

Wpływ rodzaju kwasu na szybkość inwersji sacharozy

ćwiczenie nr 18

opiekun ćwiczenia: dr A. Pietrzak

Zakres zagadnień obowiązujących do ćwiczenia

1. Polaryzacja światła.
2. Substancje optycznie czynne, prawo Biota.
3. Typy i zasady działania polarymetrów.
4. Równania kinetyczne; kinetyka reakcji pierwszo- i drugorzędowych.
5. Cząsteczkowość a rzędowość reakcji chemicznych.
6. Metody wyznaczania rzędowości reakcji.
7. Reakcje odwracalne, następcze i równoległe.
8. Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznych.
9. Teoria zderzeń aktywnych i aktywnego kompleksu.

Literatura

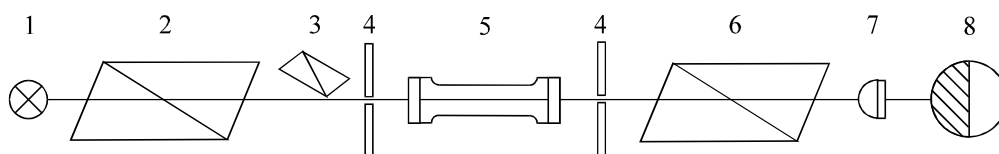
1. Praca zbiorowa pod red. Woźnickiej J. i Piekarskiego H., *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej*, Wydawnictwo UŁ, Łódź 2005.
2. Sobczyk L., Kiszka A., Gatner K., Koll A., *Eksperymentalna chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1982.
3. Brdička R., *Podstawy chemii fizycznej*, PWN, Warszawa 1970.
4. Praca zbiorowa pod red. Basińskiego A., *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa 1980.
5. Atkins P. W., *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
6. Sobczyk L. i Kiszka A., *Chemia fizyczna dla przyrodników*, PWN, Warszawa 1977.

Opracowanie ćwiczenia: dr L. Bartel

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stałych szybkości inwersji sacharozy w środowisku HCl ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$) i H_2SO_4 ($c = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$), wyjaśnienie katalitycznego wpływu kwasu na przebieg badanej reakcji oraz oznaczenie jej rzędowości.

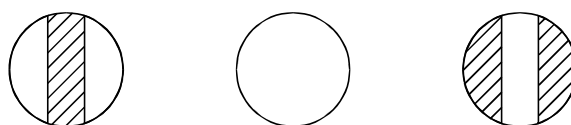
Układ pomiarowy

Do pomiaru kąta skręcenia płaszczyzny światła spolaryzowanego przez substancję optycznie czynną służy polarymetr półcieniowy Lippicha (rys. 1).



Rys.1. Układ optyczny polarymetru półcieniowego

Układ optyczny polarymetru półcieniowego Lippicha składa się z następujących części: źródło światła – lampa sodowa (1), polaryzator (2), przyzmaty półcieniowe Lippicha (3), przesłona (4), rurka polarymetryczna (5), analizator (6), okular – luneta (7), obraz w okularze (8). W celu zwiększenia dokładności oznaczeń kąta skręcenia stosuje się trójpolowe polarymetry Lippicha. Trójdzielność pola widzenia uzyskuje się przez umieszczenie za polaryzатorem dwóch półpryzmatów. Obraz w okularze trójpolowego polarymetru Lippicha przedstawia rysunek 4.



Rys. 2. Obraz w okularze trójpolowego polarymetru Lippicha

Pomiar kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła przez substancję optycznie czynną umieszczoną w rurce polarymetrycznej pomiędzy polaryzатorem a analizатorem, polega na odczycie wartości kąta na noniuszu i skali sprzężonej z analizатorem, przy ustawieniu *jednakowej jasności trzech sąsiadujących ze sobą pól*, na które jest podzielone pole widzenia w okularze polarymetru. Pomiar polarymetryczny wykonuje się używając jako źródła światła monochromatycznego lampy sodowej.

Odczynniki chemiczne i sprzęt laboratoryjny:

sacharoza, HCl ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$), H_2SO_4 ($c = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$),

3 cylindry miarowe (100 cm^3), 3 kolbki Erlenmayera (100 cm^3), zlewka (150 cm^3), naczynko wagowe.

Wykonanie ćwiczenia i przedstawienie wyników pomiarów

Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia należy włączyć lampę sodową do sieci elektrycznej w obecności prowadzącego zajęcia. Czas nagrzewania lampy sodowej wynosi około 15 minut.

1. Odważyć w naczynku wagowym 20 g sacharozy i rozpuścić ją w 100 cm^3 wody destylowanej (roztwór podstawowy).
2. Do jednej z erlenmajerek wlać 30 cm^3 podstawowego roztworu sacharozy, dodać 30 cm^3 wody destylowanej i roztworem tym napelnić pierwszą rurkę polarymetryczną (1) w taki sposób, aby pod szkiełkiem nie pozostawić pęcherzyka powietrza..
3. Zmierzyć trzykrotnie kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji tego roztworu za pomocą polarymetru i obliczyć wartość średnią α_0 .
4. Do drugiej erlenmajerki wlać 30 cm^3 podstawowego roztworu sacharozy i dodać *szybko* taką samą objętość (30 cm^3) roztworu HCl, włączając jednocześnie stoper. Roztwór dokładnie wymieszać i napelnić nim rurkę polarymetryczną (2).
5. Napelnioną tym roztworem rurkę polarymetryczną umieścić w polarymetrze i w chwili $t = 10 \text{ min}$ czasu trwania reakcji odczytać kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji α_t .
6. Powtórzyć czynności opisane w punktach 4–5 przy sporządzaniu roztworu sacharozy katalizowanego przez roztwór H_2SO_4 w trzeciej erlenmajerze .
7. Pomiary kąta skręcenia α_t dla roztworu sacharozy katalizowanego przez roztwór HCl (2) i H_2SO_4 (3) wykonać kolejno co 10 minut.

Dla każdego czasu t dokonać co najmniej trzy odczyty kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji α_t , a do obliczeń używać wartości średniej.

Uwaga! Czas podany jako 10 minut jest czasem orientacyjnym. Zapisujemy czas faktyczny trwania przeprowadzanej reakcji.

8. Uzyskane wyniki zamieścić w poniższych tabelach.

Tabela wyników

Katalizator: HCl ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$)

t [min]	t [s]	α_t [°]	$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$	k_{obl} [s ⁻¹]	\bar{k}_{obl} [s ⁻¹]	k_{graf} [s ⁻¹]	k_{num} [s ⁻¹]
10							
20							
.							
.							
105							

Tabela wyników

Katalizator: H₂SO₄ ($c = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$)

t [min]	t [s]	α_t [°]	$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$	k_{obl} [s ⁻¹]	\bar{k}_{obl} [s ⁻¹]	k_{graf} [s ⁻¹]	k_{num} [s ⁻¹]
10							
20							
.							
.							
105							

Temperatura otoczenia t_p [°C]

Dla $t = 0$ kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła wynosi α_0 .

Dla $t \rightarrow \infty$ kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła wynosi α_∞ .

Opracowanie i dyskusja wyników pomiarów

1. Kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła w momencie zakończenia reakcji inwersji α_∞ obliczyć z następującej zależności empirycznej:

$$\alpha_\infty = -\alpha_0 (0,44 - 0,005t_p)$$

gdzie: t_p – temperatura pomiaru wyrażona w stopniach Celsjusza.

2. Na podstawie otrzymanych wartości α_0 , α_t , α_∞ obliczyć wartość $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$ i stałą

szybkości k_{obl} dla poszczególnych pomiarów w obu seriach badań korzystając z

zależności:
$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \quad (1)$$

3. Z uzyskanych wartości k_{obl} wyznaczyć średnią wartość stałej szybkości reakcji inwersji \bar{k}_{obl} dla każdego z katalizatorów.

W obliczeniach uwzględnić czas trwania reakcji t wyrażony w sekundach.

4. Sporządzić wykres zależności $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$ jako funkcji czasu t dla obu roztworów

zawierających różne katalizatory, wykorzystując dane zebrane w tabelach wyników.

Można zastosować następującą skalę: dla współrzędnej $x = t$ przyjąć $1000 \text{ s} = 2 \text{ cm}$,

zaś dla współrzędnej $y = \ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$ przyjąć $0,02 = 1 \text{ cm}$.

5. Metodą graficzną wyznaczyć współczynniki kierunkowe otrzymanych prostych, które są w tym przypadku równe stałym szybkości k_{graf} . Uzyskane proste opisuje bowiem zależność typu $y = bx$, na co wskazuje przekształcona postać równania (1):

$$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} = kt \quad (2)$$

6. Stałe szybkości reakcji obliczyć również metodą najmniejszych kwadratów w celu uzyskania k_{num} .

7. Otrzymane wartości stałych szybkości inwersji sacharozy: \bar{k}_{obl} , k_{graf} , k_{num} dla obu serii pomiarów zamieścić w tabelach wyników i porównać je między sobą.

8. Na podstawie porównania wartości stałych szybkości i danych zawartych w tabeli wyników wyjaśnić, który z kwasów (HCl czy H₂SO₄) jest lepszym katalizatorem i dlaczego.

9. Do sprawozdania dołączyć wykresy wykonane na papierze milimetrowym.