

## Úloha II.2 ... Nepředstavitelně pálivá

6 bodů; (chybí statistiky)

Viktor dostal chuť na chilli omáčku. Jelikož ale neměl žádné chilli papričky v dostatečném množství, rozhodl se použít všechny, co měl. Použil 300 g čerstvých papriček Habanero (SHU 300 000), 50 g čerstvé papričky Jalapeño (SHU 6 000) a 25 g čerstvé Carolina Reaper (SHU 2 200 000). Pak přidal 30 g sušených papriček Bhut Jolokia (SHU 1 050 000). Vše zamíchal do 500 g nepálivých ingrediencí. Viktora by zajímalo, kolik SHU má výsledná chilli omáčka, pokud sušením ztratí chilli paprika 95 % vody a podíl pevné složky je u ní 8 %.

Pálivost paprik se měří pomocí stupnice pálivosti SHU (Scovilleho jednotky pálivosti). Pálivost se určuje tak, že sladká paprika má SHU 0 a u daného vzorku je hodnota SHU rovná tomu, kolikrát musíme roztok naředit, aby pálení nebylo postřehnutelné. Jednotku SHU lze také převést na klasickou koncentraci pálivé látky kapsaicinu uvedenou v g/g pomocí pálivosti čistého kapsaicinu  $16 \cdot 10^6$  SHU. Jedna jednotka SHU tedy odpovídá koncentraci kapsaicinu  $6,25 \cdot 10^{-8}$  g/g. Pálivost se uvádí pro čerstvou papriku.



Na začátku si pro potřeby řešení této úlohy definujeme „fyzikální“ veličinu pálivost pomocí podílu hmotnosti kapsaicinu  $m_C$  a celkové hmotnosti papričky  $m$  vynásobeného šestnácti miliony. Pálivost budeme značit  $S_H$  (Scoville Heat, česky Scovilleho pálivost) a její jednotku nazveme SHU (Scoville Heat Unit). Úlohu je možné řešit tak, že si spočítáme celkové množství kapsaicinu obsaženého v jednotlivých druzích papriček, tato množství sečteme a následně jej podělíme celkovou hmotností směsi (včetně nepálivých ingrediencí). Tento výsledný podíl vztáhneme na 16 mil. SHU, jak je popsáno v definici.

Pro papričky Habanero platí, že známe celkovou hmotnost papriček  $m = 300$  g a jejich pálivost  $S_H = 300\,000$  SHU. Stačí vyjít z definičního vztahu pálivosti, vyjádřit si z něj hmotnost kapsaicinu  $m_{C_H}$  a dopočítat ji.

$$S_H = \frac{m_C}{m} \cdot (16\,000\,000 \text{ SHU})$$

$$m_{C_H} = \frac{S_H m_H}{16\,000\,000 \text{ SHU}} = \frac{300\,000 \text{ SHU} \cdot 300 \text{ g}}{16\,000\,000 \text{ SHU}} = 5,625 \text{ g}$$

Podobně postupujeme i u papriček Jalapeño: dosadíme přímo do vzorce pro  $m_C$  odvozeného u Habanera. Toto odvození je do jisté míry intuitivní a nemusí být součástí řešení. V tomto případě píšeme hmotnost tak, aby byl výsledek bez zaokrouhlení naprosto přesný. Obecně však

nestačí k přesnému výsledku opsat všechna čísla z kalkulačky, protože i ta ve svých výpočtech zaokrouhluje, a tak je dobré výsledky rovněž rozumně zaokrouhlit.

$$m_{C_J} = \frac{6\,000\text{ SHU} \cdot 50\text{ g}}{16\,000\,000\text{ SHU}} = 0,018\,75\text{ g}$$

Pro papričky Carolina Reaper postupujeme stejně:

$$m_{C_C} = \frac{2\,200\,000\text{ SHU} \cdot 25\text{ g}}{16\,000\,000\text{ SHU}} = 3,437\,5\text{ g}.$$

V případě papriček Bhut Jolokia je postup o něco složitější. Abychom mohli postupovat stejně jako u předchozích papriček, musíme nejprve ze zadaných hodnot zjistit hmotnost čerstvých papriček Bhut Jolokia. Vystačíme si s následující úvahou. Hmotnost sušených papriček si označme  $m'_B$ , hmotnost těchto paprik v čerstvém stavu  $m_B$ . Potom platí rovnost  $m'_B = 0,08m_B + 0,92 \times 0,05m_B$  (hmotnost sušených paprik je součet hmotnosti pevného podílu a zbývající vody). Z této rovnice už není složité vyjádřit  $m_B$ . Nebudeme ji vyčíslovat, rovnou ji dosadíme do rovnice pro hmotnost kapsaicinu a spočítáme si jeho hmotnost i pro tuto poslední papričku.

$$m'_B = 0,08m_B + 0,92 \cdot 0,05m_B$$

$$m_B = \frac{m'_B}{0,126}$$

$$m_{C_B} = \frac{1\,050\,000\text{ SHU} \cdot (30\text{ g}/0,126)}{16\,000\,000\text{ SHU}} = 15,625\text{ g}$$

Označme si hmotnost nepálivých ingrediencí  $m$ . Z definice pálivosti můžeme konečně na základě spočítaných hmotností kapsaicinu a paprik spočítat i celkovou pálivost omáčky  $S_{H_O}$ .

$$\begin{aligned} S_{H_O} &= \frac{16\,000\,000\text{ SHU} \cdot (m_{C_H} + m_{C_J} + m_{C_C} + m_{C_B})}{m + m_H + m_J + m_C + m'_B} = \\ &= \frac{16\,000\,000\text{ SHU} \cdot (5,625\text{ g} + 0,018\,75\text{ g} + 3,437\,5\text{ g} + 15,625\text{ g})}{500\text{ g} + 300\text{ g} + 50\text{ g} + 25\text{ g} + 30\text{ g}} \doteq 436\,796\text{ SHU} \end{aligned}$$

Omáčka tedy bude mít pálivost přes 430 000 SHU, což je opravdu vysoká hodnota. V průběhu počítání jsme mohli dojít k zajímavým zjištěním, třeba že Jalapeño rozhodně nebylo přidáno kvůli své pálivosti, ale spíše kvůli své vůni, a že se sušenými papričkami je potřeba být skutečně maximálně opatrný.

Dobrou chuť.

*Viktor Materna*

---

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/>.