

**Otázka:** Elektrostatické pole

**Předmět:** Fyzika

**Přidal(a):** Michaela H

## Elektrický náboj

- Určitý **stav** elektricky nabitých těles
  - náboj je vždy **vázán na částice látky** (sám o sobě **neexistuje**)
- **Fyzikální veličina**
  - skalár, **značka Q**, jednotka v **SI coulomb** (značka C)
  - podle fr. fyzika Ch. A. Coulomba (1736 – 1806)
  - 1 C je hodně velký náboj, spíše se využívá 1 uC (mikrocoulomb), nebo 1 nC

## Vlastnosti elektrického náboje

- **Elektrování tělesa** – jev, při kterém těleso získává el. náboj, tj. přenos náboje z jednoho tělesa na druhé
  - elektroskop – slouží ke zjištění el. náboje
  - elektrometr – elektroskop se stupnicí, měření el. náboje
- El. náboj se může přemísťovat i v jednom tělese
  - **vodiče** – náboj se přemísťuje snadno
  - **izolanty** (dielektrika) – nedochází k přemísťování

- **polovodiče** – vodí jen za určitých podmínek
- 2 druhy el. náboje: **kladný a záporný**
- náboj je **dělitelný**
- **Elementární náboj** – nejmenší el. náboj, **nelze dále dělit** (značka **e**)
  - $e \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1 \text{ eV}$  (elektronvolt)
- Elektrony v atomovém obalu jsou vázány **silami** k jeho **jádru**
  - **kladný ion(t)** – odpoutá-li se z obalu jeden nebo více elektronů
  - **záporný ion(t)** – připojí-li se k obalu jeden nebo více elektronů
- **Volné elektrony**
  - Poměrně malými silami jsou vázány k atom. jádru elektrony **nejvíce vzdálené od jádra** – ty se snadno od atomu odpoutají a vznikají volné elektrony
- **Zákon zachování elektrického náboje:**
  - *V elektricky izolované soustavě těles je celkový elektrický náboj stálý.*
- Tělesa s el. nábojem **působí na jiná tělesa:**
  - 2 tělesa se **souhlasnými** náboji se **odpuzují**
  - 2 tělesa s **nesouhlasnými** náboji se **přitahují**
  - navzájem se **přitahuje** těleso **zelektrované** a **neelektrické**

## Coulombův zákon

- Bodový el. náboj – myšlený el. náboj soustředěný do 1 bodu, u něhož se projevují jen elektrické vlastnosti (obdoba HB v mechanice)
- **Coulombův zákon:**
  - *Dva bodové elektrické náboje v klidu se navzájem přitahují nebo odpuzují stejně velkými **elektrickými silami**  $F_e, -F_e$  opačného směru. Velikost **elektrické síly**  $F_e$  je přímo úměrná absolutní hodnotě součinu **nábojů**  $Q_1, Q_2$  a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich **vzdáleností**  $r$ .*

$$k = 1/(4\pi\epsilon\epsilon_r)$$

$$F_e = k*(|Q_1Q_2|/r^2)$$

- **k** - konstanta úměrnosti - závisí na vlastnostech prostředí, v němž náboje na sebe působí
- **$\epsilon$**  - permitivita vakua =  $8,854 * 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{N}^{-1}$
- **$\epsilon_r$**  - relativní permitivita prostředí, pro vakuum a vzduch je přibližně = 1

## Intenzita elektrického pole

- **Intenzitu elektrického pole  $E$**  v daném místě pole definujeme jako podíl **síly  $F_e$** , která působí na **kladný bodový náboj  $Q$** , a hodnoty tohoto náboje  **$Q$** .
  - $E = F_e/Q$
- Intenzita el. pole  **$E$**  má **stejný směr** jako **síla  $F_e$**
- Jednotka je **newton na coulomb ( $\text{N} \cdot \text{C}^{-1}$ )**
- **Velikost** intenzity el. pole se zmenšuje s druhou mocninou vzdálenosti od bodového náboje, který pole vytváří.
  - $E = F_e/Q = k*(|QQ|/r^2)*(1/Q) = k*(|Q|/r^2)$

## Siločáry

- **Elektrická siločára** je myšlená **orientovaná čára**, jejíž **tečna** určuje v každém místě pole **směr** jeho **intenzity  $E$** .
- **Vlastnosti:**
  - **spojité čáry**, které začínají na **kladném** a končí na **záporném** náboji (u osamocené náboje ubíhají do nekonečna)
  - navzájem se nikde **neprotínají**

- jsou **kolmé** k povrchu elektricky nabitého vodivého tělesa
- **Elektrické pole dvou nábojů**
  - nesouhlasných
  - souhlasných

#### Podle tvaru siločar rozlišujeme:

- **Homogenní** (stejnorodé) **elektrické pole**
  - vektor **intenzity E** ve všech místech el. pole stejný **směr** i **velikost**
- **Radiální elektrické pole**
  - v okolí **bodového náboje**
  - **intenzita E** má směr paprsků z náboje vystupujících (u kladného náboje - a) nebo do něho vstupujících (u záporného náboje - b)

## Elektrický potenciál

- skalár, značka  $\varphi$ , jednotka **volt** (V), kilovolt (kV) a milivolt (mV),  $1\text{V} = 1\text{J}\cdot\text{C}^{-1}$
- **Elektrický potenciál**  $\varphi_A$  v bodě A elektrického pole v okolí náboje **Q** definujeme jako podíl **práce W**, kterou vykonají síly elektrického pole při přemístování kladného **bodového náboje Q** z bodu A na zem, a tohoto náboje **Q**.
  - $\varphi = W/Q = kQ/r$
  - **r** - poloměr ekvipotenciální plochy
- Elektrické pole má v daném místě potenciál **1 volt**, jestliže síly elektrického pole vykonají při přemístění náboje **1 coulombu** z tohoto místa na zem (na uzemněné těleso) práci **1 joulu**.
- **Hladina potenciálu (ekvipotenciální plocha)**
  - plocha stejného potenciálu

- kolmo k ekv. plochám probíhají elektrické **siločáry**
- **Ekvipotenciální plocha**
  - radiálního el. pole
  - homogenního el. pole
- Je-li jedna **deska** nabita **kladně** a **druhá** je **uzeměná**, je hladina **nejvyššího potenciálu  $\varphi$**  na kladné desce a **hladina nulového potenciálu  $\varphi$**  na desce **uzeměné**.

## Elektrické napětí

- Elektrické napětí definujeme jako **rozdíl elektrických potenciálů** mezi dvěma body elektrického pole:  $U_{AB} = \varphi_B - \varphi_A$
- může být **kladné, záporné**, nebo **nulové**
- značka **U**, jednotka **V**, kV, mV
- **Voltmetr**
  - přístroj k měření el. napětí
  - značka
  - do obvodu se zapojuje **paralelně**
- $U = \varphi_A - \varphi_B = W/Q_0 = Ed$
- **Práce síly**, kterou působí na bodový náboj elektrostatické pole:
  - $W = F_e d = Q_0 Ed$
  - **d** - vzdálenost v metrech mezi deskami

## Vodič v elektrostatickém poli

- Vložíme-li do **pole zeлектроvaného tělesa** (např. kladně) izolovaný kovový **vodič**, dochází v něm působením el. sil pole k **pohybu volných elektronů** (elektrony se

záporným nábojem na **jednu stranu** - nabije se **záporně**; **nedostatek elektronů** na druhé straně - **kladný náboj**)

- rozmístění el. náboje **dočasné**, po oddálení zelektrovaného tělesa **zaniká**
- **Elektrostatická indukce**
  - jev, kdy vodič v el. poli má **nerovnoměrně rozložený náboj**, na který působí **síla**
- **Indukované náboje**
  - náboje vyvolané na koncích vodiče nesouhlasné a stejně velké
- Elektrostatickou indukcí lze nabít vodič **trvale**, a to vždy **nábojem nesouhlasným** k náboji **indukujícího tělesa**, pokud vodič **uzemníme** a vystavíme ho indukci, vodič se trvale nabije nábojem opačným k náboji indukovaného náboje
- **Rozdělením** vodiče na dvě části můžeme náboje od sebe **oddělit**

## Dielektrikum v elektrostatickém poli

- Vložíme-li do el. pole **izolant** (dielektrikum), dochází v něm k **posunutí elementárních nábojů uvnitř atomů** a molekul
- V atomu (molekule) vyvolává vnější el. pole **vzájemné posunutí jádra a obalu** ve směru **intenzity** pole => z atomu se vytvoří **elektrický dipól** - částice s **dvěma opačnými el. póly**
- **polarizace dielektrika** - při vložení izolantu do el. pole se vytvoří na **protilehlých koncích** izolantu navzájem opačné el. náboje
- **polární dielektrika** - molekuly tvoří dipóly samovolně, bez vnějšího el. pole
  - izolant se polarizuje až působením vnějšího el. pole
  - např. voda, amoniak
- **Polarizací dielektrika** vzniká **tenká vrstva záporných** (siločáry el. pole vstupují do dielektrika) a kladných (vystupují) **nábojů** - mezi nimi se vytváří **vnitřní el. pole o intenzitě  $E_i$**  opačného směru, než je **intenzita  $E$**  vnějšího pole
- **Výsledná intenzita  $E_v$**  má směr intenzity  **$E$**  vnějšího pole a velikost  **$E_v = E - E_i$**

- polarizací se intenzita vnějšího pole **zeslabuje**
- **Relativní permitivita prostředí** ( $\epsilon_r$ ) - udává, kolikrát je velikost intenzity výsledného menší než velikost intenzity pole vnějšího
- $\epsilon_r = E/E_v$ 
  - $\epsilon_r$  **vakua**  $\approx \epsilon_r$  **vzduchu**  $\approx 1$
  - ostatní prostředí  $\epsilon_r > 1$