

## Návody na laboratorní cvičení z analytické chemie

<b>Název úlohy:</b>	Reakční kinetika
<b>Úkol:</b>	1. Určete rychlostní konstanty reakce tercetylchloridu s hydroxidem sodným při několika teplotách. 2. Vypočtete aktivační energii reakce 3. Změřte reakční doby v závislosti na stupni konverze $\alpha$ .

### Teoretický princip:

Rychlostní konstanta  $k$  charakterizuje reakce z hlediska její rychlosti. Pro rychlostní konstantu reakce I. řádu platí vztah

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{c_0}{c_0 - x} \quad (1)$$

kde  $\tau$  je čas,  $c_0$  - počáteční koncentrace výchozí látky,  $x$  - úbytek koncentrace této látky za dobu  $\tau$

Tento úbytek můžeme vyjádřit pomocí stupně konverze  $\alpha$ . Stupeň konverze je v podstatě úbytek z 1 molu reagující látky. Proto  $x = c_0 \alpha$ .

Pak můžeme psát rovnici ve tvaru:

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{1}{1 - \alpha} \quad (2)$$

Rychlostní konstanta závisí na termodynamické teplotě podle Arrheniovy rovnice

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad (3)$$

kde  $A$  je tzv. frekvenční faktor (veličina, která souvisí s počtem srážek molekul),  $E_a$  - aktivační energie, tj. minimální energie, kterou musí molekuly při srážce mít, aby došlo k reakci (počítáno na 1 mol).

Logaritmováním rovnici (3) linearizujeme:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T} \quad (4)$$

Grafickým vyjádřením závislosti  $\ln k$  na  $1/T$  je přímka, z jejíž směrnice vypočteme aktivační energii.

Pro výpočet rychlostní konstanty  $k$  podle rovnice (2) musíme znát stupeň konverze  $\alpha$  a čas  $\tau$ . Stupeň konverze se zvolí poměrem výchozích látek a reakční doba se v tomto případě určí podle barevné změny acidobazického indikátoru (až se spotřebují ionty  $\text{OH}^-$  reakcí s tercetylchloridem, změní se zbarvení roztoku).

### Postup práce:

Do dvou titračních baněk o objemu 50 ml odpipetujte 10 ml roztoku 2-chlor-2-metylpropan v acetonu o koncentraci 0,1 mol/l. Do jiných dvou baněk odměřte 2 ml 0,1M NaOH, 10 ml vody a přidáme 3 kapky roztoku bromfenolové modře. Baňky zazátkujte, vložte do termostatu a temperujte na zvolenou teplotu asi 15 min. Po vytemperování vlijte vodný roztok NaOH do baňky s 2-chlor-2-metylpropanem a zamíchejte. Od okamžiku slití roztoků měřte stopkami čas. Stopky zastavte v okamžiku, kdy zpozorujete první barevnou změnu indikátoru. Měření provádíme dvakrát vedle sebe a k výpočtu vezmeme průměrný čas. Stejným způsobem postupujte při dalších teplotách. **První měření provedeme při laboratorní teplotě.** Teprve pak nastavujte postupně vyšší teploty – asi po 5 °C maximálně do 40 °C. Vypočtete jednotlivé rychlostní konstanty. Z výchozího množství 2-chlor-2-metylpropanu zreaguje jedna pětina ( $\alpha = 0,2$ ). Sestrojte graf závislosti rychlostní konstanty na teplotě.

Naměřené a vypočtené hodnoty sestavíme do tabulky :

$\frac{T}{K}$	$\frac{T^{-1} \cdot 10^3}{K^{-1}}$	$\frac{\tau}{s}$	$\frac{\bar{\tau}}{s}$	$\frac{k \cdot 10^3}{s^{-1}}$	$\ln\left(\frac{k}{s^{-1}}\right)$
---------------	------------------------------------	------------------	------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Do grafu vyneste vypočtené hodnoty  $\ln k$  proti převráceným hodnotám termodynamické teploty. Experimentálními body proložte přímkou, z jejíž směrnice vypočtete aktivační energii.

Jiné možné úkoly:

1. K 10 ml roztoku 2-chlor-2-metylpropan přidejte postupně roztoky obsahující 1 až 6 ml 0,1M NaOH doplněné do 10 ml vodou a obsahující bromfenolovou modř (stupeň přeměny je tedy postupně 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5). Měřte při jedné a téže teplotě reakční doby. Do grafu vyneste stupeň přeměny (nebo množství výchozí látky) v závislosti na čase. Určíme poločas reakce.
2. Ponecháte stupeň přeměny 0,2 , teplotu 30°C, ale nepřidávejte do reakční směsi vodu. Měla by se ukázat úloha vody v reakčním mechanismu.