

ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY

Ing. Lenka Badlíková

SPOJENÁ ŠKOLA NIŽNÁ

Hattalova 471, 027 43 Nižná

ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY

(Odbor)

Meno a priezvisko

Trieda

Školský rok

OBSAH UČIVA

1. Úvod do predmetu
2. Základné pojmy
3. Elektrostatické pole
4. Jednosmerný prúd
5. Riešenie obvodov jednosmerného prúdu
6. Základy elektrochémie
7. Magnetické pole
8. Elektromagnetická indukcia
9. Striedavé prúdy
10. Riešenie obvodov striedavého prúdu
11. Trojfázová sústava
12. Prechodné javy

1. ÚVOD DO PREDMETU

1.1 VÝZNAM A ÚLOHY ELEKTROTECHNIKY

- elektrotechnika sa zaoberá rozvodom a spotrebou elektrickej energie, ako aj zariadeniami, ktoré sa na tieto účely používajú
- jednou z najdôležitejších oblastí elektrotechniky je mikroelektronika, ktorá sa zaoberá hlavne vývojom, výrobou a využitím integrovaných obvodov
- integrované obvody umožňujú stavbu zložitých funkčných celkov, rozsiahlych paliet, rýchlych prevodníkov a ďalších funkčných blokov s vysokým výkonom

- elektrická energia sa ľahko prenáša a vyrába, môžeme ju premeniť na iný druh energie – mechanická, pohybová, tepelná, svetelná,...
- elektrotechnika sa uplatňuje aj pri rozvoji mechanizácie, prenáša informácie a je základom rozvoja národného hospodárstva
- elektrotechniku môžeme rozdeliť na **silnopráúdovú a slabopráúdovú** - tieto delenia sa navzájom prelínajú a delia sa na ďalšie podskupiny, podľa použitia
- elektrotechnika zabezpečuje výrazný pokrok aj v energetike

1.2 Historický vývoj elektrotechniky

- elektrotechnika je založená na základných poznatkoch 19. storočia
- v 19. storočí sa začala rozvíjať ako samostatná veda, k jej rozvoju prispelo objavenie elektrického prúdu, elektrotechnických zákonov, a prvých elektrotechnických zariadení

1786 **Galvani** objevil elektrický proud



Georg Simon Ohm

(1789 – 1854)

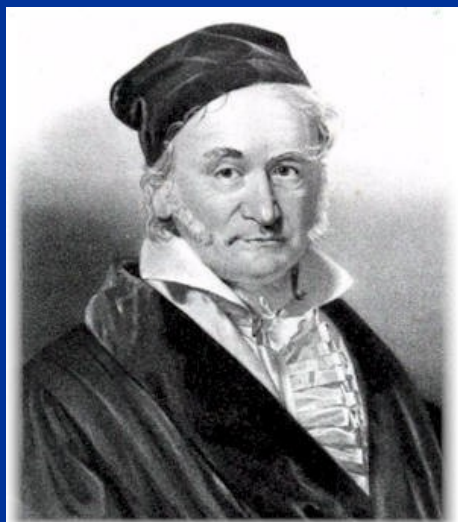
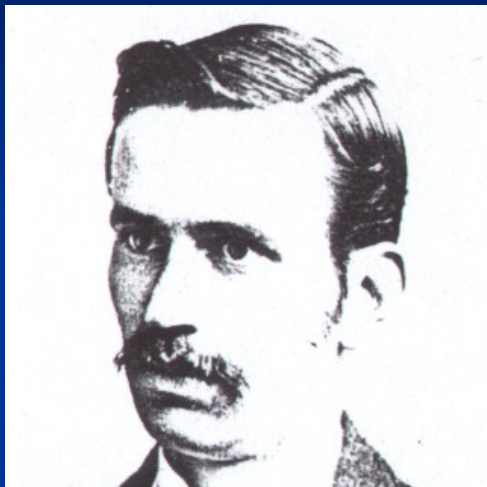
Ohmov zákon vzt'ahu
napätia a prúdu

$$U = R \cdot I \quad [V]$$



Charles August Coulomb (1736 – 1806)

– odmeral r. 1785 silu
medzi elektrickým
nábojom pomocou
torzných váh a
formuloval prvý
kvantitatívny zákon pre
elektronické javy



**Simeon Denis Poisson,
George Green a Carl
Šuedrich Gauss**

aplikovali teóriu silového
poľa. Jednotku
elektrického náboja
definoval **Gauss**.



Alessandro Volta

(1745 – 1827)

zaviedol pojem prúdu
(I) a napätia (U)

Michael Šurady (1791 – 1867) –

v roku 1831 objavil jav elektromagnetickej indukcie a dokázal, že elektrické javy vznikajú ako následok magnetických javov a naopak. Zaviedol pojem elektrického poľa okolo náboja a pojem siločiar.

Withelme Eduard Weber (1804 – 1891) – v roku 1833 roztrojil telegraf

Heinrich Šriedrich Emil Lenc (1804 – 1865) – objavil pravidlo na určenie smeru indukovaného prúdu, čo umožnilo vznik indukčných strojov

Werner von Siemens (1816 – 1892) – skonštruoval prvé dynamo

Heinrich Hertr (1857 – 1894) – v roku 1887 experimentálne dokázal aj elektromagnetické vlnenie

2. ZÁKLADNÉ POJMY

2.1 Fyzikálne veličiny, jednotky a ich rozmery

- **fyzikálne pojmy** – pojmy, ktorými vyjadrujeme fyzikálne vlastností predmetov a javov
- **fyzikálne veličiny** – fyzikálne pojmy, ktoré vyjadrujú merateľné vlastnosti – merať veličinu (určiť jej veľkosť, hodnotu) znamená pozorovať ju s vhodne zvolenou jednotkovou hodnotou alebo jednotkou fyzikálnej veličiny,
- napr. pre veličinu elektrický prúd je zvolenou jednotkou jeden Ampér

- veľkosť, hodnotu fyzikálnej veličiny nevyjadrujeme len číselnou hodnotou, ale musíme určiť aj jej príslušnú jednotku. Na označenie fyzikálnych veličín a ich jednotiek používame značky
- napr. hodnota elektrického prúdu = $2 \cdot 1$ ampér, znamienko súčinu a číslo 1 nepíšeme, teda:
hodnota elektrického prúdu = 2 Ampéry
skrátene : $I=2A$

- ***skalárne veličiny*** – veličiny jednoznačne určené iba veľkosťou (čas, elektrický náboj),
- ***vektorové veličiny*** – fyzikálne veličiny, ktoré okrem veľkosti majú smer a orientáciu (sila, rýchlosť)

- medzi fyzikálnymi veličinami platia určité závislosti, ktoré vyjadrujeme matematickými vzťahmi
- napr. hodnota elektrického prúdu **I** závisí od množstva elektrického náboja **Q**, ktorý pretečie prierezom vodiča za určitý čas, čo skrátené zapíšeme : **$I=Q/t$**

2.2 Medzinárodná sústava jednotiek SI, obsah

- v 60. rokoch sa u nás uzákonila Medzinárodná sústava jednotiek, ktorú označujeme skratkou SI
- sústava SI obsahuje:
 - a) základné jednotky,*
 - b) doplnkové jednotky,*
 - c) odvodené jednotky,*
 - d) vedľajšie jednotky*
 - e) násobky a diely jednotiek*

2.3 Základné, doplnkové, odvodené a vedľajšie jednotky sústavy SI

ZÁKLADNÉ JEDNOTKY

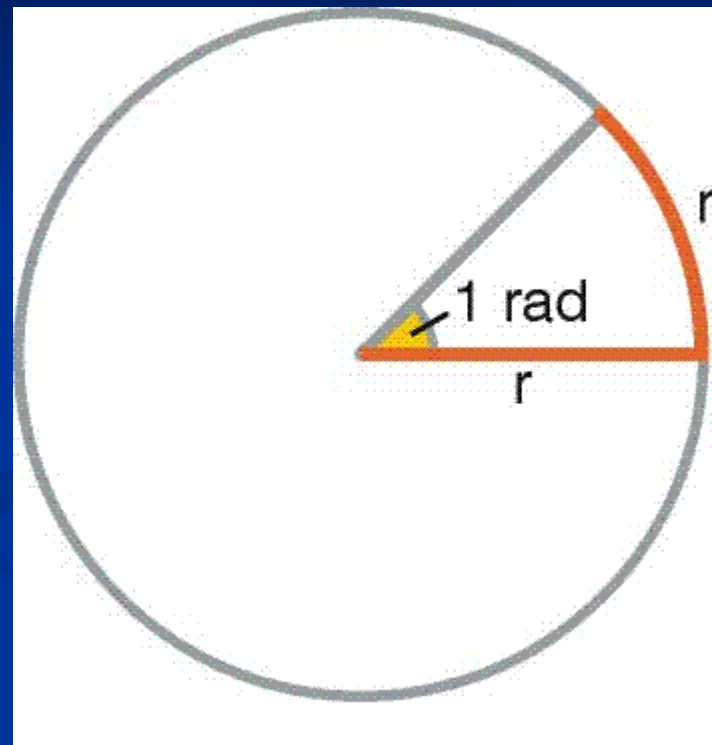
definované sú samé od seba medzinárodnou sústavou Si pre sedem základných veličín

NÁZOV	ZNAČKA	VELIČINA
meter	1 m	dĺžka
kilogram	1 kg	hmotnosť
sekunda	1 s	čas
ampér	1 A	elektrický prúd
kelvin	1 K	termodynamická teplota
kandel	1 cd	svietivosť
mol	1 mol	látkové množstvo

DOPLNKOVÉ JENDOTKY

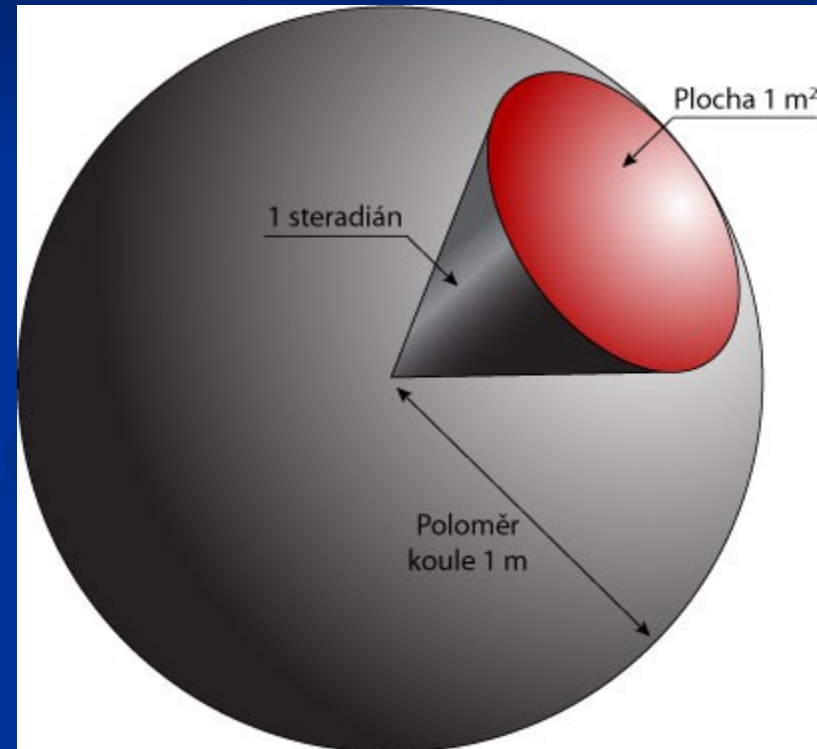
Radián

- je jednotka rovinného uhla
- jeden radián je rovinný uhol uzavretý 2 polpriamkami, ktoré na kružnici vytínajú oblúk rovnakej dĺžky – polomer kružnice



Steradián

- je priestorový uhol
- jeden steradián je priestorový uhol, ktorý s vrcholom v strede gule vytína na povrchu tejto gule plochu S



ODVODENÉ JEDNOTKY

- sú odvodené od základných jednotiek pomocou fyzikálnych veličín
- vyjadrenie z odvodenej jednotky ako súčin mocnín základných jednotiek sústavy SI nazývame fyzikálny rozmer jednotky
- rozmer jednotky vyznačujeme v okrúhlych zátvorkách

$$(Q) = (I) \cdot (t)$$

$$(Q) = A \cdot s = As$$

NÁZOV	ZNAČKA	VELIČINA	ROZMER
štvorcový meter	m ²	plošný obsah	m ²
kubický meter	m ³	objem	m ³
meter za sekundu	m/s	rýchlosť	m.s ⁻¹
newton	N	сила	kg.m.s ⁻²
joule	J	práca	kg.m ² .s ⁻²
watt	W	výkon	kg.m ² .s ⁻³
coulomb	C	elektrický náboj	A.s
volt	V	elektrické napätie	kg.m ² .s ⁻³ .A ⁻¹
farad	F	elektrická kapacita	kg ⁻¹ .m ² .s ⁴ .A ²

2.4 Násobky a diely jednotiek, ich praktické využitie

NÁSOBKY JEDNOTIEK

NÁSOBOK	PREDPONA	ZNAČKA
10^3	kilo	K
10^6	mega	M
10^9	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E

DIELY JEDNOTIEK

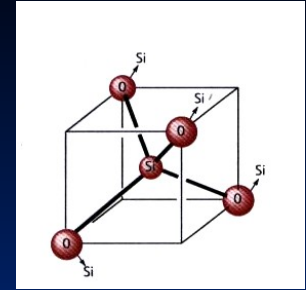
DIEL	PREDPONA	ZNAČKA
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	η
10^{-12}	piko	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

FORMY HMOTY, STAVBA ATÓMOV A LÁTOK

- tento pojem atómu zaviedli grécki filozofi Leukippos a Demokritos, všeobecne sa ujal až na začiatku 19. storočia
- Ernest Rutherford a Niels Bohr objavili subatomárne častice a tým sa dokázalo, že atóm nie je nedeliteľný
- atómy sa ďalej zlučujú do molekúl

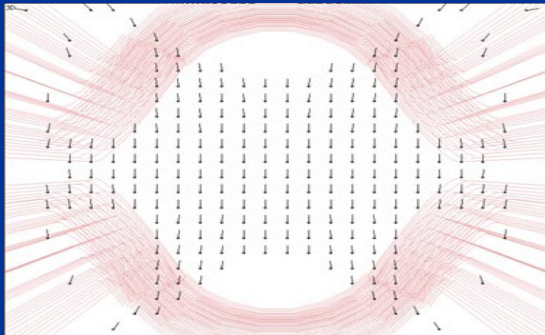
- v prirodzenom prostredí majú rovnaký počet elektrónov aj protónov, v tomto stave je atóm elektroneutrálny
- ak sa tento pomer zmení, vzniká ión, ktorý je buď kladný (katión) alebo záporný (anión)
- molekula, atóm či dokonca jeho subatomárne častice sú v neustálom pohybe

Stavba hmoty



Hmota základný fyzikálny pojem

dva prejavy hmoty { **látka**, skladá sa z „hmotných“ častíc (častic s hmotnosťou)
pole, ktoré sa podľa klasickej fyziky nemá skladať z častíc, ale prejavovať sa ako kontinuum vo svojich vlastnostiach



- v modernej fyzike sú látka a pole, dva navzájom spojené „prejevy“ či „štruktúrne formy“ hmoty, pretože sa ukázalo, že elementárne častice vystupujú ako kvantá (najmenšie nedeliteľné častice) istých polí

Zloženie látok

látka

- jedna z foriem hmoty
- materiál, ze ktorého sú tvorené fyzikálne telesá

látky homogénne (rovnaké)

- vlastnosti (napr. farba, hustota, teplota) se v celom objeme telesa vôbec nemenia (alebo - v prípade kontinuálného homogénneho telesa se mení plynule)



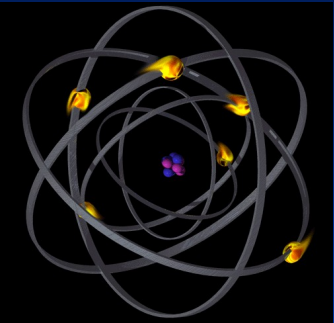
látky heterogénne (rôznorodé)

- zložené z fyzikálnych teliesok rôznych vlastností
- napríklad betón je obvykle zložený z teliesok kameňov (napr. štrku),



Stavba atómu

všetky atómy sú deliteľné a sú zložené zo základných elementárnych častíc



■ **elektron e^-** - častica s najmenším záporným nábojom

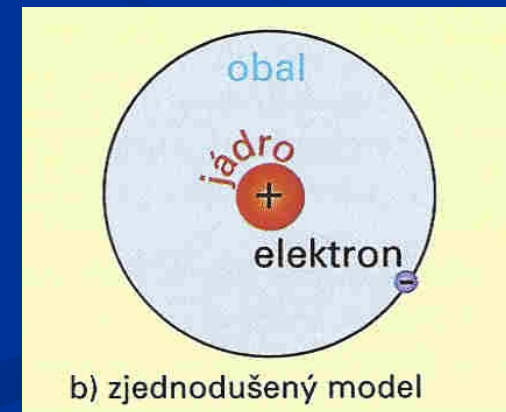
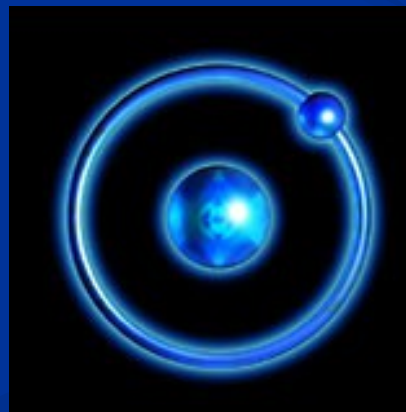
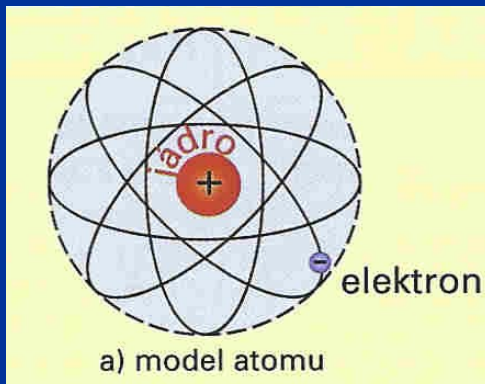
uložené v elektrónovom obale

■ **proton p^+** - častice s najmenším kladným nábojom

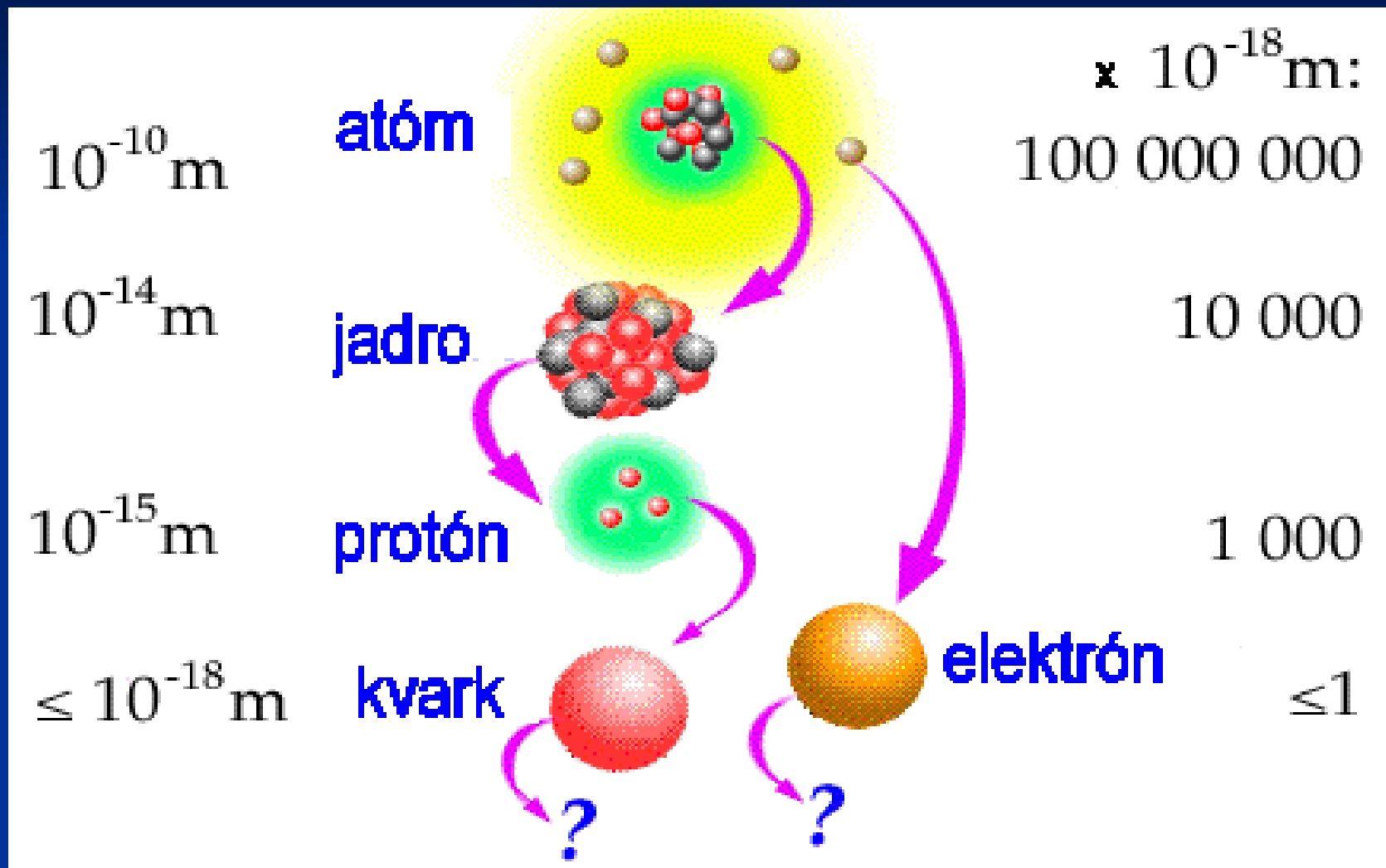
■ **neutron n^0** - častice bez elektrického náboje

nukleóny

uložené v jadre atómu

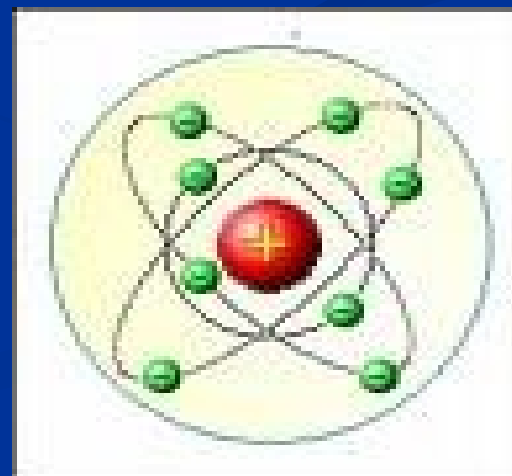
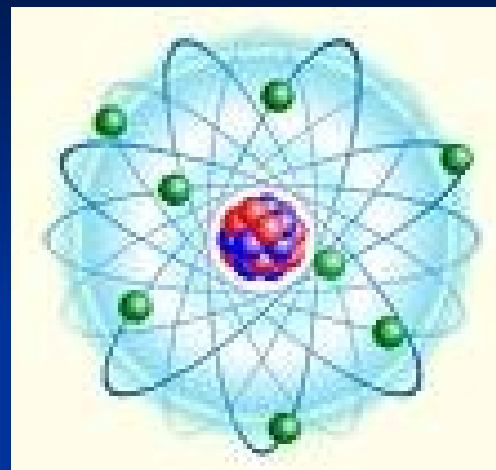


Atóm



Stavba elektrónového obalu

- elektrónový obal je teda určitá časť priestoru okolo jadra
- tvorí teda obal jadra, ktorý je asi 100 000krát väčší ako jadro a nachádzajú sa v ňom záporne nabité elektróny



Orbitál

- je oblasť najpravdepodobnejšieho výskytu elektrónu okolo jadra
- každý orbitál je jednoznačne určený energiou, energiou, priestorovým tvarom a orientáciou v priestore
- elektrón sa môže v atóme vyskytovať v rôznych stavoch, ktoré sa vyznačujú určitou energiou a určitým rozložením elektrónovej hustoty v okolí jadra
- kvantová mechanika charakterizuje tieto stavy pomocou **kvantových čísel**



Hlavné kvantové číslo „n“

- určuje energiu elektrónu v atóme a nadobúda hodnoty 1 až nekonečno
- elektróny s rovnakým hlavným kvantovým číslom tvoria elektrónovú vrstvu
- jednotlivé elektrónové vrstvy sa označujú číslami 1,2,3,4,5,6,7
- podľa rastúceho n alebo sa značia K,L,M,N,O,P,Q

Vedľajšie kvantové číslo „l“

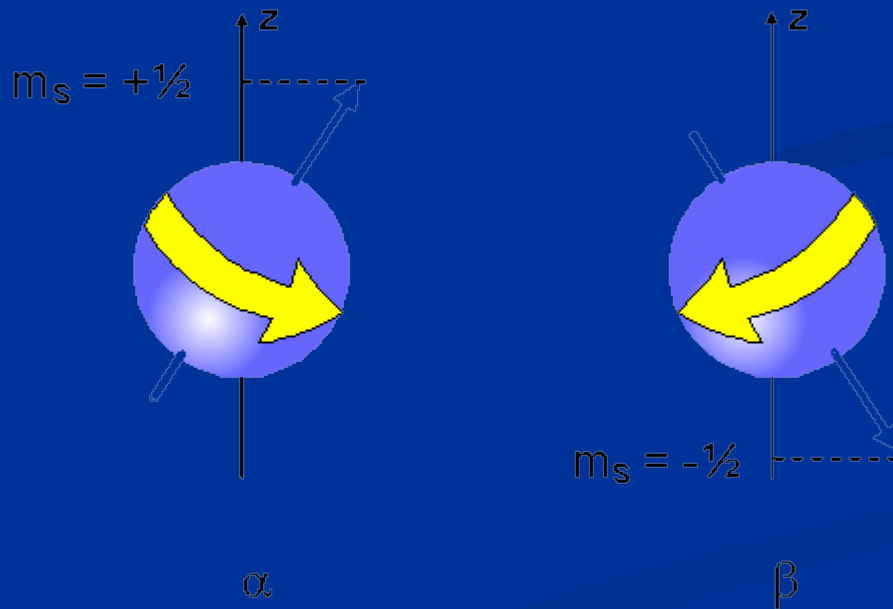
- udáva priestorový tvar orbitálu a dopĺňa energetický stav orbitálu
- nadobúda hodnoty od $l=0,1,2,\dots,n-1$
- hodnoty l sa označujú písmenkami:
hodnota l : ,1,2,3,....
písmeno : s,p,d,f,.....

Magnetické kvantové číslo „m“

- udáva orientáciu orbitálu v priestore
- počet hodnôt, ktoré môže magnetické kvantové číslo nadobudnúť je $m = -l, \dots, +l$

Spinové číslo

- elektrón otáčajúci sa doprava má hodnotu spinového kvantového čísla $+1/2$, elektrón otáčajúci sa doľava má hodnotu $-1/2$



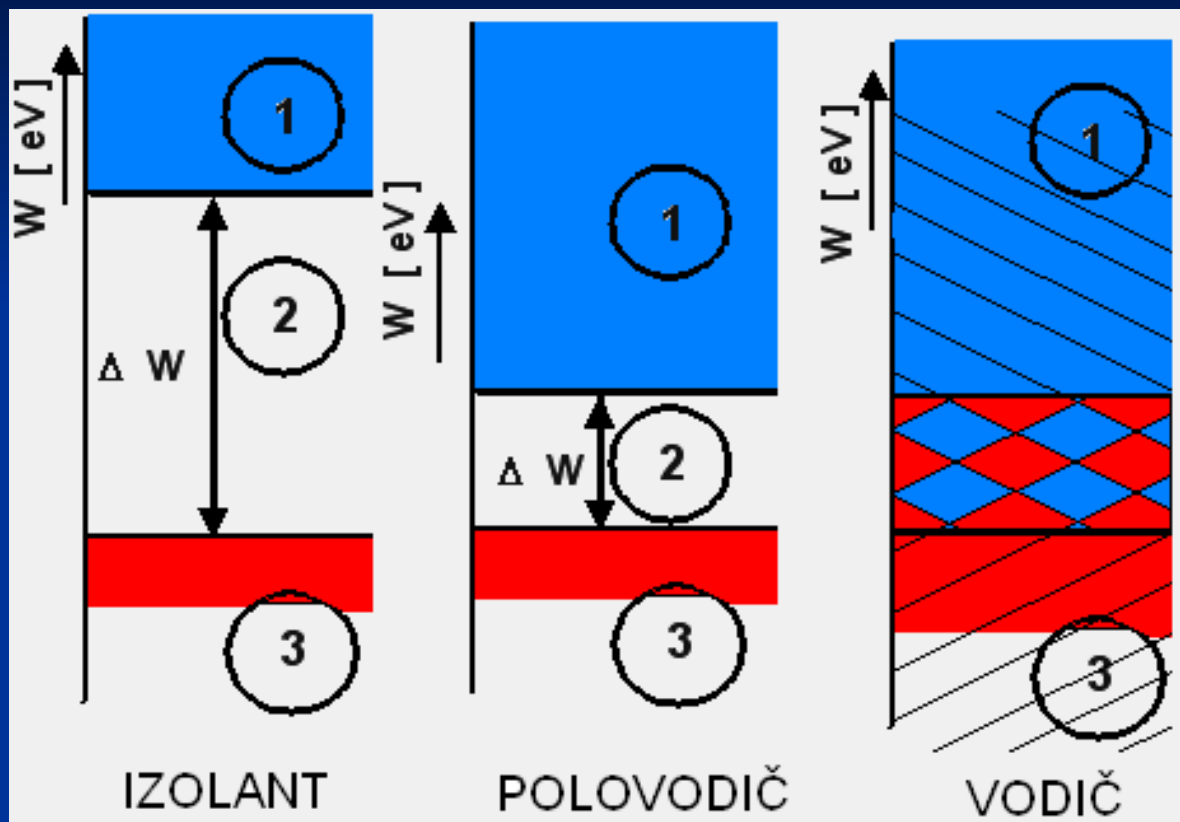
PAULIHO VYLUČOVACÍ PRINCÍP

- v jednom atóme sa nemôžu nachádzať 2 elektróny, ktoré majú všetky 4 kvantové čísla rovnaké
- musia sa líšiť minimálne v jednom čísle, najčastejšie sa líšia spinovým kvantovým číslom

ELEKTRICKÁ VODIVOSTĚ LÁTK

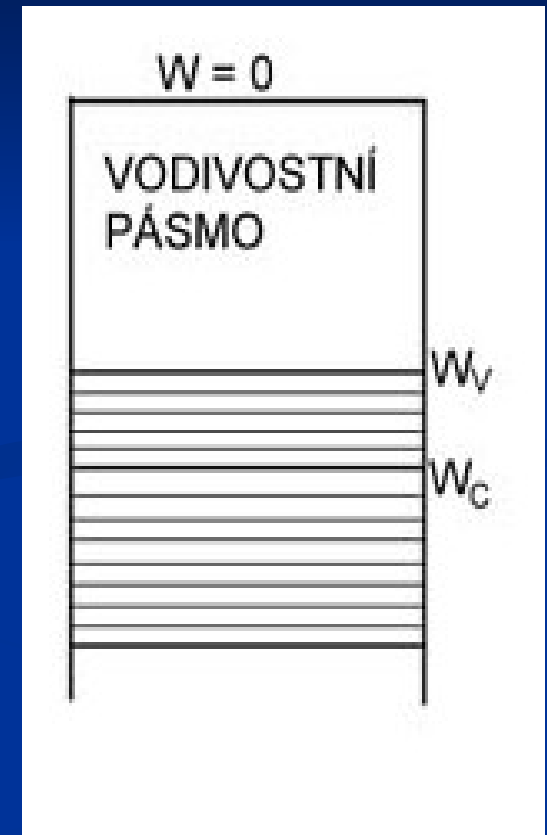
- o elektrických vlastnostiach látok rozhodujú najvyššie dovolené pásma – **valenčné a vodivostné**
- tieto pásma môžu, ale nemusia byť oddelené **zakázaným pásmom**
- podľa elektrónovej vodivosti rozlišujeme:
 - 1) vodivé látky (vodiče),
 - 2) nevodivé látky (nevodiče, izolanty)
 - 3) polovodiče

Pásmový energetický model látek



VODIVÉ LÁTKY (VODIČE)

- nemajú valenčné pásmo úplne obsadené elektrónmi
- valenčné pásmo sa s vodivostným buď prekrýva, alebo je medzi nimi veľmi malá vzdialenosť (šírka zakázaného pásma je veľmi malá),



NEVODIČE - IZOLANTY

- predstavujú látky, v ktorých sa elektrické náboje nemôžu voľne pohybovať - to znamená, že podľa toho ako prebiehal proces ich nabíjania, môžeme dostať na ich povrchu nerovnomerné rozloženie elektrického náboja
- aj nevodiče obsahujú kladné a záporné náboje vo svojej vnútornej štruktúre, tieto sú však silne viazané k jednotlivým atómom alebo molekulám
- náboje sa takto môžu len nepatrne vychýliť zo svojich pôvodných polôh, pričom vznikajú intenzívne sily, ktoré sa snažia náboje vrátiť späť do pôvodnej polohy



POLOVODIČE

- tvoria zvláštnu skupinu látok
- obsahujú pohyblivé náboje avšak v malej koncentrácii, čo má za následok, že za istých podmienok sa správajú ako *vodiče* v prítomnosti vonkajších nábojov, za iných podmienok ako *nevodiče*



ELEKTRICKÝ NÁBOJ A JEHO VLASTNOSTI

ELEKTRICKÝ NÁBOJ SA NEDÁ VYTVORIŤ ANI ZNIČIŤ!!!!!!



- nosičmi elektrického náboja v atóme sú protóny a elektróny, ich náboje sú rovnako veľké a hovoríme, že sú to **elementárne náboje** (nedajú sa ďalej rozdeliť),
- **elektricky neutrálny atóm – atóm**, ktorá má rovnaký počet kladných a záporných nábojov,
- **elektricky neutrálna teleso** – teleso, ktorého všetky elementárne, kladné a záporné náboje sú v rovnakom počte a rovnomerne rozmiestnené,

- teleso, ktoré má prebytok elektrónov oproti neutrálnemu stavu považujeme za **záporne nabité (anión)**,
- teleso, ktoré má nedostatok elektrónov oproti neutrálnemu stavu považujeme za **kladne nabité (katión)**,



Vlastno

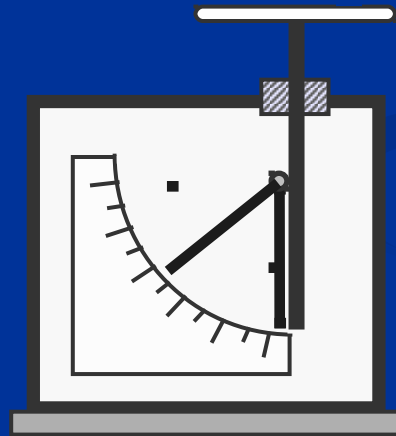
1. *El*



Pravítko po pošúchaní pritahuje drobné papieriky.

Vlastnosti elektrického náboja

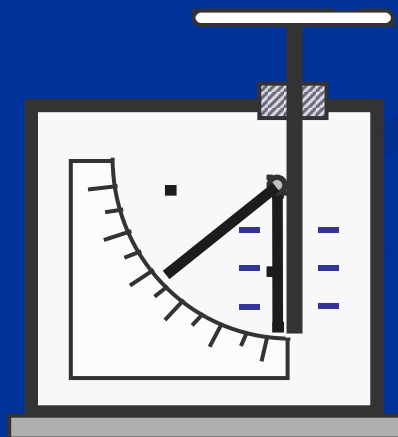
1. *Elektrická sila pôsobí na iné telesá.*



Na zistenie elektrického náboja sa používa *elektromer*.
Elektromer po dotyku nabitým telesom ukáže výchylku.

Vlastnosti elektrického náboja

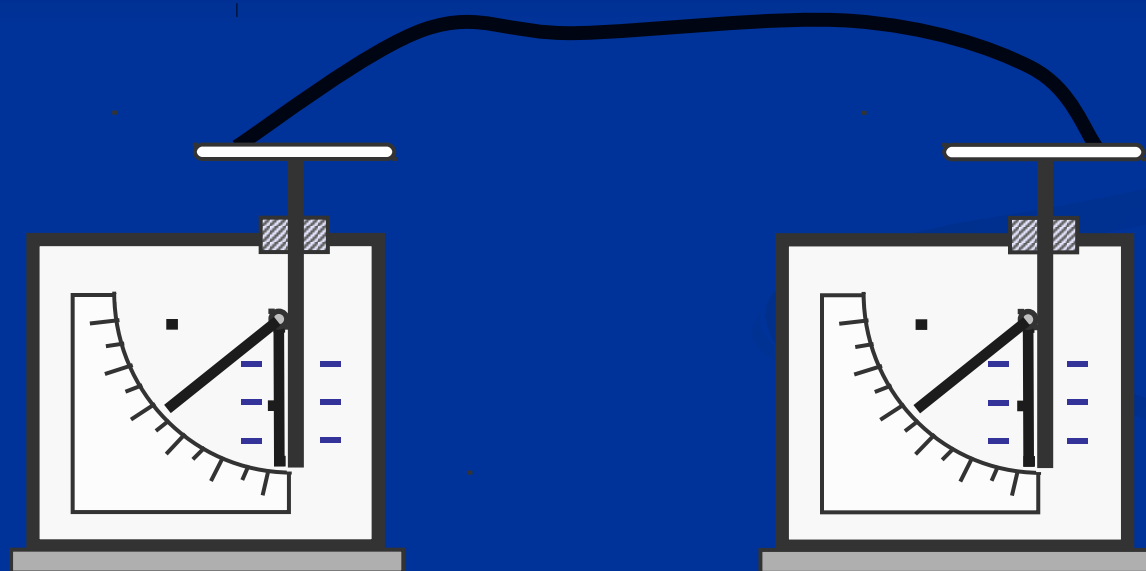
Elektrický náboj sa nachádza na povrchu jedného telesa na povrch iného.



Elektrický náboj sa dotykcom prenesie na elektroskop, ručička a tyčka sa nabijú rovnakým nábojom a odpudia.

Vlastnosti elektrického náboja

. Elektrický náboj sa môže premiestňovať v telese.

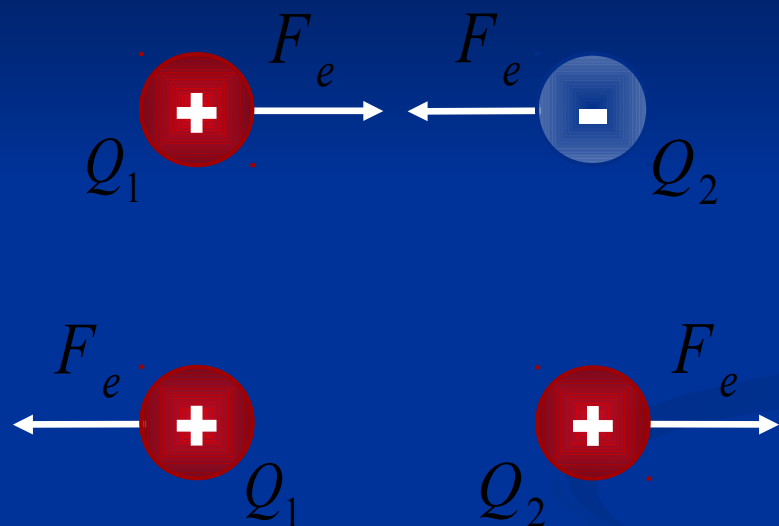


Vodiče sú látky, v ktorých sa náboj ľahko premiestňuje.

Izolanty sú látky, v ktorých sa náboje nepremiestňujú.

Vlastnosti elektrického náboja

1. *Elektrické silové pôsobenie môže byť príťažlivé alebo odpudivé.*



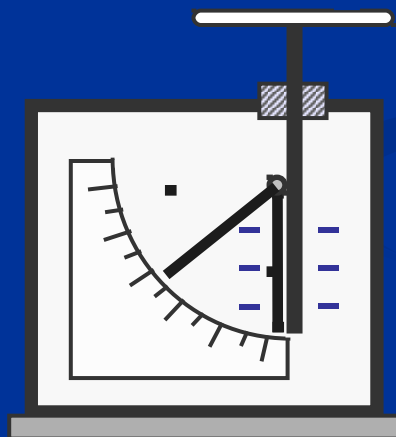
Dve telesá s nesúhlasnými elektrickými nábojmi sa navzájom priťahujú.

Dve telesá so súhlasnými elektrickými nábojmi sa navzájom odpudzujú.

Vlastnosti elektrického náboja

. Elektrický

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



Najmenší elektrický náboj, ktorý sa podľa súčasných predstáv nedá deliť, je *elementárny* elektrický náboj

Vlastnosti elektrického náboja

6. Každý elektrický náboj je násobkom elementárneho množstva elektrického náboja

$$Q = (\pm n) (\pm e)$$

- $+n$ – prebytok elementárnych nábojov príslušnej polarity,
- $-n$ – nedostatok elementárnych nábojov príslušnej polarity.

Vlastnosti elektrického náboja

1. *Trením dvoch telies sa premiestňujú elektróny.*

*Ak ebonit trieme textilom,
ebonit prijme elektróny a textil ich stratí*



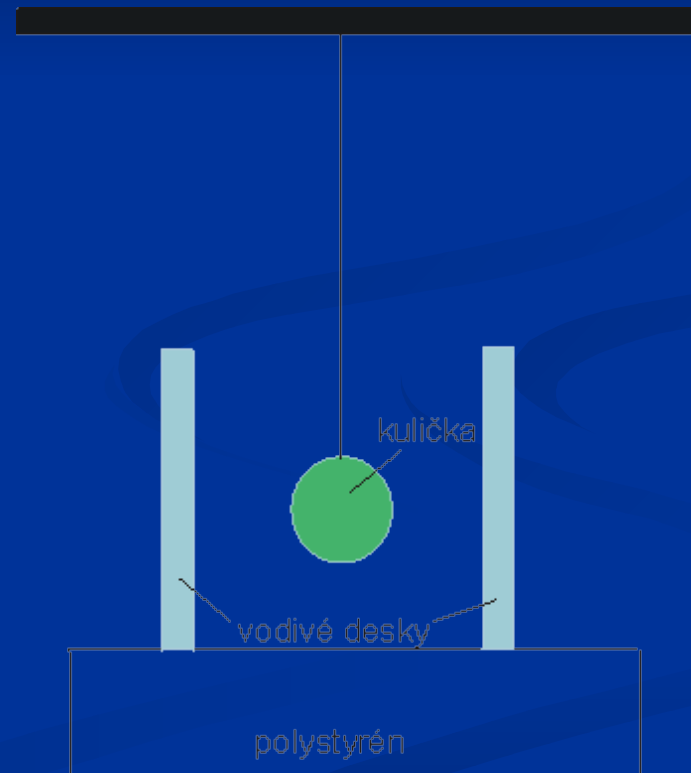
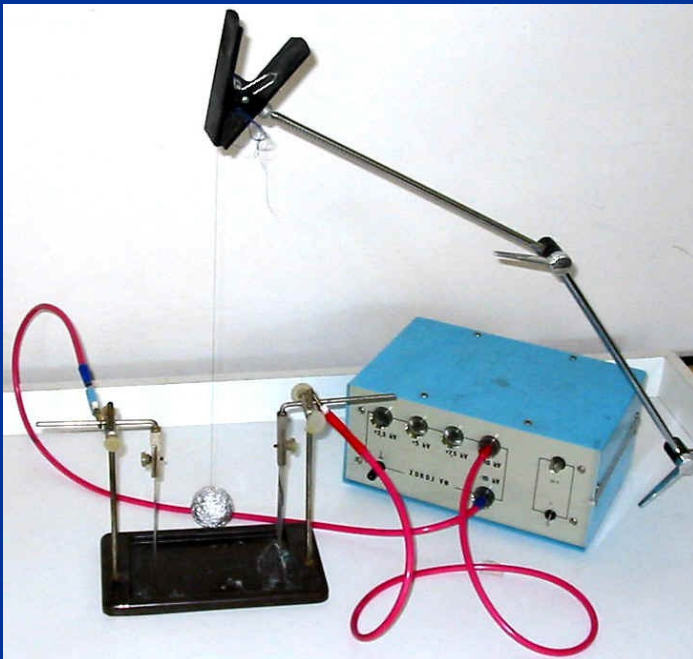
*Ak sklo trieme textilom,
sklo stratí elektróny a textil ich získá*

Teleso s nadbytkom elektrónov sa nabíja záporne, teleso s nedostatkom elektrónov sa nabíja kladne.

Zákon zachovania náboja

V izolovanej sústave je elektrický náboj stály.
(alebo: Elektrický náboj sa nedá vytvoriť ani zničiť’).

Elektrostatické kyvadlo



ELEKTROSKOP

Pomocou elektroskopu zisťujeme, či má teleso elektrický náboj. Navyše môžeme odmerať aj veľkosť tohoto náboja.

princíp elektroskopu

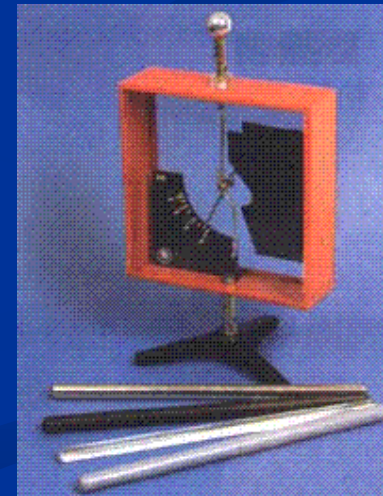


Po dotyku kladne nabitej tyče a kovovej dosky elektroskopu prechádzajú elektróny z dosky na tyč. Tým sa elektrometer nabije kladne a ručička sa odpudzuje od jeho osi.

Pokiaľ sa teda pri dotyku telesa a dosky elektroskopu ručička dosky vychýli, teleso je kladne nabité.

ELEKTROMETER

Je elektroskop umiestnený v kovovej krabici a vybavený stupnicou. Pri výchylke ručičky môžeme na stupnici odčítať veľkosť kladného či záporného náboja.



ELEKTRICKÉ POLE

- elektrický náboj vytvára v prostredí pole, ktoré nazývame **elektrické pole**,
- **elektrostatické pole** – elektrické pole, ktoré vytvárajú statické (nepohybujúce sa náboje),
- **elektrické prúdové pole** – elektrické pole, ktoré vytvárajú pohybujúce sa náboje

- vzniká, napr. vo vodiči, keď ním prechádza elektrický prúd
- elektrický prúdové pole budí magnetické pole a naopak meniace sa magnetické pole budí elektrické pole
- obidve polia navzájom súvisia a označujú sa spoločným názvom – **elektromagnetické pole.**

- elektrické a magnetické polia považujeme za formy elektromagnetického poľa
- elektromagnetické pole môžeme vzhľadom na jeho premennosť s časom rozdeliť na:
 - **1) stacionárne pole** – je v čase konštantné, čo znamená, že fyzikálne veličiny, ktoré charakterizujú pole nezávisia od času. Môže to byť elektrostatické pole, elektrické a magnetické pole vodiča s konštantným prúdom,
 - **2) nestacionárne pole** – pole, ktoré je v čase premenné, čo znamená, že hodnoty fyzikálnych veličín, ktoré charakterizujú pole závisí od času. Môže to byť pole vo vodiči so striedavým prúdom, nižších frekvencií, ale aj elektromagnetické vlnenie vysokých frekvencií.

Vyjadrite bez predpony

$$5 \text{ Km} =$$

$$100 \text{ MJ} =$$

$$30 \text{ GW} =$$

$$200 \text{ TJ} =$$

$$100 \text{ mA} =$$

$$30 \text{ }\mu\text{A} =$$

$$750 \text{ nm} =$$

$$100 \text{ pF} =$$

Vyjadrite s využitím predpôn

$$12\,000\text{A} =$$

$$0,016\text{m} =$$

$$200\,000\,000\text{ W} =$$

$$0,000\,000\,78\text{ F} =$$

$$5\text{K}7 =$$

$$\text{M}68 =$$

$$7\text{R}2 =$$

$$\text{R}54 =$$