

U vody o vodě

Červenec je doba odpočinku a dovolených, a tudíž i čas pro představu prázdninové idylky s posezením pod hřejícím sluncem, ale v blízkosti chladivé vodní hladiny a s osvěžujícím nápojem na dosah. Pokud nápoj chladíme kostkami ledu, zviditelní se všudypřítomné vodní páry orosením sklenice a pak platí, že naši pohodu spoluvytváří voda ve třech skupenstvích. A už tento fakt svědčí o jejich mimořádných vlastnostech.

Voda, systematickým názvem „oxidan“ nebo méně správným označením „dihydrogen-monooxid“, je sloučenina strukturně velmi jednoduchá. Zdánlivě nezajímavá kovalentní struktura složená ze silně polárních vazeb atomů vodíku a kyslíku však dovoluje vytvořit každé molekule až čtyři vodíkové vazby. Taková kumulace vodíkových vazeb přináší mimořádnou energii mezimolekulárních interakcí, které se navenek projevují nejen běžným kapalným skupenstvím vody, ale i jejími mimořádnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Kouzlo vodíkových vazeb spočívá ve skutečnosti, že i když je souhrnná energie vodíkových vazeb ve vodě vysoká, energie jednotlivé interakce je dostatečně nízká, aby vodíkové vazby mezi molekulami vody mohly být za běžných teplot alespoň částečně narušovány termickou energií molekul. Voda tak absorbuje značné množství tepla postupným štěpením vodíkových vazeb a naopak je schopna postupným zvětšováním průměrné velikosti molekulárních klastrů zpětně energii uvolňovat. Číselným vyjádřením této schopnosti vody je vysoká hodnota měrné tepelné kapacity vody ($4,182 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ při 20°C a norm. tlaku), která je několikrát vyšší než například u běžných kovů. Tato vlastnost má zásadní význam pro tlumení teplotních výkyvů na zemském povrchu. Bez vody bychom při slunném dni zažívali nesnesitelný žár. Jelikož i při teplotě bodu varu existuje ve vodě asi 70 % možných vodíkových vazeb, je vysoké i výparné teplo vody (při 100°C $2,257 \text{ MJ kg}^{-1}$, resp. $40,67 \text{ kJ mol}^{-1}$). Díky tomu se odpařováním potu můžeme příjemně ochlazovat. Voda brání teplotním výkyvům i při tuhnutí, protože při přeměně 1 kg vody na led při 0°C se uvolní energie 334 kJ. Tuhnutí vody má díky specifickým vlastnostem vodíkových vazeb další efekt. Jejich nevyhraněná směrovanost v kapalně fázi vede k nepravidelnému, ale prostorově úspornému uspořádání molekul. Při tuhnutí naopak přesně směrované vodíkové vazby zorientují molekuly vody do dokonale pravidelné struktury se šestibokými dutinami. Výsledkem je, že lehčí led plave na vodní hladině a díky špatné tepelné vodivosti působí jako izolační vrstva proti totálnímu promrzání povrchových vod. Také při formování sněhové vločky si vodíkové vazby vynutí její skoro dokonalou šesterečnou symetrii, a proto přírodní sníh tvořený nadýchanými dendritickými krystalky je rovněž vynikajícím izolačním materiálem.

Pro všechny tyto parametry můžeme označit vodu jako ideální náplň přírodního pozemského klimatizačního systému. Lepší médium bychom si ani nedokázali vyprojektovat. Na Zemi je vody opravdu hodně – přibližně 1,34 miliard km^3 . Přitom není dosud vyřešeno, kolik vody na Zemi pochází z původních hornin a jakou část dopravit na Zemi planetky a komety v době tzv. velkého bombardování. Voda absorbuje asi 85 % zachycené sluneční energie a tuto energii hlavně oceánskými proudy a koloběhem vody účinně distribuuje po zemském povrchu. Lidstvo zehrá na to, že tento proces probíhá na sluneční pohon samovolně a víceméně ustáleně. A až masivní produkce skleníkových plynů, mycení tropických pralesů a rozsáhlé závlahové systémy v posledních desetiletích zemské klima rozkolísaly.

Termoregulační funkci zajišťuje především slaná voda v mořích a oceánech, která na zemském povrchu jednoznačně převládá. Pro využití v mnoha průmyslových odvětvích, v zemědělství, ve zdravotnictví, v hygieně, v potravinářství a pro spotřebu v domácnostech je využívána téměř výhradně voda sladká. Té je z celkového množství vody jen 2,8 % a už z tohoto tak malého podílu jen nepatrný zlomek (asi 1,3 tisíc km^3) připadá na využitelnou část z povrchové vody a ze zásob spodních vod. Tyto vodní zdroje a jejich kvalita jsou nejvíce ohroženy ne vždy rozumným a odpovědným využíváním. Provozováním čistíren se sice snažíme do jisté míry znečištění odstranit, ale některé industriální vlivy se již trvale projevují. To ovlivní naši pohodu například při prázdninovém výletě, když musíme minout lákavou hladinou rybníka, protože v něm hygienik zakázal koupání, nebo když se raději nenapijeme z potůčku ani ze studánky, a tudíž s vyprahlým hrdlem musíme čekat, až nám někde v láhvi podají vodu Mattoni nebo Evian. Ještě stále je čím ty láhve plnit. Někoho problémy s balenou vodou nezajímají, protože hasí žízeň raději pivem. A pivo je zatím v Čechách dobré a jsme na to právem hrdí. Co když ale jednou začnou chlapi v hospodě reptat, že to pivo nemá říz, protože už bude vařené sice z nezávadné, ale veškeré chuti zbavené vody. Pro takovou vodu nepochybně stále platí chemický vzorec H_2O a všechny její fyzikálně-chemické charakteristiky, ale podle průměru z pohádky ji můžeme nazvat vodou mrtvou. K té ale potřebujeme i vodu živou. Budeme ji mít?

Petr Holý