

# Teplotní roztažnost

S miskoncepcí, kterou se zde budu zabývat, jsem se setkal a sám se s ní potýkal jak na základní, tak na střední škole, a její úplné odstranění u mě proběhlo až při studiu na vysoké škole. Ať už z vlastních zkušeností (např. svařování), z popkultury (např. scéna z filmu Gympl [1]) nebo i ze školních měření, demonstračních experimentů a z úhledných vzorečků pro objemovou, příp. délkovou teplotní roztažnost většina lidí ví, že když zahřejeme nějakou látku (beze změny skupenství), tak zvětší svůj objem<sup>1</sup>. Ačkoliv je to ve většině případů pravda, stojí za to zdůraznit, že se tak neděje vždy, a rozebrat alespoň nějaké případy a materiály, kdy tomu tak není.

## Kognitivní konflikt

Začal bych s opakováním z minulých hodin a následně bych položil otázku pro celou třídu: „Co se stane s předmětem, když jej začnu zahřívat?“ Případně bych položil návodnou otázku: „Co se stane s rozměry předmětu, když jej začnu zahřívat?“ Zde už bych čekal typickou odpověď: „zvětší se“. Poté bych dal hlasovat, jestli je tomu tak vždy, a nechal bych jednoho žáka zdůvodnit, proč si myslí, že ano, a jednoho žáka, proč si myslí, že ne, případně aby uvedl situace nebo materiály, u kterých to neplatí.

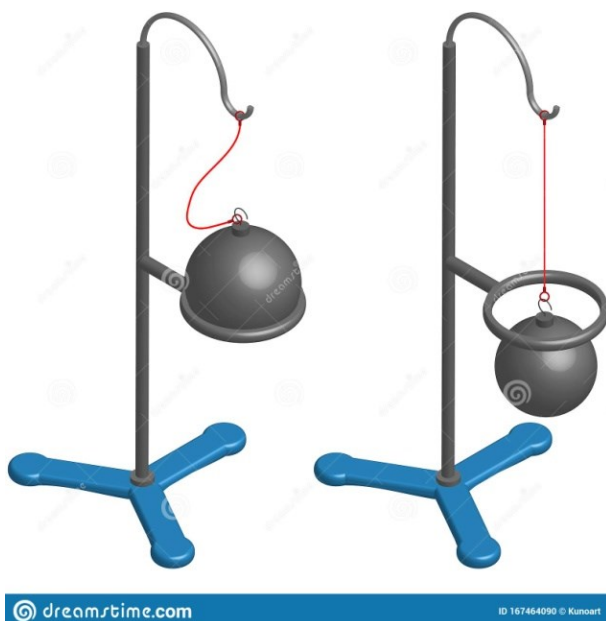
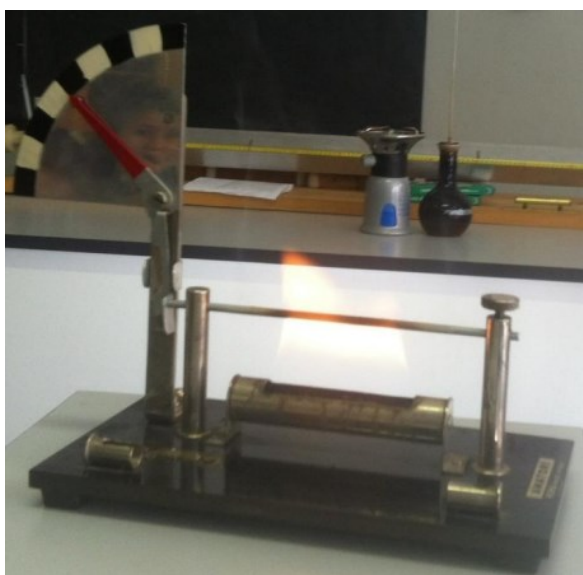
Následně bych využil demonstrační experiment, s jehož sestavením by mohli pomoci dobrovolníci z řad žáků. Konkrétně bych ukázal teplotní roztažnost kovů, u kterých se rozměry při zahřívání zvětší (viz obr. 1 a obr. 2), a pokus se zahříváním gumy [2], která se při zahřátí smrští.

Již bez experimentu bych zde rozebral známější anomálii vody. O té se mluví hlavně v souvislosti s hustotou a bystřejším žákům by to mohlo dojít. Stejně bych ji však zmínil znovu, tentokrát se zaměřením na objem, tj. při zahřívání z 0 °C na 4 °C se objem vody zmenšuje (a hustota roste).

Závěrem bych pak řekl, že smršťování při zahřívání se někdy označuje jako negativní teplotní roztažnost, součinitel teplotní roztažnosti je v tomto případě záporný a úplné vysvětlení tohoto jevu je nad úroveň střední školy. Rovněž bych uvedl další materiály, které mají tuto vlastnost, např.: wolframian zirkoničitý ( $ZrW_2O_8$ , v teplotním intervalu -273 °C až 777 °C) a uhlíková vlákna (v teplotním intervalu 0 °C až 250 °C).

---

<sup>1</sup> Zde by se slušelo zmínit izochorické zahřívání u ideálního plynu. Nadále se však budu věnovat především kapalinám a pevným látkám.



Obrázek 1. Pokus na délkovou roztažnost kovů [3] Obrázek 2. Pokus na objemovou roztažnost kovů [4]

## Analogie

Při hledání analogií bych se soustředil hlavně na gumu (pryž) a na vysvětlení příčiny tohoto chování, jelikož to lze vysvětlit středoškolsky, a zároveň je zde dobré propojení s chemií. Guma neboli pryž je vulkanizovaný kaučuk. Kaučuky jsou pružné látky, získané buď přirozeně ze stromu kaučukovníku, nebo synteticky z ropy [5]. Vulkanizace kaučuku je příkladem procesu zvaného síťování polymerů, při kterém dochází k vytvoření příčných chemických vazeb mezi makromolekulami tohoto polymeru [6]. Podrobnější informace o této problematice lze nalézt například zde [7].

Guma má polymerní strukturu a při jejím zatížení dojde k natažení makromolekul daného polymeru, čímž se změní jejich síťování. Zahřátím gummy pak dochází k dodání energie těmto makromolekulám, což vede k jejich zkrácení. Jako jistou analogii bych uvedl chování pružin. Zavěšením závaží na pružinu dojde k jejímu prodloužení. Dodání energie zahříváním gummy bych pak přirovnal k vykonání práce při nadzdvihnutí závaží rukou, kdy dojde k opětovnému zkrácení pružiny.

## Autoreflexivní učení se žáka

Pro úplné odstranění této miskoncepce bych poté navrhnul laboratorní práci, jejímž cílem by bylo experimentální určení teplotního součinitele délkové roztažnosti pro gumu. Nešlo by zde ani tak o přesnost měření, důležitý by byl závěr, že pro gumu vychází tato materiálová konstanta záporná. Vše je tedy v pořádku i z matematického hlediska. Někdo by mohl namítnout, že v tabulkách je uvedena kladná hodnota. To ale platí pro tvrdou gumu, která se používá v technické praxi, např. jako podlahová krytina.

## Diskuze a závěr

Tato miskoncepce dle mého názoru nemusí být tak těžce zakořeněna v žácích jako některé jiné, přesto bych jí alespoň jednu hodinu výuky a jednu laboratorní práci věnoval. Pro detailnější porozumění molekulární struktury gummy bych pak žáky odkázal do hodin chemie.

Položil jsem otázky uvedené na začátku části *Kognitivní konflikt* spolubydlícímu, který v současnosti studuje v prvním ročníku na obecné fyzice. Potvrdilo se mi, že i pro nadšence do fyziky může být myšlenka, že se při zahřívání některé látky smršťují, překvapivá.

Závěrem bych dodal, že osobně považuji výše uvedenou laboratorní práci pro žáky za nejdůležitější a zároveň nejnáročnější část. Pokud by někdo do té doby nebyl přesvědčen o existenci tohoto jevu a trval na tom, že „to přeci není možné“, jeho vlastní naměřené výsledky by ho měly přesvědčit.

## Zdroje a literatura

[1] Von se ten most roztáh vo 17 metrů? | GYMPL. Dostupné online [21. 10. 2023]  
<https://www.youtube.com/watch?v=CX1MwNEpYZc>

[2] Zkrácení gumy při jejím zahřátí. Dostupné online [21. 10. 2023]  
<https://www.youtube.com/watch?v=ASa6iciNwA0>

[3] Relazione dell'esperienza fatta nel laboratorio di fisis. Dostupné online [21. 10. 2023]  
<https://modabiennio.files.wordpress.com/2015/04/relazione-fisica-zaira-e-valentina-ok.pdf>

[4] School Physics Structure Substance Visual Experience of Heat Expansion. Dostupné online [21. 10. 2023] <http://www.dreamstime.com/school-physics-structure-substance-visual-experience-heat-expansion-steel-ball-freely-passing-ring-heating-image167464090>

[5] Pryže. Dostupné online [21. 10. 2023] <http://www.gumex.cz/slovník-pojmu/pryze-69>

[6] Síťování polymerů. Dostupné online [21. 10. 2023] <http://www.strojirenstvi.profi.cz/33/sitovani-polymeru-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EqQUkSFod1Gx2yXof142BCg/>

[7] Běhálek, Luboš. (2016) *Polymery*. Code Creator, s.r.o. ISBN 978-80-88058-68-7. Dostupné online [21. 10. 2023] <http://publi.cz/books/180/22.html>