

Koloidy v životním prostředí

ÚVOD

Jiří Faimon

Úvod

Pravé roztoky – hrubé suspenze

- Koloidní roztoky
 - Th. Graham, 1860: Různé chování „roztoků“: zadržování „rozpuštěných látek různými membránami.
 - průhledné, jakoby homogenní, průchod filtračním papírem.
 - malá difúzní schopnost, malý osmotický tlak,
 - rozptyl dopadajícího světla (Tyndallův jev),
 - nestálost vůči agregaci.
- Dvě skupiny látek?
 - amorfní, koloidy (klih)? Tvoří soly...
 - krystaloidy? Tvoří pravé roztoky...

Koloidní stav hmoty!

- 1) Všechny látky se mohou vyskytovat v koloidním stavu
- 2) Různé látky mají různý sklon k tvorbě koloidů

Role koloidů v životním prostředí

Pozitivní role

Koloidy jsou důležitou součástí řady geologických systémů /půdy, sedimenty, oceán/

- Anorganické koloidy (+ pravé roztoky a hrubé suspenze) přispívají k **tokům hmoty z primárních hornin do sekundárních produktů**
- Významně se spolupodílí na tvorbě **sedimentů a půd!** V důsledku termodynamické nestability dochází k
 - **agregaci koloidních částic** (Hall et al. 1991, Overbeek 1977, Stumm a Morgan 1981)
 - **sedimentaci** těchto agregátů (Mills et al. 1991, Thornber et al. 1987).
- **Funkce odklízečů polutantů** po agregaci a sedimentaci (Mills et al. 1991, Kühnel 1987). Tato druhá možnost je stále více sledována v souvislosti se *znečišťováním životního prostředí* migrací těžkých kovů, organických látek, popř. radioaktivního odpadu.

Koloidy v životním prostředí

Negativní role

- Velká mobilita (pohyblivost v pórovitém prostředí):

Řada látek (polutanty) může migrovat **sama v koloidní formě!**

- Sorpční schopnosti koloidních částic:

Řada látek (polutanty) se **sorbují na povrchu koloidních částic** a mohou migrovat spolu s koloidy.

- Koloidy mohou působit jako **nosiči polutantů** (Means a Wijayarathne 1982, VonGunten et al. 1988, Degueldre et al. 1989, Puls et al. 1990, 1991, Waber et al. 1990, Mills et al. 1991, Vilks et al. 1991, Bates et al. 1992, Puls a Powell 1992)

Koloidy v životním prostředí

Systemy

- Část světa vymezená reálnými nebo imaginárními hranicemi

Systemy otevřené, uzavřené, izolované.

Fáze a složky, fázové rozhraní, homogenita a heterogenita

Stavy

Procesy

- Stabilita systémů, vývoj systémů.
- Časová stálost. Dynamika, potenciálová bariéra.
- Stacionární stavy, rovnováha.

Koloidy v životním prostředí

Disperzní systémy

- dispergace – proces rozptylování hmoty v daném prostředí
- disperzní prostředí
- disperzní podíl

Disperzní stupeň - míra rozptýlení látky - poměr povrchu všech částic k jejich celkovému objemu (Fisher 1983).

Běžné soustavy jsou polydisperzní - obsahují různě velké částice s proměnlivým stupněm disperzity [1].

- **hrubé disperze (suspenze)**
- **koloidní disperze (např. koloidní roztoky)**
- **molekulární disperze (např. pravé roztoky)**

[1] *Soustavy s částicemi jedné velikosti - monodisperzní soustavy - jsou známy jen uměle připravené.*

Koloidy v životním prostředí

Koloidní systémy

- Koloidní systém bývá klasicky definován jako vícefázová soustava, ve které je jedna z fází v nadbytku (prostředí, rozpouštědlo) a další je rozptýlena (dispergována) ve formě částic s rozměry 1 až 1000 nm [1].

Klasická definice koloidních systémů vychází výhradně z rozměrů rozptýlených částic, aniž by nějak dále definovala jejich povahu [2] (struktura, náboj atd.).

- [1] *V názorech na hraniční rozměry koloidních částic nepanuje úplná shoda a někteří autoři (např. Stumm a Morgan 1981) považují v závislosti na tvaru částic za horní hranici rozměr až 10mm. Stejná nejistota vládne kolem spodní hranice v souvislosti s velikostí nižších polymerů (oligomerů).*
- [2] *Je nutné se oprostit od geology zažité představy koloidů, jako výhradně amorfních látek.*

Koloidní částice

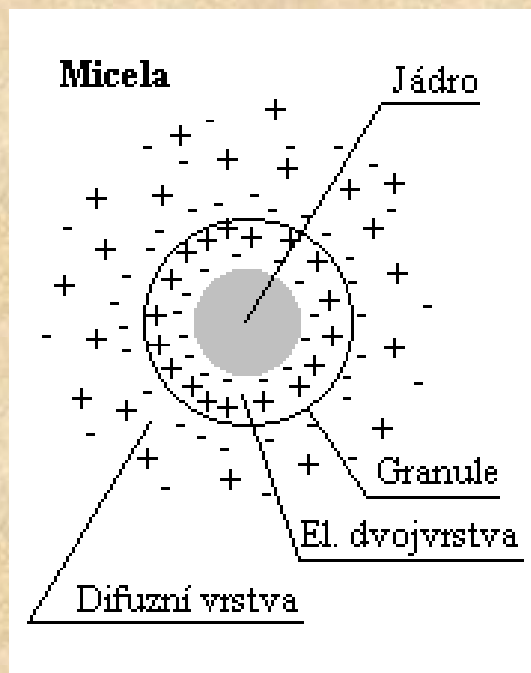
Struktura koloidních částic

O vnitřní struktuře koloidní částice toho často není mnoho známo

Z hlediska chování koloidu to nebývá ani příliš důležité.

Představa koloidní částice spolu s jejím blízkým okolím:

Struktura koloidní částice - micela



Koloidy v životním prostředí

- Dispergovaná látka tvoří tzv. jádro částice.
- Povrch jádra se *nabíjí* díky *ionizaci vlastních povrchových skupin* nebo díky *adsorpci ionů z roztoku* (cizích nebo vlastních)
- Náboj jádra s elektrostaticky vázanými proti-iony vytváří *elektrickou dvojvrstvu* (Stumm, Morgan 1981, Moore 1981).
- Jádro spolu s dvojvrstvou se nazývá *granule*.
- Granule s difuzní vrstvou, která je tvořena dalšími proti-iony kompenzující náboj jádra, se nazývá *micela*[\[1\]](#), (Fischer 1983).

[\[1\]](#) Zvláštním typem koloidu je tzv. **micelární koloid**. Tvoří jej látka s difilním (amfipatickým) charakterem. To bývá nízkomolekulární látka (mol. hmot. 100-500), která obsahuje jak silně polární skupinu, tak hydrofobní zbytek. Tyto látky mají největší význam v organické geochemii. Při vyšších koncentracích, při tzv. kritické micelární koncentraci c.m.c., se tyto molekuly reversibilně shlukují do útvarů kolidních rozměrů – micel, vytvořených velkým počtem (20-100 primárních částic). Polární skupina difilní molekuly je v roztoku hydrofilně hydratována, zatímco hydrofobní je vytlačována z hlavního objemu vody.

Koloidy v životním prostředí

Zobecnění: kromě koloidních roztoků existují koloidy v různých skupenstvích

Celou řadu **přírodních systémů** lze interpretovat jako koloidní:

Atmosféru, moře a oceány, magma, sedimenty, půdy, povrchové a podzemní vody a některé další.

Geologicky nejdůležitější jsou

- **aerosoly prachu rozptýlených v atmosféře,**
- **koloidní roztoky,**
- **emulze ropných uhlovodíků,**
- **koloidní částice v půdách a sedimentech**
- **gely tuhých látek s dispergovanými roztoky (Yariv a Cross 1979).**

Koloidy v životním prostředí

Disperzní soustavy

Heterogenní soustavy

Heterogenní soustavy jsou složené minimálně ze dvou fází, které jsou oddělené *fázovým rozhraním*. Heterogenní soustava s částicemi o rozměrech $1 < d < 1000 \text{ nm}$ se nazývá ***fázový koloid*** (Fischer 1983). Tato soustava je *termodynamicky nestabilní*. Tendence přecházet do pravých roztoků nebo (častěji) do hrubých suspenzí (soustava s rozptýlenou fází, tvořenou tuhými částicemi většími jak 2-10 μm).

Homogenní soustavy

Homogenní soustavu, byť vícesložkovou (roztok), tvoří *jediná fáze*. Pokud obsahuje velké molekuly s rozměrem $1 < d < 1000 \text{ nm}$, má taková soustava vlastnosti koloidních roztoků a rozpuštěná hmota je považována za ***molekulární koloid*** (Moore 1981). Každá taková *makromolekula je sama o sobě koloidní částicí*, která je obklopena pevným *hydratačním obalem*.

Koloidy v životním prostředí

Molekulární koloidy vznikají

- kondenzací
- přímým rozpouštěním

Rozpouštění tuhé fáze, jejíž makromolekuly jsou k sobě vázány jen slabými van der Waalsovými silami a mohou být snadno překonány solvatační energií rozpouštědla.

Takto vzniklé roztoky jsou obecně nazývány ***latexy***. Typickým příkladem jsou ***organické polymery***.

Také ***anorganické polymery***, jako *polysilikátové kyseliny* nebo *polymery hydroxidu hlinitého*, se mohou jevit v určitém stadiu vývoje jako *molekulární koloidy* (Yariv, Cross 1979).

Molekulární koloidy jsou ***termodynamicky stabilní***, díky velké hydratační energii, uvolněné při rozpouštění (hydrataci) molekuly.

Koloidy v životním prostředí

Aerosoly, koloidní roztoky, gely v závislosti na disperzním prostředí.

Rozdělení koloidních soustav podle skupenství

Prostředí	Částice	Název systému	Příklady
Tuhé	tuhé	<i>tuhý sol</i>	skla
Tuhé	kapalné	<i>gel</i>	voda v půdách
Tuhé	plynné	<i>tuhá koloidní pěna</i>	pemza
Kapalné	tuhé	<i>koloidní roztok (sol)</i>	koloidní roztok
Kapalné	kapalné	<i>emulze</i>	tavenina sulfidů v magmatu
Kapalné	plynné	<i>pěna</i>	bublínky v magmatu
Plynné	tuhé	<i>aerosol</i>	vulkanický kouř
Plynné	kapalné	<i>aerosol</i>	opar, mlha

Hydrofilní a hydrofobní povrchy

Hydrofilní a hydrofobní koloidy

Na fázové a molekulární koloidy můžeme pohlížet také z úhlu hydrofilních a hydrofobních povrchů. Z tohoto hlediska, můžeme rozlišit dvě skupiny koloidů:

- 1) **Hydrofilní koloidy** - v podstatě odpovídají **molekulárním koloidům**, stabilizovaným uvolněnou hydratační energií.
- 2) **Hydrofobní koloidy** - odpovídají **fázovým koloidům**, termodynamicky nestabilním, *stabilizovaným povrchovým nábojem nebo polymery*, viz. dále.

Koloidy v životním prostředí

Hydrofilní a hydrofobní povrchy

Rozdělení koloidů podle jejich vlastností povrchů

Vlastnost	Fázový koloid	Molekulární koloid
Povrch	lyofobní	lyofilní
Vznik	disperzací, kondenzací	rozpouštění
Stálost	malá	velká
Stabilizace	povrchovým nábojem	hydratačním obalem
Podle počtu fází	heterogenní	homogenní
agregace probíhá	nevratně přidavkem soli	vratně vysolením
Příklady	$\text{Fe}(\text{OH})_3$, jílové min.	huminy, polymery

Koloidy v životním prostředí

Na částice menší jak 1 nm se již nedíváme jako na diskrétní fázi a systém který je obsahuje, považujeme za pravý roztok. Tak se plynule dostaneme zpět k homogenním soustavám.

Rozdělení na fázové a molekulární koloidy je pouze formální a je mezi nimi, podobně jako mezi homogenními a heterogenními soustavami, plynulý přechod.