



## Změna složení vzduchu při hoření svíčky

### Pomůcky

Čidlo koncentrace kyslíku Vernier GDX-O<sub>2</sub>, čidlo koncentrace oxidu uhličitého Vernier GDX-CO<sub>2</sub>, alobal, svíčka, zápalky, nádoba přiměřené velikosti.

Námi použitá nádoba byla plastová a měla rozměry 17 cm × 23 cm × 20 cm, lze použít i skleněnou nádobu a přikrýt ji sklem nebo kovem. V takovém případě nepotřebujete alobal.

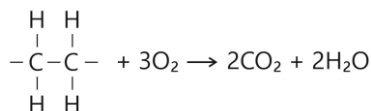
Z adresy [www.vernier.cz/284](http://www.vernier.cz/284) můžete stáhnout prezentaci se schematickým popisem reakce.



### Teorie

Parafín je pevná amorfnní směs vyšších alkanů řady C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> (20 ≤ n ≤ 40).

Při hoření svíčky reagují páry parafínu s molekulami kyslíku, což lze zjednodušeně znázornit takto:



V rovnici výše jsme vzali opakující se část řetězce parafínu –C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>–, která po reakci se 3 molekulami kyslíku vytvoří 2 molekuly oxidu uhličitého a 2 molekuly vody.

Hoření parafínu je exotermická reakce, vzniklá voda se proto uvolňuje v podobě vodní páry a zvyšuje relativní vlhkost vzduchu.

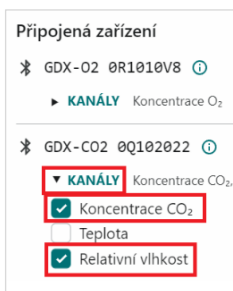
Látková množství spotřebovaného kyslíku a vyprodukovaného oxidu uhličitého by měla být podle rovnice výše v poměru 3:2. Atomy uhlíku z parafínu se při hoření svíčky ale ve skutečnosti nepřeměňují výhradně jen na oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, ale také oxid uhelnatý CO a na saze C. Poměr je proto při reálném hoření svíčky ještě vyšší než 3:2.

Cílem experimentu je ukázat, že při hoření se spotřebovává kyslík a vzniká oxid uhličitý a také voda ve formě vodní páry (zvýší se relativní vlhkost vzduchu).

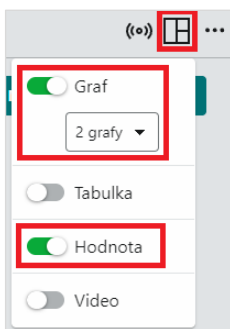
Pokud chceme jít v analýze experimentu hlouběji, můžeme sledovat i poměry mezi úbytkem O<sub>2</sub> a přírůstkem CO<sub>2</sub>.

## Příprava měření

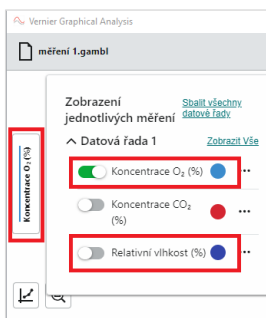
1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte obě čidla ([návod](#)). Během připojování rozklikněte u CO<sub>2</sub> čidla položku *Kanály* a zaškrtněte také *Relativní vlhkost*.



2. Vpravo nahoře klikněte na ikonu pro nastavení zobrazení a zaškrtněte zobrazení *2 grafů* a *okamžité hodnoty*.



3. Kliknutím na *název svislé osy* v grafu upravte zobrazení tak, aby v jednom grafu byla pouze koncentrace O<sub>2</sub>, ve druhém koncentrace CO<sub>2</sub>. Veličina *relativní vlhkost* se v grafu zobrazovat nebude, postačí její okamžitá hodnota zobrazená na displeji. Kliknutím na *barevné kolečko* při úpravě zobrazení lze nastavit i barvu čar v grafu.



- Klikněte na pole *Režim*, *Frekvence* v levém dolním rohu aplikace a nastavte ruční zastavení měření.

Režim: Časová závislost

Jednotky času: s

Frekvence: 1 vzorky/s

Interval: 1 s/vzorek

Zahájit měření:  Ručně,  Hodnotou měřené veličiny

Zastavit měření:  Po 300 s trvání experimentu,  Ručně

- Klikněte v pravém dolním rohu aplikace na hodnotu koncentrace CO<sub>2</sub> a změňte jednotku z *ppm* na *procenta*.

KONCENTRACE CO<sub>2</sub>  
GDx-CO2 0Q102022

Kalibrovat

Jednotky: ppm

Koncentrace CO<sub>2</sub>: 594 ppm, Koncentrace O<sub>2</sub>: 20,95 %, Relativní vlhkost: 20,9 %

- Obě čidla položte do nádoby. O<sub>2</sub> čidlo je třeba skladovat ve svislé poloze, ale krátkodobě při měření může být horizontálně.

## Provedení experimentu

- Podívejte se s žáky na aktuální hodnoty CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> a relativní vlhkosti vzduchu.
- Klikněte v aplikaci na tlačítko **ZAHÁJIT MĚŘENÍ**.
- Zapalte svíčku a vložte ji do nádoby k čidlům.
- Překryjte vrchní (otevřenou) část nádoby alobalem a nádobu uzavřete víkem. Alobal jednak pomůže nádobu utěsnit, jednak pomůže rozvádět do stran teplo vzniklé hořením svíčky, čímž ochrání kryt nádoby před poškozením.

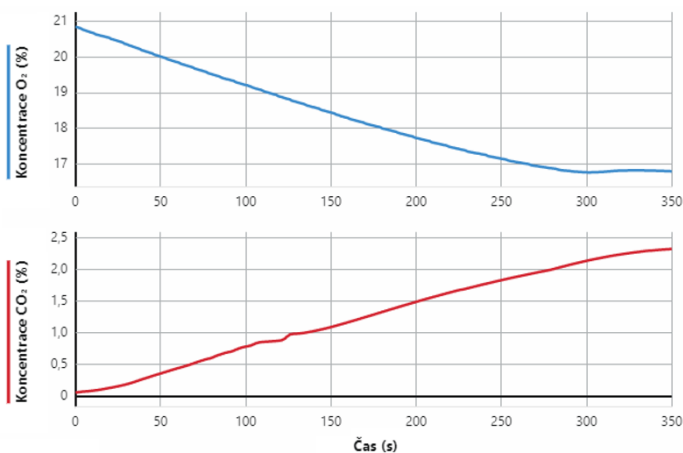


5. Experiment nechtejte probíhat do té doby, než svíčka sama zhasne – to nastane obvykle už tehdy, když je koncentrace  $O_2$  kolem 16 %, tedy mnohem dříve, než možná leckdo čeká.

Měření probíhá několik minut. Tuto dobu můžete využít k diskusi nad chemickými procesy, které při hoření svíčky probíhají.

### Ukázka naměřených dat

Během měření, které trvalo přibližně 5 minut, klesla koncentrace  $O_2$  z 20,8 % na 16,8 %. Koncentrace  $CO_2$  vzrostla z 0,1 % na 2,4 %. Relativní vlhkost v nádobě na počátku experimentu byla okolo 40 %, na konci experimentu byla již přes 70 %.



### Závěr

Svíčka zhasla po cca 5 minutách, při koncentraci kyslíku 16,8 %. Ukazuje to, že k hoření nestačí jen přítomnost kyslíku, ale je potřeba jeho dostatečná koncentrace.

Během hoření vznikala také voda ve formě vodní páry, což způsobilo nárůst relativní vlhkosti vzduchu v nádobě z 40 % na 70 %.

Vlivem hoření svíčky klesla koncentrace  $O_2$  o 4 procentní body, zatímco koncentrace  $CO_2$  narostla o 2,3 procentního bodu.

Poměr mezi spotřebovaným  $O_2$  a vyprodukovaným  $CO_2$  byl vyšší než 3:2, což skutečně naznačuje, že při hoření kromě oxidu uhličitého a vodní páry vznikaly i další produkty.

### Poznámka

Nádoba musí být dostatečně široká, aby se do ní vešla obě čidla i svíčka, a současně dostatečně vysoká, aby plamen svíčky neponičil víko nádoby. Příliš velká nádoba je ale také nevhodná, protože pak jsou pozorované změny koncentrací méně výrazné.