

Potenciál

Potenciál obecně

Potenciál je skalární veličina vyjadřující schopnost určitého fyzikálního pole působit na hmotné body, popřípadě náboje v něm umístěné.

Hodnota potenciálu je relativní, vztahuje se k určitému místu se zvoleným nulovým potenciálem (např. u elektrického pole je za nulový potenciál obvykle zvolena zem, u gravitačního pole je nulový potenciál v nekonečnu, u termodynamických potenciálů v rovnovážném stavu soustavy).

Konzervativní fyzikální pole

Konzervativní pole je fyzikální pole $\mathbf{E}(x, y, z)$ vektorového charakteru určité síly, pro které existuje skalární funkce – potenciál – splňující vztah $d\varphi = -\vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$. (Skalární součin, \vec{r} je polohový vektor určující dané místo v prostoru) Obráceně, velikost intenzity fyzikálního pole lze určit pomocí gradientu potenciálu: $\mathbf{E}(\vec{r}) = -\text{grad}\varphi(\vec{r})$. Konzervativní fyzikální pole lze tedy v každém jeho bodě charakterizovat skalárním potenciálem φ , který má v každém bodě určitou číselnou hodnotu. Díky zavedení potenciálu lze vektorové pole popisovat skalární veličinou.

Potenciální energie

Potenciální, čili polohová energie je energie, kterou má každé těleso nacházející se v potenciálovém poli určité síly.

Změna potenciální energie je definována jako $\Delta E = E_2 - E_1$, kde E_2 a E_1 jsou potenciální energie příslušící původní a výsledné poloze v potenciálovém poli. Pokud tato změna proběhla po směru potenciálového gradientu, potenciální energie se snížila a soustava podle zákona zachování energie vykonala práci $-W = \Delta E > 0$. Pokud se poloha změnila proti směru gradientu, potenciální energie se zvýšila a soustavě musela být dodána vnější silou energie o velikosti ΔE .

Velikost změny potenciální energie nezáleží na způsobu, kterým se soustava dostala ze stavu výchozího do stavu konečného, pouze na hodnotě počáteční a výsledné potenciální energie. Z toho vyplývá, že hodnota výsledné změny potenciální energie při kruhovém ději je nulová.

Potenciální energie je, stejně jako potenciál, relativní a vztahuje se k určitému zvolenému bodu s nulovou potenciální energií. Může tedy také nabývat kladných i záporných hodnot.

Druhy potenciálů

Podle druhu potenciálového pole rozlišujeme hned několik druhů potenciálů.

Elektrický potenciál

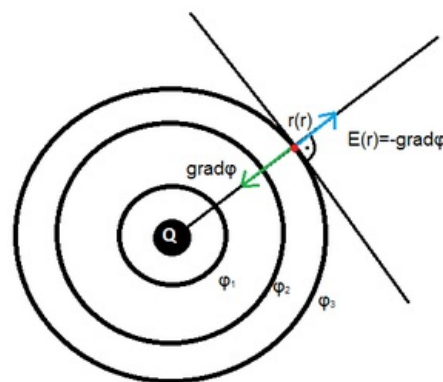
Elektrický potenciál je skalární veličina popisující potenciální energii jednotkového náboje v neměnném konzervativním elektrickém poli. Je definován jako množství energie potřebné k přenesení náboje z daného bodu, do bodu s nulovým potenciálem. Jako bod s nulovým potenciálem se obvykle volí povrch Země.

Elektrický potenciál se značí φ , jeho jednotkou je $[\varphi] = \text{V}$.

Hodnotu elektrického potenciálu lze vypočítat:

- $\varphi = \frac{W}{Q}$, kde W je práce potřebná k přenesení náboje Q .
- V poli bodového náboje Q pro potenciál platí vztah $\varphi = k \frac{Q}{r}$, kde k je konstanta závislá na permitivitě prostředí, Q velikost náboje vyvolávajícího elektrické pole a r vzdálenost od něj.
- Diferenciální nárůst elektrického potenciálu lze spočítat jako $d\varphi = -\vec{E} \cdot d\vec{r}$.
- Intenzita elektrického pole je záporným gradientem elektrického potenciálu $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$.

Z biofyzikálního hlediska má elektrický potenciál zásadní význam jakožto složka elektrochemického potenciálu protonů v dýchacím řetězci, či jako složka klidového membránového potenciálu a akčního potenciálu.



Elektrické pole bodového náboje: φ_1 , φ_2 a φ_3 představují jednotlivé ekvipotenciální hladiny, červený bod bod $\mathbf{r}(\mathbf{r})$ na určité ekvipotenciální hladině. Zelená šipka znázorňuje vektor gradientu potenciálu v bodě \mathbf{r} , modrá šipka opačného směru vektor intenzity elektrického pole. Oba vektory, stejně jako siločára elektrického pole, jsou kolmé na ekvipotenciální linii.

Skalární magnetický potenciál

Statické magnetické pole, tj. pole vytvářené nepohyblivým se permanentním magnetem, nebo vodičem s konstantním proudem lze označit za pole potenciálové a přiřadit mu skalární potenciál. Jeho jednotkou je $[\varphi] = \text{A}$. Jeho velikost lze vypočítat:

- V případě vodiče s konstantním proudem $\varphi = I \frac{\Omega}{4\pi}$, kde I je proud protékající vodičem a Ω prostorový úhel, pod kterým je vodič vidět z daného bodu.
- V případě permanentního magnetu se magnetický potenciál vypočítá jako $\varphi = \frac{\vec{m} \cdot \vec{r}}{4\pi r^3}$, kde \vec{m} je vektor magnetického momentu, \vec{r} polohový vektor bodu v magnetickém poli a r vzdálenost od dipólu.
- Diferenciální nárůst magnetického potenciálu lze spočítat jako $d\varphi = -\vec{H} \cdot d\vec{r}$.
- Intenzita magnetického pole je záporným gradientem skalárního magnetického potenciálu $\vec{H} = -\text{grad. } \varphi$, respektive $\vec{B} = -\mu \text{grad. } \varphi$, kde μ představuje permeabilitu prostředí.

Proměnlivé magnetické pole není konzervativní a proto je popsáno vektorovým potenciálem.

Gravitační potenciál

Gravitační potenciál je skalární veličina popisující potenciální energii tělesa o jednotkové hmotnosti v gravitačním poli ostatních těles. Jelikož je dosah gravitační síly nekonečný, je bod s nulovým potenciálem zvolen v nekonečnu, a proto je hodnota gravitačního potenciálu záporná.

Gravitační potenciál se značí ϕ , jeho jednotkou je $[\phi] = \text{J kg}^{-1}$, respektive $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$. Velikost lze vypočítat:

- V gravitačním poli hmotného bodu nebo kulovitěho tělesa vztahem $\phi = -\kappa \frac{M}{r}$, kde κ je gravitační konstanta, M je hmotnost tělesa a r vzdálenost od něj.
- V homogenním gravitačním poli vztahem $\phi = Kh$, kde K je velikost vektoru intenzity gravitačního pole (odpovídá gravitačnímu zrychlení v daném místě) země a h výška nad povrchem Země.
- Diferenciální nárůst gravitačního potenciálu lze spočítat jako $d\phi = -\vec{K} \cdot d\vec{r}$.
- Intenzita gravitačního pole je záporným gradientem gravitačního potenciálu $\vec{K} = -\text{grad. } \phi$.

Termodynamické potenciály

Termodynamické potenciály jsou veličiny s rozměrem energie využívané především v termodynamických a chemických výpočtech k ustanovení podmínek dynamické rovnováhy reakcí. Jednotlivé potenciály se mezi sebou liší svými přirozenými proměnnými, proto je každá vhodná pro výpočty při reakcích probíhajících v různých podmínkách.

Název termodynamické potenciály je užíván jako analogie k potenciálům silových polí, jelikož pomocí nich lze určit důležité veličiny (stavové veličiny, tepelné kapacity,...) daných soustav. Mají také formálně stejné vlastnosti jako potenciální energie.

- Závisí pouze na poloze (prostoru).
- Existuje jejich úplný diferenciál.
- Velikost jejich změny nezáleží na způsobu, pouze na počátečním a výsledném stavu.
- Při kruhovém ději je jejich změna nulová.
- V rovnovážném stavu nabývají svého minima.

Užívané termodynamické potenciály:

- Vnitřní energie,
- entalpie,
- Gibbsova volná energie,
- Helmholtzova volná energie.

Odkazy

Související články

- Gradient
- Akční a sumační potenciály
- Elektrochemický potenciál
- Chemický potenciál

Použitá literatura

- BEDNAŘÍK, Michal. *Fyzika 1*. 1. vydání. V Praze : České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04834-4.
- KŘÍHA, Vítězslav. *Intenzita a potenciál* [online]. České vysoké učení technické, [cit. 2013-11-29]. <<http://fyzika.feld.cvut.cz/~kriha/VirtLab/IntPot.pdf>>.
- RUSŇÁK, Karel. *Konzervativní pole* [online]. Západočeská univerzita, [cit. 2013-11-29]. <<https://kfy.zcu.cz/export/sites/kfy/dokumenty/FYA2/dalsi.vlast.konz.pole.pdf>>.
- KREMPASKÝ, Július. *Magnetické pole* [online]. Slovenská technická univerzita v Bratislave, [cit. 2013-11-30]. <<http://kf.elf.stuba.sk/KrempaskyFyzika/21.pdf>>.
- RUSŇÁK, Karel. *Magnetický dipól* [online]. Západočeská univerzita, ©2006. [cit. 2013-11-29]. <<https://kfy.zcu.cz/export/sites/kfy/dokumenty/FYA2/mg.dipol.pdf>>.
- RUSŇÁK, Karel. *Termodynamické potenciály* [online]. Západočeská univerzita, ©2006. Poslední revize 2007, [cit. 2013-11-29]. <<https://kfy.zcu.cz/export/sites/kfy/dokumenty/FY11/term.potencialy.pdf>>.