

Úloha VI.E . . . Hlavně to nerozbít

7 bodů; (chybí statistiky)

Všichni máte doma jistě nádobí z více různých materiálů: porcelánu, skla, sklokeramiky, plasty. . . Pokuste se co nejpřesněji změřit hustotu co největšího množství materiálů, ze kterého je nádobí vyrobeno a porovnejte je s tabulkovými nebo jinak zjištěnými hodnotami (nezapomeňte uvést zdroj).

Všimněte si, že vaše měření např. u keramiky může být ovlivněno odlišnou hustotou vrstvy glazury, která je tvořena jiným materiálem. Popište všechny podobné zdroje nepřesností v vašem měření a pokuste se odhadnout, do jaké míry vaše výsledky ovlivnily. Nezapomeňte popsat postup měření, aby kdokoli mohl podle vašeho popisu experiment zopakovat.

Teorie

Pokud se o něčem kamarádům řekne, že je to husté, většinou to znamená, že je to super, skvělé, parádní. My fyzici ale víme, že husté jsou všechny látky, jen některé více a některé méně. Tuto hodnotu nám udává vlastnost zvaná hustota. Hustota tělesa je fyzikální veličina, která nám říká, jakou bude mít těleso hmotnost v určitém objemu. Značí se jako ρ a můžeme ji vypočítat jako

$$\rho = \frac{m}{V},$$

kde, jak už víme i z definice, je m hmotnost námi měřené látky a V její objem. Hustota se může za určitých podmínek měnit (třeba u plynů), avšak v našem případě, tedy při měření pouhého kuchyňského nádobí, je hustota stále stejná.

Měření

Samotná hustota našeho nádobí by se nám ale měřila velice obtížně, proto si můžeme pomoci výše uvedeným jednoduchým výpočtem s hmotností a objemem. Těleso, jehož hustotu chceme měřit (třeba talíř), nejprve zvážíme, k čemuž nám postačí obyčejná kuchyňská váha. Objem tělesa můžeme určit výpočtem, což je ale u nepravidelných těles, tedy naprosté většiny nádobí, nepohodlné a častokrát i neproveditelné. Proto si objem tělesa můžeme jednoduše změřit pomocí odměrky a vody. Když těleso ponoříme celé do kapaliny, její hladina se zvedne o objem, který je roven objemu ponořeného tělesa. Tuto změnu si můžeme odečíst z odměrky, musíme však dávat pozor na to, že je opravdu ponořené celé těleso a žádná jeho část není mimo vodu či dokonce mimo odměrku. Velký problém je také duté nádobí se vzduchem (nebo čímkoliv jiným) uvnitř, které použít nemůžeme. Můžeme se setkat s tím, že objem může být napsán na obalu (zpravidla u větších nádob na vaření a pečení), to ale není námi hledaný objem nádoby, toto číslo udává objem, který se vejde dovnitř, tato čísla proto nezaměňujeme. Nesmíme také zapomenout na to, že výsledky všech měření poté musíme převést na základní jednotky.

Naměřené hodnoty

Z tabulky, ve které je vždy uveden materiál, ze kterého bylo měřené těleso vyrobeno, jeho naměřená hustota spolu s dílčími hodnotami hmotnosti a objemu, ze kterých byla vypočítána, a hustota podle tabulek či internetu, můžeme vyčíst hned několik zajímavostí.

Tab. 1: Naměřené hodnoty

materiál	$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{V}{\text{m}^3}$	$\frac{\rho}{\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}}$	tabulková ρ
čisté sklo	0,200	$7,80 \cdot 10^{-5}$	2 565	2 400–2 800
čistá keramika	0,232	$1,10 \cdot 10^{-4}$	2 050	2 000–3 000
keramika s glazurou	0,252	$1,25 \cdot 10^{-4}$	2 035	–
porcelán	0,425	$1,90 \cdot 10^{-4}$	2 260	2 100–2 400
titan	0,820	$2,34 \cdot 10^{-4}$	3 500	4 506
nerezová ocel	0,965	$2,76 \cdot 10^{-4}$	4 320	8 000
hliník	0,735	$2,79 \cdot 10^{-4}$	2 635	2 700
měď	0,650	$7,25 \cdot 10^{-5}$	5 520	8 960

Největším překvapením je asi naměřená hustota u hrnců z nerezové oceli a mědi, která se výrazně liší od hodnoty tabulkové. Tyto obrovské rozdíly jsou způsobeny tím, že kdyby bylo nádobí vyrobeno přímo z těchto materiálů, bylo by hodně hmotné a těžce by se nám s ním vařilo. Proto se konstrukce nádobí upravuje nejdříve tak, aby daný těžký materiál zaujímal méně objemu (např. pomocí vzduchových mezer), a pak se jeho použití může omezit pouze na povrchovou úpravu. Například nerezová ocel má vyšší hustotu než běžná ocel, protože oproti základní ocelové slitině železa s nejvýše 2 % uhlíku obsahuje navíc nejméně 10 % chromu, který chemicky blokuje korozi na vodě a vzduchu. Protože má ale chrom také výrazně menší tepelnou vodivost, kterou naopak u nádobí požadujeme, použije se pouze na povrchu, a jádro výrobku tak může tvořit slitina jiných kovů, které jsou tepelně dobře vodivé a přitom lehké.

Stejně tak glazura má menší hustotu než keramika, proto je celková hustota nádoby nižší než té bez glazury.

Závěr

Vidíme, že hodnoty hustoty se ve většině případů pohybovaly v tabulkovém intervalu, a pokud se zde nenacházely, je to kvůli přidaným materiálům. Největší problém byl v samotném nádobí, protože i když se na obalu píše, že je hrnec vyroben z nerezové oceli, vůbec to ve výsledku nemusí znamenat, že je z ní vyroben celý. V podstatě u měřených objektů nevíme, co se v nich nachází, a to samozřejmě hodně komplikuje přesnost a ověřitelnost našeho měření.

Karolína Letochová

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci 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/>.