

# Úloha 8: Rektifikace a práce s plyny

## Zadané úlohy

1. Rektifikací rozdělte směs ethyl-acetátu a toluenu. Průběh závislosti teploty varu na čase vyjádřete graficky. U jednotlivých frakcí změřte jejich index lomu.
2. Na základě teplot varu a indexů lomu jednotlivých frakcí určete zastoupení jednotlivých složek ve výchozí směsi.
3. Určete obsah uhličitanu vápenatého ve vzorku mramoru.

## Teoretický úvod

### Rektifikace

Rektifikace je destilační metoda, která využívá rozdílných teplot varu dvou látek v homogenní směsi. Tím pádem látka, která má nižší teplotu varu je koncentrovanější v páře a látka s vyšší teplotou varu je koncentrovanější v kapalině.

Děj probíhá v rektifikační koloně v její horní části je odpařována látka s nižší teplotou varu. Na kolonu je dále připevněn chladič a kapalina já odtud jímáná pomocí refluxu.

### Měření indexu lomu

Index lomu je poměr rychlosti světla ve vakuu a v dané kapalině.

$$n = \frac{c}{v}$$

Index lomu měříme na tzv refraktometru. My užíváme refraktometr Abbeova typu. Jeho jádro se skládá ze dvou hranolů (měřící a osvětlovacího) Mezi ně se vkládá příslušná tekutina. To celé je pozorováno okulárem, abychom zjistili daný index lomu.

### Práce s plyny

Při různých chemických reakcích dochází k uvolňování různých plynů. Z jejich objemu můžeme spočítat ji jejich množství v původním vzorku pomocí vzorce.

$$pV = nRT$$

Kdy  $p$  jest tlak ( $Pa$ ),  $V$  objem plynu ( $m^3$ ),  $n$  látkové množství plynu ( $mol$ ),  $R$  univerzální plynová konstanta ( $R = 8,314 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ ) a  $T$  je termodynamický teplota ( $K$ ) Nejjednodušeji určujeme objem plynu v eudiometru. Eudiometr je sestaven z odměrného válce naplněného uzavírací kapalinou, ponořeného vrškem ve vaně také naplněné uzavírací kapalinou. Objem jímáného plynu je roven objemu uzavírací kapaliny, která byla z válce vytlačena, odečítáme jej rovnou na stupnici válce.

## Postup

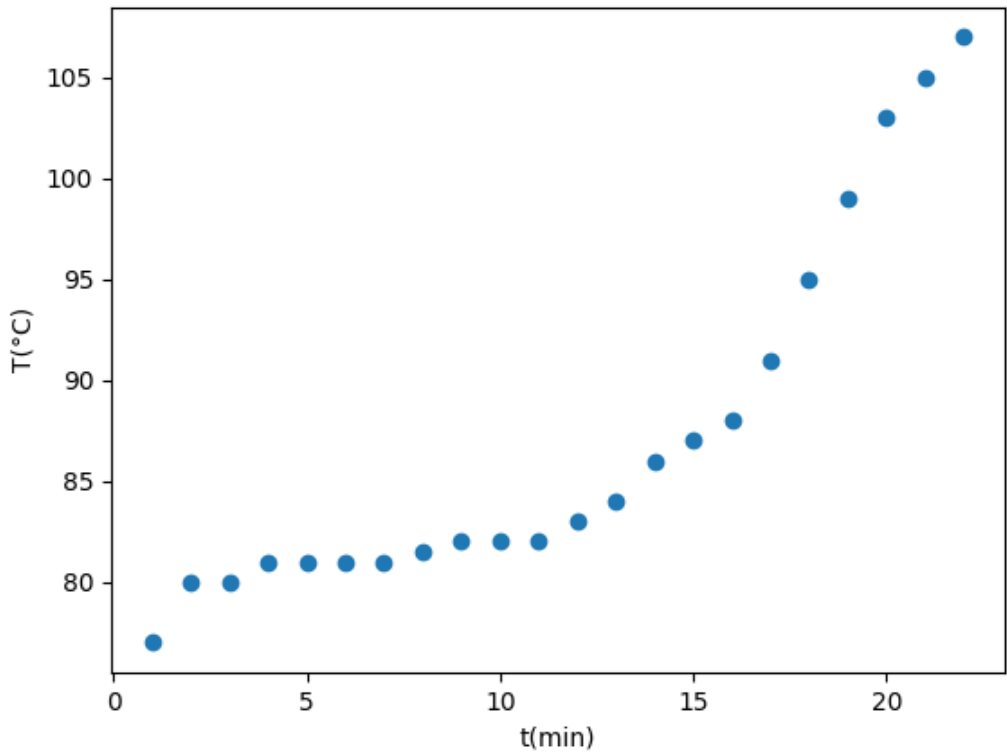
### Rozdělení směsi ethyl-acetáty a toluenu rektifikací

Do stojánku bylo připraveno osm popsanych zkumavek. Do 250 ml kulaté baňky byly vloženy varné kamínky a bylo nalito 100 ml směsi určené k destilaci. Baňka byla připojena

ke koloně a topné hnízdo bylo posunuto tak, aby baňka dosedla. Bylo započato zahřívání a voda byla puštěna do chladiče. Kohout refluxu byl zavřený. Na koloně byla ustavána rovnováha 5 minut od doby, co se směs v baňce začala vařit. Postavení rovnováhy byly do zkumavek jímány jednotlivé frakce. Během rektifikace byla v minutových intervalech zaznamenávána teplota.

Minuta	Teplota	zkumavka
1	77	1
2	80	
3	80	
4	81	
5	81	2
6	81	
7	81	
8	81,5	
9	82	
10	82	
11	82	3
12	83	
13	84	
14	86	
15	87	
16	88	
17	91	4
18	95	
19	99	
20	103	
21	105	
22	107	5

23	108	
24	110	
25	110	
26	110	6
27	110	
28	110	
29	110	
30	110	7
31	110	
32	110	
33	110	
34	110	8
35	110	
36	110	



Po najímání 75 ml destilátu bylo vypnuto topné hnízdo, setrvačností se dojímal poslední 5 ml.

Grafický záznam destilace – graf závislosti teploty varu směsi na čase Na refraktometru byly změřeny indexy lomu standardu toluenu a ethyl acetátu a následně jednotlivých frakcí jednotlivých frakcí.

Číslo zkumavky	Index lomu
1	1,3825
2	1,3855
3	1,404
4	1,474
5	1,4905
6	1,492
7	1,4925
8	1,493

Tabulka indexu lomu jednotlivých frakcí

Podle naměřených údajů bylo odhadnuto v jakém poměru byl toluen a ethyl acetát zastoupen v původním roztoku.

Eudiometrické stanovení obsahu  $CaCO_3$  ve vzorku mramoru

Byla sestavena eudiometrická aparatura a bylo naváženo 1,00 g neznámého vzorku. Navážka byla opatrně vložena na dno baňky. Zátku, která uzavírala přikapávací nálevku byla nahrazena zátkou s trubičkou. Ta byla připojena k ocelové lahvi s  $CO_2$  a byl otevřen kohout přikapávací nálevky. Poté byl otevřen ventil tlakové láhve. Oxid uhličitý byl mírným proudem ponechán procházet aparaturou, po 5 minutách byl přívod  $CO_2$  zastaven. Eudiometr, v našem případě odměrný válec, byl naplněn vodou, dále byla pod spodní okraj zasunuta zaváděcí trubička.

Do překapávací nálevky bylo nalito 10 ml koncentrované  $HCl$ . Aparatura byla uzavřena zátkou. Byl otevřen kohout a kyselina nakapala na neznámý vzorek. Při reakci se uvolňovalo  $CO_2$ , který bylo zachytáváno do odměrného válce. Bylo odečteno jeho množství. Byla zapsána teplota vody ( $t_{H_2O} = 28\text{ }^{\circ}C = 301,15\text{ }K$ ) a tlak v laboratoři ( $p = 765\text{ mb} = 76,5\text{ kPa} = 76500\text{ Pa}$ ).Podle rovnice  $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ , můžeme vidět, že látkové množství je  $CO_2$  stejné jako  $CaCO_3$ . Byla vypočítána hmotnost  $CaCO_3$ .

Výpočty

Hmotnost uhličitanu vápenatého

$t_{H_2O} = 28^{\circ}C = 301.15\text{ }K$

$p = 765\text{ mb} = 76500\text{ Pa}$

$V_{CO_2} = 196ml = 0.000196\text{ m}^3$

$p_{aq} = 3.778\text{ kPa} = 3778\text{ Pa}$

$M_{CaCO_3} = 100.09\text{ g} \cdot mol^{-1}$

$R = 8.314\text{ J} \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

$$m_{CaCO_3} = M \cdot \frac{(p - p_{aq}) \cdot V}{R \cdot T}$$

$$m_{CaCO_3} = 0.5698\text{ g}$$

**Hmotnostní zlomek uhličitanu vápenatého**

$$m_{CaCO_3} = 0.5698 \text{ g}$$

$$m = 1 \text{ g}$$

$$w_{CaCO_3} = \frac{m_{CaCO_3}}{m}$$

$$w_{CaCO_3} = 56.98\%$$

**Závěr**

Rektifikací byl zjištěn poměr směsi ethylacetát:toluen 3:7. V druhé části úlohy byl pomocí eudiometrického stanovení spočítán obsah  $CaCO_3$  ve vzorku mramoru spočítán na 56,98%.