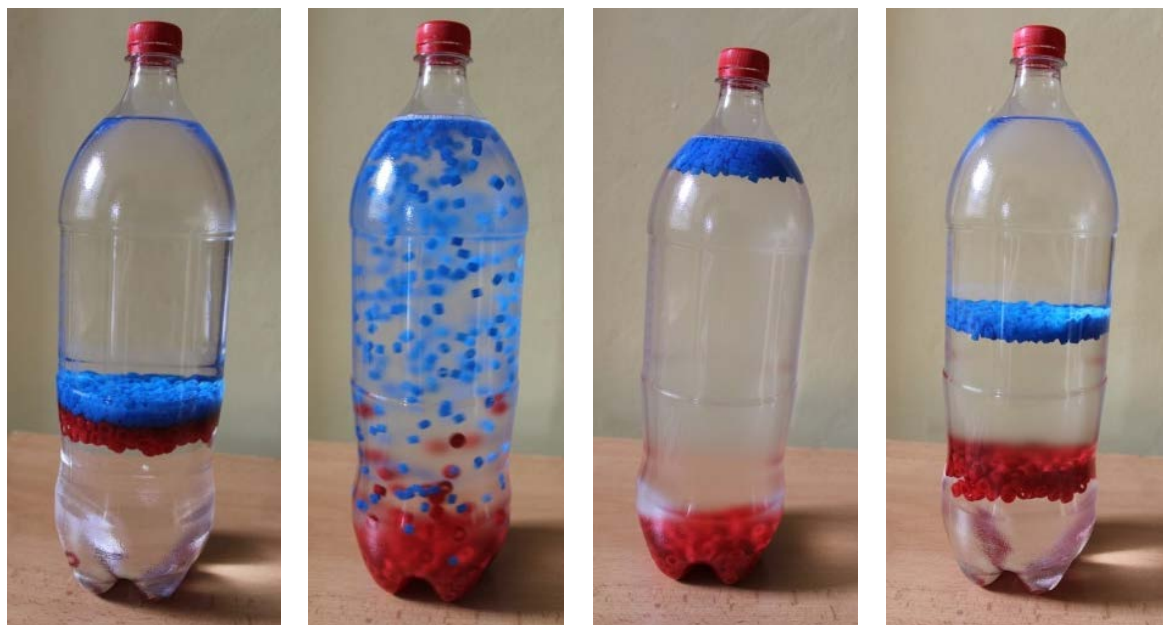


Polydensity bottle (Kateřina Lipertová)

Na Science on Stage se jezdí proto, aby člověk potkal spoustu zajímavých lidí a nakoukal všechny ty úžasné fyzikální (i jiné) vychytávky, kterými pak ohromí své žáky a kolegy. Ani v Portugalsku tomu nebylo jinak. Moc se nám líbily pokusy, které přivezli kolegové z Irska. A „polydensity bottle“, kterou prezentoval Seán Kelleher, byla přesně ta věc, kterou jsme si všichni hned chtěli taky vyrobit. Po návratu domů jsem výrobu svěřila svému bývalému studentovi, Danu Svobodovi. A dobře jsem udělala. Letos už je studentem VŠCHT, a tak k původnímu receptu přidal ještě poznámky, na co si dát při výrobě pozor, a k fyzikálnímu popisu ještě popis chemický.



Obr. 6. Jednotlivé fáze rozložení korálků v polydensity bottle.

Příprava

1. Připravíme si stejný objem destilované vody a čistého isopropanolu (kvalita p.a., čistota >99,9%), NaCl, „zapékací korálky“, „pony beads“, PET lahev.
2. V připravené vodě rozpustíme čistý NaCl v poměru 6 g NaCl na 30 ml vody.
3. Nejprve nalijeme do lahve trochu isopropanolu a přilijeme trochu roztoku NaCl (cca 1/8 objemu isopropanolu a 1/8 roztoku NaCl). Při příliš vysoké koncentraci může dojít ke vzniku bílé sraženiny. Pokud se sraženina objeví a nepodaří se nám ji rozmíchat, je potřeba roztok soli zředit.
4. Postupně přilejeme zbytky obou kapalin do lahve. Nad kapalinami ponecháme vzduchovou kapsu kvůli snazšímu promíchání obou kapalin.
5. Přidáme dostatečný počet korálků obou druhů. Oba typy korálků se musí lišit svojí hustotou. Prvním typem (nižší hustota) jsou tzv. „zapékací korálky.“ Druhým typem (vyšší hustota) jsou tzv. „pony beads.“
6. Lahev uzavřeme. Pořadí vrstev od hladiny ke dnu je isopropanol, „zapékací korálky“, „pony beads“, slaná voda.

7. Lahev protřepeme a postavíme na stůl. Zapékací korálky vyplavou k hladině, „pony beads“ klesnou ke dnu.
8. Po několika minutách se opět korálky „sejdou“ uprostřed lahve a systém se vrátí do původního stavu (viz bod 6).

Možné problémy při výrobě a co s nimi

- V případě, že koncentrace isopropanolu je znatelně nižší než 99,9%, spočteme objem čistého isopropanolu a zbytek budeme pro naše potřeby považovat za vodu – připravíme si tedy jen tolik vody navíc, aby byly po smíchání objemy vody a isopropanolu shodné.
- Anglický návod používá zavařovací sůl, „pickling salt“ nebo „kosher salt.“ My používáme čistý NaCl (p.a., čistota >99,9%), protože tím zamezíme mechanickým i chemickým nečistotám, které mohou vést k zakalení směsi. Pokud se rozhodnete použít obyčejnou kuchyňskou sůl, vyberte z výše jmenovaného důvodu sůl bez obsahu jodu. Fluor by neměl být závadný.
- Na pomoc si můžete od vyučujících chemie zapůjčit magnetickou míchačku, která vás možná zaujme i sama o sobě.
- Po několika dnech se může dostavit nechtěný efekt, kdy se hustší korálky přestanou zvedat ode dna. Tento problém se nám podařilo vyřešit velice snadno a to přidáním malého množství NaCl.

Pokus očima fyzika

- Lahev je zajímavou variantou známého „hustotního sloupce“. V našem případě trik spočívá v tom, že obě kapaliny rozdílných hustot lze snadno promíchat a zároveň se snadno oddělují. Na začátku pokusu solný roztok tvoří spodní vrstvu, která má vyšší hustotu než isopropanol. Oba typy korálků mají hustotu větší než isopropanol, ale menší než solný roztok. Když s lahví zatřepeme, kapaliny vytvoří emulzi, jejíž hustota je větší než hustota „zapékacích korálků,“ ale menší než hustota „pony beads.“ Proto „zapékací korálky“ vystoupají na hladinu, zatímco „pony beads“ klesnou ke dnu. Poté se obě kapaliny začnou postupně oddělovat a vše se vrátí do původního stavu.

Pokus očima chemika (verze VŠCHT, jen pro otrlé)

- Uplatňujeme zde metodu vysolování. Ta patří již dlouho ke známým metodám získávání organických látek, kdy se jejich rozpustnost ve vodní fázi znatelně sníží a dojde k jejich vyloučení do organické fáze (nebo jako v tomto případě o oddělení vodní a organické fáze). *(Pozn.: Obdobným způsobem se soli využívá také k opačnému efektu a to ke zvýšení rozpustnosti některých organických látek.)* Ač je tato metoda využívána již dlouho, patrně se jí nevěnovalo tolik pozornosti, kolik by si zasloužila, a proto mechanismus stále ještě není úplně definován. Zjednodušeně řečeno se však hovoří o posílení hydrofobních vlastností organických látek skrze vzájemné odpuzování elektronů a interakce s náboji koncentrovanými v iontech soli (zejména anionty), které vznikají rozpuštěním soli ve vodě. Z hlediska entropie je oddělení obou fází (tj. vodní a organické) naprosto nesmyslné. Oddělení je umožněno právě

zvýšením hydrofobních vlastností látek, což vede ke shlukování molekul organických látek a jejich následnému vytlačení z vodného prostředí. Navíc analogické uspořádání zahrnující molekuly organických látek i ionty soli s vysokou koncentrací náboje, je z entropického hlediska ještě nepřípustnější. Dalším efektem, který se zde projevuje, je takzvaná solvatace iontů, kde dochází k interakci mezi rozpouštěnou látkou (v našem případě ionty soli) a rozpouštědlem (v našem případě voda). Rozpouštědlo obklopí rozpouštěnou částici a na základě elektrostatických interakcí vytvoří „obal“ kolem částice, což vede ke stabilizaci roztoku – jedná se tedy o jistou formu shlukování a snižuje se tím počet molekul rozpouštědla, které mohou interagovat s organickou látkou za pomoci nevazebných interakcí (např. vodíkové můstky, Van der Waalsovy síly aj.).