

Σ

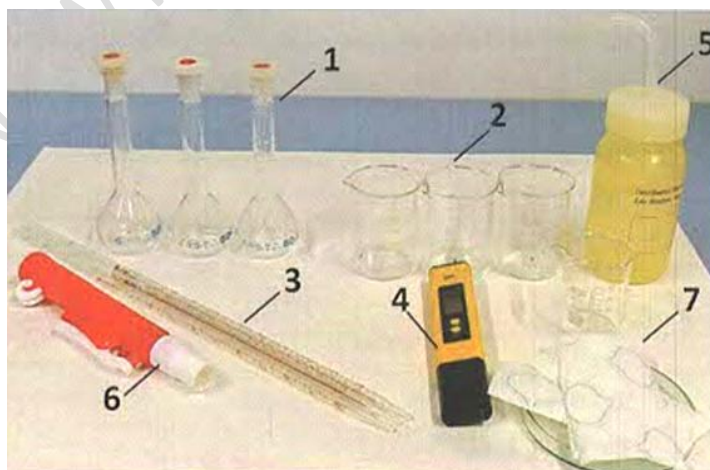
Konkursu Wiedzy o Metrologii „Metroliga” Przykładowe zadania (część chemiczna)

Niektóre rozpuszczalne sole ulegają w roztworach wodnych hydrolizie jonowej, która polega na reakcji chemicznej z wodą jonów pochodzących z dysocjacji tych soli. Wyróżniamy hydrolizę kationową, anionową oraz kationowo-anionową. Na podstawie pH wodnych roztworów soli można określić rodzaj hydrolizy, której ulega dana sól.

Celem tego zadania jest wyznaczenie wartości pH (ujemny logarytm stężenia jonów H^+) oraz niepewności złożonej pomiaru pH roztworów trzech soli: chlorku sodu ($NaCl$), siarczanu(VI) amonu ($(NH_4)_2SO_4$) oraz węglanu sodu (Na_2CO_3). Wartości pH roztworów należy zmierzyć za pomocą miernika pH (instrukcja obsługi znajduje się na ostatniej stronie) i przeprowadzić obliczenia.

Sprzęt i odczynniki

1. 3 kolby miarowe o pojemności 50,00 mL
2. 3 zlewki o pojemności 50 mL
3. 3 pipety wielomiarowe
4. miernik pH
5. tryskawka z wodą destylowaną
6. nasadka do pipet
7. ręczniki papierowe
8. roztwór substancji A o stężeniu 1 mol/L
9. roztwór substancji B o stężeniu 1 mol/L
10. roztwór substancji C o stężeniu 1 mol/L



Rys. 1. Stanowisko pracy

Wykonanie

Korzystając z roztworów podstawowych substancji A, B i C o stężeniu 1 mol/L przygotuj ich roztwory robocze o stężeniu 0,1 mol/L. W tym celu wykorzystaj odpowiednie pipety wielomiarowe oraz kolbki miarowe o pojemności 50,00 mL. Następnie każdy roztwór dokładnie wymieszaj, przelej do zlewki o pojemności 50 mL i dokonaj trzykrotnego pomiaru pH za pomocą miernika pH znajdującego się na stanowisku. Po każdym pomiarze przepłucz elektrodę miernika wodą z tryskawki, a następnie osusz ją delikatnie ręcznikiem papierowym. Uzyskane wyniki pomiarów pH zapisz w Tabeli 1.



Tabela 1. Wyniki pomiarów pH roztworów substancji A, B i C

	Roztwór substancji A	Roztwór substancji B	Roztwór substancji C
I pomiar pH	5,10	7,23	9,31
II pomiar pH	5,17	7,22	9,42
III pomiar pH	5,12	7,25	9,38

Zadanie 1. (4,5 pkt.)

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów pH podaj wzór soli (1,5 pkt), która znajdowała się w:

roztworze substancji A: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

roztworze substancji B: NaCl

roztworze substancji C: Na_2CO_3

Zapisz równania reakcji (3 pkt) zachodzących w:

roztworze substancji A: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$

roztworze substancji B: $\text{NaCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

roztworze substancji C: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

Zadanie 2. (11,5 pkt.)

Oblicz średnie wartości pH roztworów substancji A, B i C zmierzone za pomocą miernika pH i ich odchylenia standardowe (S) oraz uzupełnij brakujące dane w Tabeli 2. Do uzupełnienia tabeli wykorzystaj również dane z charakterystyk miernika pH. W wyznaczonym miejscu pod Tabelą 2 zapisz wzór, na podstawie którego obliczysz niepewność złożoną wyniku pomiaru pH oraz wszystkie obliczenia niezbędne do wyznaczenia niepewności złożonej wartości pH roztworów substancji A, B i C. Otrzymany wynik wraz z niepewnością złożoną zapisz w Tabeli 3.

Tabela 2. Dane do obliczania niepewności złożonej pomiaru pH roztworów substancji A, B i C

	Roztwór substancji A	Roztwór substancji B	Roztwór substancji C	Dokładność miernika pH
Średnia wartość pH $\pm S$, $n = 3$	$5,130 \pm 0,036$	$7,233 \pm 0,015$	$9,370 \pm 0,056$	$\pm 0,01$ pH
Typ niepewności (Typ A, Typ B)	A	A	A	B
Wartość obliczonej niepewności standardowej, u	0,021	0,009	0,032	0,006

Wzór na niepewność złożoną wyniku pomiaru pH roztworów substancji A, B i C

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_m - x_i)^2}, \text{ gdzie: } x_i - \text{wartość w } i\text{-tym pomiarze;}$$

x_m - wartość średnia z n pomiarów.

$$u_A = \frac{S}{\sqrt{3}}$$

$$u_B = \frac{0,01 \text{ pH}}{\sqrt{3}} = 0,006 \text{ pH}$$

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

Obliczenia niepewności złożonej wyniku pomiaru pH roztworów substancji A, B i C

Roztwór A: $u_c = \sqrt{0,021^2 + 0,006^2} = 0,022$

Roztwór B: $u_c = \sqrt{0,009^2 + 0,006^2} = 0,011$

Roztwór C: $u_c = \sqrt{0,032^2 + 0,006^2} = 0,033$



Tabela 3. Wyniki pomiaru pH roztworów substancji A, B i C z uwzględnieniem niepewności złożonej

	Roztwór substancji A	Roztwór substancji B	Roztwór substancji C
Wartość niepewności złożonej wartości pH, u_c	0,022	0,011	0,033
Wynik pomiaru z niepewnością złożoną	$5,130 \pm 0,022$	$7,233 \pm 0,011$	$9,370 \pm 0,033$

PRZYKŁAD ROZWIĄZAŃ - WYDZIAŁ CHEMII UWb

Elektroniczny miernik pH

Charakterystyka miernika pH:

- Zakres pomiarowy pH: 0,0 - 14,0 pH
- Rozdzielczość pomiaru: 0,01 pH
- Dokładność: $\pm 0,01$ pH
- Temperatura pracy: 0 - 60 °C
- Wilgotność względna: < 95 %
- Wymiary: 155 mm x 31 mm x 18 mm

Budowa:

1. Komora baterii
2. Wyświetlacz LCD
3. Przycisk włączania
4. Przycisk kalibracji
5. Maksymalny poziom zanurzenia
6. Nasadka ochronna
7. Komora baterii
8. Elektroda pomiarowa



Rys. 2. Budowa miernika pH

Wykonanie pomiaru:

1. Zdejmij nasadkę ochronną. Jeśli pod nią pojawią się kryształki, nie jest to powód do niepokoju jest to normalne przy elektrodach testerów pH. Problem zniknie po przepłukaniu elektrody wodą.
2. Włącz tester za pomocą przycisku "ON / OFF" i zanurz elektrodę miernika pH w badanej cieczy, uwzględniając maksymalny poziom zanurzenia. Delikatnie wymieszaj aż wyświetlana wartość się ustabilizuje (ok. 50 s), a następnie odczytaj wartość z wyświetlacza.
3. Po zakończonym pomiarze przepłucz elektrodę wodą oraz delikatnie osusz ręcznikiem papierowym. Załóż nasadkę ochronną.