

Gradient

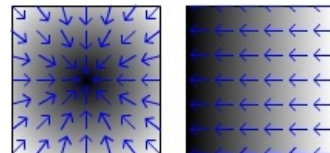
Gradient je matematický nástroj, který vyjadřuje rychlost, jakou se fyzikální veličina zvyšuje nebo snižuje v poměru ke změnám dané proměnné (typicky prostorová souřadnice).

Vektorové pole gradientu

Gradient skalárního pole je vektorové pole. V každém bodě je gradient reprezentován vektorem, v jehož směru roste daná skalární funkce nejrychleji, přičemž délka vektoru znázorňuje míru strmosti.

Převod skalárního pole na vektorové pole

Skalární pole nám udává pouze hodnotu veličiny, nikoliv její směr (například měření teploty v pokoji). Pro získání vektoru využíváme gradient, který znázorní, jakým směrem se daný vektor v prostoru mění a jaký je největší nárůst dané veličiny. (Jako příklad lze uvést zdroj tepla v pokoji a změnu jeho intenzity v prostoru v závislosti na vzdálenosti od zdroje.)



V obrázku je znázorněna rychlost stoupání (černá oblast nejvyšší rychlost/bílá oblast nejnižší rychlost). K tomu korespondující gradient znázorňují modré šipky.

Ukázka převodu ze skalárního na vektorové pole

Výklad Gradientu skalárního pole a převod na vektor: khanovaskola (<https://khanovaskola.cz/video/1128>)

Operátor nabla

Nabla operátor je diferenciální vektorový operátor a značí se ∇ . Název *nabla* vznikl podle hebrejského hudebního nástroje trojúhelníkovitého tvaru. Operátorem v matematice se rozumí předpis označující operaci, kterou se k dané funkci přiřazuje jiná funkce. Využití nabla operátoru také zjednodušuje zápis.

Matematicky je operátor nabla definován jako vektor parciálních derivací ve směrech jednotlivých souřadnicových os:

$$\nabla := \left[\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right]$$

Pokud je tedy operátor nabla použit na skalární funkci $u(x, y, z)$, získáme gradient:

$$\nabla u(x, y, z) = \left[\frac{\partial u(x, y, z)}{\partial x}, \frac{\partial u(x, y, z)}{\partial y}, \frac{\partial u(x, y, z)}{\partial z} \right] = \text{grad } u(x, y, z)$$

Skalární funkce se ve fyzice využívají k popisu skalárních polí. Gradient je vektor, který udává směr největšího růstu.

Nabla operátor lze aplikovat i na vektorové funkce a to buď ve smyslu skalárního součinu (*operátor divergence*, výsledkem je skalární funkce), nebo ve smyslu vektorového součinu (*operátor rotace*, výsledkem je opět vektorová funkce).

Příklady gradientu

Gradient je možné považovat jako rozhodující faktor, podle kterého se budou částice pohybovat a šířit a podle jeho velikosti lze odvodit i sílu, která bude na dané částice působit.

Potenciální energie

Grad E_p určuje směr potenciální energie a je kolmý na ekvipotenciální plochu. (Geometrické místo bodů s danou konstantní hodnotou veličiny f , které je určeno rovnicí $f(x, y, z) = \text{konst.}$, se nazývá ekvipotencionální plocha. Každým bodem A pole prochází právě jedna ekvipotenciální plocha.)¹

Membránový potenciál

Rozdíl elektrického potenciálu mezi fosfolipidovou dvojvrstvou membrány vzniká jako důsledek napětí na polarizované membráně způsobeného elektrochemickým gradientem částic. Gradient způsobuje pohyb iontů přes buněčné membrány a následné rozložení náboje po celé membráně.

Elektrochemický a koncentrační potenciál

Význam pro buněčný transport, především pro transport membránovými proteiny, kdy směr transportu vychází z převažujícího vektoru gradientu elektrochemického nebo koncentračního potenciálu.

Další využití v potenciálech

Skalární magnetický potenciál

Skalární magnetický potenciál se užívá pro popis magnetického pole, zejména pro permanentní magnety. V oblasti stejné magnetizace, kde není žádný proud,

$$\nabla \times \mathbf{H} = 0,$$

proto lze definovat *magnetický skalární potenciál* ψ jako

$$\mathbf{H} = -\nabla\psi.$$

Gravitační potenciál

Gravitační potenciální gradient je definován jako rychlost změny gravitačního potenciálu se vzdáleností od pole působení. To je rovno gravitační intenzitě pole v daném bodě. Záporná hodnota gradientu zde určuje intenzitu pole.

Odkazy

Související články

- Potenciál

Externí odkazy

- gradient (matematika)
- operátor
- nabla
- vektor
- magnetické pole
- magnet

Použité zdroje

- Intenzita a potenciál, Katedra Fyziky FEL ČVUT (<http://fyzika.feld.cvut.cz/~kriha/VirtLab/IntPot.pdf>)
- Fyzika II. VŠCHT - Ústav techniky a měřicí techniky (<https://ufmt.vscht.cz/>)
- The Gradient, HyperPhysics (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/grad.html>)
- Magnetic scalar potential, Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_scalar_potential)
- Gravitační potenciální gradient (http://www.schoolphysics.co.uk/age16-19/Mechanics/Gravitation/text/Gravitational_potential_gradient/index.html)

KULHÁNEK, Petr. *Fyzika II : Studijní text* [online] . 1. vydání. Praha : AGA, 2021. Kapitola 1. Dostupné také z <<https://www.aldebaran.cz/studium/f2.pdf>>.

HRIVŇÁK, Daniel. *Diferenciální operátory vektorové analýzy* [online]. Ostrava, 2002, dostupné také z <http://artemis.osu.cz/uvma3/UVMA3_1.pdf>.

BEDNAŘÍK, Michal. *Fyzika 1*. 1. vydání. V Praze : České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04834-4.

OBRDLÍKOVÁ, Šárka. *Diferenciální operátory ve fyzice* [online]. Brno, 2008, dostupné také z <https://is.muni.cz/th/175612/prif_m/Dipl_Prace.pdf>.