

# Fyzika - prednáška 11

# Ciele

5. Fyzikálne polia

5.2 Elektrostatické pole

5.3 Jednosmerný elektrický prúd

# Zopakujte si

- Fyzikálne pole je definované ako **oblasť** v určitom priestore, pričom v každom bode tejto oblasti je definovaná **veľičina**, ktorá toto pole popisuje.
- Prejavom fyzikálneho poľa je **silové pôsobenie** na teleso do neho umiestené bez **dotyku**.
- Poznáme dve polia **gravitačné** a **elektromagnetické** pole.
- Špeciálnym prípadom elektromagnetického poľa sú **elektrostatické** a **stacionárne magnetické** pole.

## 5.2 Elektrostatické pole

- špeciálny prípad elektromagnetického poľa

**Elektrostatické pole** – časť priestoru, kde sa prejavuje silové pôsobenie elektrického náboja na iný elektrický náboj bez vzájomného dotyku. Vzniká v okolí každého elektrického náboja, ktorý je v pokoji.

**Elektrický náboj** – skalárna veličina, pomocou ktorej vieme charakterizovať elektrické vlastnosti telies, ktoré sa prejavujú silovými účinkami na iné elektricky nabité teleso

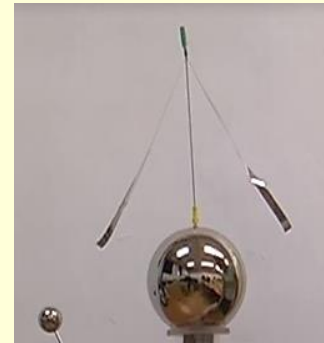
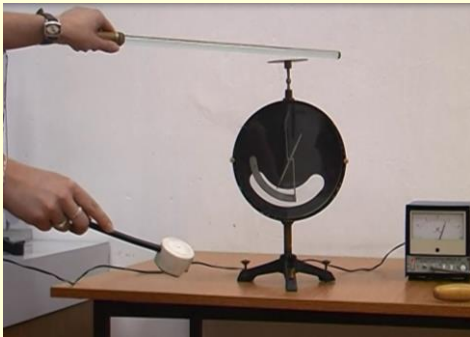
$$(Q) = C$$

Kladný a záporný náboj - viazané na stavebné častice, kladný - protón, záporný - elektrón

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

$1 \text{ C} = 6,24 \cdot 10^{18}$  protónov

Dva rovnaké náboje sa odpudzujú a rôzne sa priťahujú.



**Teleso elektrický neutrálne** – kladný a záporný náboj sú v rovnakom množstve na telese, celkový náboj je nulový.

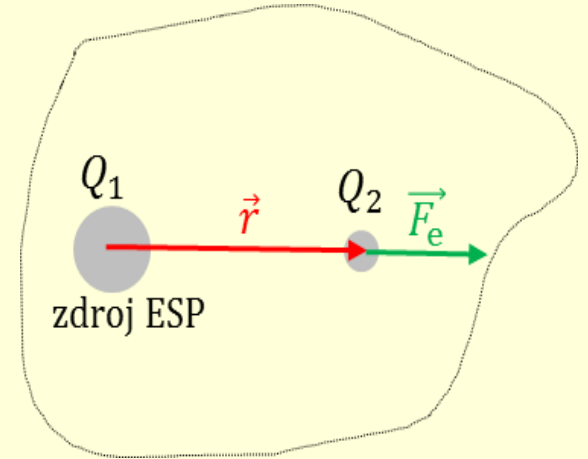
**Teleso elek. nabité** – má voľný náboj (prebytok), ktorý môže interagovať s inými telesami.

## Elektrostatická síla

Coulomb v roku 1785 formuloval na základe experimentov zákon pre silu.



Ch. A. Coulomb  
(1736 – 1806)

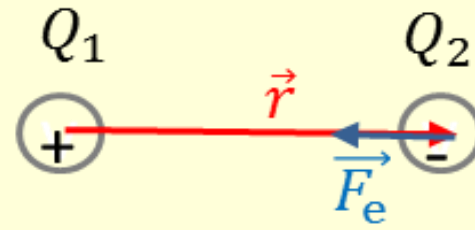
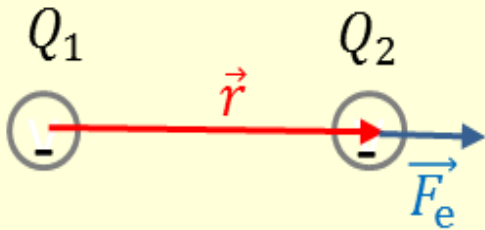


$\varepsilon_0$  - permitivita vákua,  $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ s}^4 \text{ A}^2 / \text{kg m}^3$

**Coulombov zákon – elektrostatická sila** – dva náboje  $Q_1$  a  $Q_2$ , ktoré sa nachádzajú vo vzájomnej vzdialenosti  $r$  vo vákuu, pôsobia na seba silami, ktorých smer závisí od znamienka jednotlivých nábojov

Odpudivá sila -  $\vec{F}_e$  rovnaký smer ako  $\vec{r}$

Príťažlivá sila -  $\vec{F}_e$  opačný smer ako  $\vec{r}$

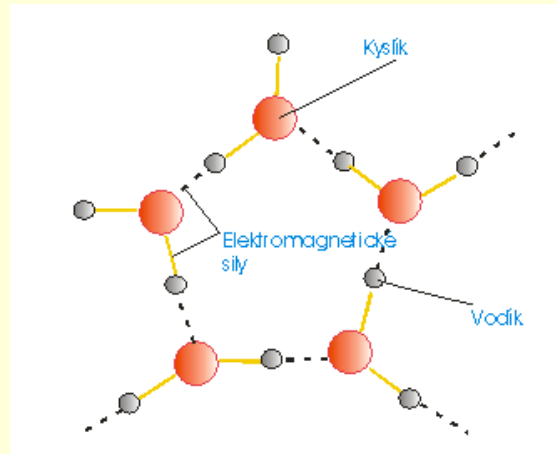


**Veľkosť elektrostatickej sily** – veľkosť sily je úmerná súčinu veľkosti nábojov, ktoré na seba navzájom pôsobia touto silou vo vákuu a nepriamoúmerná kvadrátu ich vzdialenosti.

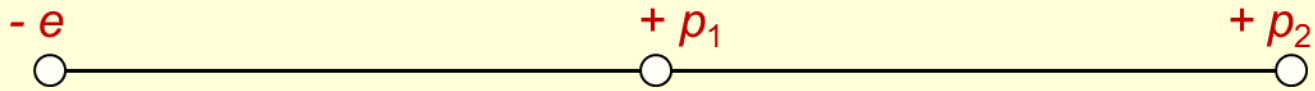


**Elektrostatická síla** – dáva pevným látkam ich tuhosť, drží elektróny v atómoch

Elektrostatická síla v porovnaní ku gravitačnej sile, ktorými pôsobia na seba protón a elektrón v atóme vodíka je rádovo  $10^{39}$  väčšia.



**KONTROLKA:** Obrázok zobrazuje dva protóny  $p_1$ ,  $p_2$  a jeden elektrón  $e$ , ktoré ležia na jednej priamke. Vzdialenosť  $e$  od  $p_1$  je rovnaká ako vzdialenosť  $p_1$  od  $p_2$ .



Určte aký je smer:

- A) elektrostatickej sily, ktorou pôsobí  $e$  na  $p_1$ ,
- B) elektrostatickej sily, ktorou pôsobí  $p_2$  na  $p_1$ ,
- C) výslednej sily, ktorá pôsobí na  $p_1$ ? Aká bude jej veľkosť vzhľadom na situáciu po A)?

# Intenzita

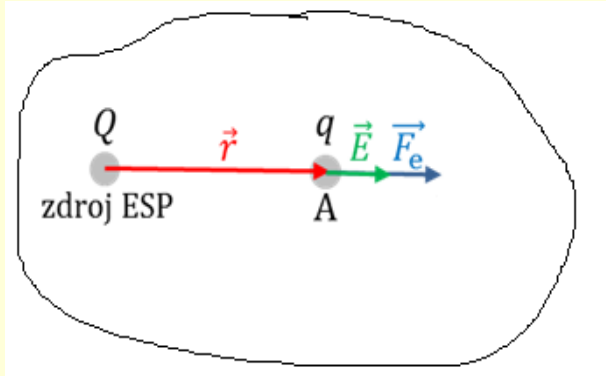
**Intenzita** – podiel elektrostatickej sily a náboja, na ktorý táto sila pôsobí. Vektorová veličina, ktorá charakterizuje pole.

$$(E) = N/C, V/m$$

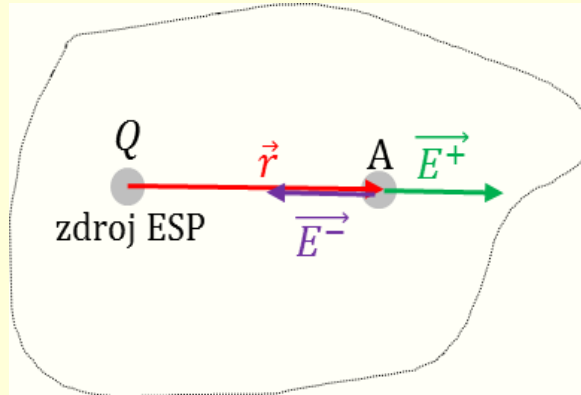
Intenzita sa číselne rovná sile pôsobiacej na jednotkový náboj. Jej smer je daný smerom sily, závisí od hodnoty náboja zdroja.

<b>Elektrostatické pole</b>	<b>Intenzita (V/m)</b>
medený vodič v elek. rozvodech v domácnosti	$10^{-2}$
dolná vrstva atmosféry	$10^2$
v blízkosti plastového hrebeňa	$10^3$
v blízkosti valca kopírky	$10^5$
na povrchu jadra uránu	$3 \cdot 10^{21}$

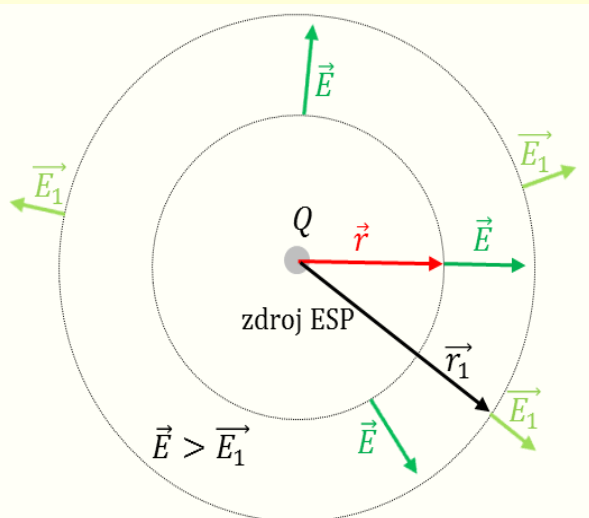
## Intenzita bodového náboja



Zo vzťahu pre intenzitu bodového náboja vyplýva, že ak je **zdroj poľa kladný**, tak potom intenzita má rovnaký smer ako polohový vektor  $\vec{r}$ . Ak je **náboj zdroja záporný**, bude mať intenzita opačný smer ako polohový vektor  $\vec{r}$ .



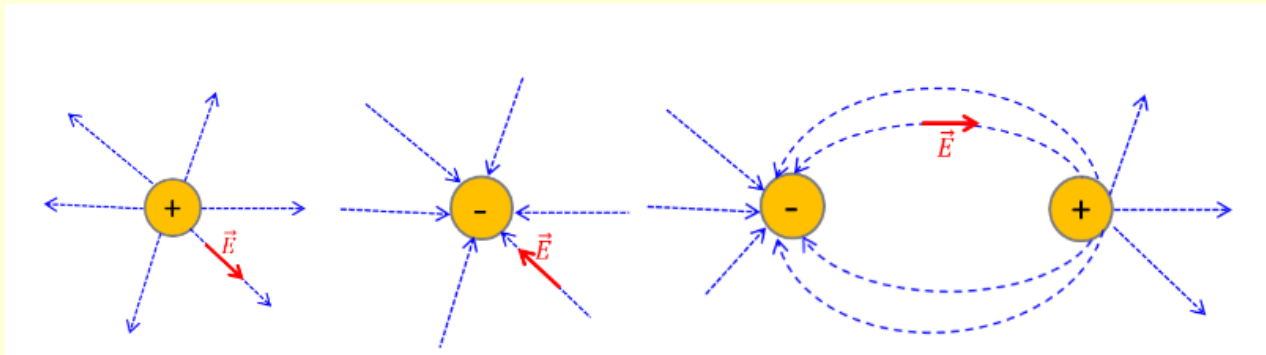
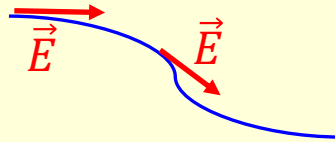
**Intenzita** EP vo vzdialenosti  $r$  od zdroja (bodového náboja)  $Q$  je nepriamoúmerná tejto vzdialenosti na druhú.



Intenzita poľa bodového náboja  $Q$  so **zväčšujúcou sa vzdialenosťou klesá**, pričom v rovnakej vzdialenosti od zdroja má rovnakú hodnotu.

Intenzita bodového náboja **nezávisí od náboja  $q$**  skúšobného objektu, iba od náboja zdroja  $Q$ . Čím je hodnota náboja zdroja  $Q$  väčšia, tým je pole v jeho okolí väčšie.

**Siločiara** – je myslená čiara, ktorej dotyčnica v danom bode určuje smer vektora intenzity. Siločiarajú začínajú na + nábojoch a končia na – nábojoch.



KONTROLKA: Vyberte správne tvrdenie:

- A) intenzita EP záporného náboja, v bode vo vzdialenosti  $r$  od neho, má rovnaký smer ako polohový vektor  $\vec{r}$ ,
- B) intenzita EP kladného náboja sa so zväčšujúcou vzdialenosťou nemení,
- C) intenzita EP kladného náboja, v bode vo vzdialenosti  $r$  od neho, má rovnaký smer ako polohový vektor  $\vec{r}$ ,
- D) intenzita EP kladného náboja nezávisí od náboja zdroja.

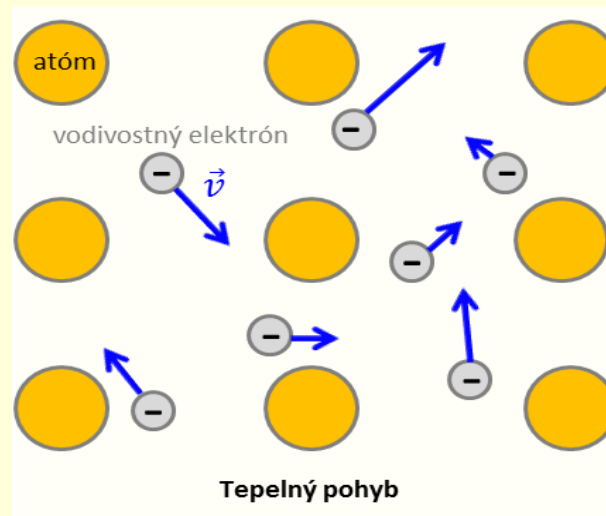


## 5.3 Jednosmerný elektrický prúd

**Vodiče** – látky, v ktorých sa môže časť náboja voľne pohybovať (kovy, roztok NaCl, ionizovaný plyn)

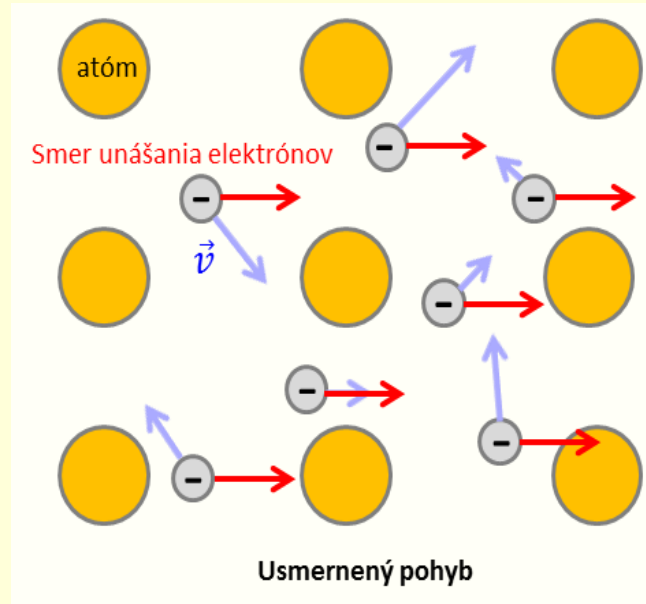
V kovových vodičoch tečenie prúdu zabezpečujú **voľné (vodivostné) elektróny**.

**Tepelný pohyb** – pohyb, ktorý vykonávajú voľné elektróny vo vodičoch. Pohybujú medzi ich stavebnými časticami (atómami) všetkými možnými smermi rôznymi rýchlosťami, mimo atómov, nie sú v nich viazané.



Napríklad rýchlosť tepelného pohybu v medenom vodiči je  $10^6$  m/s.

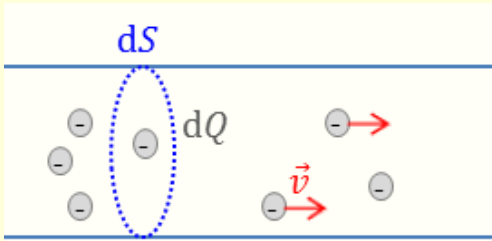
Aby vodičom tiekol elektrický prúd, musí byť pripojený na zdroj napätia. V takomto prípade voľné častice budú unášané jedným smerom vplyvom elektrickej sily zdroja. Vykonávajú **usmerný pohyb**.



**Elektrický prúd** – je usmerný pohyb elektricky nabitých častíc. Skalárna veličina.

Napríklad rýchlosť usmerného pohybu vodivostných elektrónov v medenom vodiči je  $10^{-5}$  m/s.

Jednosmerný elektrický prúd - prúd, ktorý nemení svoj smer, veľkosť môže meniť.



A. M. Ampère (1775 -1836)

**Okamžitý elektrický prúd** – je definovaný ako podiel elementárneho množstva elektrického náboja, ktorý prejde prierezom vodiča za elementárny čas.

$$(I) = A$$

# Čo sme sa naučili

Definovať **Coulombov zákon (elektrostatická sila)** – slovné znenie, matematický zápis, obrázok, popis veličín.

$$\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^3} \vec{r}$$

Odvodiť veľkosť elektrostatickej sily (popis odvodenia, obrázok, matematický zápis a slovné znenie odvodeného vzťahu).

Definovať **intenzitu** (slovné znenie, matematický zápis, obrázok, popis veličín).

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$$

Odvodiť intenzitu pre 1 bodový náboj (popis odvodenia, obrázok, matematický zápis a slovné znenie odvodeného vzťahu). Napísať vzťah pre veľkosť intenzity bodového náboja.

Definovať siločiaru a vedieť pomocou nich zobrazit' pole v okolí kladného a záporného náboja a sústavy dvoch nábojov opačného znamienka.

Definovať **elektrický prúd** a jeho **okamžitú hodnotu** (slovné znenie, matematický zápis, obrázok, jednotka).

$$I = \frac{dQ}{dt}$$