

Meno a priezvisko:

Škola:

Predmet:

Školský rok/blok:

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava

Fyzika

2008-2009 / C

Teória

Elektrické pole a elektrický prúd (pokračovanie 2)

2.2 Elektrické pole

2.2.1 Intenzita elektrického poľa

Elektrické pole je priestor, v ktorom pôsobia elektrické sily. Sily, ktorými elektrické pole pôsobí na nabité hmotné objekty sa nazývajú **elektrické sily**.

Elektrické pole, kde pôsobia elektrické sily charakterizujeme vektorovou veličinou - **intenzitou elektrického poľa** $\vec{E}$. **Intenzita elektrického poľa** $\vec{E}$ v istom mieste poľa je podiel elektrickej sily $\vec{F}_e$ (ktorou v tomto mieste pôsobí elektrické pole na časticu s nábojom Q) a náboja Q , teda

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

Jednotka intenzity elektrického poľa je $[\vec{E}] = \frac{[\vec{F}_e]}{[q]} = \frac{[1N]}{[1C]} = [N \cdot C^{-1}] = [V \cdot m^{-1}]$. Slovné môžeme

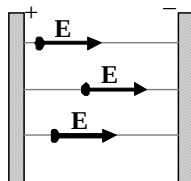
intenzitu elektrického poľa $\vec{E}$ charakterizovať ako silu, ktorá pôsobí na jednotkový náboj. Je to vektorová veličina, jej veľkosť určíme zo vzťahu:

$$E = \frac{F_e}{q} \text{ alebo } E = \frac{F_e}{Q_0}$$

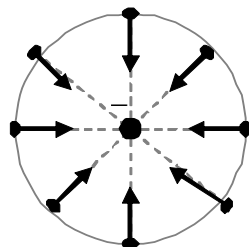
kde q resp. Q_0 je veľkosť náboja častice, na ktorú pôsobíme silou.

Intenzita elektrického poľa je vo všeobecnosti funkciou polohy a času. Ak intenzita je len funkciou polohy a nezávisí od času, nazýva sa **pole stacionárne**. Špeciálnym prípadom stacionárneho poľa je elektrostatické pole – je to elektrické pole nabitých hmotných objektov, ktoré sú v pokoji v inerciálnej vzťažnej sústave. Elektrické pole graficky znázorňujeme siločiarami (siločiara je myslená orientovaná čiara, ktorej dotyčnica v každom bode má smer intenzity, orientácia je od (+) k (-)).

Elektrické pole sa nazýva homogénne, ak vo všetkých bodoch je $\vec{E} = \text{konšt.}$ Homogénne elektrické pole vznikne napríklad medzi dvoma rovnobežnými platňami s rovnako veľkými nábojmi opačného znamienka.



Veľkosť intenzity elektrického poľa E vo vzdialenosti r od osamoteného bodového náboja Q určíme na základe Coulombovho zákona:



$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{|Q \cdot q|}{r^2}$$

$$E = \frac{F_e}{|q|} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Každý bodový elektrický náboj vyvoláva elektrické pole nezávisle na prítomnosti ďalších bodových nábojov.

Princíp superpozície elektrických polí – intenzita poľa tvoreného sústavou N nábojov sa rovná vektorovému súčtu intenzít polí, vytváraných každým jednotlivo.

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_N$$

Elektrické pole môžeme znázorniť pomocou matematického modelu, ktorý sa nazýva vektorové pole. Siločiara, ktorá prechádza istým bodom elektrického poľa, je myslená čiara, ktorej dotyčnica zostrojená v tomto bode určuje smer intenzity elektrického poľa. Siločiar elektrického poľa majú tieto vlastnosti:

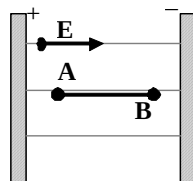
- sú spojité, začínajú sa na kladnom náboji a končia sa na zápornom; pri osamotenom náboji alebo pri dvojici nábojov s rovnakým znamienkom sa rozbiehajú do nekonečna,
- sú kolmé na povrch nabitého telesa,
- navzájom sa nepretínajú.

2.2.2 Práca v elektrickom poli

Prácu, ktorú vykoná elektrická sila pri premiestnení bodového náboja najjednoduchšie vypočítame pri priamočiarom posunutí náboja v homogénnom elektrickom poli vo vzdialenosti d . Platí

$$W = F_e \cdot d \cdot \cos \alpha = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \alpha$$

kde α je uhol, ktorý zvierajú trajektória bodového náboja s vektorom intenzity elektrického poľa. Obrázok znázorňuje prípad, ak je trajektória rovnobežná s vektorom intenzity elektrického poľa ($\cos \alpha = 1$).



2.2.3 Elektrický potenciál

Uvažujme v elektrostatickom poli dve miesta N a P . Ak elektrická sila F_e premiestni časticu s nábojom Q z miesta P do miesta N , vykoná prácu W . Práca W v elektrostatickom poli nezávisí od trajektórie, po ktorej sa častica s nábojom pohybuje. Táto vlastnosť umožňuje charakterizovať elektrostatické pole v každom bode skalárnou veličinou, ktorá sa nazýva elektrický potenciál.

Elektrický potenciál v istom mieste elektrostatického poľa je podiel práce, ktorú vykonajú elektrické sily pri premiestňovaní častice s nábojom Q z daného miesta na miesto nulového elektrického potenciálu a náboja Q , teda $\varphi = \frac{W}{Q}$.

Jednotka elektrického potenciálu je $[\varphi] = \frac{[W]}{[Q]} = \frac{[1J]}{[1C]} = [J \cdot C^{-1}] = [V]$.

Množina všetkých bodov elektrostatického poľa s rovnakým elektrickým potenciálom je **hladina potenciálu, ekvipotenciálna hladina**. Za miesto s nulovou potenciálnou energiou (nulová hladina) volíme Zem. Telesá vodivo spojené s Zemou majú nulový potenciál --> nazývame ich **uzemnené telesá**.

Rozdiel elektrických potenciálov φ_A a φ_B v bodoch A a B elektrostatického poľa sa nazýva **elektrické napätie** U medzi bodmi A a B, teda:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

Jednotkou elektrického napätia je jeden volt. Ak medzi bodmi A a B elektrostatického poľa je napätie U_{AB} , tak pre prácu, ktorú vykonajú elektrické sily pri prenesení častice s nábojom Q z miesta A do miesta B platí:

$$W_{AB} = W_A - W_B = Q\varphi_A - Q\varphi_B = Q \cdot U_{AB}$$

Napätie medzi dvomi hladinami elektrického poľa môžeme definovať ako podiel práce vykonanej elektrickou silou pri prenesení bodového náboja Q z jednej hladiny na druhú a tohoto náboja:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} = E \cdot d \cdot \cos \alpha$$

Napätie medzi určitým bodom v elektrickom poli a nulovou hladinou (Zemou) je rovný potenciálu tohoto bodu

$$U = \varphi - 0 \rightarrow U = \varphi$$

Poznámka: Na rozdiel od intenzity, potenciál nie je možné definovať v každom elektrickom poli. Okrem elektrostatického poľa možno definovať potenciál v stacionárnom elektrickom poli. Tieto polia nazývame potenciálové. V homogénnom a aj radiálnom poli sú hladiny potenciálu kolmé na siločiaru. Táto skutočnosť platí v každom elektrostatickom poli.

Potenciál φ vo vzdialenosti r od bodového náboja možno vypočítať:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r}$$

Nulový potenciál je vo vzdialenosti, keď $r \rightarrow \infty$