

VÝUKA CHEMIE

KOLOIDNÍ CHEMIE V PRAKTICKÝCH ÚLOHÁCH

ALEŠ PANÁČEK^a, LIBOR KVÍTEK^a
a MARTA KLEČKOVÁ^b

^a Katedra fyzikální chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Tr. Svobody 26, 77146 Olomouc,

^b Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 10, 77147 Olomouc

e-mail: xpanacek@ftknw.upol.cz, kvitek@risc.upol.cz,
kleckova@risc.upol.cz

Došlo 17.4.03, přepracováno 18.6.03.

Klíčová slova: příprava anorganických koloidních soustav, školní pokusy

Úvod

Ačkoliv je současná koloidní chemie rozsáhlý samostatný vědní obor a její význam sahá od teorie vzniku vesmíru až po každodenní život i toho nejobyčejnějšího člověka, věnuje této disciplíně výuka chemie na základních školách takřka nulovou pozornost. Tento text má za cíl alespoň v těch nejnütnějších základech podat některé teoretické pojmy a hlavně zajímavé a materiállově nenáročné praktické úlohy z koloidní chemie jako možnou pomůcku pro vyplnění stávající mezery v učivu na základních školách.

Koloidní soustavy

Teoretická část

S koloidy se setkáváme běžně v životě, aniž bychom si to uvědomovali. Mléko, saponáty, mýdlo, masérské emulze, stavební hmoty, roztok škrobu, mlha, kouř, rozvířený prach, pěna

– to je jen krátký výčet z ohromné skupiny koloidů v našem životě. Koloidní soustava obsahuje částičky nějaké látky rozptýlené v daném prostředí v drobčících menších než zrnka pylu (více jak tisíckrát menší než milimetr), ale větších než molekuly (obr.1). Je-li prostředí kapalně, odborně nazýváme tyto soustavy soly, méně přesně (neodborně) pak jako koloidní roztoky. Tvoří-li kapalně prostředí voda, mluvíme o hydrosolech (hydro- = vodní). Hydrosoly lze ještě podle chování koloidních částic k vodnému prostředí rozdělit na hydrofobní a hydrofilní.

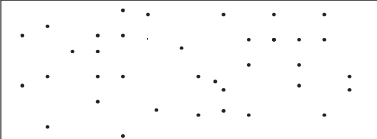
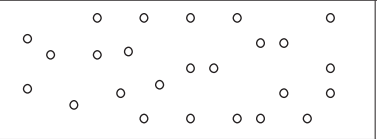

Hydrofobní koloidní soustavy (-fobní je odvozeno od slova fobos = strach) obsahují částice, které s vodou jakoby „nespolupracují“, odpuzují se. Můžeme si představit, jakoby si koloidní částice „nevšímaly“ molekul vody a naopak, molekuly vody si „nevšímají“ koloidních částic. Hydrofobní koloidní soustavy jsou většinou tvořeny částicemi anorganických látek (např. AgI, Fe(OH)₃, Sb₂S₃, stříbro, síra aj.).

Hydrofilní koloidní soustavy (-filní je odvozeno od slova filios = milý) jsou tvořeny částicemi, které naopak s molekulami vody „spolupracují“, přitahují se. Typickým příkladem mohou být bílkoviny, které se skládají z velkého počtu aminokyselin (desítky až stovky). Takové obrovské molekuly – makromolekuly – se již chovají jako samostatné koloidní částičky.

Zásadní rozdíl mezi hydrofobními a hydrofilními koloidy je v jejich stabilitě. Hydrofobní koloidy „žijí“ obvykle jen krátkou dobu, protože koloidní částičky se samovolně shlukují do větších, které si pak podobně jako částičky písku sedají na dno nádoby. Hydrofilní koloidy mohou beze změny existovat téměř nekonečně dlouho – jsou stabilní a tuto svou vlastnost mohou předávat hydrofobním koloidům. Hydrofilní částice totiž obalí částice hydrofobní a udělí jim tak hydrofilní vlastnosti. Koloidní roztoky s takovýmto účinkem nazýváme ochranné koloidy.

Přestože je stabilita hydrofilních koloidních částic poměrně vysoká, lze ji pomocí přísady chemických látek nebo fyzikálními pochody narušit nebo zcela zrušit. Příkladem může být srážení bílkovin roztoky solí (tzv. vysolování) nebo podrobit takový koloidní roztok účinkům vysoké teploty (uvařit vaječný bílek).

Koloidní soustavy vykazují řadu ojedinelých vlastností,

		
pravý roztok – ionty Na ⁺ a Cl ⁻ ve vodě velikost částic < 1 nm	koloidní roztok – částice AgI ve vodě velikost částic 1 nm – 1 μm	směs – zrnka písku ve vodě velikost částic > 1 μm

Obr. 1. Příklady směsí a velikostí daných částic

kteřé nelze pozorovat ani u pravých roztoků ani u suspenzí. Typickou opticky pozorovatelnou vlastností je rozptyl světla na koloidních částicích. Toto jejich chování můžeme pozorovat jako zákal nebo ve specifických případech jako Tyndallův jev. Tyndallův jev je optický efekt, kdy koloidní soustavou prochází úzký světelný paprsek, který se rozptyluje na koloidních částicích. Výsledkem tohoto jevu je viditelný světelný kužel, procházející koloidní soustavou. Tuto vlastnost můžeme sledovat např. v sálu kina, kde se paprsek světla promítá do filmu rozptyluje na částicích prachu.

Další vlastností koloidních částic je jejich průchodnost filtračním papírem. Filtrační papír dokáže zachytit částice větší než 0,001 mm. Koloidní částice jsou však menší než jsou póry filtračního papíru, a proto prochází filtrem.

Příprava koloidů je závislá na tom, jestli připravujeme hydrofilní nebo hydrofobní koloidní soustavu. Hydrofilní koloidní soustava vzniká prakticky samovolně rozpouštěním příslušné látky ve vodě (např. želatiny). K přípravě hydrofobních koloidů je na rozdíl od hydrofilních potřeba provést chemickou reakci, která z látky rozpustné vyrobí látku nerozpustnou a ta zůstane ve vodě v koloidní formě. Takto lze připravit např. koloidy $\text{Fe}(\text{OH})_3$, síry, AgI a jiné. Za použití nízkých koncentrací výchozích látek vznikají relativně stabilní koloidy, zůstávající beze změny hodiny i dny. Bude-li koncentrace vznikajících koloidních částic velká, vzájemně se budou častěji srážet. Vlivem těchto srážek se pak částice spojují ve větší celky, které rychle sedimentují (klesají na dno kádinky). Na počátku chemické reakce se konečný produkt nejprve vylučuje v koloidní formě, která ovšem v důsledku růstu částic velice rychle přechází ve viditelnou sraženinu, která ve velmi krátkém čase sedimentuje (je nestabilní).

Návody k praktickým úlohám z koloidní chemie

Příprava stabilních, nestabilních a stabilizovaných koloidních soustav a demonstrace Tyndallova jevu

Postup při přípravě hydrofobních koloidů ať již stabilních, nestabilních či stabilizovaných je vždy stejný. V jednotlivých případech se postupy liší pouze v koncentracích nebo v množství výchozích látek. V případě stabilizovaných koloidů se do roztoku přidává navíc pouze ochranný koloid. Je didakticky účelné připravovat stabilní, nestabilní a stabilizovaný koloid pro danou látku ihned za sebou a následně je porovnat vizuálně a posvícením laserovým ukazovátkem. Všechny úkoly lze realizovat jako úkoly demonstrační a nebo jako úkoly žákovské.

1. Bobtnání želatiny a příprava jejího hydrofilního koloidního roztoku

Pomůcky a chemikálie

Kádinky, zkumavka, trojnožka, sítko, kahan, skleněná tyčinka, pravítko, želatina, destilovaná voda

Postup

Do zkumavky dáme 0,8 g želatiny a pravítkem změříme její výšku. Poté do zkumavky přidáme 15 ml destilované vody. Zkumavku umístíme do stojanu a pozorujeme bobtnání želatiny. Po pěti minutách změříme pravítkem výšku

nabobtnalé želatiny. Po změření vložíme zkumavku do vroucí lázně. Nabobtnalá želatina se rozpustí. Roztok želatiny pak vylijeme do kádinky a zředíme ho přidáním 24 ml destilované vody. Tento roztok použijeme pro další pokusy jako ochranný koloid. Kádinku postavíme na stůl (na filtrační papír) a posvícením laserovým ukazovátkem se ujistíme, zda se jedná o koloidní roztok (světelný kužel pozorujeme shora).

2. Příprava hydrofobního koloidu $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Pomůcky a chemikálie

Kádinky, odměrný válec, skleněná tyčinka, stojan, filtrační kruh, filtrační papír, nálevka, kahan, sítko, 5% roztok FeCl_3 , 2% želatina (viz úkol č.1), destilovaná voda, laserové ukazovátka

Postup

a) stabilní

K 70 ml destilované vody ve dvou kádinkách přidáme po 2 ml 5% roztoku FeCl_3 . Jednu kádinku postavíme nad kahan a směs za občasného promíchání necháme projít varem. Druhou nezahříváme a necháme ji stát. V první kádince pozorujeme červenohnědý zákal, který způsobují koloidní částice hydroxidu železitého. Kádinky postavíme na stůl vedle sebe. Laserovým ukazovátkem nejprve posvítíme kolmo na kádinku s nezahříváním roztokem FeCl_3 a poté na kádinku s koloidním roztokem $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Ve které kádince je vidět světelný kužel? (Světelný kužel pozorujeme shora).

b) nestabilní

Do kádinky odměříme 20 ml 5% roztoku FeCl_3 a směs necháme za neustálého míchání projít varem.

c) stabilizovaný

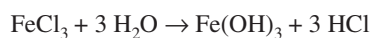
Do kádinky odměříme 5 ml 2% želatiny a 20 ml 5% roztoku FeCl_3 . Za neustálého míchání necháme směs projít varem.

Všechny tři produkty porovnáme a posvítíme je paprskem laseru (paprsek sledujeme shora). Řekni, co pozoruješ.

Na konci cvičení přefiltrujeme nestabilní a stabilizovaný koloid. Který se podařilo přefiltrovat a který ne? Víš proč?

Chemická rovnice

Koloidní roztok hydroxidu železitého vzniká hydrolyzou chloridu železitého ve vodě:



3. Příprava hydrofobního koloidu síry

Pomůcky a chemikálie

Kádinky, odměrný válec, skleněná tyčinka, stojan, filtrační kruh, filtrační papír, nálevka, 1% roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, 20% roztok HCl (pozor – dráždivý), 2% želatina (viz úkol č. 1), destilovaná voda, laserové ukazovátka

Postup

a) stabilní

V kádince se 40 ml destilované vody rozmícháme 5 ml 1% roztoku thiosíranu sodného. Pak přidáme 5 ml 20% roztoku kyseliny chlorovodíkové. Směs promícháme a za chvíli pozorujeme vznik bílého zákalu koloidní síry.

b) nestabilní

V kádince smícháme 20 ml 1% roztoku thiosíranu sodného

ho, 20 ml 20% roztoku kyseliny chlorovodíkové a směs promícháme. Pozorujeme vznik nejprve bílého a pak žlutého zákalu koloidní síry.

c) stabilizovaný

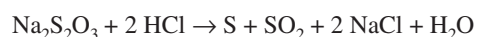
V kádince smícháme 5 ml 2% želatiny, 20 ml 1% roztoku thiosíranu sodného a 20 ml 20% roztoku kyseliny chlorovodíkové. Směs opět promícháme.

Všechny tři produkty porovnáme a prosvítíme je paprskem laseru (paprsek sledujeme shora). Řekni, co pozoruješ.

Na konci cvičení přefiltrujeme nestabilní a stabilizovaný koloid. Který se podařilo přefiltrovat a který ne? Víš proč?

Chemická rovnice

Při tomto postupu vzniká koloidní síra oxyselením thiosíranu sodného:



4. Příprava hydrofobního koloidu AgI

Pomůcky a chemikálie

Kádinky, odměrný válec, pipeta, skleněná tyčinka, stojan, filtrační kruh, filtrační papír, nálevka, 0,1 mol.dm⁻³ roztok AgNO₃, 0,1 mol.dm⁻³ roztok KI, 2% želatina (viz úkol č. 1), destilovaná voda, laserové ukazovátko

Postup

a) stabilní

V kádince smícháme 25 ml destilované vody a 5 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku jodidu draselného. K této směsi pak přikapáváme 1 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku dusičnanu stříbrného. Vzniká žlutý zákal koloidního jodidu stříbrného.

b) nestabilní

V kádince smícháme 15 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku jodidu draselného s 14 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku dusičnanu stříbrného. Vzniká hustý, neprůhledný žlutý zákal AgI.

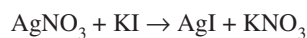
c) stabilizovaný

V kádince smícháme 5 ml 2% želatiny, 15 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku jodidu draselného s 14 ml 0,1 mol.dm⁻³ roztoku dusičnanu stříbrného.

Všechny tři produkty porovnáme a prosvítíme je paprskem laseru (kádinky postavíme na filtrační papír a paprsek sledujeme shora). Řekni, co pozoruješ.

Na konci cvičení přefiltrujeme nestabilní a stabilizovaný koloid. Který se podařilo přefiltrovat a který ne? Víš proč?

Chemická rovnice:



Otázky

- 1) Jak bys charakterizoval koloidní soustavu?
- 2) Co rozumíme pojmem bobtnání?
- 3) Roztok želatiny je hydrofilní nebo hydrofobní koloid?
- 4) Co je příčinou nestability hydrofobních koloidů?
- 5) Lze hydrofobní koloidy stabilizovat? Uveď příklad.
- 6) Vysvětli pojem sedimentace.
- 7) Jak se projevuje Tyndallův jev?

Metodické poznámky

- koloidní roztok želatiny připravený v úloze č. 1 postačí pro stabilizaci koloidů v úlohách 2, 3 i 4. Pokud želatina ztuhne, rozpustí se pouhým zahřátím,
- žáci si nesmí svítit laserovým ukazovátkem do očí. Světelný kužel proto vždy pozorují shora (kádinky s koloidy jsou postaveny na laboratorním stole),
- 20% roztok HCl patří mezi látky dráždivé Xi, rizikovost podle vět R 36/37/38.

A. Panáček^a, L. Kvítek^a, and M. Klečková^b (^aDepartment of Physical Chemistry, ^bDepartment of Inorganic Chemistry, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc):
Colloid Chemistry in Practical Problems

The aim of the article is giving an idea to secondary school schoolchildren of a neglected field of chemistry. It contains basic theoretical concepts from colloid chemistry and in particular instructions for practical problems of colloid chemistry. The problems are not time-, material- or labour-consuming; they are focused on preparation of colloidal systems of inorganic materials and observation of their properties such as stability, stabilization and the Tyndall effect.