



## Experiment C-5






# Spalování



## CÍL EXPERIMENTU

-  Studium procesu hoření a spalování.
-  Měření hladiny kyslíku v průběhu hoření svíčky.

## MODULY A SENZORY



-  PC + program NeuLog™
-  USB modul USB – 200 
-  Oxymetr NUL – 205 

## POMŮCKY

-  kryt
-  svícen
-  svíčka

*Poznámka:* Uvedené položky jsou součástí NeuLog spalovací sady CMB-KIT a sady kahan CGG-KIT.

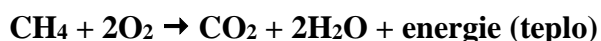
## MATERIÁL

-  zapalovač
-  DO náplň (součást Oxymetru)

## ÚVOD

**Spalování** je exotermická reakce mezi palivem a oxidačním činidlem, obvykle doprovázená vývojem tepla a světla ve formě plamenů. Probíhá-li tato prudká oxidace přímo působením kyslíku, nazýváme ji **hoření**.

Mnoho organických sloučenin hoří v přítomnosti kyslíku (vzduch obsahuje přibližně 21 obj. % kyslíku) za vzniku vody a oxidu uhličitého. Například metan (hlavní součást zemního plynu), hoří na vzduchu za vzniku vody, oxidu uhličitého a možná nejdůležitějšího produktu – tepla. Tuto energii ve formě tepla využíváme například pro vytápění domů:



Podobný průběh jako spalování organických sloučenin má například buněčné dýchání.



V rámci této reakce reaguje organická sloučenina s kyslíkem a produkuje vodu, oxid uhličitý a energii.

Obvykle máme představu, že hoření končí, jakmile je spotřebován veškerý kyslík. V tomto experimentu prozkoumáme hořící svíčku v uzavřené nádobě a změny obsahu kyslíku v průběhu tohoto děje.

## POSTUP

### *Příprava experimentu*

*Pozor:*

Budete pracovat s otevřeným ohněm. Ujistěte se, že nemáte žádný hořlavý materiál v blízkosti experimentu. Buďte velmi opatrní při práci s vysokými teplotami. Doporučujeme používat osobní ochranné prostředky.

1. Uspořádání experimentu je znázorněno na obrázku.



2. Odstraňte gumovou ochrannou část z Oxymetru. Odšroubujte uzávěr, naplňte polovinou dodané kapaliny a přišroubujte jej zpět.
3. Umístěte sondu do bočního otvoru svícnu.
4. Vložte svíčku do svícnu.

## Nastavení senzoru

5. Modul USB – 200  připojte pomocí kabelu k PC.
6. K modulu USB – 200 připojte Oxymetr  .

### Důležité:



Po připojení senzoru k modulu USB – 200 vyčkejte 5 minut a poté zahajte samotnou kalibraci a měření. Pro přesnější měření se můžete podívat na okno modulu a počkat na výzvu ke stabilizaci (to může trvat déle než 5 minut).

### Poznámka:


Následující funkce programu jsou vysvětleny jen v krátkosti, a proto před zahájením experimentu doporučujeme seznámit se s programovými funkcemi NeuLog™ popsanými v uživatelské příručce.

7. Spusťte program NeuLog™ a zkontrolujte, zda je Oxymetr identifikován.




## Nastavení

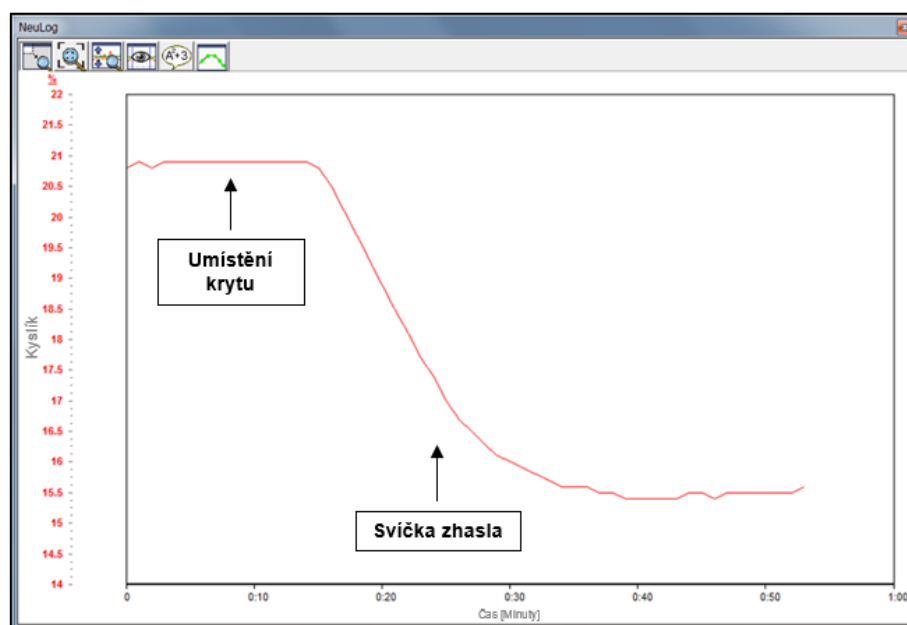
8. V liště programu klikněte na ikonu *Pokus s připojením*  .
9. V *Okno modulu* klikněte na ikonu *Nastavení modulu*  a na záložce *Volby* vyberte *% ve vzduchu* (změna režimu senzoru na procenta kyslíku ve vzduchu).




10. Klikněte na ikonu *Nastavení pokusu*  a nastavte *Délka trvání pokusu* – 2 minuty, *Vzorkování* – 60 za minutu.

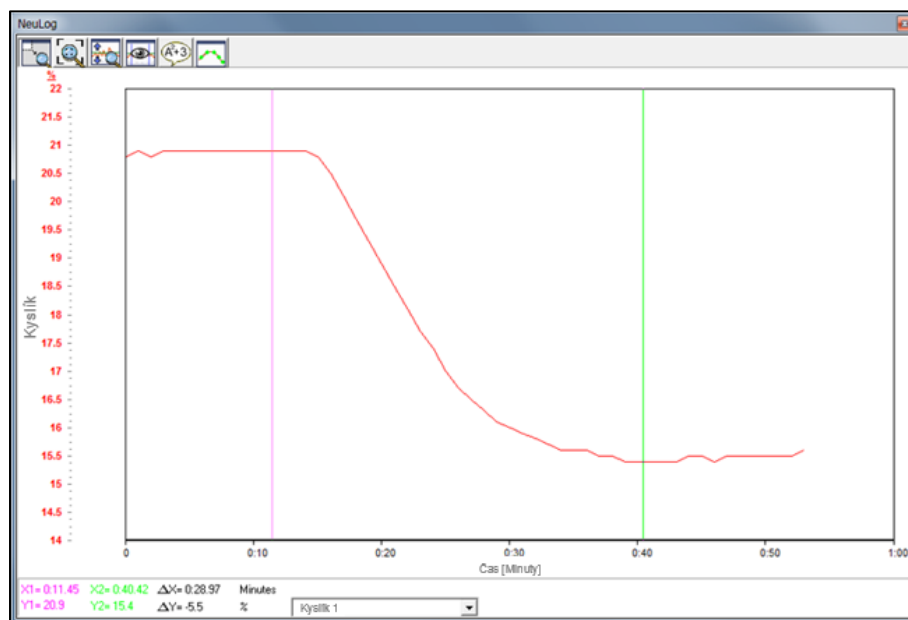
## Testování a měření

11. Stiskněte kalibrační tlačítko na senzoru a držte jej po dobu 3 sekund, nebo použijte kalibrační ikonu  v okně *Nastavení modulu*. Senzor bude zkalibrován na hodnotu 20,9 %.
12. Zapalte svíčku a zkontrolujte v okně modulu, že je hladina kyslíku stabilní.
13. Spusťte měření kliknutím na ikonu *Spustit pokus*  v liště programu.
14. Počkejte asi 10 sekund a zakryjte svíčku skleněným krytem.
15. Sledujte, jak dlouho trvalo, než svíčka zhasla.
16. Sledujte změny v procentuálním obsahu kyslíku (jestliže se hodnota stabilizovala, měření zastavte).
17. Grafický výsledek pokusu zvětšíte kliknutím na ikonu *Optimalizace zvětšení*  v okně grafu nebo umístěním kurzoru myši do bodu nad grafem a vybráním celého grafu.
18. Váš graf by měl být podobný následujícímu grafu.



19. Graf uložte.
20. Po umístění krytu na hořící svíčku se kyslík nedostává do nádoby a jeho hladina klesá. Na předchozím grafu vidíme, že nejnižší hodnoty kyslíku byly naměřeny několik vteřin po zhasnutí svíčky (toto malé zpoždění způsobil průběh difuze kyslíku).

21. Klikněte na ikonu *Zobrazit kurzory*  a přesuňte dva kurzory na začátek a konec měření.



22. Z grafu můžeme vyčíst, že v průběhu našeho pokusu klesla hladina kyslíku z 20,9 % na 15,4 %.

Naměřená minimální hladina kyslíku odpovídá naměřené hodnotě v jeskyních s nízkou koncentrací kyslíku. Ze studií plyne, že svíčka zhasne při hodnotách kyslíku kolem 15 %.

Minimální koncentrace kyslíku (MOC), při které daná látka ještě hoří, se stanovuje v tzv. LKČ (limitní kyslíkové číslo) komorách. Výsledkem je minimální koncentrace (v obj. %) kyslíku ve směsi s dusíkem, při které materiál ještě hoří. Kromě druhu materiálu závisí na stechiometrickém poměru mezi kyslíkem a příslušnou látkou.

---

## SOUHRNNÉ OTÁZKY

1. Jaký jste změřili minimální obsah kyslíku v průběhu vašeho pokusu? Odpovídá tato hodnota dokumentovaným datům z jeskyně?
2. Jaké jste vlastně použili v pokusu palivo? Bylo to pevná látka, kapalina nebo plyn?
3. Pokud byste použili větší nádobu, myslíte si, že by tento fakt měl vliv na výsledek měření?
4. Který nebezpečný produkt hoření vzniká při nedostatku kyslíku? Jak působí na lidské zdraví?