

Tepelná výměna mezi plamenem a jeho okolím

VÁCLAVA KOPECKÁ

KDF MFF UK a ZŠ a MŠ Praha – Nebušice

Abstrakt

Článek seznamuje čtenáře s Davyho bezpečnostním kahanem a pomocí dvou jednoduchých pokusů vysvětluje jeho funkci.

Úvod

V roce 1815 vyrobil Angličan Humphry Davy tzv. bezpečnostní kahan, viz obr. 1. Jedná se o svítilnu používanou v uhelných dolech, která má plamen ukrytý pod kovovým sítem.

Horníci v dolech původně používali kahany s otevřeným ohněm (plamen nebyl nijak oddělen od okolního vzduchu). Díky této skutečnosti docházelo často k výbuchům metanu nahromaděného v dolech.

Síto Davyho kahanu oddělující plamen od okolního prostoru jako tepelný vodič odvádí teplo plamene, a tím zamezuje, aby se prostor vně síta ohřál na zápalnou teplotu hořlavých látek obsažených ve vzduchu (v našem případě na zápalnou teplotu metanu, tedy na teplotu vyšší než 595 °C [1]).

Později byla ke kahanu přidána stupnice (na obrázku ji vidíme jako plech s otvory), díky které mohli horníci určit i změnu složení vzduchu kolem nich. Pokud se zvětšila koncentrace hořlavých plynů, plamen byl vyšší, při snížení koncentrace kyslíku se výška plamene zmenšila.

K demonstraci jevů, které se v Davyho kahanu využívají, zde uvedeme dva pokusy. V prvním budeme používat plamen svíčky a kovovou sítku, která podobně jako síto v Davyho kahanu bude obklopotvat plamen. V druhém budeme kovovými sítkami oddělovat jednu hořlavinu, např. papír, od druhé (butan v kádince).



Obr. 1. Davyho kahan [2].

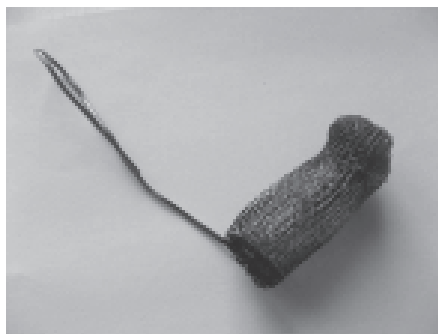
1. Pokus se svíčkou a kovovou síťkou

Pomůcky:

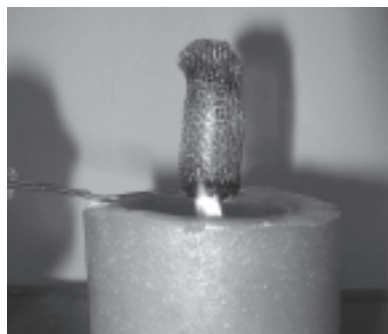
svíčka, hustá kovová síťka (síťka se dá koupit v lepším železářství – řidší je potřeba několikrát přeložit), zápalky, silnější drát, kleště

Příprava:

Před pokusem si musíme vyrobit „klíčku“ na plamen. Čtvercovou síťku o délce strany asi 10 cm ohneme asi 1 cm od kraje po celé délce strany. Do vzniklého záhybu vložíme drát asi o 15 cm delší než je šířka čtverce. Z takto upravené síťky uděláme váleček o průměru cca 1 cm (klíčka s dvojitými stěnami lépe drží tvar a odvádí více tepla). Drát je součástí spodní podstavy válečku, jeho přečínající část ohneme a vytvoříme si držadlo. Na druhé straně síťku zmáčkneme a přehneme, aby vznikla klíčka (viz obr. 2). Připravenou klíčku vyzkoušíme nasazením na plamen (viz obr. 3). Stejným způsobem si můžeme vyrobit ještě jednu nižší klíčku – její výška by měla být menší než je výška plamene v první klíčce, abychom mohli demonstrovat, že plamen klíčkou neprojde.



Obr. 2. Klíčka na plamen.



Obr. 3. Klíčka na plameni.

Postup:

1. Zapálíme svíčku a chvíli počkáme, aby se rozhořela; při tom pozorujeme plamen svíčky.
2. Vyšší z obou klíček uchopíme do kleští a nasadíme na plamen svíčky (viz obr. 3); žáci vidí uvězněný plamen, který nedosahuje až k vrcholu klíčky.
3. Klíčku sundáme a na plamen nasadíme menší klíčku. Žáci pozorují plamen uvězněný v klíčce, ale přestože by mohl být vyšší (jak ukazujeme v 2. kroku), zůstává pouze v klíčce a nikoliv nad ní.

Vysvětlení:

Kov klíčky je dobrý tepelný vodič. Pokud se dostane kovová klíčka do blízkosti plamene, odebírá plameni teplo. My pozorujeme změnu tvaru plamene (např.: zmenšení průměru plamene nebo zmenšení výšky plamene). Při tomto procesu dochází zároveň k ohřívání síťky, pokud se síťka zahřeje dostatečně (např.: síťka se rozžhaví doruda) přestane plnit svou bezpečnostní funkci a plamen může vyskočit z klíčky.

2. Pokus s kovovou sítkou a butanem

Pomůcky:

hustá kovová sítka, kádinka, butan (Univerzální plyn pro plnění zapalovačů), svíčka, špejle, papírové kapesníky, 2 kovová sítka na čaj

Příprava:

Vezmeme čtvercovou sítka s délkou strany delší než je průměr používané kádinky. Vytvarujeme z ní misku, kterou vložíme do kádinky a zachytíme o okraj. Mistička musí kopírovat stěny kádinky (viz obr. 4), kromě místa, kde budeme vkládat hořící špejli (nejlépe kolem hubičky kádinky).



Obr. 4. Sítka na kádince.

Postup:

1. Do kádinky vstříkneme dostatek plynu a přiklopíme jí připravenou sítkou.
2. Do sítky položíme kousek papírového kapesníku (ujistíme se, že nepřečnává sítku).
3. Hořící špejli opatrně vsuneme mezi kádinku a sítku a zapálíme plamen. Pozorujeme, že plyn hoří, ale kapesník ne.

Vysvětlení:

Kovová sítka odebírá teplo hořícím plynům. Pokud sítka odebere dostatek tepla, aniž by se příliš zahřála, papírový kapesníček se nevznítí. V opačném případě dojde k očazení nebo dokonce ke vznícení papírového kapesníku. Problému lze předejít například přidáním další vrstvy sítky.

Poznámky:

1. Pokud kapesník vzplál nebo zčernaly jeho okraje, je potřeba zkontrolovat, zda sítka dobře dosedá nebo zkusit přidat další vrstvu sítky.
2. Pokus lze provést opačně – do sítky lze dát papír a zapálit ho. V tomto případě, nevzplane butan v síťce.
3. Pokus lze provádět i s kovovými sítka na čaj. Pokus je vhodné provést se dvěma sítka, která na sebe přesně dosedají a chrání tak kousek papíru. (Sítka lze spojit drátem, aby se proti sobě při pokusu nehýbala.)

Pokus uvedený v druhém bodě poznámek je vhodnější dělat pouze s použitím jednoho sítka.

Závěr:

Uvedené informace o Davyho kahanu spolu s pokusy, které demonstrují jeho funkci, lze zařadit do výuky tématu tepelná vodivost látek jako příklad jejího praktického použití.

Literatura:

[1] Fík J.: Spalovací vlastnosti ZP (II) [cit. 2012-09-15]. Dostupné z:

<http://www.tzb-info.cz/1980-spalovaci-vlastnosti-zp-ii>

[2] Replic of a Pieler lamp. In: Commons Wikimedia [online]. Julo. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2009 [cit. 2012-09-15]. Dostupné z:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benzynowa_lampa_gornicza_Davy%27ego.jpg. Od Julo (Vlastní dílo) [Public domain], prostřednictvím Wikimedia Commons.

[3] Štol I.: Dějiny fyziky, Prometheus, Praha 2009.

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Davy_lamp [cit. 2012-09-15]

[5] <http://england.prm.ox.ac.uk/englishness-Miners-lamp.html> [cit. 2012-09-15]