

Obsah

16 Elektrické pole	1
16.1 Elektrický náboj	1
16.2 Coulombův zákon	1
16.3 Intenzita el. pole	2
16.3.1 Tvar elektrické pole	2
16.4 Elektrický potenciál	2
16.4.1 Elektrické napětí	3
16.5 Práce v el. poli	3
16.6 Elektrická kapacita	3
16.6.1 Kondenzátor	3
16.7 Látky v elektrickém poli	4
16.7.1 Vodiče	4
16.7.2 Izolanty	4

16 Elektrické pole

16.1 Elektrický náboj

- schopnost hmoty působit elektrickou silou a vytvářet elektromagnetické pole
- skalární veličina
- značka Q , $[Q] = C$ (Coulomb), $C = As$ (Ampérsekunda)
 - $Q > 0$ – kladný náboj – protony
 - $Q = 0$ – neutrální nábor – neutrony
 - $Q < 0$ – záporný náboj – elektrony - možnost definovat jako

$$\Delta Q = \int i(t) dt$$

- $i(t)$ – okamžitý proud v čase
- platí zákon zachování elektrického náboje
- kvantovaný – hodnota vždy násobek elementárního náboje $e = 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- možnost používat analogii s hmotností v klasické mechanice
- přitahování těles s různým nábojem, odpuzování těles se stejným nábojem

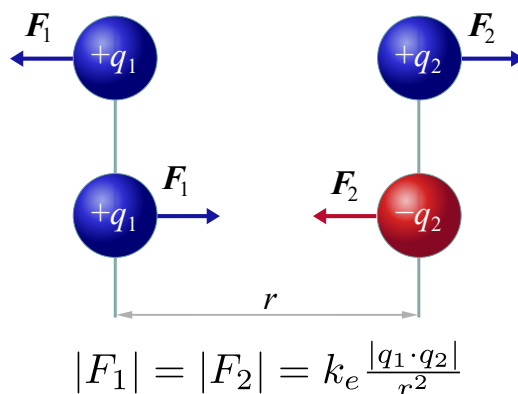
16.2 Coulombův zákon

- zákon kvantitativně určující elektrickou sílu F_{el} mezi elektricky nabitými tělesy
- elektrická síla je přímo závislá na nábojích obou těles a nepřímo úměrná kvadrátu jejich vzdálenosti

$$|\mathbf{F}_{\text{el}}| = k_e \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow |\mathbf{F}_{\text{el}}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

- $k_e = 8,988 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ – Coulombova konstanta – pro vakuum ($\epsilon_r = 1$)
- q_1 a q_2 – hodnoty nábojů
 - * souhlasné znaménko – síla působí směrem od druhého tělesa
 - * opačné znaménko – síla působí k druhému tělesu
- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$ – permitivita vakua
- ϵ_r – relativní permitivita prostředí, bezrozměrná veličina
- vektorová forma

$$\mathbf{F}_{\text{el}} = k_e \frac{q_1 q_2 \mathbf{r}}{r^3}$$



Obr. 16.1: Coulombův zákon u nábojů

16.3 Intenzita el. pole

- značka E , $[E] = \text{N} \cdot \text{C}^{-1} = \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
- vektorová veličina popisující elektrické pole
- síla vztažena na jednotku náboje
- v klasické mechanice lze přirovnat ke gravitačnímu zrychlení
- výpočet

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{Q} \text{ nebo } E = \frac{U}{l}$$

- U – napětí zdroje
- l – délka vodiče

16.3.1 Tvar elektrické pole

- znázorněn pomocí siločar – spojují stejné \mathbf{E}
 - směr z kladného do záporného náboje
- speciální případy
 - radiální pole – okolo jednoho náboje, sbíhání siločar do jednoho bodu
 - homogenní pole – mezi nabitými deskami, rovné siločáry, pole všude stejné

16.4 Elektrický potenciál

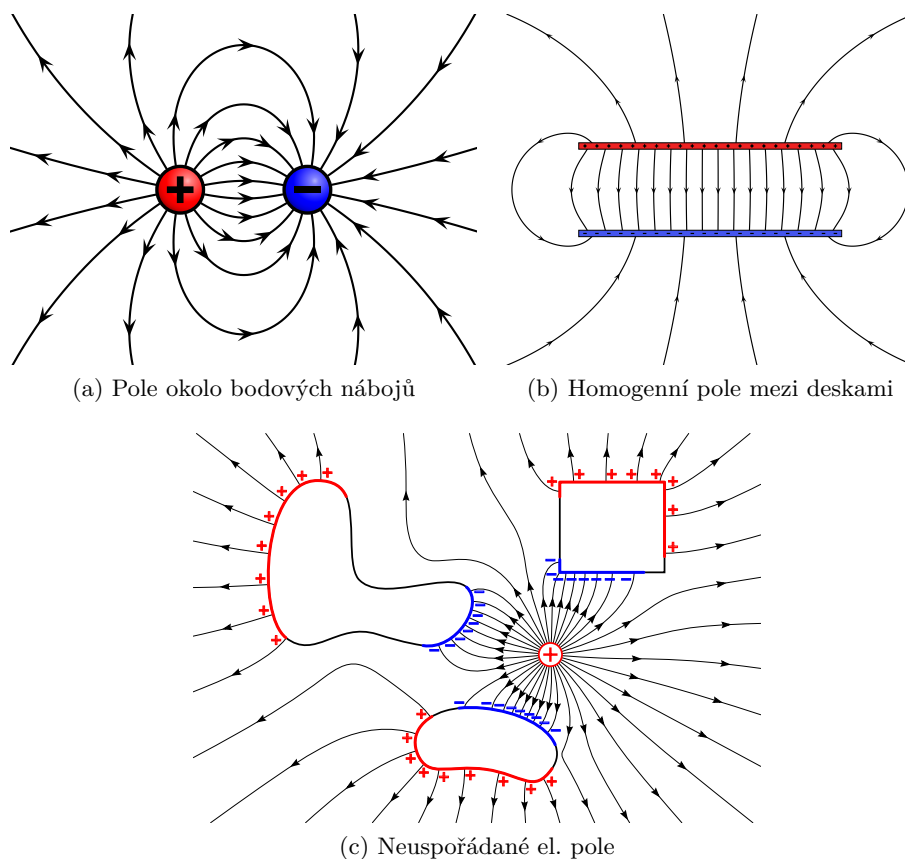
- potenciální energie jednotkového náboje v el. poli

$$\varphi = \frac{E_p}{Q} = \frac{W}{Q}$$

- značka φ , $[\varphi] = \text{V}$ (volt)
- zvětšování E_p v protisměru F_{el}
- možno přirovnat ke gravitačnímu potenciálu
- místa vodivě spojitá mají stejný potenciál

16.4.1 Elektrické napětí

- značka U , $[U] = \text{V}$
- rozdíl potenciálů mezi dvěma body
- $U = \Delta\varphi$



Obr. 16.2: Různé příklady siločar elektrického pole

16.5 Práce v el. poli

- pole působí silou na náboj \rightarrow náboj se pohybuje \rightarrow pole koná práci
- výpočet

$$dW = F \cdot ds \rightarrow W = Fs$$

- změna potenciální energie = práce

$$W = Fs = EQs = UQ$$

$$W = \Delta E_p = \Delta \varphi Q = UQ$$

16.6 Elektrická kapacita

- schopnost vodiče uložit elektrický náboj
- značka C , $[C] = F$ (farad)

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

- množství náboje na jednotku elektrické potenciálu

16.6.1 Kondenzátor

- elektrická součástka uchovávající náboj
- tvořen dvěma vodivými nabitými deskami
 - 1. deska – φ_1 , 2. deska – φ_2
 - napětí – $\varphi_2 - \varphi_1 = U$
 - průměrný potenciál v poli – $\varphi = \frac{U}{2}$
- desky odděleny dielektrikem (izolantem)

- energie kondenzátoru

$$W = \varphi Q, \varphi = \frac{U}{2}, Q = CU \Rightarrow W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2$$

Zapojení

Sériové

- různá napětí na kondenzátorech, sčítají se
- nabíjení a vybíjení stejným proudem
- celková kapacity

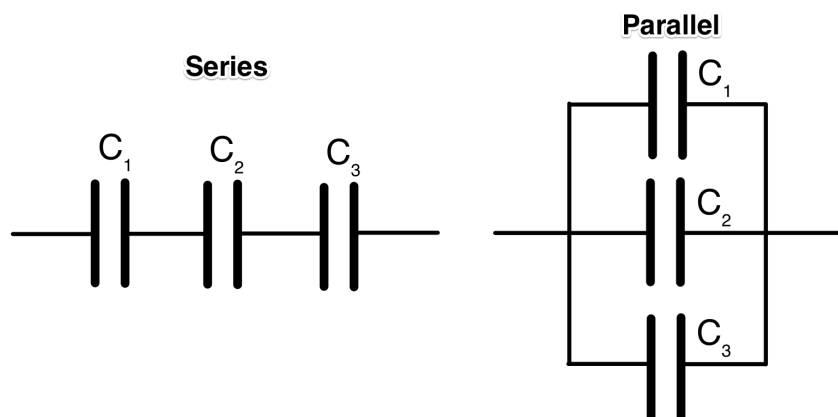
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Paralelní

- zvětšení plochy desek
- sčítání kapacit

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

- potenciály na obou stranách stejné $\rightarrow U = \text{konst}$
- na kondenzátorech dílčí proudy
- dílčí proudy se sčítají $- I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$



Obr. 16.3: Sériové a paralelní zapojení kondenzátorů

Využití

- uložení energie na rychlé využití – blesk fotoaparátu, defibrilátor
- stabilizace napětí, vyhlazení napěťových špiček
- odstranění stejnosměrné složky elektrického proudu
- počítačová paměť, časovače

16.7 Látky v elektrickém poli

16.7.1 Vodiče

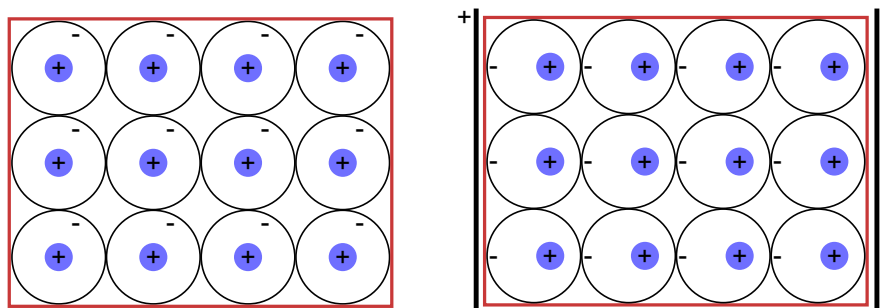
- elektrické pole E přesouvá elektrony ve vodiči
- na koncích se akumulují elektrony \rightarrow indukuje se náboj \rightarrow elektromagnetická indukce
- vodič součástí uzavřeného obvodu \rightarrow indukuje se elektrický proud

16.7.2 Izolanty

- nemají volné částice s nábojem, nevedou proud

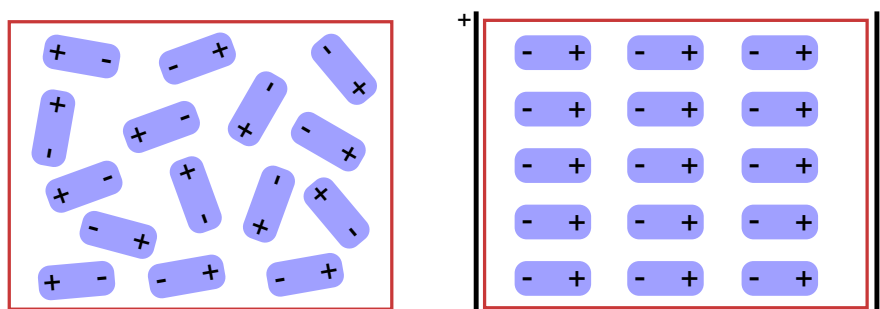
Polarizace dielektrika

- dielektrikum – izolant se schopností polarizace
- vložení dielektrika do elektrického pole
- polarita opačná polaritě vnějšího el. pole
- působením el. sil se náboj atomu/molekuly přesune na jednu stranu (jádra na jednu stranu, elektrony na druhou) – atomová polarizace



Obr. 16.4: Atomová polarizace dielektrika

- atomy/molekuly s elektrickými dipóly se natočí ve směru E – orientační polarizace



Obr. 16.5: Orientační polarizace