



## CHEMIE

laboratorní cvičení č. 13

13  
• CHEMIE

## Redoxní vlastnosti vitamínu C (návod)

## Zadání úlohy

Zjistěte jaké redoxní vlastnosti má vitamín C (kyselina askorbová).

## Pomůcky

- počítač s USB portem
- 2 × PASPORT USB Link (Interface) nebo 1 × Xplorer
- PASPORT chemistry multisensor + ORP elektroda
- PASPORT drop counter (počítadlo kapek)
- software DataStudio
- kyselina askorbová (roztok o  $c = 0,1 \text{ mol/l}$ , objem 5 ml)
- síran železitý  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (roztok o  $c = 0,1 \text{ mol/l}$ , objem 30 ml)
- destilovaná voda
- kádinka 50 ml (1 ks)
- odměrná zkumavka malá 10 ml (1 ks)
- pipety s balónkem (2 ks), 2 ml
- magnetická míchačka s míchadlem
- injekční stříkačka Pasco s nasazeným kohoutkem
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

PRACOVNÍ NÁVOD



## Bezpečnost práce

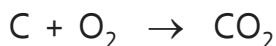
*Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. S chemikáliemi zacházejte vždy dle instrukcí pedagoga. Nikdy nepipetujte ústy (vždy používejte balónek). V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.*

## Teoretický úvod

V prostředí kolem nás se můžeme se redoxními reakcemi setkat velice často, doslova na každém kroku. Co třeba takové **hoření**, **koroze** nebo **reakce v baterii** (správně galvanickém článku) v našem mobilním telefonu? Ano, všechno jsou to redoxní reakce.

Při studiu vlastností různých látek narazíme na to, že některé látky podléhají velice ochotně redukci, a tím pádem musí nějakou jinou látku oxidovat. Mezi takové látky patří např. chlor (Cl) nebo manganistan draselný (KMnO<sub>4</sub>). Takovéto látky označujeme jako **oxidační činidla** – mají oxidační vlastnosti. Jiné látky se chovají přesně naopak. Ochotně se samy oxidují, a tím pádem nějakou jinou látku redukují. Mezi tyto látky patří třeba alkalické kovy, např. sodík (Na), nebo siřičitan sodný (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). Takovéto látky označujeme jako **redukční činidla** – mají redukční vlastnosti.

Jako příklad použijeme reakci hoření. Hoření uhlíku můžeme zapsat následující způsobem:



- uhlík se oxiduje,  $\text{C}^0 - 4\text{e}^- \rightarrow \text{C}^{+IV}$ , (uhlík odevzdá elektrony kyslíku)
- kyslík se redukuje,  $\text{O}_2^0 + 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^{-II}$  (kyslík přijme elektrony od uhlíku).

Kyslík tedy vystupuje jako oxidační činidlo (sám se redukuje) a uhlík je činidlem redukčním (sám se oxiduje).

Zvláštní pozornost si jistě zaslouží **redoxní reakce** odehrávající se v **živých organismech**. Redoxními ději je protkána celá řada metabolických drah. Bez oxidace a redukce by tak nemohlo probíhat např. štěpení lipidů, získávání „energie“ v dýchacím řetězci, fotosyntéza a celá řada dalších životně důležitých dějů.

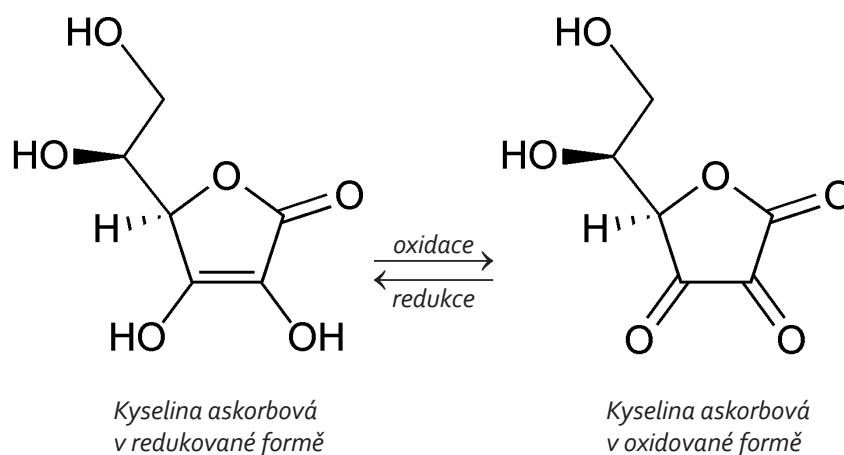
Na druhou stranu je třeba některým **redoxním reakcím zabránit**. Typicky se jedná o nežádoucí působení oxidačních činidel, které mohou svým působením na nevhod-



ném místě buňku poškodit (nebezpečné je poškození např. na úrovni DNA). Proto jsou pro buňku důležité látky, kterým říkáme **antioxidanty** a jsou schopny nežádoucí oxidaci zabránit.

Mezi antioxidanty patří celá řada přírodních barviv a také některé vitamíny. Jedním ze zástupců vitamínů s antioxidačním působením je námi studovaný **vitamín C** neboli **kyselina askorbová**. Jedná se o látku, která je pro lidský organismus **esenciální** (naše tělo si tuto látku nedokáže vyrobit a musí jí přijímat v potravě). Kyselina askorbová je nutná pro správný průběh řady metabolických reakcí u rostlin i živočichů (často zastává funkci tzv. kofaktoru enzymů). K objevu vitamínu C došlo až v roce 1928, maďarským chemikem Albert Szent-Györgyiem, který zjistil, že se hojně vyskytuje v potravinách rostlinného původu. Zajímavé je, že drtivá většina savců si dokáže vitamin C sama vytvářet. Člověk představuje v tomto směru velice vzácnou výjimku (další je např. morče).

Následující obrázek znázorňuje kyselinu askorbovou v oxidované a redukované formě.



Ke studiu redoxních vlastností kyseliny askorbové použijeme speciální elektrodu, která je schopna měřit redoxní potenciál látek v roztoku (ORP elektroda). Pokud bude v roztoku docházet k oxidaci nebo k redukci, bude se redoxní potenciál měnit a my zaznamenané změnu napětí. Vzhledem k tomu, že o kyselině askorbové víme, že je antioxidantem, budeme roztok kyseliny askorbové titrovat roztokem železitých iontů a sledovat změnu napětí zaznamenanou pomocí ORP elektrody.

- ***V následujícím praktickém cvičení se pokusíme zjistit, jaké redoxní vlastnosti má vitamín C (kyselina askorbová).***

## Příprava úlohy (praktická příprava)

Nejprve zpracujte slovníček a teoretickou přípravu na „pracovním listě“ a teprve potom začněte pracovat v laboratoři.

## Postup práce

### Nastavení HW a SW

1. Připojte počítadlo kapek (drop counter) a chemický multisenzor s připojenou ORP elektrodou přes USB rozhraní (PASSPORT USB interface nebo Xplorer) k počítači. Tím se automaticky otevře konfigurační dialog.



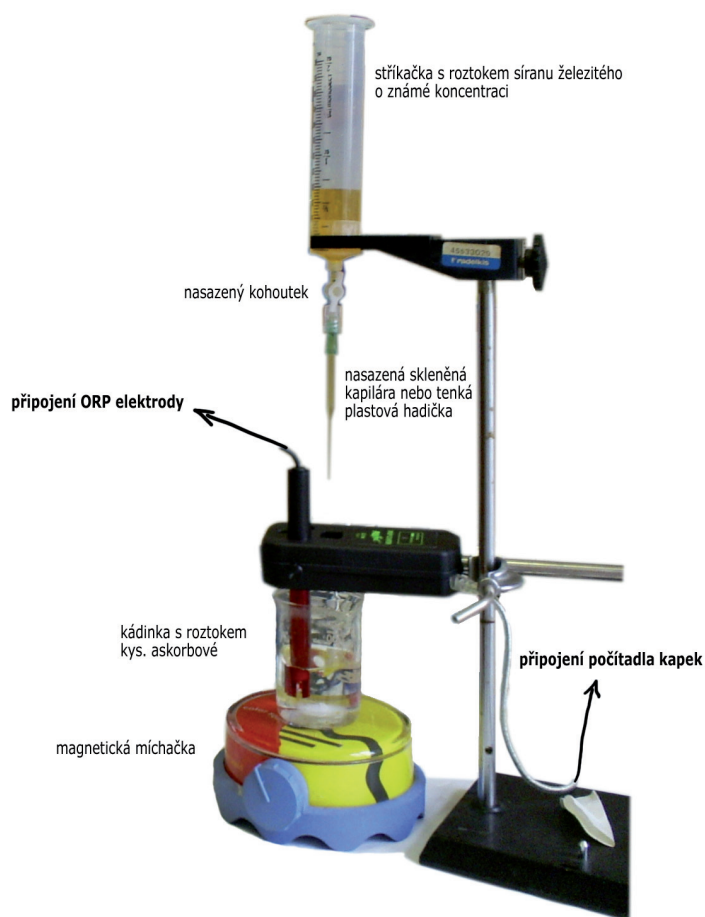
2. Vyberte a otevřete odpovídající konfigurační soubor DataStudia

### 13\_redox\_vitamin\_c.ds

**Poznámka:** Konfigurační soubory automaticky otevřou potřebná okna a nastaví výchozí parametry (rychlost snímání atd.). V této úloze budete měřit pouze pomocí ORP elektrody a využijeme počítadlo kapek. V případě, že používáme některé z multisenzorových řešení, budeme ostatní čidla ignorovat (nebudeme je do úlohy přidávat).


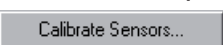
### Příprava měření

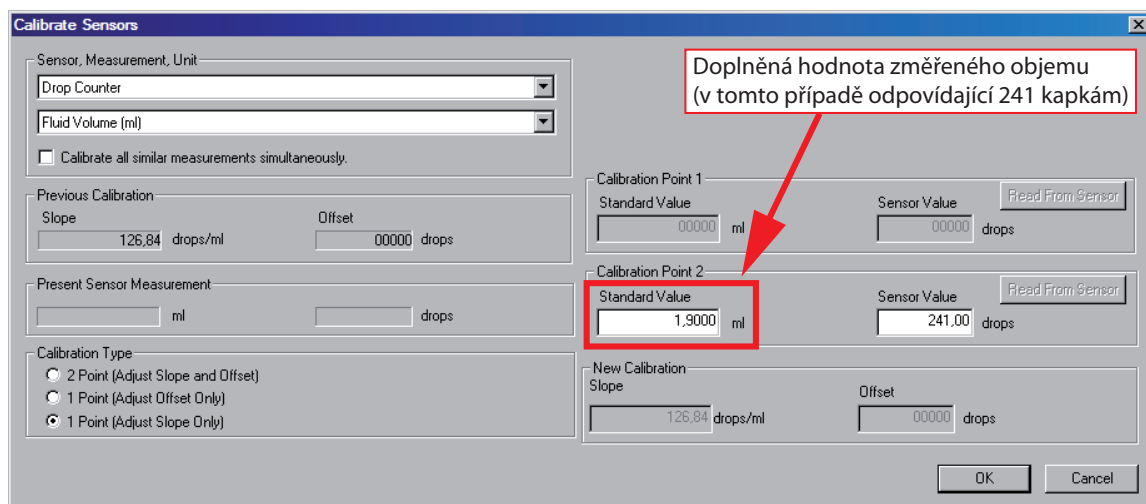
1. Před započítáním práce si přečtete celý „pracovní návod“.
2. Nejdříve sestavíme jednoduchou „aparaturu“, kterou budeme k provedení experimentu potřebovat.



Sestavená titrační aparatura



- I. Na stojan upevníme držák a do něj injekční stříkačku s připojeným kohoutkem (poslouží nám jako byreta) a nasazenou tenkou plastovou hadičkou nebo skleněnou kapilárou (abychom dostali přiměřeně malé kapky). Samozřejmě můžeme použít skutečnou byretu.
- II. Pod stojan umístíme magnetickou míchačku. Na ní postavíme kádinku, ve které budeme reakci provádět.

- III. Na stojan upevníme počítadlo kapek (drop counter), a to do takové výšky, aby mezi kádinkou a počítadlem kapek zůstala malá mezera.
  - IV. Ověříme si, že ORP elektroda upevněná do objímky počítadla kapek dosáhne téměř na dno kádinky. Pokud tomu tak není, zvolíme menší kádinku.
  - V. Tím máme aparaturu připravenou.
3. Kalibrace počítadla kapek (je-li nutná)
- I. Abychom získali skutečný spotřebovaný objem titračního činidla (roztoku  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), použijeme počítadlo kapek. Počítadlo kapek je třeba nakalibrovat – zjistit jaký objem má určitý počet kapek – pak je již snadné zjistit objem jedné kapky. Z tohoto automaticky vypočteného objemu jedné kapky a aktuálního počtu kapek při měření bude DataStudio zaznamenávat spotřebovaný objem titračního činidla. Pokud je počítadlo kapek již nakalibrováno, přejdeme rovnou k bodu č. 4.
  - II. Dialog kalibrace čidel zobrazíme pomocí tlačítka **Setup** (  ) a následně tlačítkem **Calibrate** (  ).
  - III. V části „**Sensor...**“ zvolíme „**Drop counter**“ a pod ním „**Fluid volume**“. Nastavení „**Calibration Type**“ ponecháme na volbě „**1 point**“.
  - IV. Pod stříkačku umístíme malou odměrnou zkumavku tak, abychom mohli změřit nakapaný objem titračního činidla.
  - V. Stříkačku naplníme 25 ml destilované vody a otevřeme kohoutek u stříkačky (byrety) a sledujeme rostoucí počet kapek detekovaný počítadlem kapek (v části „**Present Sensor Measurement**“).
  - VI. Po nakapání asi 100–200 kapek kohoutek uzavřeme a na odměrné zkumavce odečteme odpovídající objem.
  - VII. Stiskneme tlačítko „**Read from sensor**“, čímž přeneseme zjištěný počet kapek do části „**Calibration point 2**“ → „**Sensor Value**“.
  - VIII. Do políčka „**Standard Value**“ zadáme zjištěný objem (v bodu č. VI).
  - IX. Zadané hodnoty potvrdíme tlačítkem „**OK**“ a tím je kalibrace ukončena.




4. Následně aparaturu naplníme roztoky a umístíme ORP elektrodu:
  - I. Do prázdné stříkačky (byrety) odměříme 25 ml 0,1 M roztoku síranu železitého.
  - II. Do kádinky odměříme 1 ml 0,1 M roztoku kyseliny askorbové a přidáme 29 ml destilované vody.
  - III. Na dno kádinky vložíme magnetické míchadlo.
  - IV. Do držáku počítadla kapek zasuneme ORP elektrodu tak, aby byla ponořená alespoň 1,5 cm v roztoku.

### Vlastní měření (záznam dat)

1. Spustíte magnetickou míchačku a nastavte vyšší otáčky míchání (při malých otáčkách by docházelo k nedostatečnému míchání a záznam z elektrody by byl hodně „rozskákaný“.
2. Zaznamenávání dat zahajete kliknutím na tlačítko **Start** ( Start ).
3. Otevřete kohoutek u stříkačky (byrety) a sledujte hodnoty zaznamenané v grafu. Všímejte si také změn, které jsou viditelné v roztoku.
4. Po spotřebování asi 4 ml kohoutek u stříkačky uzavřete a zastavte záznam dat tlačítkem **Stop** ( Stop ).
5. Zreagovaný obsah kádinky zlikvidujte dle instrukcí pedagoga.
6. Je vhodné celé měření ještě jednou zopakovat.

### Analýza naměřených dat

1. Získanou křivku označujeme jako „*potenciometrickou titrační křivku*“. Prostudujte její průběh.
2. Zaznamenejte počáteční a maximální dosaženou hodnotu napětí.
3. Bod ekvivalence (bod, kdy spotřeba titračního činidla odpovídá právě množství přítomné kyseliny askorbové) můžeme určit odhadem podle místa největší změny měřeného potenciálu.
4. Lepší možností je určení bodu ekvivalence s využitím druhé derivace naměřené křivky (dosažené maximum zde odpovídá právě bodu ekvivalence). Graf druhé derivace vytvoříme pomocí nástroje „**Calculate**“ – . Pokud používáte soubor s úlohou 13\_redox\_vitamin\_c.ds, je derivace zobrazována automaticky jako zelená křivka.
5. Rozhodněte zda zjištěná spotřeba roztoku síranu železitého odpovídá obsahu kyseliny askorbové v použitém roztoku.
6. Své výsledky v DataStudiosu uložte (nabídka File → Save Activity As...) na místo, které máte vyhrazeno k ukládání svých souborů.
7. Odpovězte na otázky v pracovním listu.
8. Dle instrukcí učitele ukliděte své pracovní místo.