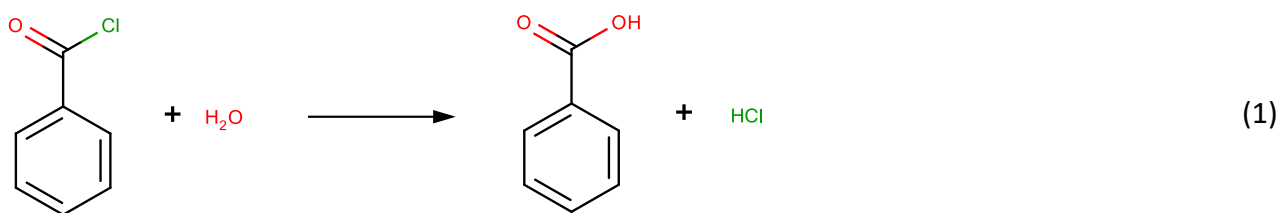


## KINETYKA REAKCJI HYDROLIZY CHLORKU BENZOILU

## WSTĘP

Chlorki kwasowe ( $R-COCl$ ) to pochodne kwasów karboksylowych ( $R-COOH$ ), w których grupę  $-OH$ , w grupie funkcyjnej ( $-COOH$ ), zastąpiono atomem chloru  $-Cl$ . Należą one do najbardziej reaktywnych pochodnych kwasów karboksylowych. W wyniku hydrolizy chlorków kwasowych powstaje odpowiedni kwas karboksylowy i chlorowodór.

W przypadku chlorku benzoilu ( $PhCOCl$ ) reakcja przebiega zgodnie z równaniem:



Zakładając idealne wymieszanie reagentów oraz stałą objętość mieszaniny reakcyjnej zmiany stężenia substratów w czasie opisać można za pomocą równania kinetycznego drugiego rzędu:

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c_A \cdot c_B \quad (3)$$

Ze stechiometrii reakcji (równanie 2) wynika, że stężenie substratu A maleje do wartości  $c_A = a - x$ , wówczas stężenie substratu B maleje do wartości  $c_B = b - x$ , równanie (3) można zapisać następująco:

$$-\frac{dc_A}{dt} = -\frac{dc_B}{dt} = k \cdot (a - x) \cdot (b - x) \quad (4)$$

gdzie:

$c_A$  – stężenie substratu A,

$c_B$  – stężenie substratu B,

$a$  – stężenie początkowe substratu A (np. wody),

$b$  – stężenie początkowe substratu B (np.  $PhCOCl$ ),

$x$  – stężenie chwilowe produktu,

$t$  – czas,

$k$  – stała szybkości reakcji,

Ponieważ ubytek stężenia substratu jest równy przyrostowi stężenia produktu:

$$-\frac{d[A]}{dt} = \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

równanie kinetyczne przybiera postać:

$$\frac{dx}{dt} = k \cdot (a-x) \cdot (b-x) \quad (6)$$

Po rozdzieleniu zmiennych i scałkowaniu w granicach całkowania wynikających z warunku brzegowego  $x = 0$  dla  $t = 0$ , równanie (4) przyjmuje postać:

$$\frac{1}{(a-b)} \ln \frac{b(a-x)}{a(b-x)} = kt \quad (7)$$

Poniższe wyrażenie powinno być stałe i równe poszukiwanej stałej szybkości procesu:

$$\frac{1}{t} \frac{1}{(a-b)} \ln \frac{b(a-x)}{a(b-x)} = \text{const} = k \quad (8)$$

## CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stałej szybkości reakcji hydrolizy chlorku benzoilu dla różnych stężeń początkowych reagentów.

## APARATURA

- Ultratermostat (np. U-1.),
- Mieszadło magnetyczne bezsilnikowe i magnetyczny element mieszający (dipol),
- Konduktometr (CC-501),
- Komputer PC z monitorem,
- Pęseta.

## SZKŁO

- Naczynie reakcyjne termostatowane,
- Zlewki 50 ml, 100 ml,
- Pipety szklane (miarowe 1, 5 i 10 ml),
- Kolbki miarowe 10 ml - 3 sztuki.

## ODCZYNNIKI

- Woda destylowana,
- Aceton - AC (Cz.D.A),
- 5M roztwór chlorku benzoilu (PhCOCl) w acetonie (AC).

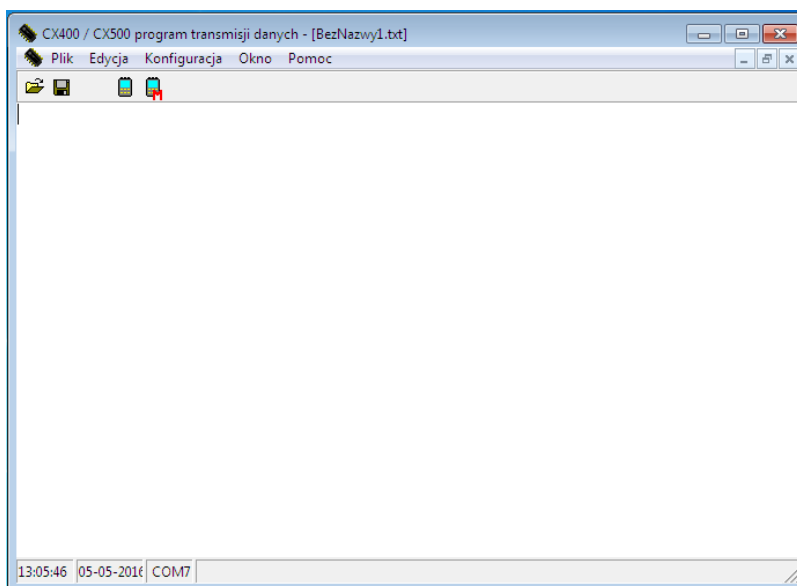
## WYKONANIE ĆWICZENIA

- Pomiary wykonać w temperaturze 35 °C,
- Przygotować roztwory wody w acetonie w kolbkach miarowych o objętości 10 ml,
- Przeprowadzić 3 reakcje hydrolizy chlorku benzoilu w roztworach wodno-acetonowych, zmieniając ilości reagentów zgodnie z tabelą zamieszczoną poniżej:

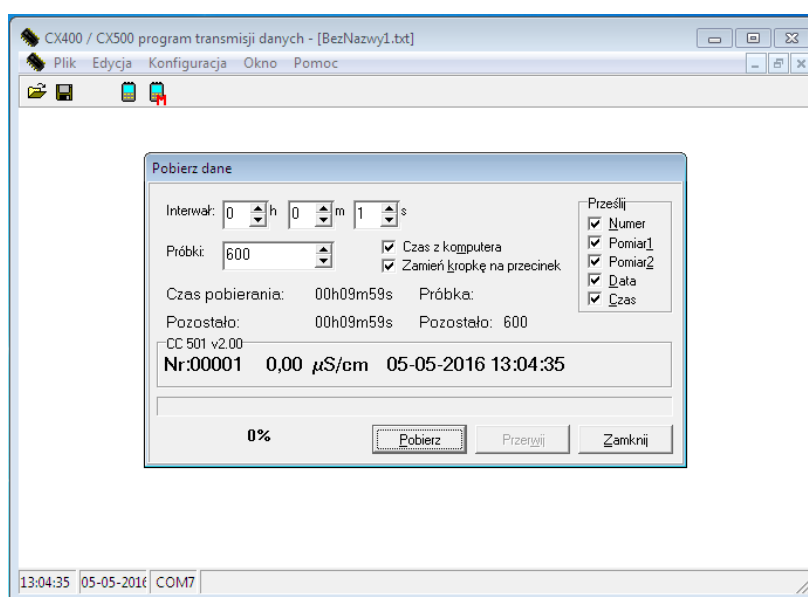
Tabela 1.

l.p	Roztwór H <sub>2</sub> O : AC		PhCOCl [ml]
	Woda [ml]	AC [ml]	
1	5	do 10	0.40
2	4	do 10	0.40
3	3	do 10	0.80

- Włączyć konduktometr CC- 501,
- Po wlaniu do naczynia pomiarowego odpowiednich ilości substratów (wody i acetonu), włączyć mieszanie, a następnie zanurzyć sondę konduktometru,
- Mieszaninę ogrzać do temperatury 35°C,
- Na pulpicie komputera uruchomić aplikację S4i5-pc. (Rys.1),



- Z menu „Plik” wybrać opcję „Pobierz Dane”,
- Ustawić wartości interwału na 1 s oraz ilość próbek 3000,



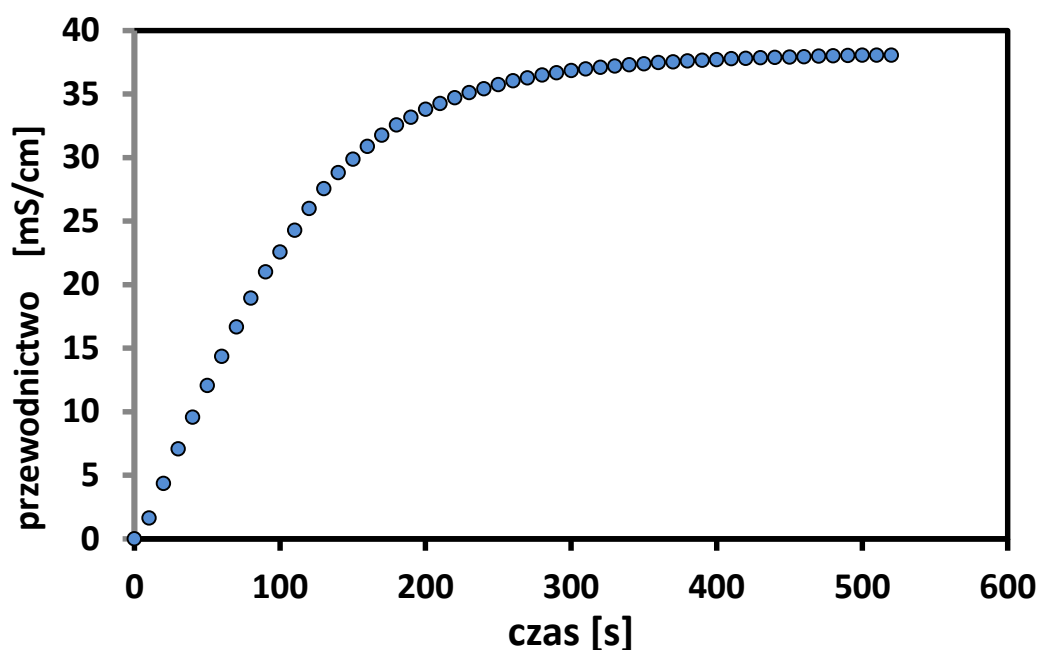
- Po ustabilizowaniu temperatur, nacisnąć przycisk „Pobierz”,
- Po naciśnięciu przycisku „Pobierz” rozpocznie się rejestracja wartości przewodnictwa właściwego ( $\sigma$ ) mierzonego przez konduktometr (próbkowanie pomiarów). Mierzone wartości  $\sigma$  widoczne będą jednocześnie w oknie „Pobierz dane” oraz dopisywane kolejno w postaci danych tekstowych w pliku „BezNazwy.txt”,
- Po ok. 30 sekundach, od rozpoczęcia próbkowania, do roztworu woda-aceton dodać odpowiednią ilość (wg. tabeli 1) 5M roztworu PhCOCl w acetonie. Po dodaniu PhCOCl wartość przewodnictwa roztworu zacznie rosnąć,
- Poczekać do zakończenia reakcji, czyli ustalenia się wartości przewodnictwa. Wyłączyć rejestrację pomiarów naciskając przycisk „Przerwij”,
- W menu ‘Plik’ zapisać dane w folderze ‘Pomiary’,
- Przygotować układ do przeprowadzenia następnej reakcji tzn. **przemyć naczynie, elektrody i termometr acetonem**,
- Po zakończeniu pomiarów, pliki z zapisanymi pomiarami przesłać za pomocą poczty e-mail.

### UWAGA !

- roztwór poreakcyjny zlewamy do naczynia z napisem „Zlewki” po uprzednim wyjęciu elementu mieszającego (dipola),

### **OPRACOWANIE WYNIKÓW**

- Wyniki zaimportować do arkusza kalkulacyjnego,
- Należy pamiętać, przy rozdzielaniu danych, aby uwzględnić rząd wielkości zapisywany oryginalnie przy pomocy symboli  $\mu\text{S/cm}$ ,  $\text{mS/cm}$  itd. Wszystkie dane liczbowe muszą być wyrażone w tych samych jednostkach (np.  $\mu\text{S/cm}$  lub  $\text{mS/cm}$ ),
- Za czas rozpoczęcia reakcji przyjąć czas, w którym do mieszaniny wodno-acetonowej dodano roztwór PhCOCl,
- Wykreślić zależności przewodnictwa ( $\sigma$ ) od czasu ( $t$ ),



- Obliczyć stężenie początkowe wody ( $a$ ), PhCOCl ( $b$ ) oraz stężenie chwilowe produktu ( $x$ ) czyli HCl ze wzoru (9):

$$x = \frac{\sigma_t - \sigma_o}{\sigma_{\max}} \cdot b \quad (9)$$

gdzie:

$\sigma_t$  – wartość przewodnictwa w danej chwili (w czasie  $t$ ),

$\sigma_o$  – wartość przewodnictwa na początku (roztworu wody w acetonie przed dodaniem PhCOCl w stałej temperaturze),

$\sigma_{\max}$  – wartość końcowa przewodnictwa (po zakończeniu reakcji),

$b$  – stężenie początkowe roztworu chlorku benzoilu,

- Obliczyć wartości stałych szybkości reakcji  $k$  korzystając z równania (8),
- Obliczyć średnie wartości stałej szybkości reakcji ( $k_{\text{sr.}}$ ) dla poszczególnych stężeń oraz odchylenie standardowe  $k_{\text{sr.}}$ .

l.p	Stężenie początkowe wody $a$ [mol·dm <sup>-3</sup> ]	Stężenie początkowe PhCOCl $b$ [mol·dm <sup>-3</sup> ]	Średnia wartość stałej szybkości reakcji $k_{\text{sr.}}$ [dm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> ]	Odchylenie standardowe $k_{\text{sr.}}$ [dm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> ]
1				
2				
3				
4				

..... <i>Wydział</i>	..... <i>Imię i Nazwisko studenta</i>	..... <i>Data wykonywania ćwiczenia:</i>
..... <i>Kierunek</i> <i>Studia niestacjonarne</i>		
<i>Nr grupy:</i> .....	..... <i>Nr ćwiczenia:</i>	..... <i>Nazwisko Prowadzącego:</i>
<i>Nr zespołu:</i> .....		

1. Temat ćwiczenia:

2. Cel ćwiczenia:

3. Pomiary:

4. Obliczenia:

5. Wykresy:

6. Wnioski: