

„Hraštické“ bádání 2021

Vzhledem k tomu, že na Marsu ze začátku nepředpokládám dostatečné množství energetických zdrojů, jsem se rozhodl zabývat měřením energetické náročnosti některých procesů. Co tím mám na mysli? Jednoduše „vaření“ čaje, ohřívání rukou a ohřívání sklenice na čaj. Konkrétně jsem měřil (měrnou) tepelnou kapacitu dlaní a skla a navíc jsem vyzkoušel louhovat čaj při nízkých teplotách (ze zřejmých důvodů).

Měření (měrné) tepelné kapacity dlaní

Za pomoci dvou teploměrů (Vernier), dvou stejných sklenic (Ikea) a vody o stejné teplotě jsem se pokusil řádově změřit (měrnou) tepelnou kapacitu dlaní. Na začátku jsem do sklenic nalil stejné množství vody (290 g) o stejné teplotě (75 °C) a následně si dotykovým teploměrem změřil teplotu dlaní (24 °C). Poté jsem cca 3 minuty obklopoval dlaněmi jednu ze sklenic. Abych zohlednil ztráty, prováděl jsem hned vedle referenční měření teploty u druhé sklenice. Na konci byl rozdíl teplot vody ve sklenicích 4 °C a na dlaních jsem naměřil teplotu 37 °C. Můžeme tak odhadnout tepelnou kapacitu dlaní:

$$C_{dlaní} = \frac{c_{vody} \cdot \Delta t_{vody} \cdot m_{vody}}{\Delta t_{dlaně}} = \frac{4200 \cdot 4 \cdot 0,29}{13} \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} = 380 \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1}.$$

Odhadněme ještě měrnou tepelnou kapacitu dlaní. Protože by bylo poměrně obtížné useknout si dlaně a následně je zvážit, můžeme tepelnou kapacitu vztáhnout alespoň vůči objemu. Inspirován Archimédem jsem ponořil dlaně do mísy s vodou a následně pomocí odměrného válce naměřil, že vyteklo 720 ml vody. Měrná tepelná kapacita dlaní vztažena na objem je pak:

$$c_{dlaní} = \frac{380}{0,72} \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} \cdot \text{dm}^{-3} = 528 \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} \cdot \text{dm}^{-3}.$$

Předpokládejme na chvíli, že hustota rukou je přibližně rovna hustotě celého těla, jehož hustota je přibližně rovna hustotě vody ($1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$), potom:

$$c_{dlaní} = 528 \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

Není to divné?

Předpokládal jsem, že dlaně mají hustotu vody a přisoudil jsem jim tím i další vlastnosti vody. Ovšem jejich měrná tepelná kapacita vychází asi 7krát menší než u vody. Nedomnívám se, že měření zaneslo tak obrovské chyby. Kde tedy najít vysvětlení? Pravděpodobně je nepřesné tvrdit, že se při obalení sklenice dlaněmi zahřívají dlaně v celém svém objemu. V průběhu 3 minut pravděpodobně nedošlo k prohřátí dlaní v celém jejich objemu.

Měření měrné tepelné kapacity skla

Podobným způsobem, jaký je popsán výše, jsem měřil i měrnou tepelnou kapacitu skla, ze kterého jsou sklenice z Ikea. První sklenici jsem nahřál pomocí teplé vody na teplotu 80 °C, zatímco druhou jsem ponechal na teplotě okolí (16 °C). Následně jsem do obou sklenic nalil stejné množství vody (265 ml) o stejných teplotách (80 °C) a opět měřil teplotní rozdíl po několika minutách v obou sklenicích (4,3 °C). Ztráty byly zohledněny pomocí referenčního měření ve dvou sklenicích. Teplota vody v původně studenější sklenici byla na konci 69,5 °C. Předpokládám, že stejnou teplotu měla tou dobou i sklenice, která váží 411 g. Tím dostáváme:

$$c_{skla} = \frac{c_{vody} \cdot \Delta t_{vody} \cdot m_{vody}}{\Delta t_{sklenice} \cdot m_{sklenice}} = \frac{4200 \cdot 4,3 \cdot 0,265}{53,5 \cdot 0,411} \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} \cdot (\text{kg})^{-1} = 216 \text{ J} \cdot (\text{°C})^{-1} \cdot (\text{kg})^{-1}.$$

Tato hodnota je asi 4krát menší než hodnota, kterou jsem s přístupem k internetu našel. Stejně jako u předchozího měření může být mimo vnesených chyb problém také v tom, že se neohřívá celá sklenice rovnoměrně (navíc dno bylo položeno na desce stolu, zatímco stěny sklenice chladly rychleji).

Louhování čaje při různých teplotách

Z časových důvodů jsem tento experiment nezopakoval dostatečněkrát, i přesto jsem však získal alespoň stručnou představu o tom, zda se dá čaj vylouhovat i za nižších teplot. Tepelný pohyb částic umožnil vylouhování černého čaje Lipton při 15 °C i při 30 °C. Louhování při 30 °C jsem ukončil po 15 minutách a louhování po 15 °C jsem ukončil po třiceti minutách. Můžu konstatovat, že čaj se dal vypít a neotrávil mě to, takže při nedostatku energetických zdrojů by čaj šel nouzově louhovat i při nižších teplotách (Britové odpustí). *Pozn.: Hodnoty 15 a 30 se zde střídají pouze náhodou.*