

13) Elektrické pole

ELEKTRICKÝ NÁBOJ

- Kladný a záporný (bez náboje = neutrální)
- **Kladný** = nedostatek elektronů
- **Záporný** = nadbytek elektronů
- Vzájemným třením dvou těles se jedno těleso zelektruje kladně a druhé záporně
- Elektrické náboje na tělesech **vznikají přemístěním elektronů z jednoho tělesa na druhé**
- Elektrický náboj se projevuje přeskokem elektrické jiskry, silovým působením (přitahuje lehké částice jako kousky papíru, vlasy apod.) nebo svalovou křečí
- **Náboj** zelektrovaného tělesa je vždy **násobkem velikosti elementárního náboje** (elementární náboj odpovídá náboji 1 elektronu)
$$e = 1,602 \cdot 10^{-19}$$
- Jednotka el. náboje: coulomb (C)
- Náboj 1 C projde průřezem vodiče při proudu jednoho ampéru za jednu sekundu
- Velikost elektrického náboje můžeme měřit elektrometrem

ELEMENTÁRNÍ ELEKTRICKÝ NÁBOJ

- Nejmenší možný náboj, který lze v přírodě nalézt
- Elementární el. náboj má:
 - **PROTON** s kladným nábojem
 - **ELEKTRON** se záporným nábojem
- Protony a elektrony jsou v atomu v rovnováze (navenek se jeví jako elektricky neutrální)

VODIČE A IZOLANTY

- **Vodiče** – obsahují **volný el. náboj**, elektrony jsou **pohyblivé** → vedou el. proud
- **Izolanty** (dielektrika nebo nevodivé) neobsahují volný el. náboj, elektrony jsou pevně vázané na atomy → nevedou el. proud

ZÁKON ZACHOVÁNÍ ELEKTRICKÉHO NÁBOJE

= celkový elektrický náboj se v izolované soustavě těles nemění

COULOMBŮV ZÁKON

- Říká nám velikost **sil**, kterými na sebe **působí dva bodové náboje** (přitahují se / odpuzují se)
- Tělesa se souhlasným nábojem se **odpuzují**, s rozdílným se **přitahují**

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{|Q_1Q_2|}{r^2}$$

F_e elektrická síla
 ϵ (epsilon) permitivita prostředí (součin relativní permitivity a permitivity vakua, vyjadřuje el. vlastnost prostředí)

ϵ_0	permitivita vakua ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$)
ϵ_r	relativní permitivita (pro vakuum: $\epsilon_r = 1$, jinak: $\epsilon_r > 1$, čím je větší, tím menší je elektrická síla, kterou na sebe nabitá tělesa působí)
r	vzdálenost mezi náboji

ELEKTRICKÉ POLE A JEHO INTENZITA

- **Vzájemné působení elektrických** nábojů je zprostředkováno elektrickým polem
- **Intenzita** el. pole (vektorová veličina):

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

$$[\vec{E}] = \text{N} \cdot \text{C}^{-1}$$

- F_e je elektrická síla, kterou působí el. pole v daném místě na bodový náboj $Q \rightarrow$ intenzita el. pole charakterizuje el. pole v daném místě
- El. pole znázorňujeme pomocí siločar
- El. **siločáry** = myšlenkové čáry, jejíž tečna určuje v každém místě pole směr E
- Siločáry vystupují z **kladně** nabitých těles a **končí** v tělesech nabitých **záporně**
- Každým místem prostoru prochází právě jedna siločára
- **Radiální el. pole:** vektory intenzity míří jako **paprsky** k bodovému náboji nebo od něho
- **Homogenní el. pole:** mezi dvěma **rovnoběžnými deskami**, které nesou **stejně velké náboje opačného znaménka**
- Intenzita homogenního pole má v každém bodě stejný směr a velikost

PRÁCE (+ NAPĚTÍ) V EL. POLI

- Síly el. pole vykonávají práci při přemístění náboje Q z bodu A do bodu B:

$$W = U_{AB} \cdot Q$$

U_{AB} el. napětí mezi body A a B el. pole (jednotka: volt)

- Práce, po které se náboj Q přemístí z bodu A do bodu B, závisí pouze na poloze bodů A, B, nezávisí na trajektorii

ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ V HOMOGENNÍM POLI

$$E = \frac{U}{d}$$

U napětí mezi deskami

E velikost intenzity elektrického pole mezi deskami

d vzdálenost desek

- Jednotka: $[E] = \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

ELEKTRICKÝ POTENCIÁL (ϕ)

- Skalární veličina
- Podíl potenciální energie E_p bodového náboje v daném bodě a tohoto Q

$$\phi = \frac{E_p}{Q}$$

- **Napětí** mezi dvěma body elektrického pole = **rozdíl** jejich **potenciálů**:

$$U_{AB} = \phi_A - \phi_B$$

- Spojení míst se stejným potenciálem (stejnou potenciální energií) = **ekvipotenciální plochy**
- Ekvipotenciální plochy radiálního el. pole tvoří soustředné kruhové plochy
- Ekvipotenciální plochy homogenního pole jsou rovnoběžné s deskami

ROZLOŽENÍ NÁBOJE

- **Náboj** přivedený na izolované vodivé těleso se **rozloží pouze na jeho povrchu**
- Na tělese kulového tvaru je rozložen rovnoměrně
- Na nepravidelném tělese je nejvíce na hranách a hrotech
- **Intenzita** pole **uvnitř** vodivého tělesa je **nulová** (intenzity jednotlivých bodů se navzájem zruší)
- **Potenciál uvnitř** vodivého tělesa je **stejný jako na jeho povrchu**
- **Faradayova klec** – u kovového auta nebo letadla sídlí náboj jen na povrchu tělesa, uvnitř je 0 → ochrana před blesky

ELEKTROSTATICKÁ INDUKCE

- Umístíme-li do **el. pole** kovový vodič, **vznikne dočasně el. pole i v něm** a způsobí pohyb volných elektronů
- **Jedna strana vodiče se nabije kladně a druhá záporně**
- Na obou koncích vodiče se indukují el. náboj = **indukovaný náboj**
- Uvnitř vodiče je ve výsledku nulové el. pole
- Náboje indukované ve vodiči můžeme od sebe oddělit rozdělením vodiče na dvě části

POLARIZACE IZOLANTU

- Vložíme-li izolant do homogenního el. pole, dojde k polarizaci
- 2 typy polarizace:
 - ATOMOVÁ:**
 - V el. poli se jádra atomů, která mají kladný náboj, posouvají ve směru siločar (k záporné desce) a záporné elektronové obaly se deformují ve směru opačném
 - Z atomů a molekul se stávají el. dipóly
 - ORIENTAČNÍ:**
 - U látek s nerovnoměrným rozložením molekul **převládá na jedné straně kladný náboj a na druhé záporný náboj** (= polární dielektrika)
 - Tyto molekul jsou el. dipóly, ale jsou orientované různými směry, takže se náboj na neprojevuje
 - V el. poli se dipóly usměrňují, kladné póly se natáčí ve směru el. siločar
 - Indukované náboje na izolantu nelze oddělit (po rozříznutí se vše vrátí zpět a bude to neutrální)
 - Pole v dielektriku má menší intenzitu než pole, které ho vyvolalo
 - Relativní permeabilita určuje zeslabení velikosti intenzity E:

$$\epsilon_r = \frac{E_e}{E}$$

KAPACITA VODIČE

= schopnost vodiče **hromadit** na sobě **el. náboj**

= míra úměrnosti náboje nahromaděného na vodiči na jeho potenciálu

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

- Jednotka: F (farad) = C × V⁻¹
- Kapacita osamělého vodiče je velmi malá, proto se využívají kondenzátory

KONDENZÁTOR

- Vhodně **upravený vodič** tak, aby měl **velkou kapacitu**
- Kondenzátor se díky schopnosti hromadit na sobě náboj může stát krátkodobým zdrojem proudu
- **Deskový kondenzátor** – navzájem izolované rovnoběžné desky, nevodivé prostředí mezi deskami tvoří dielektrikum (to je např. vzduch)

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d}$$

- Paralelní zapojení kondenzátorů: $C = C_1 + C_2 + C_3$
- Sériové zapojení kondenzátorů: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
- El. energie kondenzátoru (E_{el}) = energie el. pole mezi deskami kondenzátoru:

$$E_e = \frac{1}{2} UQ = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C U^2$$

U	napětí mezi deskami kondenzátoru
Q	náboj na kondenzátoru
C	kapacita kondenzátoru