



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Koeficient difúze

Nguyen Viet Anh

Gymnázium Cheb
Nerudova 7, Cheb

OBSAH

Úvod.....	3
Brownův pohyb.....	4
Difúze.....	5
Gravitační síla.....	6
Stokesův zákon.....	6

Úvod

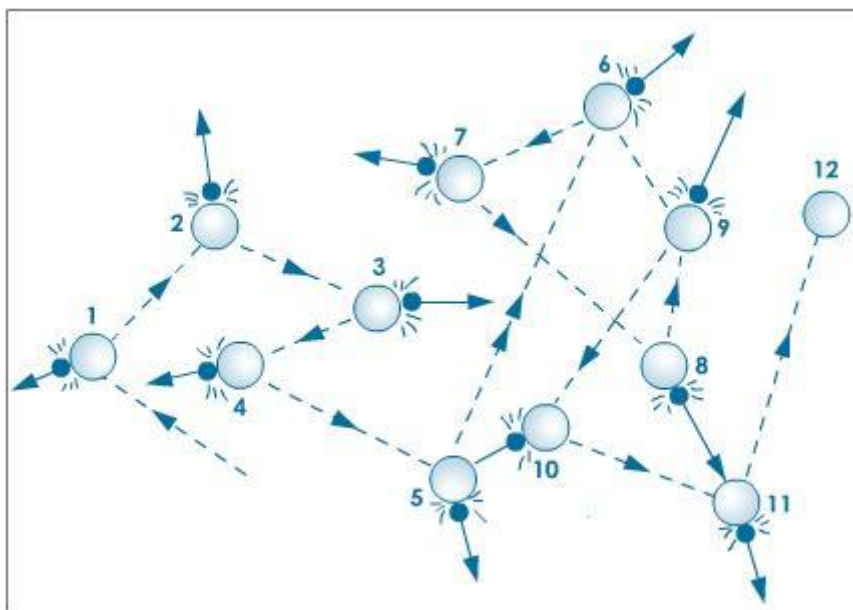
Pro pochopení koeficientu difúze je třeba si nejprve vysvětlit Brownův pohyb. Brownův pohyb byl poprvé zaznamenán v roce 1827 biologem: Robert Brown, když pozoroval chování pylových zrnků rostliny *Clarkia pulchella* ve vodě, které sesbíral po vykvetení s velkými rozdíly ve velikostech. Po pozorování pod mikroskopem zaznamenal neuspořádaný pohyb těchto částic, ten nebyl vyvolán ani tokem vody, ani vypařováním, ale patřil částicím.

Tak zjistil, že musí existovat jiné částice jiná než pylové zrna samotná, a ty nazval molekuly. Důkaz existence molekul byl podložen ve všech materiálech živých i neživých. Z toho vyplývá, že Brownův pohyb je náhodný pohyb mikropických částic a molekul v roztoku, které se vlivem tepelného pohybu neustále srážejí, přičemž směr a síla těchto srážek jsou náhodné, díky čemuž je i okamžitá poloha částice náhodná. Rychlost Brownova pohybu je úměrná teplotě systému. Podstatu tohoto jevu objasnil v roce 1905 Albert Einstein, vycházející z kinetické teorie látek.

Dále v historii se existencí částic zabýval například řecký vědec Lucretius, kde popisoval pohyb prachu v básni *De rerum natura* (60 př.n.l.). 1785 popsal Jan Ingenhousz pohyb částic uhlí v roztoku alkoholu.

První člověk, který matematicky popsal Brownův pohyb byl Thorvald N. Thiele roku 1880, dále Louis Bachelier, Albert Einstein, Marian Smoluchowski.

Matematicky popsané rovnice pro Brownův pohyb dokázal experimentálně Jean Baptiste Perrin roku 1908.



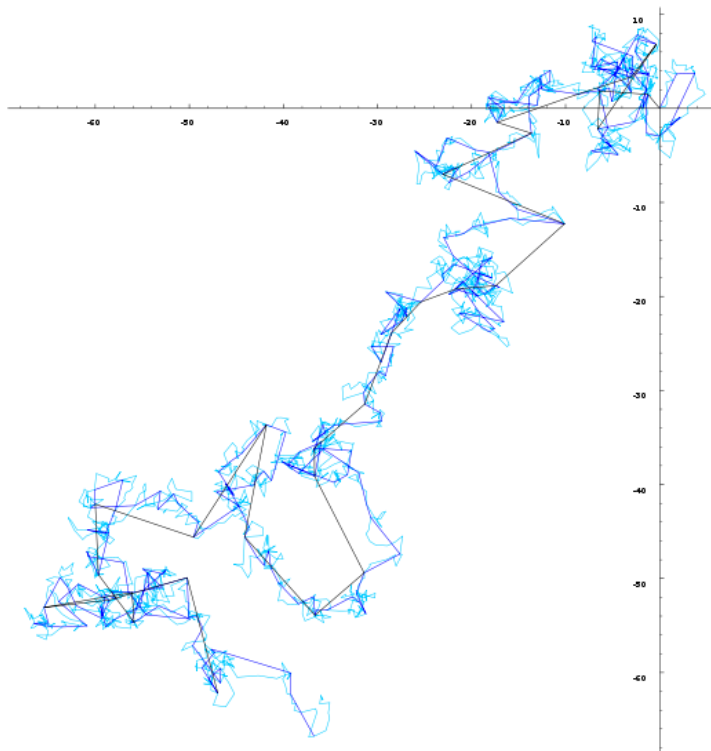
obr.č.1

Brownův pohyb

Tento je pro usnadnění vysvětlím následujícím přírovnáním. Představme si velký balón o průměru 100 metrů ve fotbalovém hřišti. Balón je natolik velký, že zakrývá všechny diváky stádia. Aby balón odstrčili působí na něj různou silou v různý čas a náhodným směrem působení, proto je také balón odstrčen v náhodný směr a nepohybuje se rovnoměrně. Uvažme, že budeme působit silou v určitý čas. 20 diváků bude působit silou napravo a 21 diváků nalevo, kde každý divák působí stejnou silou. V tomto případě se bude balón vzdalovat více od diváků na levé části a bude se pohybovat trochu více nalevo. Tento typ pohybu bude existuje po celou dobu, proto způsobuje náhodné směry pohybu balónu. Pokud se budeme koukat z dálky, uvidíme velký balón ale diváky už ne.

Vrátím se zpět k Brownovým částicím. Víme, molekula vody je přibližně 0,1-0,2 nanometrů velká v průměru, kdy částice, kterou pozoroval Brown, byla velká několik mikrometrů ve velikosti (pylové zrna byla velká asi 100 mikrometrů). Proto můžeme přirovnat částice pylu s balónem, a molekuly vody s diváky, tomto případě je ale balón obklopen diváky.

Brownův pohyb je tedy způsoben molekulami kapaliny, které jsou v neustálém neuspořádaném pohybu, a působí silou na částice v kapalině, jež jsou molekulami kapaliny obklopeny.



ob.č.2

Difúze

Difúze se proces rozptylování částic v prostoru.

Veškeré látky mají tendenci přecházet z prostředí se svou vyšší koncentrací do prostředí s nižší koncentrací. Přírozenou vlastností látek je, že pokud se její částice mohou pohybovat (molekuly v nehybném roztoku se pohybují na základě náhodného pohybu), tak se rozptylují do celého prostoru, kterého mohou dosáhnout, a postupně ve všech jeho částech vyrovnají svou koncentraci, která přetrvává po libovolný čas. Rychlost difúze je přímo úměrná teplotě a závisí na čase.

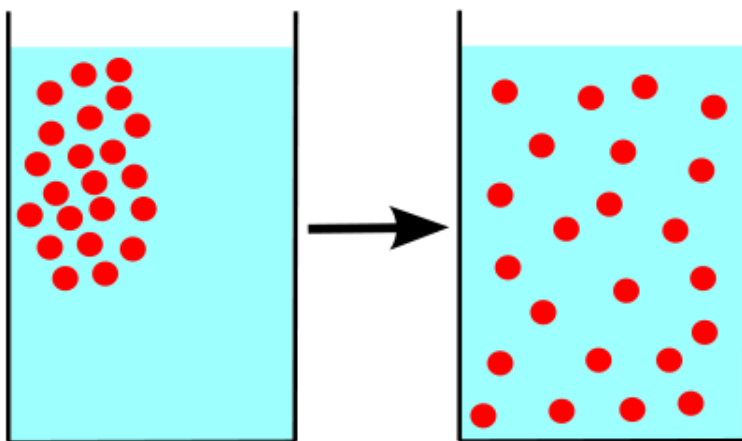
Difúze probíhá v plynech nejrychleji, neboť mají největší kinetickou energii.

V kapalině se při difúzi částice pouze po sobě posouvají. Rychlost difúze závisí nejen na teplotě, ale také na rozpustnosti látek a viskozitě kapaliny, která zpomaluje rychlost difúze. V tomto případě se aplikuje Stokův zákon.

V pevných látkách také probíhá difúze, nejlépe je difundují plynné látky.

Difúze je přírodní jev a vyskytuje se ve všech směsích. Ta se využívá např. při osmóze, což je specifický odvětví difúze. Osmóza je určitým specifickým případem difúze.

V tomto případě jsou látky, které mají vysokou koncentraci a jsou rozpuštěné v rozpouštědle odděleny polopropustnou (semipermeabilní) bariérou (nejčastěji *membránou*) od směru, kterým by měly difundovat. Pokud touto polopropustnou bariérou může procházet rozpouštědlo, dochází k tomu, že přechází na stranu obsahující rozpouštěně látky tak dlouho, dokud se tam tyto látky nenařadí na stejnou koncentraci, jako byla na straně ze které rozpouštědlo přitéká. Dokážou k tomu vyvinout značnou sílu, která překoná např. sílu gravitační, tuto sílu nazýváme osmotickou silou. Osmotické jevy jsou významnou hybnou silou mnoha biologických procesů.



ob.č.3

Gravitace

Částice rozpuštěné ve viskózní kapalině v gravitačním poli jsou náchylné k usazování. Vlivem gravitace jsou částice taženy určitou silou, což způsobuje usazení částic.

Rychlost částic v kapalině působením gravitace můžeme vyjádřit jako:

$$v = \mu mg$$

m je hmotnost částice

g je gravitační zrychlení

μ je mobilita částice v kapalině

Stokesův zákon

Při sedimentaci je částice vystavena působení tíhové síly ($F_g = mg = V \rho_{\text{částice}} g$) a vzlakové síly podle Archimédova zákona ($F_{vz} = V \rho_{\text{kapalina}} g$). Když je hustota částice větší, než hustota kapaliny, částice začne klesat.

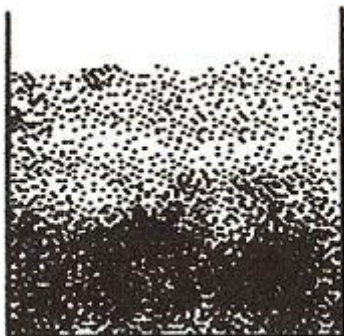
Proti jejímu pohybu působí odporová síla, daná Stokesovým vztahem:

$$F_d = 6\pi \mu R v$$

μ je viskozita prostředí

R je kulový poloměr částice

v je rychlost částice



Zdroje

http://en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Difuze>

<http://www.physik.uni-augsburg.de/theo1/hanggi/History/Langevin1908.pdf>

http://en.wikipedia.org/wiki/Stokes'_law

[http://en.wikipedia.org/wiki/Einstein_relation_\(kinetic_theory\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Einstein_relation_(kinetic_theory))

<http://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion>

<http://sciweb.nybg.org/science2/pdfs/dws/Brownian.pdf>

obrázek č. 1 : <http://images.tutorvista.com/content/matter/brownian-motion.jpeg>

obrázek č.2

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bd/Brownian_hierarchical.svg/573px-Brownian_hierarchical.svg.png

obrázek č. 3 <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Diffusion.svg>

obrázek č. 4

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b4/Brownian_motion_gamboge.jpg/731px-Brownian_motion_gamboge.jpg