

Úloha I.1 ... Sedimentace

5 bodů; (chybí statistiky)

Veźměte si sklenici horké a studené vody a v každé z nich rozmíchejte dvě lžice hlíny. Ve které sklenici se usadí kal dříve a jak dlouho to bude trvat? Kromě doby usazení nezapomeňte uvést i všechny relevantní údaje jako např. množství hlíny či nejistotu měření. Dokážete pro pozorovaný rozdíl nalézt fyzikální zdůvodnění?

Suspenze je různorodá směs dvou látek: v našem případě hlíny a vody. Na rozdíl od roztoků dochází v suspenzích k usazování pevné složky ke dnu. Tento proces se označuje jako sedimentace. Pokus jsme prováděli ve dvou identických sklenicích, které obě obsahovaly 200 gramů vody a 15 gramů hlíny.

Jak rychle se částice usazují je určeno především jejich velikostí a hustotou. Velká část hlíny je tvořena malými kamínky a pískem, který ihned po zamíchání začne klesat ke dnu sklenice s teplou i studenou vodou. Tyto částice po několika desítkách sekund vytvoří vrstvu usazeniny na dně.

Rychlost sedimentace těchto větších částic je spíše závislá na způsobu, kterým jste vodu ve sklenici zamíchali. Pokud jste míchali krouživým pohybem, který ve sklenici vytvořil vír, dochází k pomalejší sedimentaci. Odstředivá síla na ně působí podobně jako na skleněnou obíhající po vnitřku mísy: čím rychleji skleněnka v míse krouží, tím pomaleji klesá ke dnu. Pokud jste míchali chaoticky a vodu neroztáčeli, k této prvotní sedimentaci došlo trochu rychleji.

Na hladině obou sklenic vidíme drobné organické částičky, které mají menší hustotu než voda. Některé z nich časem klesají ke dnu. Hladinu může pokrývat vrstva bublinek tvořící pěnu, která díky povrchovému napětí postupně obklopí okraje sklenice.

Většinu objemu obou sklenic nyní zaplňuje voda znečištěná menšími částicemi. Kdybychom chtěli získat vodu čistou, mohli bychom tuto vrstvu odlít a dále třeba filtrovat. Takovému odlití se označuje jako dekantace. My ovšem trpělivě pozorujeme, jak dochází k dalšímu postupnému usazování. Asi jste si povšimli, že nejde určit přesný okamžik, kdy se voda stane čistou. Jedná se totiž o postupný proces.

Již v prvních několika minutách lze ale vidět, že usazování ve sklenici s teplou vodou probíhá rychleji než ve sklenici s vodou studenou. Tento rozdíl lze nejlépe pozorovat v temné místnosti, kdy sklenice nasvítíme shora stejným zdrojem světla a sledujeme barevný přechod. Liší se také čírost vody u dna sklenice: ve sklenici s teplou vodou vidíme větší část usazeniny na dně, ve sklenici se studenou vodou usazeninu téměř nevidíme.

Po hodině usazování rozdíl stále vidíme, ale již se nezvětšuje. To proto, že dochází k postupnému vyrovnání teplotních rozdílů. Ve sklenici, ve které byla teplá voda, můžeme pozorovat drobné půdní organismy, zatímco ve druhé sklenici voda není dostatečně čirá.

Příčinou tohoto rozdílu je tepelný pohyb molekul vody. Již při míchání jsme si mohli všimnout, že teplá voda se snadno rozproudí a rozvíří v celém objemu sklenice, zatímco částičky ve studené vodě se jeví pomalé a líné. To je pro teplou vodu zpočátku nevýhoda, až do ustálení těchto počátečních vírů. Míra toho, jak kapalina vzdoruje pohybu, se označuje jako viskozita – velmi viskózní kapalinou je například med. Viskozita vody s teplotou klesá, a proto se teplá voda snáz rozvíří. Také to znamená, že teplá voda klade menší odpor na klesající částičky.

K úplnému usazení dochází jen velmi pomalu. Od určitého bodu zůstanou v suspenzi jen velmi malé částičky, kterým tepelný pohyb vody v usazení naopak brání. V praxi se k závěrečnému dočištění vody může použít vločkovač, což je chemická látka, která způsobí nabalování

malých částecek na větší. Po přidání vločkovače se voda zdánlivě zakalí, protože v ní vzniknou z malých částic větší částice, které se ovšem s časem usadí ke dnu nebo mohou být odfiltrovány.

Marco Souza de Joode
marco@vyfuk.mff.cuni.cz

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.