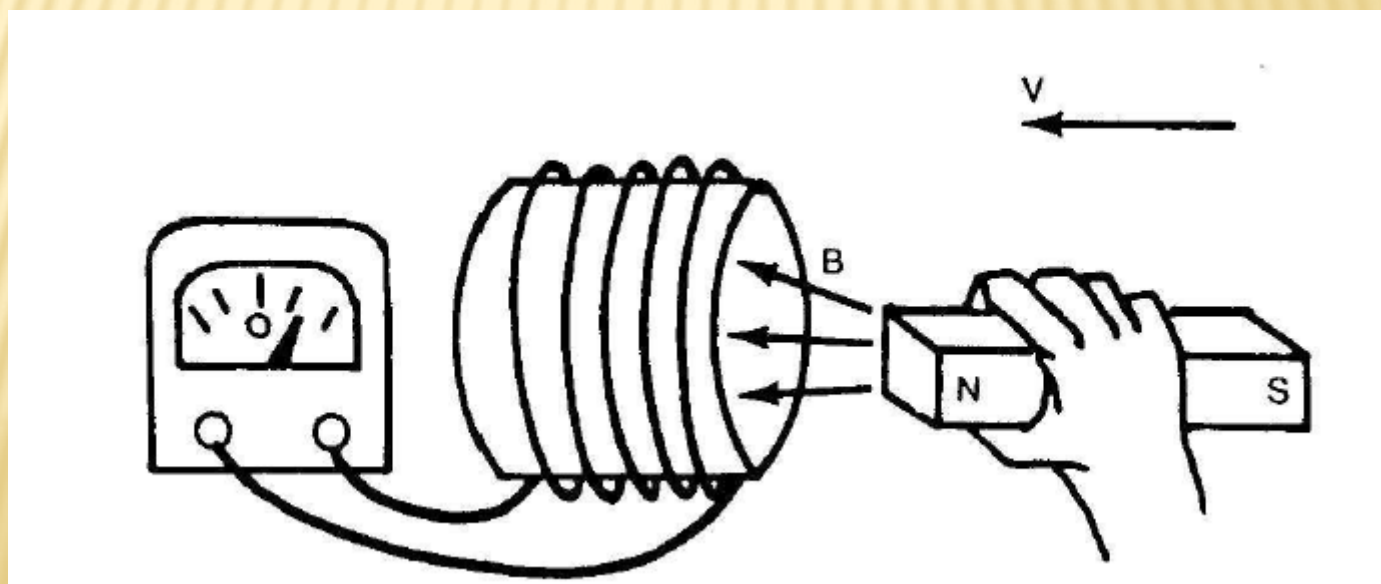


На фигурата са показани атомите на различните видове вещества, а със стрелки - осите, около които се въртят електроните с и без приложено външно магнитно поле.

Електромагнитна индукция

Майкъл Фарадей (английски физик и химик) открива, че когато **въздейства с магнитно поле върху затворен проводник**, по проводника **протича електричен ток**. По неговите собствени думи той **превръща „магнетизма в електричество“**. Това явление е наречено електромагнитна индукция.

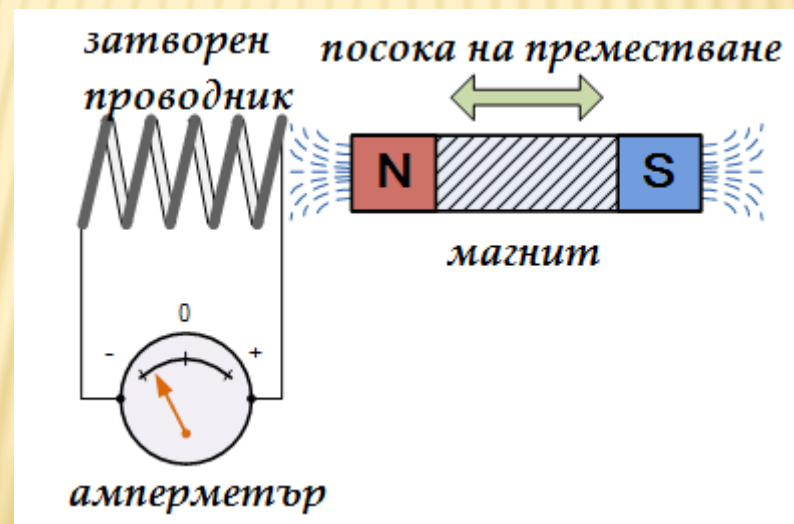
Def. Електромагнитната индукция е процес на възникване на електродвижещо напрежение в затворен проводник при изменение на магнитния поток, преминаващ през площта, обхваната от този проводник.



Индуцираното електродвижещо напрежение (U) се определя от скоростта на изменение на магнитния поток Φ : $U = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$;

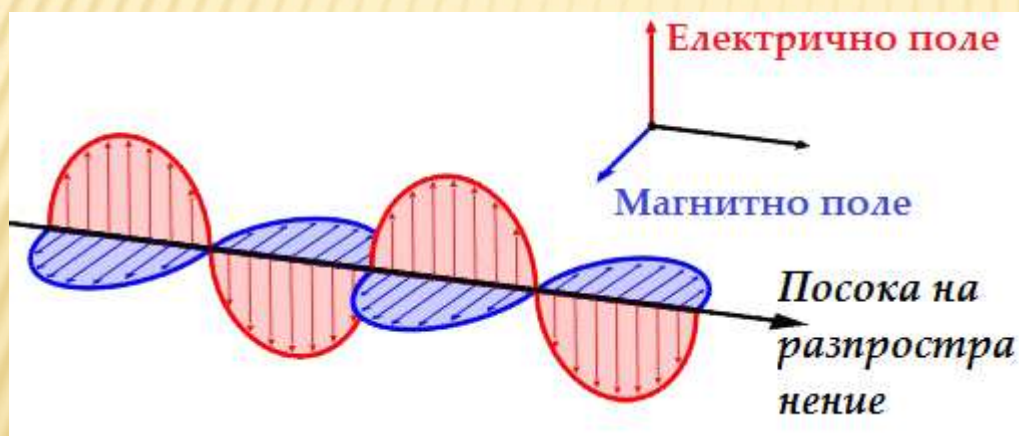
Знакът „-“ показва, че когато Φ намалява, U се увеличава и обратно.

Магнитният поток е показател за броя магнитни силови линии, пронизващи площта S , обхваната от затворения проводник и се дефинира с равенството: $\Phi = BS_{\perp}$, индексът „ \perp “ показва, че площта е разположена перпендикулярно на магнитното поле.



Електромагнитни вълни

До тук: Промяната на магнитното поле поражда електрично, но промяната на електричното поле също поражда магнитно. Когато електричен заряд се движи закъснително (т.е. с намаляваща скорост), част от енергията на електромагнитното поле ще започне да се отделя и разпространява в пространството във вид на **електромагнитна вълна**.

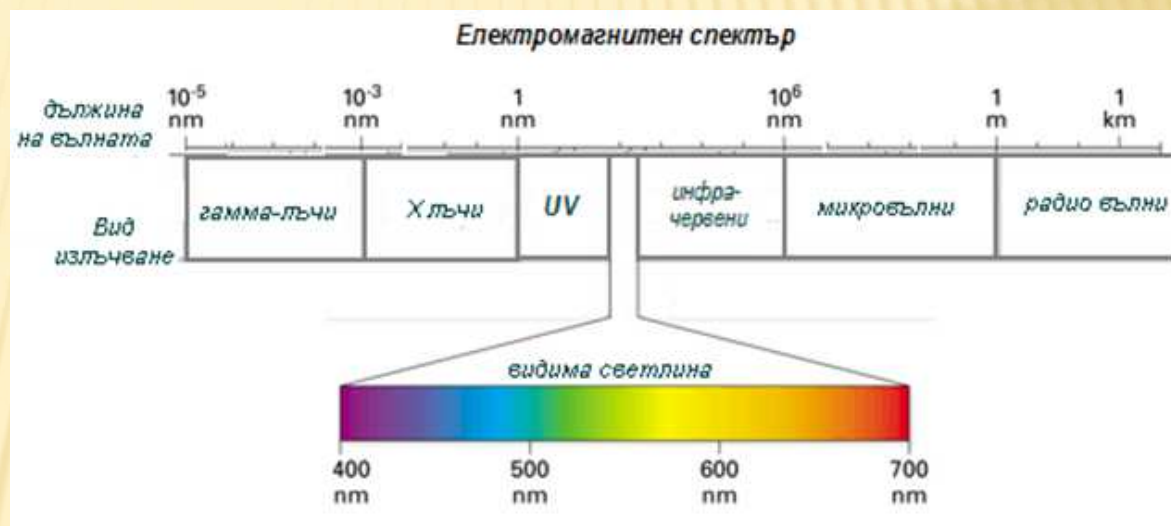


Електромагнитните вълни са **напречни вълни**, при тях електричното и магнитното поле се изменят по синусов закон в две взаимно перпендикулярни равнини.

Електромагнитните вълни **пrenaсят енергия**. Във вакуум се движат със скорост $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, а в материална среда скоростта им е по-малка: $v = \lambda f$, защото дължината на вълната се променя.

Съгласно квантовата теория излъчването, разпространението и поглъщането на електромагнитните вълни не е непрекъснат процес, а се извършва на порции, наречени **кванти** (или **фотони**). Енергията на всеки отделен квант е $E = hf$, h е константата на Планк, а f е честотата на фотона(вълната).

Спектър на електромагнитните вълни



Спектърът на електромагнитните вълни е разделен на **4 основни диапазона**: **радиовълни** (дълги, средни, къси и ултракъси - $\lambda \in [10km \div 1mm]$), **оптични лъчения** (**инфрачервени** от 1mm до 750nm, **ВИДИМИ** от 750nm до 350nm, **ултравиолетови** от 350nm до 10nm), **рентгенови лъчи** ($\lambda \in [10nm \div 10pm]$) и **гама лъчи** ($\lambda \in [10pm \div 10fm]$).

Физични ефекти на електромагнитните вълни

Електромагнитните вълни въздействат върху веществата чрез своята **енергия** (също честота $E = hf$). Електромагнитните вълни могат да предизвикат **два вида промени в атомите и молекулите: неразрушаващи и разрушаващи.**

Неразрушаващи са вълните с дължина на вълната от **10km до 200nm**. Това са свръхнискофреkwотните електромагнитни вълни, радиовълните, микровълните, инфрачервената, видимата и близката ултравиолетова светлина.

С намаляване на дължината на вълната честотата се увеличава, следователно и енергията на вълната.

Вълните с дължина на вълната в диапазона от 750 до 200nm имат **преходни свойства**. Техните фотони могат, в най-лошия случай, да предизвикат **електрно възбуждане**. Не могат да избият електрони от атоми, нито да разцепват ковалентни връзки в молекулите.

Вълните с дължини **под 200nm са разрушаващи**. Техните фотони са с високи енергии и при взаимодействие с атоми и молекули могат **да ги превърнат в йони или свободни радикали**. Тази група включва **част от ултравиолетовите лъчи, рентгеновите и гама лъчите**.

Топлинна терапия с електромагнитна енергия

За топлинна терапия се използват **електромагнитни вълни от недеструктивния диапазон**, които индуцират **протичане на променливи електрически токове и отделяне на топлина** в тъканите на човешкото тяло.

Предимства: въздействие на по-голяма дълбочина, по-добро локализиране и дозиране на топлоотдаването.

➤ Дарсонвализация

Използват се електромагнитни вълни с ултразвукова честота ($f \in [200 \div 300] kHz$, $\lambda \in [600 \div 1000] m$). Прилагат се към тялото посредством капацитивни електроди (чувствителни са към допир). Тези електромагнитни трептения индуцират в тъканите токове, носещи името на техния откривател – д'Арсонвал.

Токовете представляват пакети от затихващи синусоидални трептения с малка продължителност (около $20\mu s$), повтарящи се с по-продължителна пауза (например $2ms$).

Такива токове възбуждат нервно-мускулния апарат, но не до степен да предизвикат мускулни контракции. Проникват в дълбочина и се отделя ендогенна топлина с произтичащите от нея физиологични ефекти – подобряване на кръвоснабдяването и на обменните процеси в тъканите. Този метод се прилага при лечение на болкови синдроми, особено от съдово-вегетативен произход – мигрена, болест на Рейно, стенокардии от функционален тип и др.

➤ Ултракъсовълнова терапия

Два различни метода се използват за трансфер на електромагнитна енергия в тялото при електрическата диатермия – капацитивен и индуктивен.

При първия, онази част от тялото, която трябва да бъде третирана се поставя **между два плоски електрода, към които е приложено променливо напрежение с висока честота. Тъканите на тялото са в контакт с електролитен разтвор.** Йоните, намиращи се в пространството между електродите осцилират в синхрон с променливото напрежение. Това води до отделяне на топлина. Въздействието е главно посредством **електрическата компонента** на електромагнитното поле. Следователно **диелектричните (непроводящи) тъкани се нагряват по-силно** (кожа, мастна тъкан).

Използват се електромагнитни полета с **ултрависока честота (най-често 27MHz).**

Действие: мощно противовъзпалително, болкоуспокояващо, съдоразширяващо, стимулира имунната система. Прилага се при заболявания на нервната система, ставите, ушно-носно-гърлени болести.



Индуктотермия е втория подход за прехвърляне на електромагнитна енергия в тялото. Основан е на процеса **електромагнитна индукция**. При него областта от тялото, която ще се загрева, се поставя или **вътре в бобина или близо до нея**. Променливият ток през бобината създава променливо магнитно поле в тъканите, което индуцира променливи токове и загрева тъканите.

Този метод е безконтактен. При него електромагнитното поле действа със своята **магнитна компонента**. Най-силно се нагряват тъканите, които имат висока проводимост (мускули, кръв, лимфа, черен дроб, бъбреци и др.), а по-слабо такива с малка проводимост (кожа, мастна тъкан).

Честотите, с които се работи са 10 – 30 MHz (най-често около 14MHz).

Прилага се при различни вътрешни болести – хипертония, стенокардия, ревматични заболявания, бронхиална астма, бронхити и др.



Микровълнова терапия

Разделя се на два вида: **дециметрова** и **сантиметрова**. Използва електромагнитни вълни от свръхвисокочестотния диапазон, наричани още **микровълни**, тъй като обхващат диапазон с много малка дължина на вълната от 100cm до 1cm (300MHz – 30GHz).

Микровълновите електромагнитни полета действат **с двете си компоненти** – електрическата и магнитната.

Дециметровите вълни проникват на около **10cm=1dm**, а сантиметровите – на около 2 пъти по-малка.

Богатите на вода тъкани и органи поглъщат и се загряват по-силно. Това са: лимфа, кръв, мускули, черен дроб, бъбреци.

По-слабо се загряват подкожната тъкан, сухожилията и костите.

Микровълновата терапия се използва при счупвания, увреждания на сухожилия навяхвания, артрити, вътрешни и уро-генитални заболявания.

Дециметрова терапия : дължина на вълната 65cm.

Сантиметрова терапия : дължина на вълната от 1 до 15cm.

