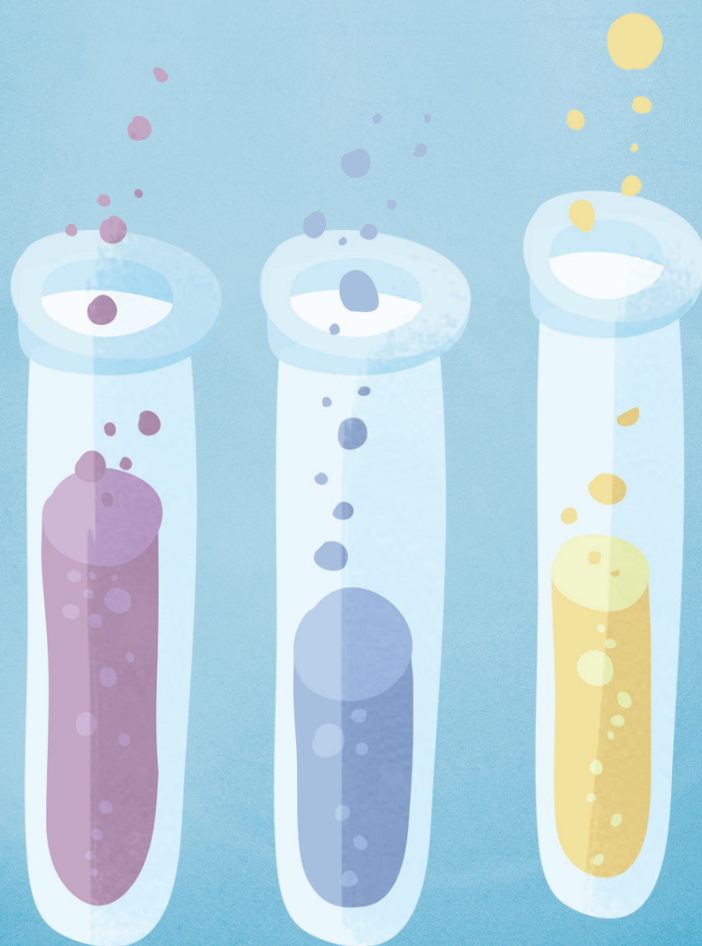


CHEMIE

VLASTNOSTI SYNTETICKÝCH A PŘÍRODNÍCH POLYMERŮ



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

| | |
|---------------------------------|---|
| Předmět: | Chemie |
| Cílová skupina: | 2.–4. ročník čtyřletých gymnázií |
| Délka trvání: | 2 x 45 min. |
| Název hodiny: | Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů |
| Výukový celek: | Polymery (organické molekuly, chemická kinetika, katalýza, acidobazické reakce). |
| Vzdělávací oblast v RVP: | Člověk a příroda |
| Průřezová témata: | <p><u>Environmentální výchova</u> – Rozvoj ekologického myšlení. Žák si uvědomuje jednak dopad lidské činnosti na své okolí a přírodu – při experimentu vzniká odpad, který však není škodlivý, přesto je vhodné vést rozhovor se žáky na téma „ekologické“ stopy experimentu, žák si také uvědomuje možnosti vědeckého výzkumu při objevování nových materiálů s lepšími vlastnostmi. Žák se učí poznávat polymery, a tím i správně určit, jak nakládat s odpady, které zahrnují plasty s jinými materiály. Vidí pracnost technologické přípravy materiálu, což vede k odpovědnému přístupu ke zdrojům planety.</p> <p><u>Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech</u> – Žák si uvědomí význam využívání znalostí načerpaných při výuce přírodovědných oborů a technických dovedností pro kvalitu života, pokrok ve společnosti a zajišťování zdraví evropské i světové společnosti (aplikace hydrogelů v lékařství) a zároveň chápe smysl hlubšího poznávání a využívání přírodních zákonů člověkem. Porozumění experimentu učí systémovému myšlení a hledání a nalézání souvislostí mezi jevy a procesy. Žák se učí přijímat zodpovědnost za sebe a za svět okolo sebe.</p> |
| Mezipředmětové vztahy: | <p>Fyzika – určení skupenství reakční směsi a změny skupenství zreagováním; pozorování rozdílu mezi vzorky připravených gelů: bílý materiál – rozptyl světla z důvodu mikrostruktury, čirý materiál – optické vlastnosti vhodné pro využití gelu jako kontaktní čočky.</p> <p>Přírodopis – výskyt hydrogelů v přírodě, jejich funkce v rostlinné i živočišné říši.</p> |
| Výukové metody: | Výklad, učitelský experiment, heuristický rozhovor, žákovský experiment, práce s textem, samostatná práce. |



| | |
|---------------------------------|--|
| Organizační formy výuky: | Skupinová, frontální. |
| Vstupní předpoklady: | Žák rozumí pojmu polymer a makromolekula i pojmu gel/hydrogel. Dovede popsat vzhled a charakter gelů vlastními slovy a uvést příklady takových hmot v přírodě anebo v domácnosti. Žák chápe pojmy chemická vazba a rozlišuje kovalentní a fyzikální vazby, rozumí pojům katalyzátor, rozpouštění, difúze, chápe, že dvojně vazby v malých organických molekulách – monomerech – se mohou navzájem propojovat chemickou reakcí a vytvářet velké molekuly – makromolekuly. Žák zná příklady takových makromolekulárních materiálů ze svého okolí, dovede je popsat a vysvětlit jakou mají funkci. |
| Očekávané výstupy: | Žák porozumí změnám doprovázejícím vznik chemických vazeb a potažmo velkých molekul, pochopí vliv molekulové struktury látek na jejich vlastnosti jako např. pevnost a osvojí si analogii mezi daným syntetickým materiálem a přírodou. Porozumí vlivu molekulové struktury na mikrostrukturu připraveného materiálu a vlivu mikrostruktury na makroskopický vzhled vzorku. Dokáže zreprodukovat předvedenou experimentální přípravu syntetického gelu a zhodnotit důležitost dodržení přesného postupu. Vlastními slovy popisuje princip spojování malých molekul do polymerních řetězců, hovoří o původu surovin a analogických materiálech, které mohou být nalezeny v přírodě. |
| Výukové cíle: | Žák se seznámí s neobvyklým materiálem, který dokáže připravit sám. Seznámí se názorně s procesem radikálové polymerizace. Dovede podle laboratorního předpisu přesně, pečlivě a čistě odměřit a navážit požadovaná množství složek, dokáže pracovat s chemickým sklem a přesnými váhami, zvládne manuální dovednost – sestavení jednoduché formy na polymerizaci gelu podle písemného návodu s ilustrací a provede experiment. Žák umí pracovat ve skupině a koordinovat jednotlivé kroky postupu s členy skupiny. |
| Klíčové kompetence: | <u>Kompetence k učení:</u> Žák se učí propojovat technické a vědecké poznatky s vlastním pozorováním přírody a všeobecnými znalostmi a učí se nalézat analogie mezi vznikem a chováním syntetického a přírodního gelu. Také se učí manuálně pracovat s přesnými množstvími a promýšlet kroky experimentu dopředu. <u>Kompetence k řešení problémů:</u> Žák se učí jemnému zacházení s laboratorním sklem, používá správně pomůcky a zjišťuje, jaké funkce plní speciální tvary laboratorních nádobek a správně používá technické pomůcky (pipetky, pinzety, lodičku, váženku). Učí se předvídat souvislosti mezi průběhem pokusu a působení okolního prostředí (jako např. vliv okolní teploty, kontaminace chemikálií, čistota skla). Učí se pracovat čistě, neplýtvat materiálem a vodou a učí se správnému sledu kroků vedoucích k úspěšné přípravě vzorků. Žák se učí pracovat podle odborného textu (laboratorní návod). |



Kompetence komunikativní: Žák se učí úsporně a přesně vyjadřovat, koordinovat svou práci s ostatními ve skupince, s nimiž při komunikaci používá správné odborné termíny (iniciátor, katalyzátor, monomer, polymer atd.). Žák se učí zaznamenat písemně srozumitelně a přehledně průběh experimentu (může být součástí zadání vytvořit jednoduchý laboratorní protokol).

Kompetence sociální a personální: Žák se učí metodické a koordinované práci ve skupině. Žák se sebehodnotí – hodnotí vlastní práci stejně jako práci svých spolužáků ve skupince a hodnotí úspěšné provedení experimentu a případně identifikuje, kde došlo k chybě. Žák je veden k přiměřenému kritickému posouzení práce svých spolužáků.

Kompetence občanské: Žák se učí vážit si pomoci spolužáka a výsledku práce spolužáka. V širším rámci se dozvídá o živé problematice polymerních materiálů a jejich významu pro život naší společnosti, ale také o rizicích, která jsou důsledkem nesprávného zacházení s polymerními materiály (především obaly), a o významu recyklace nebo znovupoužití pro společnost i planetu.

Kompetence k podnikavosti: Žák usiluje o dosažení stanovených cílů, dokončuje zahájené aktivity a učí se nenechat se odradit neúspěšně provedeným pokusem a učí se zjistit a napravit pravděpodobnou příčinu neúspěchu.

Formy a prostředky hodnocení:

Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, sebehodnocení, zpětná vazba.

Kritéria hodnocení:

Splnění stanovených cílů – úspěšně připravený vzorek hydrogelu a pozorování chování materiálu za daných podmínek; spolupráce ve skupinkách; komunikativní, manuální, technické a prezentační dovednosti žáka.

Pomůcky:

Laboratorní kit pro učitele.

| | | |
|---------------|---|---------------------------------|
| monomer 1 | 2-hydroxyethylmethakrylát, HEMA | cca 5 ml |
| monomer 2 | kyselina metakrylová, KM | cca 5 ml |
| monomer 3 | etylénglykol dimetakrylát | cca 2 ml |
| iniciátor I | TEMED tetrametylén diamin | 2 ml |
| iniciátor II | peroxodisíran amonný | 10 g |
| iniciátor III | peroxodisíran draselný | 10 g |
| | fluorescein volná kyselina | 2 g |
| forma | sklo – tabulové | 13 x 13 cm / 2 kusy na formu |
| | silikonový vál 60 x 40 cm bez dezénu, hladký nebo jiný kaučukovitý materiál na těsnění formy | 1 |
| | klipy na papír – klip Binder 32 mm | 6 |
| ostatní | plastové pipety | |
| | stříčka plastová modrý uzávěr | |
| | baňka Erlenmayerova 25 ml se zábrusem a zátkou (užší zábrus) | 4 ks |
| | lodička na vážení | 2 ks |



| | | |
|-------|--|-------------|
| | stříkačka plastová 20 ml, 10 ml, 2 ml | vždy 2 kusy |
| | vykrajovátko kolečko V / 18 mm | |
| | Petriho misky malé | |
| | Petriho misky velké | |
| | váženky široké se zábrusovými víčky nebo jiné vhodné uzavíratelné nádoby na botnání a skladování vzorků* | 10 ks |
| | PE hadička, průměr 2 mm, tenkostěnná | |
| různé | alobal | |
| | pinzety ploché nerez | |
| | PE fólie potravinová smršťovací | |
| | lžičky chemické nerez | |
| | tyčinka míchací otavená | |
| | kuchyňské utěrky bílé | |
| | mikrovlnná trouba pro technické použití | není nutná |
| | mikroskop | není nutný |
| | nůžky | |
| | skalpel | |
| | dusík stlačený | |



Časový a obsahový plán výukového celku (2 x 45 min.)

Název hodiny: Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů

První hodina

| Čas (min.) | Struktura výuky | Činnost učitele | Činnost žáků | Organizační formy | | Hodnocení | Pomůcky | Poznámka |
|------------|--|---|---|---|---|----------------------|--|----------|
| | | | | výuky | Výukové metody | | | |
| 2 | Zahájení | Pozdrav, oznámení průběhu hodiny, tématu hodiny a cíle hodiny | Pozdrav, pochopení cíle | Frontální Výklad | Frontální | Zpětná vazba | Laboratorní pomůcky k experimentu | - |
| 5 | Úvodní slovo k pokusu, cíle, provedení, organizace skupinek | Rozdává návody na pokus, pomůcky musejí být připraveny před začátkem hodiny, určuje vedoucí skupin | Vytvářejí skupinky dvou/tří/čtyř žáků | Frontální | Samostatná práce ve skupinkách, pedagog průběžně kontroluje správnost plnění bodů | Slovní, zpětná vazba | Pracovní listy pro studenty | - |
| 10 | Příprava roztoků HCl a NaOH | Pomáhá slovně žákům, radí, kontroluje správnost výpočtu koncentrace | Studenti se mohou dotazovat, dotázaní studenti odpovídají na dotazy | Frontální Výklad, heuristický rozhovor | Frontální | Slovní, zpětná vazba | Tabule, křída/fixy | - |
| 20 | Označování nádobek, umísťování vzorků hydrogelů, odhad nebo měření pH, v případě zbotnění, přehození vzorků z kyselého do zásaditého prostředí | Klade studentům související dotazy, kontroluje práci studentů, popř. pomáhá s experimentem, radí | Studenti manuálně pracují, používají ochranné pomůcky | Frontální, párová, individuální | Heuristický rozhovor, učitelský experiment, žákovský experiment | Slovní, zpětná vazba | Tabule, pomůcky na experiment, pracovní listy pro studenty | - |
| 5 | Ukončení experimentu a zadané práce | Úklid pomůcek, uložení misek se vzorky v roztocích na bezpečné místo, krátká informace o pokračování experimentu v příští hodině, vyhodnocení odpovědí na zadané otázky | Úklid pomůcek, sdělování odpovědí na zadané otázky | Rozhovor Frontální | Práce s textem | Slovní | - | - |
| 3 | Shrnutí, ukončení hodiny | Zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, pojem botnání; dotazy na žáky | Odpovědi na dotazy vyučujícího | Rozhovor Frontální | Rozhovor Frontální | Slovní | - | - |

**Druhá hodina**

| Čas (min.) | Struktura výuky | Činnost učitele | Činnost žáků | Organizační formy výuky | | Hodnocení | Pomůcky | Poznámka |
|------------|--|--|---|--|--|----------------------|--|----------|
| | | | | Výukové metody | | | | |
| 2 | Zahájení | Pozdrav, oznámení průběhu hodiny, tématu hodiny a cíle hodiny | Pozdrav, pochopení cíle | Frontální Výklad | | Zpětná vazba | Laboratorní pomůcky k experimentu, pracovní listy pro studenty | - |
| 5 | Opakování, stručné shrnutí experimentu v minulé hodině, slovo k pokračování experimentu, cíle, organizace skupinek | Vyzve žáky k seskupení do stejných skupinek jako předchozí hodinu, komentují výsledky pokusu podle vizuálních změn materiálů v miskách – prezentují pozorování pro všechny | Vytvářejí skupinky dvou/tří/čtyř žáků | Frontální Heuristický rozhovor, individuální | | Slovní, zpětná vazba | Laboratorní pomůcky k experimentu, pracovní listy pro studenty | - |
| 10 | Odhad míry zbožňání vzorku – dle odhadu změny velikosti, u vzorku ve vodě vážením | Vysvětluje jev botmání, využití v technice | Studenti se mohou dotazovat, dotazani studenti odpovídají na dotazy | Frontální Výklad, heuristický rozhovor | | Slovní, zpětná vazba | Laboratorní pomůcky, pracovní listy pro studenty | - |
| 20 | Zápis pozorovaných skutečností do stručného protokolu | Vysvětluje formát protokolu | Každý žák píše svůj protokol | Frontální, párová, individuální Heuristický rozhovor, učitelský experiment, žákovský experiment | | Slovní, zpětná vazba | Tabule a křída nebo flip chart a fixa | - |
| 5 | Ukončení experimentu a zadané práce | Úklid pomůcek, úklid pracovního místa, uložení vzorků, vyhodnocení odpovědí na zadané otázky | Úklid pomůcek, sdělování odpovědí na zadané otázky | Rozhovor Frontální | | Slovní | - | - |
| 3 | Shrnutí, ukončení hodiny | Zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, dotazy na žáky | Odpovědi na dotazy vyučujícího | Rozhovor Frontální | | Slovní | - | - |



Pracovní list pro studenta

Název: Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů

Jméno:

a) Úkol

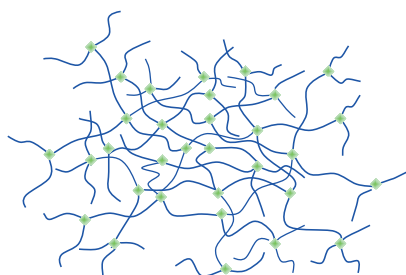
Podle laboratorního návodu připrav radikálovou polymerizací ve vodném prostředí vzorky syntetických hydrogelů ve formě, z hotových hydrogelů zhotov tělíška ve tvaru čtverečků asi 2 x 2 cm nebo koleček o průměru 2–3 cm a zkoumej chování hydrogelů v různých prostředích. Změř obsah vody ve vzorku gelu v rovnováze. Popiš vliv pH prostředí na botnání gelu.

b) Výklad

Syntetické i přírodní polymery jsou velké molekuly, které vznikají vzájemným spojením stavebních jednotek, tj. malých molekul neboli monomerů. Polymery mohou mít lineární strukturu, mohou se větvit nebo dokonce síťovat. Mezi jednotlivými makromolekulami mohou působit fyzikální interakce nebo vzniknout kovalentní vazby, které vedou k tomu, že makromolekulární struktura vytvoří trojrozměrnou síť.

V předchozím experimentu došlo ke spojení hydrofilních molekul monomeru 2-hydroxyethylmetakrylátu popřípadě s komonomerem kyselinou metakrylovou kovalentními vazbami v prostředí vody a do polymerizační směsi bylo přidáno síťovadlo, které jednotlivé polymerní řetězce propojilo do struktury trojrozměrné sítě schematicky nakreslené na Obrázku 1. Makromolekuly sesíťované chemickými vazbami nelze rozpustit v žádném rozpouštědle, pouze do své struktury nízkomolekulární rozpouštědlo absorbují v různé míře.

Tvar sítě také způsobuje, že kovalentní hydrogely nemohou téct, protože jednotky jsou zafixovány ve struktuře vazbami, i když jsou někdy tyto materiály měkké a poddajné, a dokonce někdy připomínají husté emulze nebo koloidní roztoky. Pokud makromolekuly obsahují ve své struktuře vysoký podíl vody, nazývají se hydrogely. Stavební jednotky přírodních hydrogelů jsou však často vázány ne kovalentními, ale fyzikálními vazbami, a někdy je možné nalézt vnější podmínky, za nichž se rozpouštějí, jako je pH, teplota nebo koncentrace iontů, a naopak existují podmínky, za nichž se z makromolekulárního roztoku vytvoří hydrogel.



Obrázek 1.
Schematická představa makromolekulární sítě.

c) Pomůcky

Monomery, vzorky připravených hydrogelů o různé mikrostrukturu, 0,3 molární roztok hydroxidu sodného, 0,3 molární roztok kyseliny chlorovodíkové, voda, forma, laboratorní sklo, ochranné pomůcky pro práci v laboratoři: pláště, brýle, rukavice.



Podrobný seznam:

| | | |
|---------------|---|---------------------------------|
| monomer 1 | 2-hydroxyethylmethakrylát, HEMA | cca 5 ml |
| monomer 2 | kyselina metakrylová, KM | cca 5 ml |
| monomer 3 | etylénglykol dimetakrylát | cca 2 ml |
| iniciátor I | TEMED tetrametylén diamin | 2 ml |
| iniciátor II | peroxidisíran amonný | 10 g |
| iniciátor III | peroxidisíran draselný | 10 g |
| | fluorescein volná kyselina | 2 g |
| forma | sklo – tabulové | 13 x 13 cm / 2 kusy na formu |
| | silikonový vál 60 x 40 cm bez dezénu, hladký nebo jiný kaučukovitý materiál na těsnění formy | 1 |
| | klipy na papír – klip Binder 32 mm | 6 |
| ostatní | plastové pipety | |
| | stříčka plastová modrý uzávěr | |
| | baňka Erlenmayerova 25 ml se zábrusem a zátkou (užší zábrus) | 4 ks |
| | lodička na vážení | 2 ks |
| | stříkačka plastová 20 ml, 10 ml, 2 ml | vždy 2 kusy |
| | vykrajovátko kolečko V / 18 mm | |
| | Petriho misky malé | |
| | Petriho misky velké | |
| | váženky široké se zábrusovými víčky nebo jiné vhodné uzavíratelné nádoby na botnání a skladování vzorků* | 10 ks |
| | PE hadička, průměr 2 mm, tenkostěnná | |
| různé | alobal | |
| | pinzety ploché nerez | |
| | PE fólie potravinová smršťovací | |
| | lžičky chemické nerez | |
| | tyčinka míchací otavená | |
| | kuchyňské utěrky bílé | |
| | mikrovlákná trouba pro technické použití | není nutná |
| | mikroskop | není nutný |
| | nůžky | |
| | skalpel | |
| | dusík stlačený | |

d) Pracovní postup

Nyní pracuj v ochranných brýlích, plášti a v rukavicích, pracuj s rozmyslem a systematicky, připrav si materiál na případný úklid zvrhnutých roztoků.

1. Připrav si zásobní roztoky přibližně 0,3 M NaOH a 0,3 M HCl.
Postup: a/ *příprava roztoku NaOH*: do odměrné baňky s ryskou nadávkuj asi do poloviny destilovanou vodu, pak nasyp pomalu za stálého kroužení baňkou odvážené množství NaOH a pak dolij po rysku destilovanou vodou. Pracuj s vodou o laboratorní teplotě. Baňku s roztokem NaOH zazátkuj buď plastovou, nebo pryžovou zátkou.



- b/ příprava roztoku kyseliny chlorovodíkové* – postupuj obdobně, zazátkovat můžeš skleněnou zábrusovou zátkou. Odměrné baňky dobře označ (ideálně tužkou na štítek poté přelepený izolepou).
- Označ tři větší krystalizační misky popřípadě jiné vhodné skleněné nádoby vyhovující objemem nejméně desetinásobku objemu vzorku takto: **0,3 M \ominus HCl, destilovaná H_2O , 0,3 M \ominus NaOH.**
 - Vzorky gelů zbotnalé předtím ve vodě pak umísti do misek, přelij destilovanou vodou a postav na přehledné a bezpečné místo (aby nedošlo ke zvrhnutí).
Zvol gely stejného typu. Pak do příslušně označené misky opatrně nalij pomocí 50 ml kádinky se zobáčkem asi 20 ml 0,3 M roztoku kyseliny chlorovodíkové, do druhé misky nalij stejný objem NaOH. Změř pH lakmusovým papírkem a zapiš. Papírek ponech v nádobce.
 - Misky pak umísti na přehledné místo a nádoby překryj hodinovým sklem.
 - Po chvíli pozoruj, k jakým dochází změnám tvaru i objemu. Zapiš pozorování a experiment proved' s čirými vzorky a také s bílými vzorky.
 - Pinzetou vyjmi vzorek gelu z misky NaOH a vlož jej do misky HCl. Analogicky přendej vzorek z roztoku NaOH do zředěné kyseliny.
 - Pozoruj změny pH v misce podle barvy papírku a také pozoruj změny objemu vzorku hydrogelu. Dolij roztok druhého prostředí vždy tak, aby papírek změnil barvu.

e) Zpracování pokusu

- Porovnej rychlost difúze u porézních a neporézních vzorků.
- Všechny zbylé kousky polymeru přechovávej v destilované vodě tak, aby byla tělíska vždy potopena. V zásaditém a kyselém prostředí nech botnat i do příští hodiny a zhodnoť vizuálně změny objemu vzorků.

f) Závěr

Botnání hydrogelů závisí silně na pH prostředí. V NaOH botnají gely více než ve vodě, zatímco v HCl méně. Proč? Rychlost botnání závisí mimo jiné na morfologii gelu. Porézní struktura umožňuje rychlejší výměnu iontů difúzí s okolím, nejrychleji probíhá difúze tehdy, pokud jsou póry propojené. Vliv má také teplota. Zkus usoudit jaký.

Jak se změnil vzhled hodně nabotnalých vzorků v roztoku NaOH, které byly ve vodě i v roztoku HCl bílé? Jaká je příčina změny vzhledu vzorku?

Botnání kovalentně sesíťovaných gelů je konečné. Množství daného rozpouštědla, které je proniklé do gelové fáze (jako voda, vodný roztok NaOH, zředěná HCl), je dáno strukturou vzorku a teplotou, při níž probíhá experiment. Jsou známy gely, které při botnání svůj objem zvětší až stokrát, či dokonce tisíckrát (vztaženo k suchému stavu vzorku).

Odhadni, kolikrát zvětšily svůj objem hydrogely botnající NaOH a HCl.



Pracovní list pro pedagoga

Název: Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů

a) Úkol

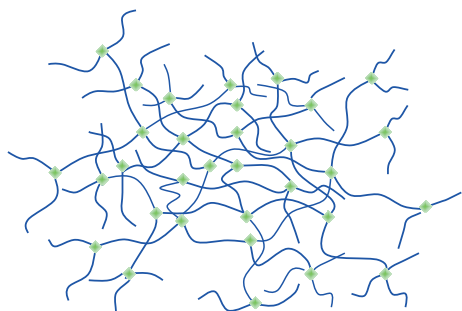
Podle laboratorního návodu připrav radikálovou polymerizací ve vodném prostředí vzorky syntetických hydrogelů ve formě, z hotových hydrogelů zhotov tělíska ve tvaru čtverečků asi 2 x 2 cm nebo koleček o průměru 2–3 cm a zkoumej chování hydrogelů v různých prostředích. Změř obsah vody ve vzorku gelu v rovnováze. Popiš vliv pH prostředí na botnání gelu.

b) Výklad

Syntetické i přírodní polymery jsou velké molekuly, které vznikají vzájemným spojením stavebních jednotek, tj. malých molekul neboli monomerů. Polymery mohou mít lineární strukturu, mohou se větvit nebo dokonce síťovat. Mezi jednotlivými makromolekulami mohou působit fyzikální interakce nebo vzniknout kovalentní vazby, které vedou k tomu, že makromolekulární struktura vytvoří trojrozměrnou síť.

V předchozím experimentu došlo ke spojení hydrofilních molekul monomeru 2-hydroxyethylmetakrylátu popřípadě s komonomerem kyselinou metakrylovou kovalentními vazbami v prostředí vody a do polymerizační směsi bylo přidáno síťovadlo, které jednotlivé polymerní řetězce propojilo do struktury trojrozměrné sítě schematicky nakreslené na Obrázku 1. Makromolekuly sesíťované chemickými vazbami nelze rozpustit v žádném rozpouštědle, pouze do své struktury nízkomolekulární rozpouštědlo absorbují v různé míře.

Tvar sítě také způsobuje, že kovalentní hydrogely nemohou téct, protože jednotky jsou zafixovány ve struktuře vazbami, i když jsou někdy tyto materiály měkké a poddajné, a dokonce někdy připomínají husté emulze nebo koloidní roztoky. Pokud makromolekuly obsahují ve své struktuře vysoký podíl vody, nazývají se hydrogely. Stavební jednotky přírodních hydrogelů jsou však často vázány ne kovalentními, ale fyzikálními vazbami, a někdy je možné nalézt vnější podmínky, za nichž se rozpouštějí, jako je pH, teplota nebo koncentrace iontů, a naopak existují podmínky, za nichž se z makromolekulárního roztoku vytvoří hydrogel.



Obrázek 1.
Schematická představa makromolekulární sítě.

c) Pomůcky

Monomery, vzorky připravených hydrogelů o různé mikrostrukturu, 0,3 molární roztok hydroxidu sodného, 0,3 molární roztok kyseliny chlorovodíkové, voda, forma, laboratorní sklo, ochranné pomůcky pro práci v laboratoři: pláště, brýle, rukavice.



Podrobný seznam:

| | | |
|---------------|---|---------------------------------|
| monomer 1 | 2-hydroxyethylmethakrylát, HEMA | cca 5 ml |
| monomer 2 | kyselina metakrylová, KM | cca 5 ml |
| monomer 3 | etylénglykol dimetakrylát | cca 2 ml |
| iniciátor I | TEMED tetrametylén diamin | 2 ml |
| iniciátor II | peroxodisíran amonný | 10 g |
| iniciátor III | peroxodisíran draselný | 10 g |
| | fluorescein volná kyselina | 2 g |
| forma | sklo – tabulové | 13 x 13 cm / 2 kusy na formu |
| | silikonový vál 60 x 40 cm bez dezénu, hladký nebo jiný kaučukovitý materiál na těsnění formy | 1 |
| | klipy na papír – klip Binder 32 mm | 6 |
| ostatní | plastové pipety | |
| | stříčka plastová modrý uzávěr | |
| | baňka Erlenmayerova 25 ml se zábrusem a zátkou (užší zábrus) | 4 ks |
| | lodička na vážení | 2 ks |
| | stříkačka plastová 20 ml, 10 ml, 2 ml | vždy 2 kusy |
| | vykrajovátko kolečko V / 18 mm | |
| | Petriho misky malé | |
| | Petriho misky velké | |
| | váženky široké se zábrusovými víčky nebo jiné vhodné uzavíratelné nádoby na botnění a skladování vzorků* | 10 ks |
| | PE hadička, průměr 2 mm, tenkostěnná | |
| různé | alobal | |
| | pinzety ploché nerez | |
| | PE fólie potravinová smršťovací | |
| | lžičky chemické nerez | |
| | tyčinka míchací otavená | |
| | kuchyňské utěrky bílé | |
| | mikrovlnná trouba pro technické použití | není nutná |
| | mikroskop | není nutný |
| | nůžky | |
| | skalpel | |
| | dusík stlačený | |

d) Pracovní postup

Nyní pracuj v ochranných brýlích, plášti a v rukavicích, pracuj s rozmyslem a systematicky, připrav si materiál na případný úklid zvrhnutých roztoků.

1. Připrav si zásobní roztoky přibližně 0,3 M NaOH a 0,3 M HCl.
Postup: a/ *příprava roztoku NaOH*: do odměrné baňky s ryskou nadávkuj asi do poloviny destilovanou vodu, pak nasyp pomalu za stálého kroužení baňkou odvážené množství NaOH a pak dolij po rysku destilovanou vodou. Pracuj s vodou o laboratorní teplotě. Baňku s roztokem NaOH zazátkuj buď plastovou, nebo pryžovou zátkou.



- b/ *příprava roztoku kyseliny chlorovodíkové* – postupuj obdobně, zazátkovat můžeš skleněnou zábrusovou zátkou. Odměrné baňky dobře označ (ideálně tužkou na štítek poté přelepený izolepou).
2. Označ tři větší krystalizační misky popřípadě jiné vhodné skleněné nádoby vyhovující objemem nejméně desetinásobku objemu vzorku takto: **0,3 M \ominus HCl, destilovaná H_2O , 0,3 M \ominus NaOH.**
 3. Vzorky gelů zbotnalé předtím ve vodě pak umísti do misek, přelij destilovanou vodou a postav na přehledné a bezpečné místo (aby nedošlo ke zvrhnutí).
Zvol gely stejného typu. Pak do příslušně označené misky opatrně nalij pomocí 50 ml kádinky se zobáčkem asi 20 ml 0,3 M roztoku kyseliny chlorovodíkové, do druhé misky nalij stejný objem NaOH. Změř pH lakmusovým papírkem a zapiš. Papírek ponech v nádobce.
 4. Misky pak umísti na přehledné místo a nádoby překryj hodinovým sklem.
 5. Po chvíli pozoruj, k jakým dochází změnám tvaru i objemu. Zapiš pozorování a experiment proved' s čirými vzorky a také s bílými vzorky.
 6. Pinzetou vyjmi vzorek gelu z misky NaOH a vlož jej do misky HCl. Analogicky přendej vzorek z roztoku NaOH do zředěné kyseliny.
 7. Pozoruj změny pH v misce podle barvy papírku a také pozoruj změny objemu vzorku hydrogelu. Dolij roztok druhého prostředí vždy tak, aby papírek změnil barvu.

e) *Zpracování pokusu*

1. Porovnej rychlost difúze u porézních a neporézních vzorků.
2. Všechny zbylé kousky polymeru přechovávej v destilované vodě tak, aby byla tělíska vždy potopena. V zásaditém a kyselém prostředí nech botnat i do příští hodiny a zhodnoť vizuálně změny objemu vzorků.

f) *Závěr*

Botnání hydrogelů závisí silně na pH prostředí. V NaOH botnají gely více než ve vodě, zatímco v HCl méně. Proč? Rychlost botnání závisí mimo jiné na morfologii gelu. Porézní struktura umožňuje rychlejší výměnu iontů difúzí s okolím, nejrychleji probíhá difúze tehdy, pokud jsou póry propojené. Vliv má také teplota. Zkus usoudit jaký.

Jak se změnil vzhled hodně nabotnalých vzorků v roztoku NaOH, které byly ve vodě i v roztoku HCl bílé? Jaká je příčina změny vzhledu vzorku?

Bílý odstín se zvětšením objemu ztrácí. To proto, že rozdíl indexu lomu světla v silně zbotnalém gelu roztokem NaOH a v roztoku je malý, tím se světlo láme méně.

Vzorek, který naopak odbotnává v roztoku HCl se může jevit víc bílým než např. ve vodě. Důvod je analogický: množství roztoku v gelové fázi kleslo, a rozdíl v indexu lomu světla při průchodu rozhraním mezi ne příliš zbotnalým gelem a roztokem je tak větší. Světlo je víc rozptylováno.

Botnání kovalentně sesíťovaných gelů je konečné. Množství daného rozpouštědla (voda, vodný roztok NaOH, vodný roztok HCl) je dáno strukturou vzorku a teplotou, při níž probíhá experiment. Jsou známy gely, které při botnání svůj objem zvětší až stokrát, či dokonce tisíckrát (vztaženo k suchému stavu vzorku).

Odhadni, kolikrát zvětšily svůj objem hydrogely botnající NaOH a HCl.



Opakování – řešení pro pedagoga

Název: Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů

- 1) Makromolekulární síť v kontaktu s dobrým rozpouštědlem zbotná do rovnováhy. Jak dopadne makromolekulární látka, která není zároveň makromolekulární sítí v kontaktu se stejným rozpouštědlem?

Buď jde o lineární polymer, nebo o fyzikální síť. Lineární polymer se nejspíš rozpustí, fyzikální síť také, pokud v materiálech nejsou silné fyzikální interakce, které udrží molekuly v krátké vzdálenosti.

- 2) Proč je stupeň nabotnutí hydrogelu zvýšený, když do vody přidáme molekuly NaOH?

Hydroxid sodný disociuje na ionty Na^+ a OH^- , kationty sodíku se dostávají difúzí k opačně nabitým atomům nebo skupinám na polymerním řetězci. Protože kolem sebe ionty udržují molekuly vody, solvatují se, tak potřebují větší objem, tím rozpínají makromolekulární strukturu gelu.

Oproti tomu zředěná kyselina poskytuje ionty Cl^- a H^+ , ty však se nesolvují, hydrogelem pronikají. Aniont Cl^- na sebe váže některé sodíkové kationty, které se tak uvolňují ze struktury gelu. V přítomnosti Cl^- jsou Na^+ solvatovány méně.

Tyto trendy jsou ale různé pro různé mikrostruktury.

- 3) Čím může být dosažení botnací rovnováhy (tj. konstantního objemu rozpouštědla) urychleno?

Při zachování chemického složení (stejně monomery) existencí propojených kanálků – pórů v gelu.

Vlastnosti syntetických a přírodních polymerů

prof. Ing. Karel Dušek, DrSc.



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ