

Změna tlaku při chemické reakci

Při reakci kyseliny octové se sodou vzniká oxid uhličitý. Probíhá-li reakce v uzavřené nádobě, způsobí vznikající oxid uhličitý nárůst tlaku. To je základem „bomby“ vyrobené z octa, sody a kindervajíčka. Dá se nárůst tlaku předem odhadnout výpočtem?

Pomůcky

- ocet
- soda
- skleněná baňka s objemem cca 1 litr a přiměřeně širokým zábrusovým hrdlem – zábrus je důležitý kvůli dobrému těsnění
- tlakový senzor [Vernier GPS-BTA](#) (součástí senzoru je i příslušenství včetně hadičky, stříkačky a zátky)



Úkoly

Příprava

1. Změřte objem baňky.
2. Do baňky nasypejte několik lžic sody (nezreaguje všechna, ale je lepší mít jí nadbytek).
3. Do stříkačky natáhněte asi 10 ml octa. Pokud jsou uvnitř bubliny, odstraňte je.
4. Baňku utěsněte pomocí zátky se dvěma výstupy (je v krabičce s tlakovým senzorem).
5. K jednomu výstupu přišroubujte hadičku, její druhý konec připojte k tlakovému senzoru.
6. K druhému výstupu přišroubujte stříkačku. Mělo by to vypadat jako na obrázku.
7. Připojte tlakový senzor k počítači a spusťte program Vernier Logger Lite.
8. Nastavte frekvenci měření na 10 Hz a zaškrtněte *Nepřerušný sběr dat*.



Výpočet

Abyste to měli jednodušší, máte níže k dispozici návodné otázky. Kdo má rád výzvy, může se pustit do výpočtu nárůstu tlaku po přidání 1 ml octa bez návodných otázek, na vlastní pěst.

Všechny výpočty stačí dělat přibližně. Můžete rozumně zaokrouhlovat a používat odhady.

1. Jaký objem za normálních podmínek zaujímá 1 mol plynu?
2. Jaký je objem vzduchu v baňce?
3. Jaké je látkové množství vzduchu v baňce? (počítejte s tím, že tlak a teplota v baňce se významně neliší od tzv. normálních podmínek)
4. Vyhledejte chemickou rovnici popisující reakci octa a sody.
5. Kolik molekul oxidu uhličitého vznikne zreagováním jedné molekuly kyseliny octové?
6. Jaká je koncentrace kyseliny octové v octě?
7. Kolik gramů kyseliny octové je v 1 ml octa? (počítejte, jako kdyby hustoty kyseliny octové a vody byly stejné)
8. Jaká je molární hmotnost kyseliny octové?
9. Jaké je látkové množství kyseliny octové v 1 ml octa?
10. Jaké je látkové množství vzniklého oxidu uhličitého?
11. Jaké bude celkové látkové množství plynu v nádobě?
12. Jak vypadá stavová rovnice ideálního plynu? Jaký je vztah mezi tlakem a látkovým množstvím?
13. Jak se změní tlak po vstříknutí 1 ml octa do baňky?

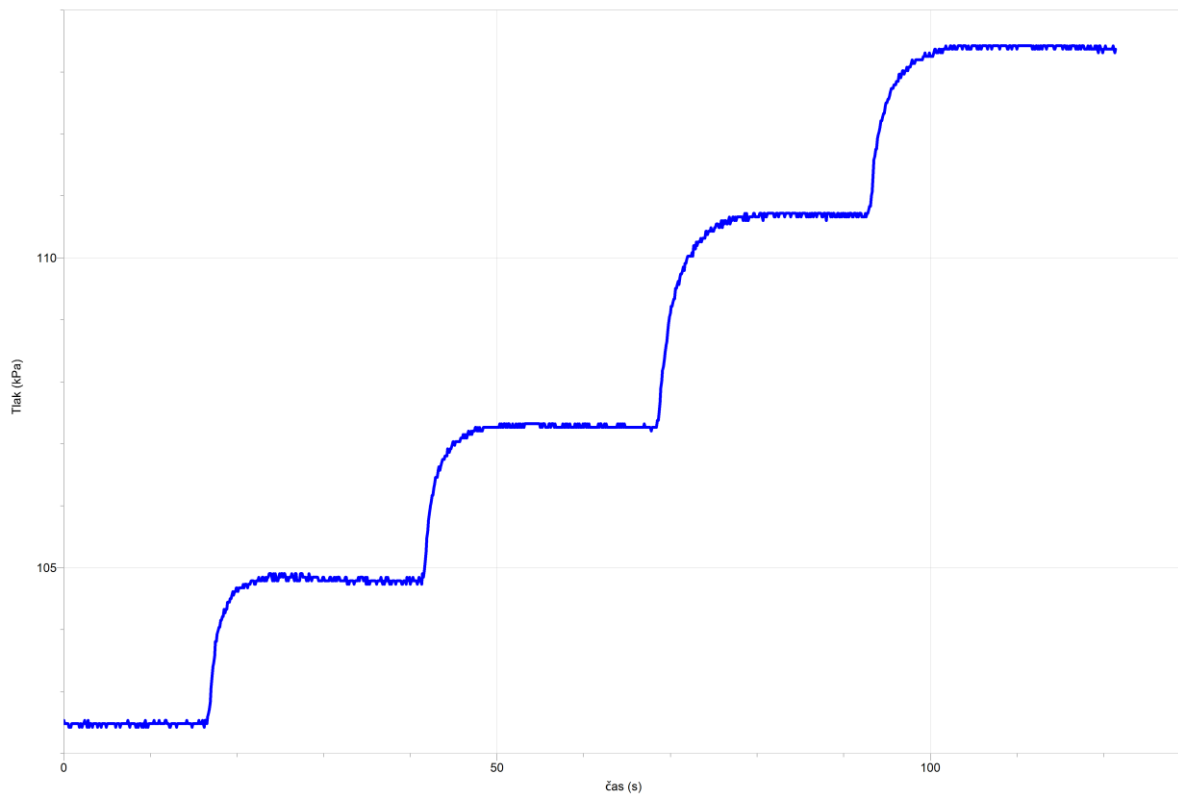
Měření

1. Spusťte měření.
2. Vstříkněte 1 ml octa ze stříkačky do nádoby.
3. Jakmile se tlak po několika sekundách ustálí, několikrát vstříknutí zopakujte. V grafu tak vyrobíte „schody“.
4. Zastavte měření. Odečtěte rozdíl tlaků v jednotlivých případech (tedy „výšku schodů“). Vypočítejte průměrné zvýšení tlaku po přidání 1 ml octa.
5. Porovnejte výsledek měření s teoretickým odhadem.

Poznámky pro učitele

1. Jaký objem za normálních podmínek zaujímá 1 mol plynu?
22,4 dm³ = 22,4 litru
2. Jaký je objem vzduchu v baňce?
to je potřeba změřit, v našem případě to byl cca 1 litr
3. Jaké je látkové množství vzduchu v baňce? (počítejte s tím, že tlak a teplota v baňce se významně neliší od tzv. normálních podmínek)
1/22,4 mol = 0,0446 mol (pro jiný objem baňky to bude jiná hodnota)
4. Vyhledejte chemickou rovnici popisující reakci octa a sody.
$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$$
5. Kolik molekul oxidu uhličitého vznikne zreagováním jedné molekuly kyseliny octové?
jedna
6. Jaká je koncentrace kyseliny octové v octě?
8 %
7. Kolik gramů kyseliny octové je v 1 ml octa? (počítejte, jako kdyby hustota kyseliny octové a vody byly stejné)
1 ml vody váží 1 gram, 8 % ze 1 gramu je 0,08 gramu
8. Jaká je molární hmotnost kyseliny octové?
přibližně 60 g/mol
9. Jaké je látkové množství kyseliny octové v 1 ml octa?
0,00133 mol
10. Jaké je látkové množství vzniklého oxidu uhličitého?
stejně, tedy 0,00133 mol
11. Jaké bude celkové látkové množství plynu v nádobě?
0,0446 mol + 0,00133 mol = 0,459 mol
12. Jak vypadá stavová rovnice ideálního plynu? Jaký je vztah mezi tlakem a látkovým množstvím?
 $pV = nRT$, kromě konstanty R můžeme za konstantní považovat také objem V a teplotu T , tlak je tedy přímo úměrný látkovému množství
13. Jak se změní tlak po vstříknutí 1 ml octa do baňky?
látkové množství vzroste asi o 3 %, tudíž i tlak vzroste asi o 3 % z 100 kPa na 103 kPa nárůst tlaku je asi 3 kPa

Typický průběh měření vypadá takto:



Rozdíly tlaků (výšky jednotlivých „schodů“) byla následující:

- 2,33 kPa
- 2,50 kPa
- 3,44 kPa
- 2,73 kPa

Průměrná hodnota nárůstu tlaku po vstříknutí 1 ml octa byla 2,75 kPa. To pěkně odpovídá teoretickému odhadu.