



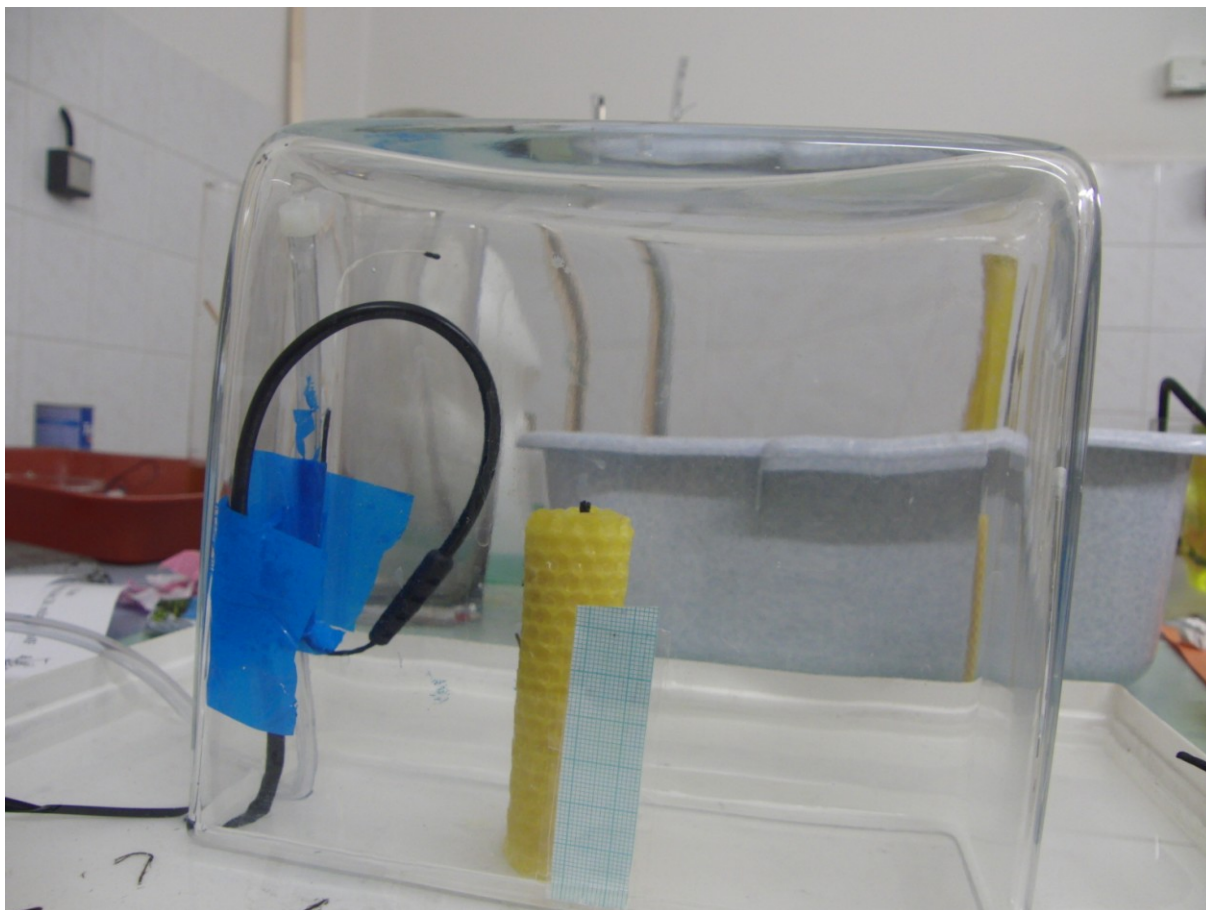
Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Vzestup vodní hladiny za pomoci svíčky

Pham Nhat Thanh

Gymnázium Cheb
Nerudova 7, 350 02 Cheb

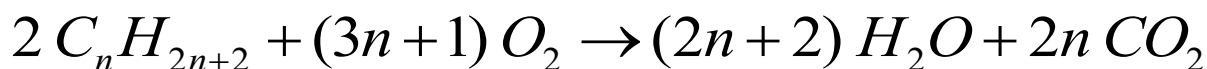


Úvod

Naším úkolem je připevnit svisle svíčku do kádinky s vodou a zapálenou svíčku poté přikrýt průhlednou nádobou. Nastává jev, kdy svíčka pomalu zhasíná a nádoba se plní do určité části vodou. Máme popsat a vysvětlit, kdy a proč se tento jev uskutečňuje. Přiblížíme také, za jakých podmínek se dostaví největší či naopak nejmenší efekt. V experimentální části se pokusíme demonstrovat teoretickou část a na závěr obě části porovnat.

I. Teorie

Začneme tím, jak hoří svíčka. Svíčka je tvořena voskem a knotem. Vosk je tvořen z uhlovodíků. Při zapálení svíčky se začne vosk tavit kolem knotu, který je poté vynášen kapilární silou nahoru po knotu přímo do plamene svíčky. Tento plamen přemění tekutý vosk na teplý plyn a začne jej rozkládat na atomy vodíku a uhlíku, které reagují s kyslíkem za přítomnosti vzduchu a tak vytvářejí teplo, světlo, vodní páru a oxid uhličitý.



Jak jsme již zmínili, k hoření je potřeba kyslík. Při hoření se spotřebuje hmotnostně třikrát více kyslíku než samotného vosku. V našem případě, kdy se hořící svíčka zakryje nádobou, dochází ke spotřebě kyslíku v dané nádobě. Získané teplo lze vyjádřit z hmotnosti kyslíku a výhřevnosti svíčky. Předpokládáme, že jev je rychlý a neprobíhá tepelná výměna s okolím, jsme tedy schopni spočítat, o kolik se ohřeje vzduch.

$$Q = \frac{1}{3} m_O \cdot H \quad \Delta T = \frac{Q}{m \cdot c_{H_2O}}$$

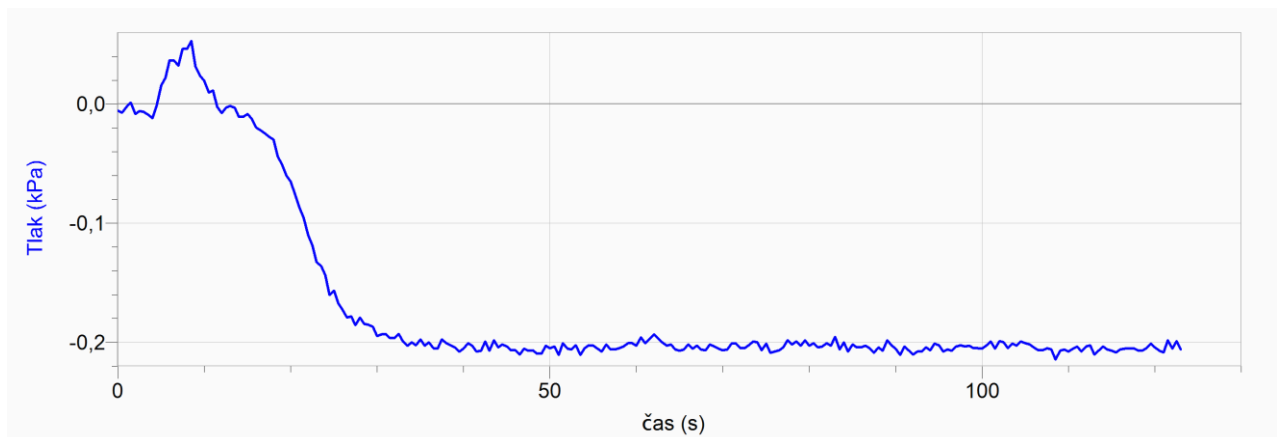
V uzavřeném prostoru se snižuje tlak a atmosférická tlaková síla působící na hladinu vody v kádince pak vodu vytlačí do nádoby. Můžeme si dále všimnout, že poté, co svíčka zhasne se dostává do kádinky největší množství vody. Při hoření svíčky se vzduch ohřeje, rozepne a část jej zpod kádinky vybublá pryč. Když svíčka zhasne, dochází k následnému ochlazení, kdy se vzduch opět smršťuje na původní objem, ale je jej o vybublanou část méně, takže se do sklenice nasaje voda z nádoby pod ní. Z toho vyplývá, že pokud bude více svíček, vznikne tím větší teplo, vybublá větší množství vody a zároveň se vsaje více vody. Pro ověření této teorie se pouštíme do popisu námi provedených experimentů

II. Experimenty

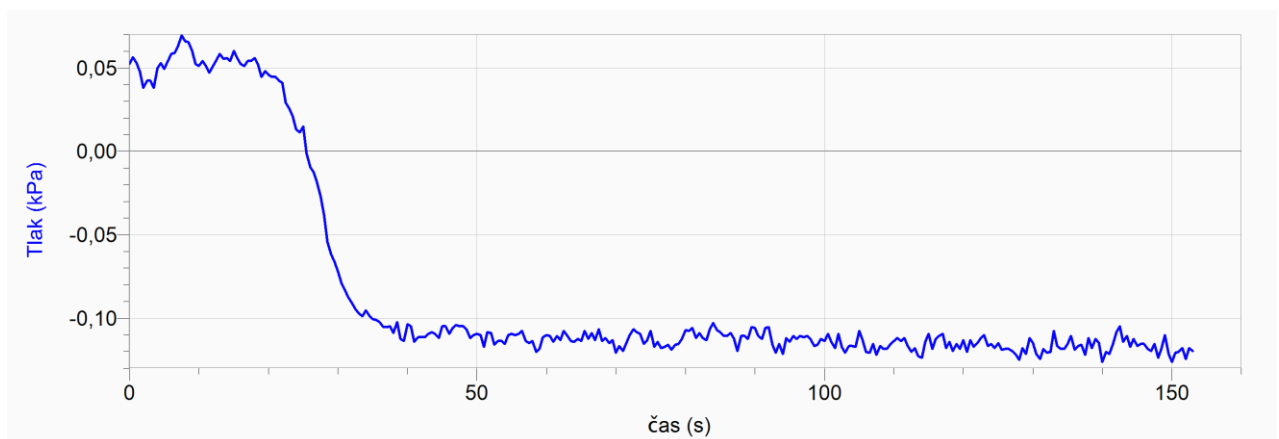
Pro měření experimentů jsme použili barometr a bodový teploměr v rozhraní LabQuest Interface System. Po mnoha pokusech s různými typy svíček jsme použili obyčejné čajové svíčky s výhřevností okolo 70 kJ/kg.



Dělali jsme experimenty s různým počtem svíček. U naší nádoby o objemu 2 400 cm³ se s každou přidanou svíčkou zvýšila hladina nasáté vody o 1 cm. Z grafu je zřetelné, že dochází ke změně tlaku, ale k velmi nepatrné. Tlak se po zhasnutí svíčky pomalu ustálí.

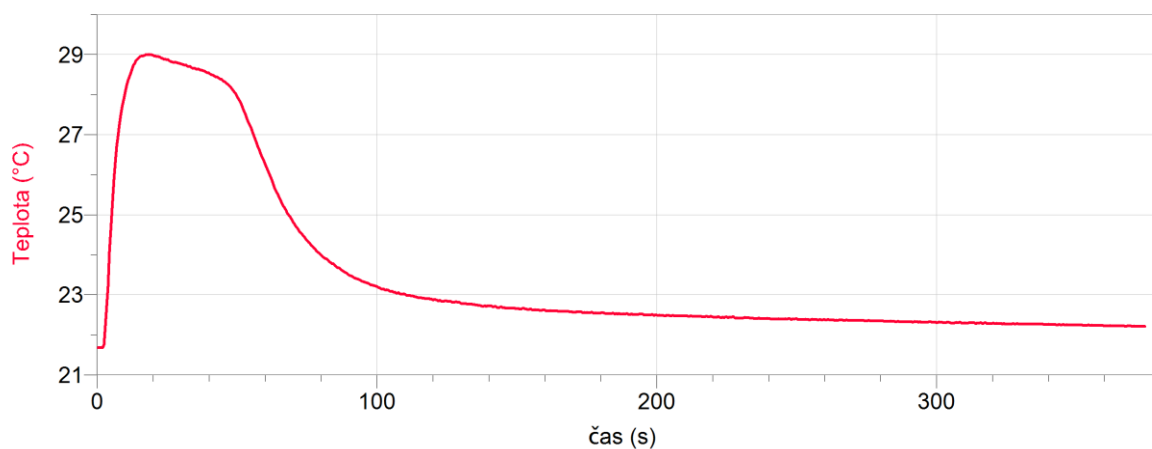


pokus se 3 svíčkami

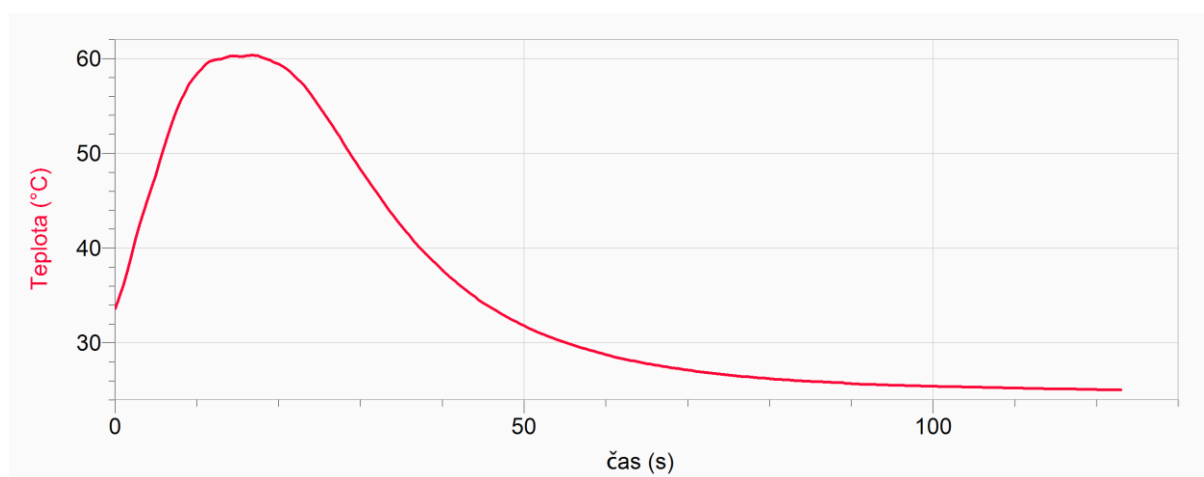


pokus se 2 svíčkami

Dále je viditelné, že po zhasnutí dochází k prudkému snížení teploty a následnému největšímu přísunu vody do nádoby. Čím více je svíček, tím větší a rychlejší je pokles teploty.

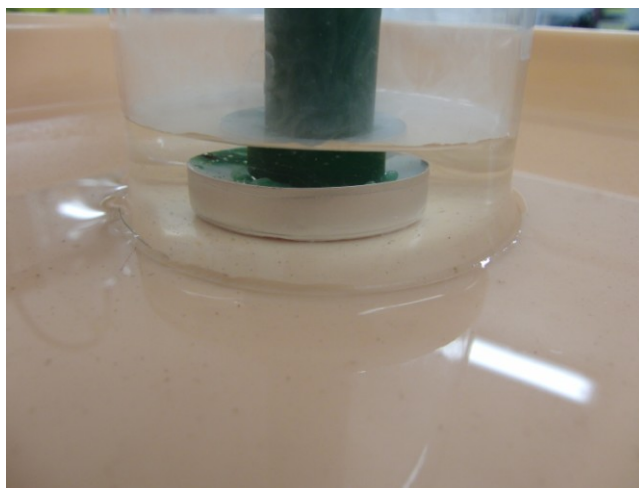


pokus s 1 svíčkou



pokus se 3 svíčkami

Rozhodujícím faktorem tedy byl počet svíček a v případě použití jiných svíček jejich výhřevnost. V vyšším počtem svíček či vyšší výhřevností se dostávalo většího efektu.



III. Závěr

V teoretické části jsme popsali jev a vysvětlili za jakých podmínek se dostaví největší efekt. Následně jsme teoretickou část demonstrovali v experimentální části. Z experimentů jsme zjistili, že změna tlaku se pohybuje v řádech stovek Pascalů ve srovnání s teplotou tedy velmi nepatrně. Při výpočtu změny objemu bychom tedy mohli tlak ve stavové rovnici vynechat.

Největšího efektu se dosáhlo s největším počtem svíček či s nejvyšší výhřevností. Při vyšším počtu svíček jsme dosáhli vyšší teploty, kdy se vzduch více rozepne a po prudkém snížení teploty se smršťuje na původní objem. Rozhodujícím faktorem je tedy počet svíček a výhřevnost.

Zdroje:

- http://www.math.harvard.edu/~knill/pedagogy/waterexperiment/vera_rivera_nunez.pdf#IFn2
- <http://www.math.harvard.edu/~knill/pedagogy/waterexperiment/index.html>
- <http://www.myteacherpages.com/webpages/CCPHS/files/captivating%20chemistry%20of%20candles.pdf>
- <http://www.atozteacherstuff.com/pages/5879.shtml>
- <http://www.myteacherpages.com/webpages/CCPHS/files/captivating%20chemistry%20of%20candles.pdf>
- <http://www.math.harvard.edu/~knill/pedagogy/waterexperiment/dhindsa.pdf>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Equation_of_state#Van_der_Waals_equation_of_state_.281873.29