



Zadanie laboratoryjne (60 pkt)

Na stanowisku indywidualnym znajdują się:

- Zestaw probówek (1–8) z wodnymi roztworami substancji (lub ich mieszaninami) wymienionymi w tabeli 1. Stężenia roztworów wynoszą $0,2 \text{ mol/dm}^3$.
- Zestaw probówek (A–E) z roztworami indykatorów (wskaźników), tabela 3.
- Pozostałe odczynniki i sprzęt: roztwory kwasu azotowego(V), wodorotlenku sodu, chlorku wapnia i azotanu(V) srebra o stężeniach $0,2 \text{ mol/dm}^3$, papierki wskaźnikowe, probówki, tryskawka z wodą destylowaną, pipetki-zakraplacze.

Ad. a.

Tabela 1

Lp.	Nazwa substancji	Wzór chemiczny
1.	kwas octowy	CH_3COOH
2.	octan sodu	CH_3COONa
3.	węglan sodu	Na_2CO_3
4.	wodorowęglan sodu	NaHCO_3
5.	wodorofosforan(V) disodu	Na_2HPO_4
6.	diwodorofosforan(V) sodu	NaH_2PO_4

W sześciu probówkach substancje występują pojedynczo, a w dwóch znajdują się dwuskładnikowe mieszaniny o charakterze buforowym. Roztwory buforowe otrzymano przez zmieszanie równych objętości odpowiednich roztworów o takich samych stężeniach molowych, wynoszących $0,2 \text{ mol/dm}^3$. Nie ma wśród nich buforów mieszanych, tzn. w przygotowanych roztworach buforowych razem z danym słabym kwasem występuje sprzężona z nim zasada. W tabeli 2 podane są wartości ujemnych logarytmów stałych dysocjacji odpowiednich kwasów i zasad.

Tabela 2

Kwas lub zasada	Wartość pK
CH_3COOH	$\text{pK}_a = 4,75$
H_3PO_4	$\text{pK}_{a1} = 2,2$
	$\text{pK}_{a2} = 7,2$
	$\text{pK}_{a3} = 12,3$
CO_3^{2-}	$\text{pK}_{b1} = 3,7$
HCO_3^-	$\text{pK}_{b2} = 7,6$

Ad. b.

Probówki opisane literami A–E zawierają roztwory wskaźników pH (indykatorów, tab. 3). Substancje te w roztworach występują pojedynczo a ich stężenie nie przekracza 0,1 %.

Tabela 3

Nazwa wskaźnika	Kierunek wzrostu $K_{a,In}$
błękit tymolowy	↑
orańż metylowy	
czerwień metylowa	
fenoloftaleina	
tymoloftaleina	

Nazwy wskaźników zostały wymienione w kolejności malejących wartości $K_{a,In}$ ($K_{a,In}$ oznacza stałą dysocjacji kwasowej indykatora). Zabarwienie czerwieni metylowej w środowisku obojętnym jest żółte.

Ad. c.

Na stanowisku indywidualnym znajdują się papierki wskaźnikowe, probówki, tryskawka z wodą destylowaną, pipetki-zakraplacze oraz roztwory pomocnicze: kwasu azotowego(V), wodorotlenku sodu, chlorku wapnia i azotanu(V) srebra o stężeniach $0,2 \text{ mol/dm}^3$.

Do identyfikacji substancji z probówek 1–8 można wykorzystać roztwory z probówek A–E i odwrotnie oraz roztwory pomocnicze.

Polecenia (odpowiedzi udzielić w arkuszu odpowiedzi)

- A). Podaj zapisując wzory, które z wymienionych w tabeli 1 substancji mogą tworzyć mieszaniny buforowe (3 pkt.).
- B). Zbadaj odczyn roztworów (1–8) i zaproponuj jakie substancje mogą znajdować się w roztworach o odczynie kwaśnym, lekko kwaśnym, obojętnym (lub prawie obojętnym) i zasadowym (8 pkt.).
- C). Potwierdź przypuszczenia z punktu B gruntownymi badaniami i zidentyfikuj substancje znajdujące się w probówkach 1–8. Podaj uzasadnienie każdej identyfikacji poparte przynajmniej dwiema obserwacjami (18 pkt.).
- D). Dobór roztworów do badania barwy wskaźników (indykatorów).
- (i). Mając do dyspozycji roztwory znajdujące się na stanowisku indywidualnym oraz roztwory pomocnicze, zaproponuj składy sześciu roztworów o zróżnicowanych wartościach pH, z zakresu od $\sim 1,5$ do $\sim 12,5$. Uszereguj roztwory wg malejącej kwasowości i oznacz je numerami od I do VI (6 pkt.).
- (ii). Oblicz pH dla każdego z zaproponowanych roztworów (6 pkt.).

W ocenie wartości pH roztworów może być przydatna informacja, że $\log 2 = 0,3$

- E). (i) Korzystając z zaproponowanych roztworów w punkcie D oznaczonych jako I-VI, sprawdź eksperymentalnie barwy wskaźników (indykatorów) w zależności od pH roztworu. Podaj nazwy wskaźników znajdujących się w poszczególnych probówkach A–E. Wynik zestaw w tabeli E-1 (5 pkt.).
- (ii) Dokonaj i uzasadnij każdą identyfikację wskaźników oraz podaj barwy form kwasowej i zasadowej poszczególnych wskaźników (10 pkt.).

F). Podaj w formie jonowej równania reakcji przeprowadzonych w celu identyfikacji Na_2CO_3 oraz NaHCO_3 w otrzymanych zestawach do analizy (4 pkt.).

Uwaga!

Oszczędnie gospodaruj roztworami, korzystaj z pipetek do odmierzania porcji cieczy. Opis rozwiązania prowadź starannie i czytelnie. Prace nieczytelne mogą mieć obniżoną punktację!
Pamiętaj o konieczności zachowania zasad bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz!

Czas trwania zawodów: 180 min

Treść zadania laboratoryjnego opracowano na podstawie zadania II Etapu 54 Olimpiady Chemicznej

Przykładowe zestawy analizowanych roztworów.

Nr próbówki	Substancja w roztworze		Probówka	Substancja w roztworze
1	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$		A	oranż metylowy
2	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$		B	czerwień metylowa
3	Na_2CO_3		C	błękit tymolowy
4	NaHCO_3		D	fenoloftaleina
5	CH_3COOH		E	tymoloftaleina
6	CH_3COONa			
7	NaH_2PO_4			
8	Na_2HPO_4			