

DATABÁZE ÚLOHY PRO NADANÉ

Reaktivní pohon 2 a malá odbočka k pečení PŘÍRODOVĚDNĚ BADATELSKÁ OBLAST

učivo pro střední školy

**Mgr. Vendula Provazníková, Gymnázium Židlochovice,
příspěvková organizace**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



jihomoravský kraj

Cíl: vysvětlit a v praxi vyzkoušet, jak funguje reaktivní pohon, navrhnout a realizovat pokusy, vysvětlit rozklad uhličitánů v palivu rakety a využít stejné reakce při pečení buchty

Pomůcky:

nafukovací balonek,
PET láhev od minerálky (1,5 litrová) nebo i větší, karton a tvrdý papír, izolepa, drátek, nůžky a další výtvarné potřeby pro konstrukci raket, chemická trojnožka jako odpalovací rampa, papírové kapesníky, provázek, zátky od vína

Chemikálie

ocet, prací soda nebo jedlá soda nebo kypřicí prášek do pečiva

Realizace

Teoretický úvod k reaktivnímu pohonu:

Nafoukneme balonek a pustíme ho. Necháme žáky, aby popsali pozorovaný jev, můžeme jim pomoci návodnými otázkami:

- Popiš, co pozoruješ?
- Proč se balónek pohybuje?
- Jakým směrem uniká vzduch a jakým směrem se pohybuje balónek?
- Proč balónek neletí rovně?
- Používá tento druh pohonu některý organismus?
- Používají ho lidé?
- Jak se jmenuje pohybový zákon, který tuto situaci popisuje?

Teoretický úvod k odbočce k pečení:

- Jak funguje palivo této rakety?
- Který plyn se uvolňuje a proč? Zapište chemickou rovnici jeho vzniku.
- Jak můžeme tuto reakci využít v kuchyni?
- Jakým způsobem je spuštěno uvolňování plynu v raketě a jakým v buchtě?
- Jak se liší prací a jedlá soda?
- Jak se liší kypřicí prášek do pečiva a jedlá soda?
- Co musíme do buchty přidat, pokud použijeme pouze jedlou sodu a ne kypřicí prášek?

Výroba rakety:

Raketě přidáme boční vzpěry, které zajistí, že při otočení víčkem dolů bude láhev stát na vzpěrách, nikoli na víčku, nebo ji musíme odpalovat z trojnožky, případně přidáme raketě špičku, křídla, cokoli z papíru, alobalu, izolepy atd. dle fantazie studentů.

Palivo: Papírový kapesník rozebereme na jednotlivé vrstvy. Do jedné vrstvy nasypeme balíček kypřicího prášku nebo odpovídající množství sody, vytvoříme váleček, který projde hrdlem lahve, a oba konce válečku zavážeme. Na jednom konci necháme delší provázek. Do rakety nalijeme asi 50 ml octa a vložíme palivo tak, aby se nedotýkalo hladiny octa a delší provázek z jednoho konce válečku s palivem vyčníval přes hrdlo ven. Zajistíme ho dobře korkovou zátkou. Musí dobře těsnit!

Odpálení rakety: Odpálení provádíme venku, neboť při odpálení se zbylý ocet vylije na podložku. Raketu rychle otočíme (přitom váleček se sodou spadne do octa), postavíme špičkou nahoru na vzpěry nebo na trojnožku a odstoupíme.

Vyhodnocení pokusu:

Necháme žáky, aby popsali, co viděli. Alternativně lze spočítat, kolik plynu se uvolnilo. Můžeme vyhledat informace o složení kypřicích prášků a funkci jednotlivých složek.



Obr. 1: Rakety vyrobené žáky^[1]

Řešení otázek a úkolů:

Úvodní motivační otázky

Reaktivní pohon:

- Popiš, co pozoruješ? **Balónek letí.**
- Proč se balónek pohybuje? **Uniká z něj vzduch.**
- Jakým směrem uniká vzduch a jakým směrem se pohybuje balónek? **Vzduch uniká z ústí vzad a balónek se pohybuje vpřed. Tedy přesně opačným směrem.**
- Proč balónek neletí rovně? **Ústí balonku je pružné, pohybuje se a mění svůj směr, proto pohyb balonku také mění směr.**
- Používá tento druh pohonu některý organismus? **Ano, například medúzy.**
- Používají ho lidé? **Ano, například u vesmírných raket.**
- Jak se jmenuje pohybový zákon, který tuto situaci popisuje? **Zákon akce a reakce.**

Kypřicí prášek

- Jak funguje palivo této rakety?
- Který plyn se uvolňuje a proč? Zapište chemickou rovnici jeho vzniku.
Uhličitany a hydrogenuhličitany působením kyselin uvolňují CO₂.
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CH}_3\text{COONa}$$
$$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COONa}$$
- Jak můžeme tuto reakci využít v kuchyni? **Při pečení, přidáváme jedlou sodu nebo kypřicí prášek a vznikající bublinky CO₂ nadlehčují těsto.**
- Jakým způsobem je spuštěno uvolňování plynu v raketě a jakým v buchtě? **V raketě používáme kyselinu (ocet), v buchtě se uvolňuje plyn působením tepla při pečení, ale také vzájemnou reakcí sody a kyseliny už zastudena, protože se do kypřicího prášku přidávají také kyselé složky. Je to obvykle kyselý dihydrogenfosforečnan sodný, který není příliš zdravý, neboť zvyšuje příjem fosforu, nebo tělu neškodný tzv. vinný kámen (hydrogenvinan draselný).**
- Jak se liší prací a jedlá soda? **Prací soda je uhličitán sodný Na₂CO₃ a jedlá soda je hydrogenuhličitán sodný NaHCO₃.**
- Jak se liší kypřicí prášek do pečiva a jedlá soda? **Kypřicí prášek obsahuje jedlou sodu NaHCO₃, dále kyselou složku (dihydrogenfosforečnan sodný Na₂H₂PO₄ nebo vinný kámen – hydrogenvinan draselný HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOK), vše pro lepší rozptýlení smícháno se škrobem či moukou. Jedlá soda obsahuje jen NaHCO₃.**
- Co musíme do buchtý přidat, pokud použijeme pouze jedlou sodu a ne kypřicí prášek? **Protože rozklad sody teplem při pečení buchtý není dostatečně intenzivní, obsahují kypřicí prášky ještě kyselou složku, která tomuto procesu napomáhá. Použijeme-li pouze sodu, je dobré do těsta přidat nějakou přirozenou kyselinu obsaženou v potravinách např. lžičku octa či jogurt místo mléka a podobně.**
- Často se mluví o tom, že kypřicí prášky s fosfáty nejsou příliš zdravé. Proč? Jak je to doopravdy? **Nebalamutí nás výrobci „bioprášků“? Odpověď viz výpočty.**

Popis pokusu a vysvětlení děje

Soda (Na₂CO₃) nebo kypřicí prášek či jedlá soda (NaHCO₃) reagují s octem za vzniku plynného CO₂. Jeho objem je větší než objem lahve, proto se uvnitř lahve zvětšuje tlak, nakonec tlak vyrazí zátku a plyn unikne ven. Podle zákona akce a reakce se raketa bude pohybovat v opačném směru.

Výpočet, kolik plynu se uvolnilo

Výpočet objemu plynů, které se uvolní reakcí jedlé sody a octa:

Rovnice reakce:	$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COONa}$
Molární veličiny:	84 g/mol 22,41 dm ³ /mol
Skutečné veličiny:	$\frac{12 \text{ g}}{x}$
	$x = 12 \cdot 22,41/84$ $x = 3,2 \text{ dm}^3$

Za normálních podmínek (teplota 20 °C a atmosférický tlak) se uvolní přes 3 litry plynu (láhev má objem 1,5 litru). Tlak uvnitř se tedy zdvojnásobí, což postačí k odpálení.

Pozn. Kypřicí prášek do pečiva se prodává v balení 12 g a obsahuje 22,5 % škrobu a blíže nespecifikované množství dihydrogendifosforečnanu sodného^[2]. Balíček tedy neobsahuje celých 12 g jedlé sody. Vyhledání informací a výpočet množství sody v kypřicím prášku se podobá detektivní práci – z neznámého důvodu jej všichni výrobci zamlčují.

Časopis Dtest uvádí na svých stránkách výsledky testování různých kypřicích prášků, kde jednou ze zkoumaných položek byl i obsah fosforu. Ten dosahuje až 12,5 %^[3]. Tato informace nám postačí k výpočtu.

Výpočet množství fosforu

12,5 % (obsah fosforu stanovený testováním) z 12 g (hmotnost balíčku kypřicího prášku) je 1,5 g fosforu.

Často se mluví o tom, že kypřicí prášky s fosfáty nejsou příliš zdravé kvůli nadbytečnému příjmu fosforu, jehož vylučování potom zatěžuje ledviny. Doporučená denní dávka fosforu pro dospělé ve věku 25–51 let je 700 mg pro ženy i pro muže. Zvýšenou potřebu fosforu mají děti a teenageři (ve věku 10 až < 19 let), kteří by denně měli přijímat 1 250 mg fosforu, a to kvůli růstu kostí. Pro těhotné ženy je doporučená denní dávka fosforu 800 mg, pro kojící matky 900 mg^[4].

Samozřejmě fosfor přijímáme i z jiných zdrojů, jako součást molekuly DNA je prakticky ve všech potravinách. Ale dáme-li tedy do buchty 1 kypřicí prášek dle receptu (tzn. 1,5 g = 1500 mg) a nesníme-li ji celou a za jeden den, nebezpečí nám nehrozí.

Výpočet obsahu Na₂H₂P₂O₇ v kypřicím prášku

hmotnostní zlomek fosforu v dihydrogendifosforečnanu sodném

$$M_m(\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 222 \text{ g/mol}$$

$$M_m(2 \text{ P}) = 2 \cdot 31 \text{ g/mol}$$

$$w(\text{P}) = (2 \cdot 31) / 222$$

$$w(\text{P}) = 0,28 \rightarrow 28 \%$$

hmotnost Na₂H₂P₂O₇

$$1,5 \text{ g} \dots\dots\dots 28 \%$$

$$x \text{ g} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$x = (100 \cdot 1,5) / 28 = 5,36 \text{ g}$$

Kolik je tedy v kypřicím prášku vlastně té sody?

Balíček váží 12 g, z toho 22,5 % (12 · 0,225 = 2,7 g) je škrob a 5,36 g je dihydrogendifosforečnan sodný, obsahuje tedy 12-2,7-5,36 = 3,94 g jedlé sody.

Zdroje:

1. Foto: autorka
2. <https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001013699029>
3. <https://www.dtest.cz/clanek-8713/dtest-fosfaty-vs-vinny-kamen-s-jakym-kypricim-praskem-vykouzlite-nadychaneho-velikonocniho-beranka>
4. <https://www.nzip.cz/clanek/1147-fosfor>