

Otázka: Elektrické pole

Předmět: Fyzika

Přidal(a): sarka-zachova

Elektrostatika

- zabývá se působením elektrických sil na elektricky nabitá tělesa, která jsou ve zvolené vztažné soustavě v relativním klidu
- neuvažujeme, že by se působením el. sil např. částice s elektrickým nábojem pohybovaly a vytvářely elektrický proud
- elektrické pole se nachází kolem zeledrovaných těles

Elektrický náboj Q

- řec. elektron=jantar
- fyzikální veličina, $[Q]=C$ (coulomb)=A·s (ampér krát sekunda)
- elektrický náboj je kvantový (záporný X kladný)
- tělesa se souhlasným nábojem se odpuzují, s rozdílným se přitahují
- zákon zachování elektrického náboje: *Celkový elektrický náboj se v izolované soustavě nemění.*
- hmotnost elektronu: $m_0 = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
- elementární náboj (e)
 - kladný náboj protonu, nebo záporný náboj elektronu
 - $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
- každý jiný náboj tělesa je celistvým násobkem elektrického náboje
- kladný a záporný iont (odezdání nebo přijmutí volného elektronu)
- izolanty - elektrony pevně vázané na atomy
- vodiče - elektrony pohyblivé (elektronový plyn v kovech)

Coulombův zákon

- elektrická síla F_e (vektor má směr od kladného náboje k zápornému)
- bodový elektrický náboj – těleso s nepatrnými rozměry, který nese elektrický náboj Q

Dva bodové elektrické náboje a se navzájem přitahují nebo odpuzují stejně velkými elektrickými silami, – (opačného směru). Velikost každé síly je přímo úměrná absolutní hodnotě součinu nábojů a a je nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdáleností r .

- $F_e = k (Q_1 Q_2)/r^2$
 - k...konstanta; $k = 1/(4\pi\epsilon)$
 - pro vakuum a vzduch je $k \doteq 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$
- elektrická síla se s rostoucí vzdáleností rychle zmenšuje
 - $F_e = 1/r^2$
- permitivita prostředí ϵ (epsilon)
 - charakterizuje prostředí, v němž působí elektrické síly
 - $-\epsilon = \dots$ součin relativní permitivity a permitivity vakua
 - $-\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
- relativní permitivita ϵ_r
 - bezrozměrová látková konstanta
 - čím větší je, tím menší je elektrická síla, kterou na sebe nabitá tělesa působí
 - kolikrát je permitivita nějakého prostředí větší než permitivita vakua
 - pro vakuum je
 - $\epsilon_r = 1$
- dielektrikum-izolující látkové prostředí

Intenzita E

- charakteristika elektrického pole (kolem každého nabitého tělesa je elektrické pole)
- vektor
- podíl elektrické síly, která by v daném bodě působila na kladný bodový náboj, a toho

náboje

- $[E] = \text{N} \cdot \text{C}^{-1}$ (newton na coulomb) $= \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ (volt na metr) -více užíváno v praxi
- vektor \mathbf{E} má stejný směr jako (od kladného náboje k zápornému)
- $E = (F_e/q) = (1/(4\pi\epsilon_0)) * (Q/r^2)$
- elektrické pole znázorňujeme pomocí elektrických siločar
 - myšlenková čára, jejíž tečna určuje v každém místě pole směr \mathbf{E}
- radiální elektrické pole-vektor intenzity paprskovitě od náboje, s rostoucí vzdáleností se zmenšuje
- homogenní elektrické pole-vektor intenzity má všude stejný směr a velikost (např. mezi nabitými deskami)

Potenciál φ

- skalár
- podíl potenciální energie bodového náboje v určitém místě elektrického pole a toho náboje
- E_p určujeme vzhledem k místu, kde je tato energie nulová
- $[\varphi] = \text{V}$ (volt)
- potenciál v radiálním poli:

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

- práce potřebná k přenesení elementárního náboje z daného místa do místa s nulovým potenciálem (nekonečno, nebo místo vodivě spojené se zemí)
- práce v homogenním elektrickém poli: (přemístíme-li náboj Q z místa A do místa B)
 - $W = U_q = F_e d = Eqd$
- napětí mezi dvěma body je rozdíl potenciálů:
 - $U_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B)$
- napětí mezi vodivými deskami:
 - $U = W/Q = Ed$
 - d...vzdálenost mezi deskami
 - E...intenzita pole mezi deskami
- ekvipotenciální plocha-množina bodů v elektrickém poli se stejnou potenciální energií

- kolmé k siločárám

Pole kolem nabitě vodivé koule

- plošná hustota náboje σ (sigma)
- $\sigma = (\Delta Q)/\Delta S = (Q/4\pi r^2)$
- u nepravidelných těles se náboj soustřeďuje v hrotech a hranách
- v okolí nabitě koule o poloměru R vzniká stejné radiální pole, jako kdyby byl náboj soustředěn v jejím středu
- velikost intenzity vně koule (1)
- intenzita na povrchu koule (2)
- intenzita uvnitř koule je nulová, potenciál je proto stejný jako na povrchu (3)

$$(1) \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$(2) \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{R^2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon_r}$$

$$(3) \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{R}$$

Vodič v elektrickém poli

elektrostatická indukce

- když vložíme kovový vodič do elektrického pole, vznikne dočasně elektrické pole i uvnitř vodiče
 - způsobí pohyb volných elektronů, které se hromadí na povrchu vodiče
- náboje indukované ve vodiči můžeme od sebe oddělit rozdělením vodiče na dvě části
- pole se skládají, intenzity se vruší
 - Faradayova klec – náboj soustředěn pouze na povrchu (používá se k ochraně před elektrickým polem)

Izolant v elektrickém poli

- izolanty = dielektrika
- z atomů a molekul se stávají elektrické dipóly → atomová polarizace dielektrika
- dipóly se usměrňují → orientační polarizace dielektrika
- na povrchu vzniká tenká vrstva kladných/záporných nábojů, nelze je ale oddělit
- relativní permitivita dielektrika:
 - $E_r = (E_0)/(E) > 1$
- výsledná intenzita pole (**E**) je menší, než jeho intenzita bez dielektrika (**E**)

Kondenzátor

- slouží k uložení elektrického náboje a k jako dočasný zdroj
- kapacita vodiče C
 - $C = Q/\varphi = Q/U$
 - skalár
 - $[C] = F$ (farad)
 - vyjadřuje schopnost vodiče pojmout při dané hodnotě potenciálu určitý náboj Q
 - určuje, jak velký náboj musíme na vodič vložit, aby se jeho potenciál (napětí) zvětšil o 1 V
 - závisí na tvaru a rozměrech vodiče, na prostředí, v němž se vodič nachází
 - náboj na povrchu osamocené vodiče je přímo úměrný jeho potenciálu: $Q=C\varphi$
 - kapacita osamocené vodiče je velmi malá
- deskový kondenzátor
 - soustava navzájem izolovaných rovnoběžných desek, nevodivé prostředí mezi deskami tvoří dielektrikum
 - náboje na deskách kondenzátoru jsou přímo úměrné napětí mezi deskami: $Q=CU$
 - kapacita: $C = \epsilon(S/d)$
 - S...obsah účinné plochy desek
 - d...vzájemná vzdálenost desek
 - ϵ ...permitivita prostředí mezi deskami
 - elektrické pole nabitého kondenzátoru má energii:
 - při nabíjení a vybíjení kondenzátoru se koná práce:
 - $E_e = W = (1/2)CU^2$
 - spojování kondenzátorů

- paralelní zapojení: $C = C_1 + C_2 + C_3$
- sériové zapojení: $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$