

# Coulombův zákon a permitivita prostředí

**Coulombův zákon** popisuje sílu  $F$ , kterou na sebe působí dva bodové náboje  $Q_1$  a  $Q_2$  ležící ve vzdálenosti  $r$ . Tato síla je odpuzivá, pokud mají náboje stejné znaménko, v případě nábojů s odlišným znaménkem náboje je tato síla přitažlivá. Matematicky je Coulombův zákon vyjádřen následovně:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Konstanta  $\epsilon$  se nazývá **permitivita**. Permitivita vakua se značí  $\epsilon_0$  a její velikost je  $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ .

Slovně lze Coulombův zákon formulovat tak, že síla, kterou na sebe působí dvě elektricky nabité částice, je přímo úměrná součinu jejich nábojů a nepřímo úměrná kvadrátu jejich vzdálenosti.

Při vložení libovolné látky do elektrického pole začne na elektricky nabitě částice v této látce obsažené působit síla. Pokud je látka **vodičem**, tedy pokud obsahuje volné nosiče náboje, doputují tyto až na povrch tělesa. Mezi náboji na povrchu tělesa se objeví elektrické pole, které působí proti vnějšímu elektrickému poli. V případě ideálního vodiče se pohyb nábojů zastaví až v situaci, kdy takto indukované elektrické pole dosáhne stejné velikosti jako vnější elektrické pole, ovšem opačné orientace. Tento jev v praxi znamená mimo jiné to, že v dutině ze všech stran obklopené vodivým prostředím bude v ustáleném stavu nulové elektrické pole. Tomuto uspořádání se říká Faradayova klec a v praxi se využívá vždy, když potřebujeme dokonale odstínit vnější elektrická pole.

Pokud je do vnějšího elektrického pole vloženo ideální dielektrikum, tedy látku bez volných nosičů elektrického náboje, je situace poněkud komplikovanější. Dielektrikum sice neobsahuje volné nosiče náboje, ovšem jeho molekuly mohou být polární již ze své podstaty (např. řada organických polymerů) nebo se mohou částečně polarizovat "deformací" elektronového obalu vlivem vnějšího elektrického pole (např. vzácné plyny). V obou případech získávají částice dielektrika dipólový moment orientovaný proti vnějšímu elektrickému poli. Makroskopicky se dipólové momenty jednotlivých částic dielektrika projevují jako vektor dipólové polarizace  $\mathbf{P}$ , který má v případě izotropního<sup>[pozn. 1]</sup> dielektrika směr opačný směru intenzity vnějšího elektrického pole  $\mathbf{E}$ . V případě, že se dielektrikum chová lineárně, což je za nepřilíš velkých vnějších intenzit obvykle splněno, je hodnota polarizace násobkem intenzity elektrického pole. Protože je polarizace vnějším projevem existence dipólů v dielektriku orientovaných proti vnějšímu elektrickému poli, vlastně zeslabuje vnější elektrické pole a uvnitř dielektrika bude intenzita elektrického pole nižší.

Číselně se tato změna zachytí změnou permitivity prostředí  $\epsilon$ . Tabelována je obvykle relativní permitivita  $\epsilon_r$ , ze které se permitivita vypočítá jednoduše tak, že se vynásobí permitivitou vakua:

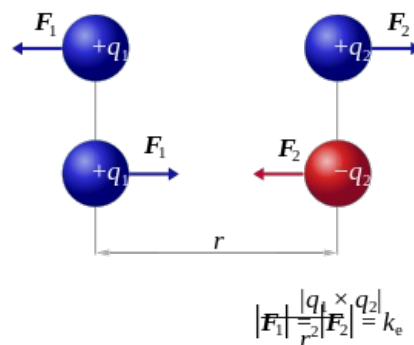
$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

Hodnota relativní permitivity je ve všech prostředích větší než jedna, příklady několika hodnot jsou uvedeny v následující tabulce:

látká	$\epsilon_r$
vzduch	1,00054
papír	3,5
sklo	7,6
voda	80

Vysoká hodnota permitivity vody je jednou z příčin toho, že voda je velmi dobré rozpouštědlo iontových krystalů. V prostředí s relativní permitivitou 80 jsou opačně nabitě ionty vázány silou zhruba 80× nižší než ve vzduchu, snáze tedy opouštějí krystal.

V případě, že je dielektrikum vloženo do střídavého elektrického pole, chová se podstatně složitěji, například permitivita závisí na frekvenci a při matematickém popisu je nutné přejít ke komplexním číslům. Na druhé straně chování permitivity je do jisté míry určeno chemickým složením prostředí, takže ze znalosti tzv. dielektrického spektra (též impedančního spektra – podle způsobu měření) lze právě na chemické složení neznámého prostředí usuzovat. V medicíně je takový přístup teoretickým základem bioimpedanční analýzy používané např. při měření hydratace (víceméně experimentální postup) nebo při odhadu množství tělesného tuku.



Vzájemné působení nábojů

## Odkazy

## Poznámky pod čarou

1. Izotropní znamená, že má ve všech směrech stejné vlastnosti. Tato zdánlivě přirozená vlastnost je porušena např. u krystalů. Z každodenní zkušenosti se jako anizotropní (tedy ne-izotropní) chová například každá silnice, zatímco podélně je jízda obvykle možná, ve směru na osu silnice kolmém je velmi problematická.

## Zdroje

- KUBATOVA, Senta. *Biofot* [online]. [cit. 2011-01-31]. <<https://uloz.to/!CM6zAi6z/biofot-doc>>.
- SEDLÁK, Bedřich a Ivan ŠTOLL. *Elektřina a magnetismus*. 1. vydání. Praha : Academia a Karolinum, 1993. ISBN 80-200-0172-7.
- SVOBODA, Emanuel, et al. *Přehled středoškolské fyziky*. 3. vydání. Praha : Pometheus, 1996. ISBN 80-7196-116-7.

## Externí odkazy

- Český překlad kurzu *Elektřina a magnetismus* z MIT: [1] (<https://www.aldebaran.cz/elmg/>)