

# Elektrický dipól

**Elektrický dipól** je soustava dvou nábojů stejné velikosti  $Q$  a opačného znaménka ve fixní vzdálenosti určené vzájemným polohovým vektorem  $\mathbf{d}$  orientovaným od záporného náboje  $Q^-$  ke kladnému náboji  $Q^+$ .

## Dipólový moment

K matematickému vyjádření elektrického dipólu se používá vektorová veličina dipólový moment  $\mathbf{p}$ . Pro dvojici stejně velkých nábojů s opačným znaménkem  $Q^-$  a  $Q^+$  se vzájemným polohovým vektorem  $\mathbf{d}$  je dipólový moment určen následovně:

$$\mathbf{p} = Q\mathbf{d}$$

Pokud lze považovat vzdálenost nábojů dipólu za malou, bude pro intenzitu elektrického pole  $\mathbf{E}$  ve vzdálenosti  $r$  od středu dipólu s dipólovým momentem  $\mathbf{p}$  platit vztah:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3(\mathbf{p} \cdot \mathbf{r})\mathbf{r}}{r^5} - \frac{\mathbf{p}}{r^3} \right)$$

Intenzita elektrického pole dipólu klesá se vzdáleností od dipólu zhruba s třetí mocninou vzdálenosti, zatímco v případě náboje pouze s druhou mocninou. Tento fakt má velký význam při studiu interakcí atomů a molekul.

## Multipólový rozvoj

Při studiu elektrického pole soustavy nábojů nebo nabitého tělesa může být někdy výhodné si obecný popis pole převést na jiné vyjádření. Pole je studováno jako příspěvek bodového náboje, elektrického dipólu, elektrického kvadrupólu a případně i dalších členů. Je třeba zdůraznit, že jde o matematické operace, které mohou zjednodušit výpočet, protože čím vyšší prvek, tím rychleji klesá jeho příspěvek se vzdáleností.

Pro ilustraci lze uvést to, že ion v roztoku lze obvykle pokládat za bodový náboj, tedy při popisu jeho pole lze zanedbat dipólový moment a momenty vyšší. Pokud ale studujeme ne vazebné chemické interakce, je již třeba brát v úvahu dipólový moment atomů a molekul.

## Elektrický dipól buněk

Buňka jako složitý systém s nerovnoměrně rozloženými elektrickými náboji v elektricky **nabitých makromolekulách**, v některých kompartmentech a zejména na buněčné membráně má vlastní elektrické pole, které má i významný dipólový moment. Při procesech spojených s pohybem elektrického náboje, tedy například v průběhu akčního potenciálu, se dipólový moment buňky mění. V okolí takové aktivní buňky je **časově proměnné** elektrické pole.

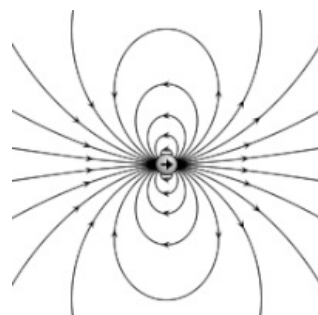
Elektrické pole jedné buňky je sice poměrně **slabé**, ale v případě synchronizované aktivity v tkáních a orgánech může být elektrické pole měřitelné makroskopickými metodami. Zejména časové změny v rozložení elektrického pole kolem příslušného orgánu mohou obsahovat diagnosticky cenné informace.

Elektrické pole srdce si lze představit jako výsledek sumace elektrického pole jednotlivých kardiomyocytů. Protože je aktivita kardiomyocytů synchronizována, je časově proměnné i elektrické pole celého srdce. Spíše pomyslně, než že by bylo možné takovou úlohu skutečně řešit, lze provést multipólový rozvoj elektrického pole srdce. Velký význam má **dipólový moment** srdce. Tento vektor v průběhu srdečního cyklu mění svoji velikost a zejména svůj směr. Měření časového vývoje dipólového momentu, tzv. vektorkardiografie, se v praxi příliš neujalo. Na druhou stranu měření průmětu tohoto vektoru do jasně definovaných bodů je jako elektrokardiografie jednou ze základních diagnostických metod.

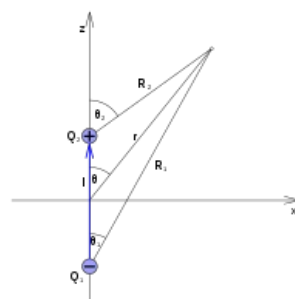
Podobným způsobem se objevuje i časově proměnné elektrické pole kolem mozku, svalů nebo nervů. I zde je měřeno pro diagnostické potřeby, obvykle jde o metody poměrně specializované.

## Zdroje

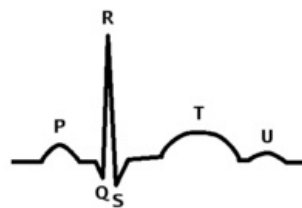
- Wikipedie. *Elektrický dipól* [online]. [cit. 2013-06-12]. <[https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD\\_dip%C3%B3l](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_dip%C3%B3l)>.
- RAIDA, Zbyněk, et al. *Elektromagnetické vlny. Mikrovlnná technika. : Slovník pojmů: Elementární elektrický dipól* [online]. [cit. 2013-06-12]. <<http://www.urel.feec.vutbr.cz/~raida/multimedia/index.php>>.



Elektrické pole v okolí dipólu.



Vzdálenost od dipólu.



EKG křivka jako příklad časové změny rozdílu elektrických potenciálů ve dvou definovaných bodech kolem srdce.

nav=def&src=elementarni\_elektricky\_dipol&bck=2-1-B>.

- MFF UK v Praze. *Základní kurz fyziky pro distanční studium na MFF : Elektrický dipól* [online]. [cit. 2013-06-12]. <[https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz\\_fyziky\\_pro\\_DS/display.php/elmag/1\\_3](https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/elmag/1_3)>.
- HOBBIÉ, Russel K. a Bradley J. ROTH. *Intermediate Physics for Medicine and Biology*. 4. vydání. Springer, 2007. 616 s. ISBN 978-0387309422.
- KITTNAR, Otomar, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 800 s. ISBN 978-80-247-3068-4.