

IREVERSIBILNÍ KAPESNÍ OHŘÍVAČE V ŠKOLNÍCH CHEMICKÝCH EXPERIMENTECH

¹Pavel Opatrný, ²Martin Bílek

¹*Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Katedra učitelství a didaktiky chemie,
Albertov 3, 128 40, Praha 2, ČR
e-mail: Pavel.Opatrny@atlas.cz*

²*Pedagogická fakulta UHK, Oddělení didaktiky chemie, Katedra chemie,
Rokitského 62, 500 03 Hradec Králové 3
e-mail: Martin.Bilek@uhk.cz*

Úvod

Výuka chemie na základních i středních školách se musí stále vyrovnávat s nízkou mírou oblíbenosti u žáků. Změnu tohoto stavu by mělo přinést zejména vyšší zařazování různých efektních chemických experimentů s materiály z běžného života, sloužících např. jako východisko pro výklad nové látky. Žáci tak mají jedinečnou možnost spatřit význam právě probírané látky v každodenní praxi. Lze snad doufat, že pochopením souvislostí mezi vyučovanou látkou a jejím praktickým uplatněním ve všedním životě se změní pozitivní směr vztahu žáků nejen k chemii, ale i k přírodním vědám jako takovým [1]. Využitelných a dostupných materiálů sice není mnoho, ale lze je stále ve větší míře v každodenním životě potkávat. K nim můžeme zařadit i tzv. „chemické ohřivače“, buď jednorázové (ireversibilní) nebo opakovaně využitelné (reversibilní) v závislosti na jejich chemickém složení a principech využití.

Kapesní ohřivače – produkty každodenní potřeby

Kapesní ohřivače dostupné na trhu, lze rozdělit podle opakovaných možností jejich použití na vratné (reversibilní) a nevratné (ireversibilní). To ovlivňuje také jejich tepelnou kapacitu a délku ohřevu. U ireversibilních ohřivačů je tepelná kapacita mnohem vyšší a ohřev delší, avšak s omezením pouze na „jedno použití“.

Do skupiny komerčně dostupných tzv. kapesních ohřivačů patří:

1. Ireversibilní latentní ohřivače na bázi exotermické reakce oxidace železa.
2. Kapesní ohřivače založené na pomalém spalování benzínu.
3. Kapesní ohřivače tvaru „polstrovaného pouzdra na brýle“ založené na extrémně pomalém spalování grafitové tyčinky za malého přístupu vzduchu.
4. Reversibilní kapesní ohřivače na bázi podchlazeného gelu trihydrátu octanu sodného.

Školní experimenty k tématu Reversibilní latentní ohřivače

Materiály, používané jako náplně tzv. „latentních ohřivačů“, musí splňovat následující kritéria:

1. V systému musí být dosažena požadovaná maximální teplota.
2. Délka průběhu exo- nebo endo-termické reakce musí být dostatečně dlouhá.
3. Dostatečná energetická kapacita použitého materiálu.
4. Použitelnost z hlediska dostupnosti, bezpečnosti, ceny, ekologické nezávadnosti apod.

Vhodných chemických látek, splňujících všechna požadovaná kritéria není mnoho. Pro školní experimenty se nabízejí zejména – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, který je součástí náplně vyráběných „reversibilních kapesních ohřivačů“, kterým jsme se věnovali např. v [2]. V tomto sdělení se soustředíme na experimenty s práškovým Fe, kterého je využíváno jako náplně „ireversibilních kapesních ohřivačů“. Jevem, při němž dochází ke kontinuálnímu dlouhodobému uvolňování značného množství tepla, je jeho pozvolná exotermická oxidace [3].

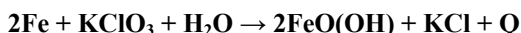
Experiment – „Exotermická oxidace železa (Kanadský patent Nr. 274873)“

Provedení:

V porcelánové misce smícháme 40 g práškového železa s 0,5 g KClO_3 a 2 g CuCl_2 (pokud možno co nejčistší a bezvodý). Po přidání malého množství vody po chvíli začíná silná exotermická reakce, při které teplota dosáhne hodnoty kolem 50°C . CuCl_2 slouží při této reakci jako katalyzátor. Postupné přidávání vody způsobuje postupný nárůst teploty reakčního systému až k maximu, které lze dosáhnout rychleji jednorázovým přidáním celého množství kapaliny.

Interpretace:

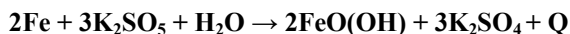
Při reakci došlo k oxidaci elementárního železa prostřednictvím KClO_3 a vody. Chlorečnan draselný reagoval s práškovým železem nejprve za vzniku chloritanu draselného a následně chloridu draselného. Při exotermické reakci dochází k uvolnění značného množství tepla [4].

**Experiment – „Horké železo“****Provedení:**

Opatrně smícháme práškový K_2SO_5 (nebo $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) s práškovým železem. Vytvoříme směs 20 g práškového železa s 2 g K_2SO_5 . Přidáním několika kapek vody začíná silná exotermická reakce s maximálně dosažitelnou teplotou v rozmezí 50 až 80 °C. Postupné přidávání vody způsobuje postupný nárůst teploty reakčního systému až k maximu, které lze dosáhnout rychleji jednorázovým přidáním celého množství kapaliny.

Interpretace:

Při reakci došlo k oxidaci elementárního železa prostřednictvím K_2SO_5 a vody. Peroxosíran draselný reagoval s práškovým železem za vzniku síranu draselného. Při této exotermické reakci dochází k uvolnění značného množství tepla [5].

**Komerčně dostupné ireversibilní kapesní ohřívače na bázi exotermické oxidace železa**

Od školní demonstrace principu reakčního mechanismu ireversibilních kapesních ohřívačů, které jsme popsali ve dvou návodech pro školní chemické experimenty v kapitole 3 přejdeme nyní ke komerčně dostupným kapesním ohřívačům.

Ireversibilní kapesní ohřívače na trhu

Oproti poměrně široké nabídce, která je na českém trhu v produkci reversibilních ohřívačů [2], jsme u ireversibilních typů kapesních ohřívačů nezaregistrovali v ČR žádnou tuzemskou firmu zabývající se obdobnou produkcí. Na trhu jsou tak k dostání většinou produkty nadnárodní korporace Grabber nabízejí produkty na bázi pozvolné exotermické oxidace železa. Ohřívač Hand Warmer firmy Grabber (<http://www.warmers.com/>), který je díky nejnižší ceně středem zájmu naší experimentální činnosti je složen stejně jako podobné produkty z práškového železa, vody, celulózy, aktivního uhlí, vermiculitu a kuchyňské soli. Polštářek ze speciálního prodyšného materiálu je uschován ve vakuovaném obalu a při styku se vzdušnou vlhkostí se odstartuje exotermická reakce. Teplota, jenž jsou schopny tyto výrobky vyvinout, je v rozmezí 50 – 70 °C a doba ohřevu je přímo úměrná hmotnosti výrobku a okolní teplotě.

Některé možnosti využití jednorázových kapesních ohřívačů

Jednorázové kapesní ohřívače jsou rychlé, pohodlné a v některých případech i život zachraňující zdroje tepla. Jejich využití se liší především velikostí nabízených produktů, která již v jejich názvu předurčuje oblasti jejich využití.

Ohřívače rukou (Hand Warmers) jsou ideální pro lyžování, rybaření, lov, kempování, jachtaření a všechny ostatní venkovní sporty.

Ohřívače nohou (Toe Warmers) jsou velmi efektivním řešením ohřevu chladných nohou. Využívají se především v obuvi, kde působí i za omezeného přístupu vzduchu.

Ohřívače těla (Warm Pack - Body Warmers) jsou extra velké ohřívače určené pro různé použití: od vyhřátí spacího pytle, přes nahřívání bolestivých partií těla až po přepravu tropických ryb či biomedicínských potřeb...

Návrhy školních experimentů

1. Návaznost na experimenty oxidace práškového železa za pomoci KClO_3 nebo K_2SO_5 jako modelů jednorázového „latentního ohřívače“ (viz kap. 3).

2. Úbytek teploty aktivovaného systému jednorázového kapesního ohřivače při různých okolních teplotách (měření klasickým teploměrem nebo teplotním čidlem počítačového měřicího systému).

Pomocí počítačového měřicího systému ISES s teplotním čidlem byly získány následující hodnoty teploty pro experimenty popsané v bodu 1:

- exotermickou oxidací Fe pomocí KClO_3 (inicializovanou jednorázovým přidáním 12 ml vody) bylo dosaženo teplotního vzestupu z 27°C na $54,7^\circ\text{C}$ s následným rychlým poklesem,

- exotermickou oxidací Fe pomocí K_2SO_5 (inicializovanou jednorázovým přidáním 6 ml vody) bylo dosaženo teplotního vzestupu z 27°C na $51,6^\circ\text{C}$ opět s následným rychlým poklesem.

Pro první porovnání jsme provedli měření teploty při reakci vysypaného obsahu ohřivače Hand Warmer v porcelánové misce. Teplota systému vzrostla z 25°C na 53°C a teplotu cca 50°C dokázal systém udržet více než 7 hodin.

Následně jsme měřili teplotní změny u aktivovaného kapesního ohřivače Hand Warmer při pokojové teplotě 25°C . Po aktivaci dosáhl systém teploty 42°C , a maximální teploty $47,6^\circ\text{C}$ dosáhl až po cca 4 hodinách. Teplotu kolem 40°C systém udržel více než 8 hodin.

Na závěr jsme provedli ještě měření teplotních změn aktivovaného kapesního ohřivače Hand Warmer v izolovaném prostředí. Po aktivaci dosáhl systém teploty 55°C a teplotu kolem 50°C systém udržel cca 12 hodin.

Závěr

Mezi tzv. „latentní ohřivače“ nepatří pouze materiály na bázi exotermické oxidace nebo krystalizace. Průmyslově vyráběné materiály na bázi akumulace tepla jsou využívány také v textiliích a nátěrových hmotách (mikrokapsle z vosku), jenž v teplém prostředí měknou (akumulace tepla) a při ochlazení tuhnou (výdej tepla). Tepelné elektrárny využívají směs $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a LiNO_3 k rychlému ohřevu vody zvláště v zimních měsících. Dá se předpokládat dynamický vývoj v oblasti konstrukce a využití těchto materiálů a proto bude třeba připravovat podobné inovace výuky např. v rámci dalšího vzdělávání učitelů nebo doplňování informací prostřednictvím Internetu apod.

Literatura

1. CHUPÁČ, A. *Tvořivost učitele a jeho žáků ve volitelných formách výuky*. Pedagogická orientace, 2005, č. 2., s. 65 – 71.
2. OPATRŇÝ, P., BÍLEK, M., PFEIFER, P. *Kapesní ohřivače jako motivační prostředek ve výuce chemie*. In: Kmeťová, J., Lichvárová, M. (eds.): *Súčastnosť a perspektívy didaktiky chémie*. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela, 2006, s. 110-115.
3. KRATZ, M. „*Heiße Beutel*“ *Eine bei uns wenig verbreitete Wärmequelle als Gegenstand forschend-entwickelnden Chemieunterrichts*. NiU-Ch, 1996, Jg. 7, H. 31, S. 7-13.
4. SCHMIDKUNZ, H. *Wärmepackung (Canadisches Patent Nr. 274873)*. NiU-Ch, 1999, Jg. 10, H. 54, S. 51.
5. SCHMIDKUNZ, H. „*Heißes Eisen*“. NiU-Ch, 1999, Jg. 10, H. 54, S. 51.
6. OPATRŇÝ, P., BÍLEK, M. *Školní chemické experimenty s reverzibilními a ireverzibilními kapesními ohřivači*. Chem. Listy 100, 684 - 697 (2006).
7. <http://www.warmers.com/> [cit. 10. 11. 2006].
8. <http://ohrejse.cz/index.php?id=16> [cit. 10. 11. 2006].