

Rychlost chemické reakce

Má na rychlost chemické reakce vliv koncentrace?

Obsah

Úvod	2
Cíle	2
Teoretický úvod	3
Praktické provedení	4
Motivace studentů	5
Doporučený postup	5
Příprava úlohy	6
Materiály pro studenty	6
Záznam dat	6
Analýza dat	6
Syntéza a závěr	6
Hodnocení	7
Internetové odkazy	7
Pracovní návod	9
Zadání úlohy	9
Pomůcky	9
Bezpečnost práce	10
Teoretický úvod	10

Příprava úlohy (praktická příprava)	11
Postup práce	11
Nastavení HW a SW	11
Příprava měření	11
Kalibrace turbidimetru (je-li nezbytná)	11
Příprava roztoků	12
Vlastní měření (záznam dat)	12
Analýza naměřených dat	13
Pracovní list učitele	15
Slovníček pojmů	15
Teoretická příprava úlohy	16
Vizualizace naměřených dat	17
Vyhodnocení naměřených dat	17
Závěr	18
Pracovní list studenta	19
Slovníček pojmů	19
Teoretická příprava úlohy	20
Vizualizace naměřených dat	21
Vyhodnocení naměřených dat	21
Závěr	22

 **Zařazení do výuky**

Experiment je vhodné zařadit především v rámci učiva obecné chemie (chemické reakce – kinetika chemických reakcí), v anorganické chemii (reakce sloučenin síry).

 **Časová náročnost**

Jedna hodina (1 × 45 min).

Čas včetně přípravy, úvodní diskuze a vyhodnocení výsledků skupin se závěrečnou diskuzí.

 **Chemikálie**

- Kyselina sírová H_2SO_4

R 35

S 26–30–45

Souhrn:

Způsobuje těžké poleptání. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu. V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

Nebezpečnost: C

Úvod

Cílem tohoto laboratorního cvičení bude sledování rychlosti chemické reakce thiosíranu sodného se zředěnou kyselinou sírovou. Studenti proměří různé koncentrační poměry thiosíranu sodného a kyseliny sírové. Ze zjištěných hodnot reakčních časů sestojí závislost rychlosti chemické reakce na koncentraci.

Cíle

Studenti by měli zvládnout:

- použít odpovídající instrumentální vybavení – turbidimetr PASCO ke změření intenzity zákalu,
- připravit roztoky thiosíranu sodného o různých koncentracích,
- provést chemické reakce thiosíranu sodného s kyselinou sírovou v různých koncentračních poměrech,
- zjistit hodnoty reakčních časů jednotlivých reakcí, bude se sledovat míra zákalu vytvořeného vznikající koloidní sírou,
- na základě zjištěných hodnot časů sestojit graf závislosti rychlosti chemické reakce na koncentraci.

Teoretický úvod

Rychlost chemické reakce lze vyjádřit tzv. kinetickou rovnicí, která popisuje vztah mezi rychlostí a součinu koncentrací výchozích látek. Každá reakce je charakterizována rychlostní konstantou, která je úměrná rychlosti.

$$v = k \cdot c^a(\text{A}) \cdot c^b(\text{B}) \quad (1)$$

v – rychlost chemické reakce

k – rychlostní konstanta

$c(\text{A}), c(\text{B})$ – koncentrace výchozích látek A, B

a, b – stechiometrické koeficienty

Dále lze rychlost chemické reakce vyjádřit jako úbytek některé z výchozích látek nebo přírůstek některého z produktů.

$$v = -\frac{\Delta n_{\text{A}}}{a \cdot \Delta t} = -\frac{\Delta n_{\text{B}}}{b \cdot \Delta t} = \frac{\Delta n_{\text{C}}}{c \cdot \Delta t} = \frac{\Delta n_{\text{D}}}{d \cdot \Delta t} \quad (2)$$

$n_{\text{A}}, n_{\text{B}}$ – látková množství výchozích látek

$n_{\text{C}}, n_{\text{D}}$ – látková množství produktů

Δt – časová změna

$a-d$ – stechiometrické koeficienty

Z uvedeného vztahu vyplývá, že stejně tak, jak při reakci zaniká výchozí látka A, zaniká i látka B a stejnou rychlostí vznikají produkty reakce C a D.

Rychlost chemické reakce lze poměrně snadno sledovat měřením koncentrace úbytku výchozích látek případně přírůstku koncentrace produktů. K tomu lze využít některé analytické metody, např. titrační stanovení, změnu absorbance elektromagnetického záření (spektrofotometrie), elektroanalytických metod (potenciometrie), případně lze využít tlakového čidla pokud při reakci vznikají plyny. Chemické reakce, při kterých vznikají nerozpustné produkty (např. koloidní částice), lze sledovat měřením tzv. turbidance. Míra celkového množství světelné energie, která se při průchodu koloidním roztokem rozptýlí do všech stran od původního paprsku je rozdíl $(1-\tau)$, kde τ je turbidita, která souvisí s původním světelným



Slovníček pojmů

RYCHLOSTNÍ KONSTANTA

KATALYZÁTOR

AKTIVAČNÍ ENERGIE

KOLOIDNÍ SÍRA

TURBIDITA, TURBIDANCE

Viz pracovní list (učitel).



Přehled pomůcek

- počítač s USB portem
- PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer
- PASPORT turbidimetr
- software DataStudio
- 0,1 M roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 50 ml
- 1 M roztok H_2SO_4 , 25 ml
- skleněná tyčinka
- kádinka 100 ml (2 ks)
- odpadní kádinka 100 ml (1 ks)
- popisovač zkumavek (lihový fix)
- stojánek na zkumavky
- zkumavky (6 ks), asi 20 cm vysoké
- stojánek na zkumavky
- destilovaná voda, 500 ml
- buničina
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

tokem I_0 a světelným tokem I vycházejícím ve stejném směru a šířkou optického prostředí d . Turbidita je závislá na teplotě, vlnové délce, velikosti, tvaru a **koncentraci částic**. Pro průhledné kapaliny dosahuje přibližně 10000krát menší hodnoty než je tomu u mléka. Zavádí se veličina tzv. **turbidance**, což je obdoba absorbance (viz úloha „Stanovení koncentrace látky v roztoku“).

$$T = \log (I_0/I) = \tau \cdot d \quad (3)$$

Praktické provedení

Při chemické reakci thiosíranu sodného se zředěnou kyselinou sírovou vzniká kromě dalších produktů i koloidní síra, která zvyšuje hodnotu turbidance. Jak známo, rychlost chemické reakce je závislá na koncentraci, a tudíž síra, coby produkt reakce, způsobující stejný zákal, bude vznikat v různém čase.

Experimentální postup je v takovém případě následující:

1. Experimentátor připraví roztoky kyseliny sírové o různé koncentraci.
2. K těmto připraveným roztokům přidá dané množství kyseliny sírové.
3. Pro každou chemickou reakci (různé koncentrační poměry) změří časovou závislost turbidance až do maximální (konstatní) hodnoty turbidance turbidimetru PASCO (přibližně 424 NTU).
4. Ze zjištěných závislostí odečte hodnoty časů, které odpovídají první dosažené hodnotě maximální turbidance.
5. Sestrojí závislost rychlosti chemické reakce vyjádřené převrácenou hodnotou času na koncentraci. Těmito body proloží přímkou a zjistí hodnotu směrnice.

Motivace studentů

V úvodu se zmíníme o chemických dějích, které probíhají různou rychlostí a necháme studenty, aby tyto děje podle rychlosti srovnali (výbuch, trávení, koroze, kvašení, neutralizace, organické reakce, atd.). Zeptáme se studentů, jakým způsobem by vyjádřili rychlost chemické reakce a jaké chemicko-analytické metody by použili. Pohovoříme se studenty o koloidních roztocích, tento pojem můžeme přiblížit na příkladu roztoku mléka ve vodě a demonstrovat rozptyl světla s použitím laserového ukazovátka.

Doporučený postup

1. Každá pracovní skupina dostane „pracovní návod“ a každý člen skupiny „pracovní list“. Studenti si nejprve přečtou návod a teprve pak začnou s přípravou vlastního experimentu.
2. Doporučujeme, aby každý člen pracovní skupiny dostal svůj vlastní úkol. Pro čtyřčlennou skupinu například:
 - *student 1* – vedoucí týmu – dbá na to, že skupina bude při práci postupovat podle pracovního návodu,
 - *student 2* – koordinuje vyplňování pracovních listů a vyplněné pracovní listy vybírá (každý student si vyplní svůj pracovní list),
 - *student 3* – má na starosti sestavení/nastavení a obsluhu použitých přístrojů,
 - *student 4* – obsluhuje PC (SW pro získání a zpracování dat z použitých přístrojů).
3. Připojte zařízení (turbidimetr) přes USB rozhraní k počítači (viz obrázek).



4. Vyberte odpovídající soubor DataStudia (**11_rychlost_reakce.ds**) a pokračujte podle postupu uvedeného v „pracovním návodu“.

Příprava úlohy

Studenti vyplní (za domácí úkol nebo na začátku práce) slovníček pojmů a přípravnou část úlohy v „pracovním listě“. Je nezbytné, aby studenti tyto části vypracovali před vlastní experimentální činností. Zjistěte, jak studenti přípravnou část úlohy vypracovali.

Materiály pro studenty

„Pracovní návod“ postupně provede studenty („krok za krokem“) celou úlohou.

„Pracovní list“ slouží studentům k zaznamenání získaných dat, jejich analýze a pochopení.

Záznam dat

Postup při zaznamenávání dat je popsán v „pracovním listě“. Upozorněte studenty na to, že před vlastním započítáním měření je třeba úloze opravdu porozumět.

Analýza dat

Naměřená data studentům poslouží ke zodpovězení otázek v „pracovním listě“. Upozorněte studenty na souhrnné otázky. V učitelské verzi pracovního listu jsou uvedeny typické odpovědi studentů.

Syntéza a závěr

Poté, co studenti vyplní své „pracovní listy“, společně shrneme získané poznatky o rychlosti chemické reakce. Popíšeme možnosti měření rychlosti chemické reakce.

Hodnocení

(Viz dříve uvedené cíle.)

- Sestavili a použili studenti měřící zařízení správně?
- Postupovali korektně podle pracovního postupu?
- Porozuměli studenti problematice rychlosti chemické reakce a jejího sledování?
- Vypracovali studenti správně své pracovní listy?
- Pochopili studenti princip měření zákalu turbidimetricky?
- Došli studenti k závěru, že čím je menší koncentrace výchozích látek, tím je delší reakční čas?
- Odečetli studenti správně hodnoty časů z naměřených závislostí?
- Sestrojili studenti správně graf závislosti látkové koncentrace thiosíranu sodného na převrácené hodnotě času, odečetli správně hodnotu směrnice?

Internetové odkazy

http://store.pasco.com/pascostore/showdetl.cfm?&DID=9&Product_ID=53217&groupID=192&Detail=1

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Koloid>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Chemick%C3%A1_kinetika

<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/termoche/kinetika.html>

<http://www.nicotna.osoba.cz/5-chemicka-kinetika>



Pasco zdroje

Na stránkách www.pasco.com a www.pasco.cz naleznete řadu dalších zdrojů.



CHEMIE

laboratorní cvičení č. 11

11
• CHEMIE

Rychlost chemické reakce (návod)

Zadání úlohy

Změřte závislost rychlosti chemické reakce thiosíranu sodného se zředěnou kyselou sírovou na koncentraci thiosíranu sodného. Zjištěné hodnoty rychlostí, vyjádřené převrácenou hodnotou času, vynesete do grafu proti koncentraci. Získanými body proložíte přímkou a zjistíte hodnotu směrnice.

Pomůcky

- počítač s USB portem
- PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer
- PASPORT turbidimetr
- software DataStudio
- 0,1 M roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 50 ml
- 1 M roztok H_2SO_4 , 25 ml
- skleněná tyčinka
- kádinka 100 ml (2 ks)
- odpadní kádinka 100 ml (1 ks)
- popisovač zkumavek (lihový fix)
- stojánek na zkumavky
- zkumavky (6 ks), asi 20 cm vysoké
- stojánek na zkumavky
- destilovaná voda, 500 ml
- buničina
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

PRACOVNÍ NÁVOD



Bezpečnost práce

Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. S chemikáliemi zacházejte vždy podle instrukcí pedagoga. V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.

Teoretický úvod

Rychlost chemické reakce lze vyjádřit tzv. kinetickou rovnicí, která popisuje vztah mezi rychlostí a součinu koncentrací výchozích látek. Každá reakce je charakterizována rychlostní konstantou, která je úměrná rychlosti.

$$v = k \cdot c^a(\text{A}) \cdot c^b(\text{B}) \quad (1)$$

v – rychlost chemické reakce

k – rychlostní konstanta

$c(\text{A}), c(\text{B})$ – koncentrace výchozích látek A, B

a, b – stechiometrické koeficienty

Dále lze rychlost chemické reakce vyjádřit jako úbytek některé z výchozích látek nebo přírůstek některého z produktů.

$$v = -\frac{\Delta n_{\text{A}}}{a \cdot \Delta t} = -\frac{\Delta n_{\text{B}}}{b \cdot \Delta t} = \frac{\Delta n_{\text{C}}}{c \cdot \Delta t} = \frac{\Delta n_{\text{D}}}{d \cdot \Delta t} \quad (2)$$

$n_{\text{A}}, n_{\text{B}}$ – látková množství výchozích látek

$n_{\text{C}}, n_{\text{D}}$ – látková množství produktů

Δt – časová změna

$a-d$ – stechiometrické koeficienty

Z uvedeného vztahu vyplývá, že stejně tak, jak při reakci zaniká výchozí látka A, zaniká i látka B a stejnou rychlostí vznikají produkty reakce C a D.

Rychlost chemické reakce lze poměrně snadno sledovat měřením koncentrace úbytku výchozích látek případně přírůstku koncentrace produktů. K tomu lze využít některé analytické metody.

Chemické reakce, při kterých vznikají nerozpustné produkty (např. koloidní částice), lze sledovat měřením tzv. turbidance, což je obdoba absorbance. Je třeba si uvědomit, že při rozptylu světla se narozdíl od absorbce nemění energie elektromagnetického záření.

$$T = \log(I_0/I) = \tau \cdot d \quad (3)$$

1. V této úloze nejprve změříme závislost rychlosti chemické reakce thiosíranu sodného se zředěnou kyselinou sírovou na koncentraci thiosíranu sodného.
2. Potom zjištěné hodnoty rychlostí, vyjádřené převrácenou hodnotou času, vynešeme do grafu proti koncentraci.
3. Získanými body proložíme přímkou a zjistíme hodnotu směrnice.

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 zařízení (turbidimetr) přes další USB rozhraní k počítači (viz obrázek).



2. Vyberte a otevřete odpovídající konfigurační soubor DataStudia

11_rychlost_reakce.ds

a pokračujte podle postupu uvedeného v „pracovním návodu“.


Poznámka: Konfigurační soubory automaticky otevřou potřebná okna a nastaví výchozí parametry (rychlost snímkování atd.).

Příprava měření

Kalibrace turbidimetru (je-li nezbytná)

Při manipulaci s kyvetami je třeba dávat pozor, abychom se nedotýkali skleněné části (těla kyvety), otisky prstů by mohly způsobit falešně vyšší hodnoty turbidancí. Kyvety držíme za černé víčko, nebo za skleněnou část přes buničinu.

Turbidimetr vyžaduje dvoubodovou kalibraci. Jako jeden kalibrační bod poslouží destilovaná voda, jako druhý roztok o známé turbidanci (100 NTU).

1. Naplňte kyvetu destilovanou vodou a vložte do turbidimetru, řádně uzavřete víko.
2. Stiskněte zelené kalibrační tlačítko, kontrolka se rozsvítí.
3. Dokud bliká kontrolka kalibračního tlačítka, vložte do turbidimetru druhý kalibrační roztok (100 NTU). Řádně uzavřete víko.
4. Kalibrace je skončena jakmile kontrolka zhasne.
5. K ověření správnosti kalibrace stiskněte tlačítko **Start** ( Start) programu **Data Studio**, změřená hodnota turbidance by měla být 100 ± 1 NTU.





Příprava roztoků



1. Ze zásobního roztoku 0,1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ si odlijte do kádinky o objemu 100 ml asi 50 ml do kádinky, dále si odlijte do kádinky o objemu 100 ml asi 50 ml destilované vody.
2. Označte šest zkumavek s širším hrdlem o objemu minimálně 30 ml čísly (1–6) a umístěte je do stojánu na zkumavky.
3. Postupně napipetujte první pipetou 1, 2, 4, 6, 8 a 10 ml 0,1 M zásobního roztoku thiosíranu sodného do zkumavek označených čísly 1–6.
4. Druhou pipetou přidejte do kádinek 1–6 postupně 9, 8, 6, 4, 2 a 0 ml destilované vody.
5. Každý roztok pečlivě protřepejte, případně promíchejte tyčinkou. Před vložením do dalšího roztoku tyčinku vždy pečlivě opláchněte a důkladně osušte.

Pipetované objemy a výsledné koncentrace roztoků jsou přehledně shrnuty v následující tabulce:


Zkumavka č.	Objem 0,1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Objem destilované vody	Látková koncentrace [mol/l]
1	1 ml	9 ml	0,01
2	2 ml	8 ml	0,02
3	4 ml	6 ml	0,04
4	6 ml	4 ml	0,06
5	8 ml	2 ml	0,08
6	10 ml	0 ml	0,10

Vlastní měření (záznam dat)

1. Do měřicí kyvety napipetujte 5 ml roztoku č. 1, k tomuto roztoku přidejte další pipetou 1 ml 0,1 M roztoku H_2SO_4 . Dbejte na to, aby se roztoky nedostaly na vnější stěnu kyvety. Kyvetu uchopte přes buničinu a co nejdříve ji vložte do turbidimetru.
2. Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko **Start** ( Start).
 - Tlačítko **Start** ( Start) se změní na tlačítko **Keep** ( Keep). Měříte časovou závislost turbidance až do konstantní – maximální hodnoty (424 NTU)
 - Po dosažení maximální hodnoty turbidance a její ustálení vyčkáme cca 10–20 s. Poté klikneme na tlačítko **Keep** ( Keep), čímž se ukončí měření a získáme zmíněnou časovou závislost.
3. Kyvetu vyjměte z turbidimetru a vypláchněte ji opakovaně destilovanou vodou. V kyvetě by neměly zůstat kapky vody. Dbejte na to, abyste se kyvety nedotýkali prsty.
4. Body 1 až 3 opakujte pro další koncentrace thiosíranu sodného ve zkumavkách 2–6.

5. Po změření všech koncentrací thiosíranu sodného klikněte na tlačítko **Stop** ( Stop ).
6. Kyvetu opět řádně vypláchněte destilovanou vodou.

Analýza naměřených dat

1. Klikněte na tlačítko funkce **Zoom Select** a proveďte požadovaný zoom vyhodnocované křivky časové závislosti. Poté klikněte na tlačítko funkce **Smart Tool** (). Umístěte kurzor do změřené závislosti na první dosaženou maximální hodnotu na ose x potom odečtěte příslušný čas.
2. Zaznamenejte zjištěnou hodnotu času do „pracovního listu“.
3. Tento postup opakujte pro další změřené závislosti.
4. Své výsledky v **DataStudios** uložte (nabídka File → Save Activity As...) na místo, které máte vyhrazeno k ukládání svých souborů.
5. Odpovězte na otázky v „pracovním listu“.
6. Dle instrukcí učitele uklidte své pracovní místo.

CHEMIE

11
• CHEMIE

laboratorní cvičení č. 11

Rychlost chemické reakce pracovní list (učitel)

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:



Rychlostní konstanta:

Rychlostní konstanta je konstanta popisující vztah mezi rychlostí reakce a okamžitými koncentracemi reagujících látek (v tzv. kinetické rovnici).

Pokud jsou koncentrace výchozích látek v kinetické rovnici rovny jedné, pak tato rovnice přejde na tvar: $v = k$. Z uvedeného vyplývá, že rychlostní konstanta z kinetické rovnice číselně udává, jak rychle by reakce probíhala při jednotkových koncentracích všech výchozích látek v reakci.

Katalyzátor:

Katalyzátor je látka, která ovlivňuje rychlost chemické reakce, tím že vede reakci jiným mechanismem. Prakticky lze říci, že pozitivní katalyzátor sníží hodnotu aktivační energie, tzn. že reakce "překonává menší energetickou bariéru". Negativní katalyzátor (stabilizátor nebo katalytický jed) sníží rychlost chemické reakce nebo ji zcela zastaví.

Aktivační energie:

Aktivační energie je minimální energie nutná k proběhnutí chemické reakce. Jedná se o energii potřebnou jednak k přiblížení molekul, které mají reagovat, jednak

k zeslabení starých vazeb a vytvoření předpokladu pro vznik nových vazeb (překonání potenciálové bariéry). Podle teorie aktivních srážek je velikost aktivační energie dána součtem energií všech zanikajících vazeb. Zdrojem aktivační energie mohou být například příznivé srážky molekul, fotony, teplo, elektrické výboje.

Koloidní síra:

Koloidní síra je jemně rozptýlená síra, která má vzhled bílého (tzv. sirmé mléko) až žlutého zákalu. Koloidní síru získáme, jestliže zavádíme sulfan zvolna do chladného, co nejvíc koncentrovaného roztoku oxidu siřičitého. Jiný způsob je rozklad thiosíranu sodného zředěnou kyselinou sírovou.

Turbidita, turbidance:

*Míra celkového množství světelné energie, která se při průchodu koloidním roztokem rozptýlí do všech stran od původního paprsku je rozdíl $(1-\tau)$, kde τ je turbidita, která souvisí s původním světelným tokem I_0 a světelným tokem I vycházejícím ve stejném směru a šířkou optického prostředí d . Turbidita je závislá na teplotě, vlnové délce, velikosti, tvaru a **koncentraci částic**. Pro průhledné kapaliny dosahuje přibližně 10000krát menší hodnoty než je tomu u mléka. Zavádí se veličina tzv. turbidance, což je obdoba absorpance.*

$$T = \log (I_0/I) = \tau \cdot d$$

Teoretická příprava úlohy

1. Jakými způsoby lze vyjádřit rychlost chemické reakce?

Jedna z možných odpovědí: Rychlost chemické reakce lze vyjádřit tzv. kinetickou rovnicí, což je závislost reakční rychlosti na koncentraci výchozích látek násobené příslušnou rychlostní konstantou. Druhý způsob je pomocí úbytku některé z výchozích látek resp. přírůstku některého z produktů.

2. Které faktory ovlivňují rychlost chemické reakce?

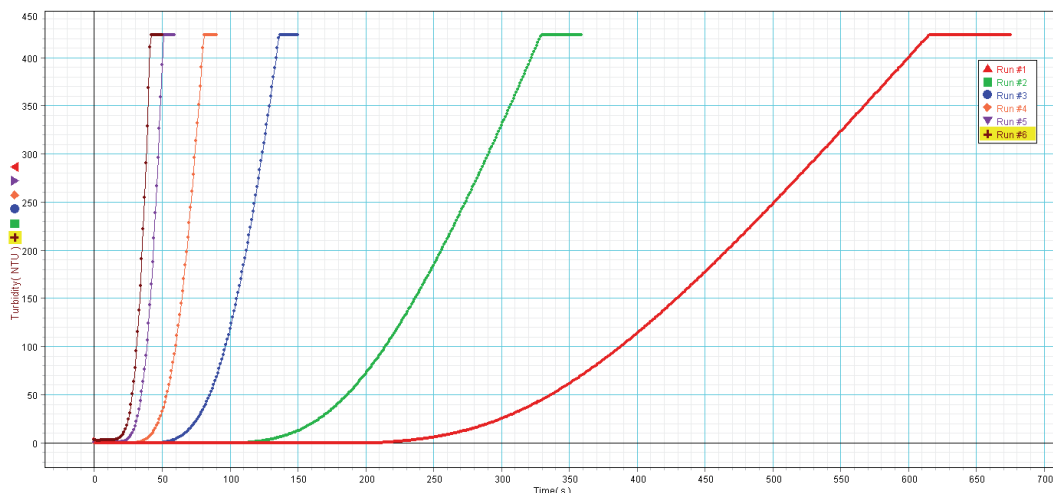
Jedna z možných odpovědí: Rychlost chemické reakce je ovlivněna některými faktory, např. koncentrací výchozích látek – čím je vyšší koncentrace výchozích látek, tím je větší pravděpodobnost srážky a tedy vyšší rychlost reakce. Dalším faktorem je velikost povrchu částic, čím je větší povrch, tím je větší pravděpodobnost srážky. Rychlost reakce může být ovlivněna i teplotou, vyšší teplota způsobí vyšší rychlost pohybu částic, atd.

3. Jakými způsoby lze sledovat rychlost chemické reakce?

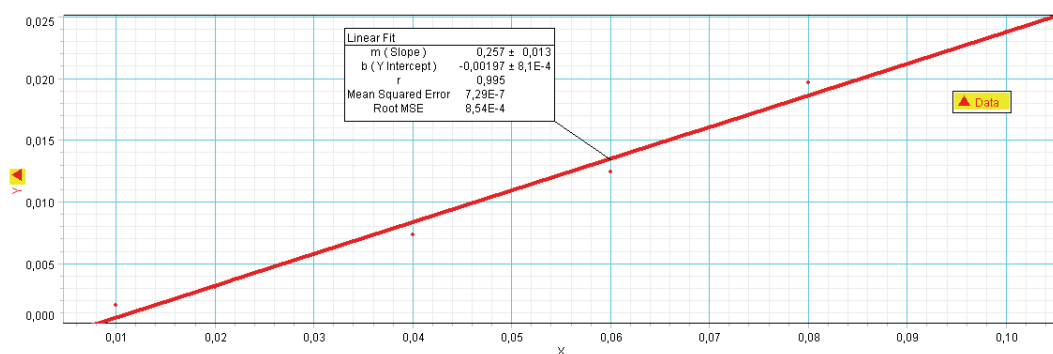
Jedna z možných odpovědí: Rychlost chemické reakce můžeme pozorovat sledováním úbytku koncentrace výchozích látek nebo sledováním přírůstku produktů. K tomuto účelu lze využít některou analytickou metodu – např. titraci, elektroanalytickou nebo spektrální (měření absorpce světla) metodu.

Vizualizace naměřených dat

Zkonstruuje graf závislosti rychlosti chemické reakce vyjádřené převrácenou hodnotou času na koncentraci. Zaznamenejte všechny potřebné údaje a graf správně popište (osy, jednotky, ...).



Záznam průběhu jednotlivých reakcí v čase



Graf závislosti rychlosti chemické reakce vyjádřené převrácenou hodnotou času na koncentraci

Vyhodnocení naměřených dat

- Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené zjištěné hodnoty času a vypočítané hodnoty převrácených hodnot.

Koncentrace [mol/l]	čas [s]	převrácená hodn. času [s ⁻¹]
0,01	625	$1,60 \cdot 10^{-3}$
0,02	329	$3,04 \cdot 10^{-3}$
0,04	137	$7,30 \cdot 10^{-3}$
0,06	81	$1,24 \cdot 10^{-2}$
0,08	51	$1,97 \cdot 10^{-2}$
0,10	42	$2,38 \cdot 10^{-2}$

2. Sestrojte graf závislosti převrácené hodnoty času na koncentraci. Z grafu zjistěte hodnotu směrnice.

Hodnota směrnice je přibližně $0,257 \text{ s}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{l}$.

3. Pokuste se z grafu odečíst přibližný čas reakce, kdybychom použili roztok thiosíranu sodného o koncentraci $0,015 \text{ mol/l}$.

*Z grafu pomocí nástroje **SmartTool** odečteme hodnotu převrácené hodnoty času (osa **y**), která odpovídá hodnotě na ose **x** $0,015 \text{ mol/l}$. Poté převedeme $1/t$ na t .
 $0,055 \text{ mol/l} \dots\dots\dots 0,0018 \text{ s}^{-1} \dots\dots\dots 555 \text{ s}$.*

Závěr

1. Popiš, jaké závěry vyplývají z grafu.

Z grafu $v \sim (1/t) = f(c)$ vyplývá, že s rostoucí koncentrací thiosíranu sodného roste převrácená hodnota času, tedy hodnota času klesá. Proto lze s jistotou říci, že roste rychlost chemické reakce.

2. Odhadněte, jak by se změnila rychlost, kdybychom chemickou reakci prováděli za vyšší teploty.

Při vyšší teplotě se zvýší pohyb částic (rychlost částic) a pravděpodobnost srážky nutné k proběhnutí chemické reakce je tedy vyšší. Při vyšší teplotě by se, za použití stejných koncentračních poměrů, rychlost reakce zvýšila.

3. Co lze říci o hodnotě směrnice (sklonu) přímky $v \sim (1/t) = f(c)$?

Čím je vyšší směrnice přímky, tím je větší rychlost chemické reakce. Sklon (směrnice) uvedené přímky je úměrná hodnotě rychlostní konstanty. Platí: čím je vyšší rychlostní konstanta, tím je větší rychlost chemické reakce.

4. Jakým jiným způsobem by bylo možné sledovat rychlost chemické reakce?

Pokud bychom neměřili množství vyloučené síry, bylo by možné sledovat úbytek kyseliny sírové nebo tlak vznikajícího oxidu siřičitého.

5. Chemickou rovnicí vyjádřete prováděnou chemickou reakci.



Pracovní list studenta

skupina:.....

jméno:..... třída:..... datum:.....

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:

Rychlostní konstanta:

Katalyzátor:

Aktivační energie:

Koloidní síra:

Turbidita, turbidance:

Teoretická příprava úlohy

1. Jakými způsoby lze vyjádřit rychlost chemické reakce?

2. Které faktory ovlivňují rychlost chemické reakce?

3. Jakými způsoby lze sledovat rychlost chemické reakce?

Vizualizace naměřených dat

Zkonstruuje graf závislosti rychlosti chemické reakce vyjádřené převrácenou hodnotou času na koncentraci. Zaznamenejte všechny potřebné údaje a graf správně popište (osy, jednotky, ...).



Vyhodnocení naměřených dat

- Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené zjištěné hodnoty času a vypočítané hodnoty převrácených hodnot.

Koncentrace [mol/l]	čas [s]	převrácená hodn. času [s ⁻¹]
0,01		
0,02		
0,04		
0,06		
0,08		
0,10		

- Sestrojte graf závislosti převrácené hodnoty času na koncentraci. Z grafu zjistěte hodnotu směrnice.

Hodnota směrnice je přibližně .

3. Pokuste se z grafu odečíst přibližný čas reakce, kdybychom použili roztok thiosíranu sodného o koncentraci 0,015 mol/l.

Závěr

1. Popiš, jaké závěry vyplývají z grafu.

2. Odhadněte, jak by se změnila rychlost, kdybychom chemickou reakci prováděli za vyšší teploty.

3. Co lze říci o hodnotě směrnice (sklonu) přímky $v \sim (1/t) = f(c)$?

4. Jakým jiným způsobem by bylo možné sledovat rychlost chemické reakce?

5. Chemickou rovnicí vyjádřete prováděnou chemickou reakci.