

ĆWICZENIE 5

Roztwory i ich właściwości

1. Roztwory rzeczywiste

Sporządzanie roztworu CuSO_4 o określonym stężeniu procentowym

Wykonanie:

W celu sporządzenia 25 lub 50 ml 10% (m/v) roztworu CuSO_4 należy:

- Obliczyć ile gramów soli należy odważyć (uwaga! – sprawdzić stopień uwodnienia soli dostępnej na ćwiczeniach).
- Odważyć na wadze technicznej obliczoną odważkę.
- Odważkę soli przenieść ilościowo do zlewki, rozpuścić w niewielkiej ilości wody, wymieszać bagietką i przenieść do kolby miarowej uzupełnić wodą do kreski, następnie przelać do zlewki. Roztwór pozostawić do dalszych doświadczeń.

Stężenie sporządzonego roztworu wyrazić w innych jednostkach: mol/l, ułamku molowym substancji rozpuszczonej i ułamku molowym rozpuszczalnika ($d_{10\%\text{CuSO}_4} = 1,05 \text{ g/cm}^3$)

a. Rozcieńczanie 10% (m/v) roztworu CuSO_4

Rozcieńczając wodą roztwory bardziej stężone, można opierać się na zależności, że iloczyn stężenia roztworu (wyrażonego w procentach, mol/l) i jego ilości (wyrażonej w gramach, mililitrach lub litrach) jest wielkością stałą:

$$C_x \cdot V_x = C_y \cdot V_y$$

$$\text{stężenie}_x \cdot \text{ilość}_x = \text{stężenie}_y \cdot \text{ilość}_y$$

Wykonanie:

Przygotować 5 probówek ustawionych w statywie. Do dwóch pierwszych probówek odmierzyć po 1 ml 10% CuSO_4 (przygotowanego w p. 1). Następnie do drugiej probówki dodać 1 ml H_2O destylowanej, wymieszać, po czym z drugiej probówki pobrać 1 ml roztworu i przenieść do probówki trzeciej, do której dodać również 1 ml H_2O . W analogiczny sposób przygotować rozcieńczenie roztworu w probówce czwartej i piątej.

- *Zaobserwować barwy otrzymanych roztworów.*
- *Obliczyć stężenie wyrażone w procentach m/v oraz w jednostkach mol/l we wszystkich rozcieńczanych roztworach.*
- *Określić stopień rozcieńczenia roztworu w poszczególnych próbach w odniesieniu do pierwszej próby i względem kolejnych prób.*

2. Sporządzanie w warunkach domowych roztworów o przybliżonym stężeniu procentowym.

Zaproponuj tok postępowania w celu przygotowania:

- około 100 ml 1,5% (v/v) roztworu kwasu octowego z octu spożywczego (10% v/v kwas octowy), wiedząc, że 1 łyżka stołowa to 15 ml octu,
- około 200 ml 2% (m/v) roztworu sody oczyszczonej (NaHCO_3) wiedząc, że 1 łyżeczka zawiera około 7,5 g sody.

3. Badanie właściwości roztworów koloidalnych

- Otrzymywanie koloidu hydrofobowego – zolu chlorku srebra o cząstkach naładowanych dodatnio i ujemnie*

Wykonanie:

- Do probówki odmierzyć 3 ml 0,01M roztworu AgNO_3 , a następnie powoli, równocześnie mieszając dodać 2 ml 0,01M roztworu NaCl . Powstaje mleczny, opalizujący zol chlorku srebra.
 - Do probówki odmierzyć 3 ml 0,01M roztworu NaCl , a następnie powoli, równocześnie mieszając dodać 2 ml 0,01M roztworu AgNO_3 . Powstaje, podobnie jak w poprzednim doświadczeniu, zol chlorku srebra.
- *Określić ładunek powstałych cząstek koloidu i pozostawić je do dalszych doświadczeń*

b. Otrzymywanie koloidu hydrofilowego - roztworu żelatyny

Wykonanie:

Do zlewki o pojemności 50 ml nasypać na dno szczyptę **żelatyny** i zalać 3 ml wody destylowanej. Wymieszać bagietką i pozostawić na 2-3 min. do spęcznienia (warstwa żelatyny nasiąka równomiernie wodą). Następnie dodać 10 ml wody destylowanej i **mieszając (uważać, by nie przypalić!)** ogrzewać na płytce kaolinowej nad palnikiem do całkowitego rozpuszczenia żelatyny. Zlewkę z uzyskanym klarownym roztworem żelatyny należy ochłodzić pod bieżącą zimną wodą.

Uwaga! Roztwór koloidu hydrofilowego zachować do dalszych doświadczeń.

c. Badanie koagulacji koloidów hydrofobowych i hydrofilowych

Wykonanie:

Przygotować 2 probówki: do pierwszej dodać ok. 2 ml zolu chlorku srebra o cząstkach naładowanych dodatnio lub ujemnie (koloidy hydrofobowe przygotowane w punkcie a), do drugiej roztworu żelatyny (koloid hydrofilowy przygotowany w punkcie b). Następnie do obu probówek, ciągle mieszając, dodawać małymi porcjami **stały siarczan amonu** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, aż do momentu wytrącenia się osadu w jednej z probówek.

- *Opisać wynik doświadczenia i wyjaśnić, co jest przyczyną obserwowanych efektów.*

d. Właściwości ochronne koloidów hydrofilowych

Koloidy hydrofilowe (białka, wielocukry) spełniają funkcje ochronne o znaczeniu biologicznym. Słabo rozpuszczające się związki, np. kwas moczowy, barwniki żółciowe i fosforany wapnia, są utrzymywane przez koloidy w stanie delikatnej zawiesiny.

Wykonanie:

Do 2 probówek odmierzyć po 1 ml 0,01M roztworu AgNO_3 i dodać po 5 kropli 0,01M HNO_3 . Do pierwszej probówki dodać 1 ml wody destylowanej, a do drugiej 1 ml przygotowanego wcześniej roztworu żelatyny.

Po wymieszaniu roztworów do obu probówek dodawać kroplami 2 ml 0,01M NaCl .

- *Opisać wynik doświadczenia i wyjaśnić, co jest przyczyną obserwowanego efektu.*

4. Obserwacja ciśnienia osmotycznego

Wykonanie:

Do 20 ml 40% roztworu sacharozy o $\text{pH} = 4,5$ (pH doprowadzić 0,01M roztworem HCl, sprawdzić pH papierkiem wskaźnikowym) dodać 2-3 krople czerwieni metylowej. Zabarwiony roztwór przenieść do worka dializacyjnego. Zamknięcie worka od góry powinien stanowić korek z rurką. Tak przygotowany worek z roztworem umieścić w łapie statywu i całkowicie zanurzyć w zlewce z wodą ustawioną na mieszadle magnetycznym. Zaznaczyć początkowy poziom cieczy w rurce wystającej z korka. Obserwować zmianę poziomu cieczy w rurce oraz zmianę zabarwienia roztworu sacharozy.

- *W opisie ćwiczenia należy wyjaśnić, czym spowodowany był wzrost poziomu cieczy w rurce i zmiany barwy roztworu w worku dializacyjnym.*

Zadania

1. W 2 litrach wody rozpuszczono 222 g CaCl_2 (masa molowa $\text{CaCl}_2 = 111 \text{ g/mol}$). Oblicz: a) temperaturę zamarzania tego roztworu, b) temperaturę wrzenia tego roztworu, c) ciśnienie wywierane na błonę półprzepuszczalną (w hPa). (Odp. $T_1 = -5,58^\circ\text{C}$, $T_2 = 101,56^\circ\text{C}$, $\pi = 68073 \text{ hPa}$)
2. Oblicz masę molową nieznanego związku, wiedząc że jego 3% roztwór wykazuje ciśnienie osmotyczne wobec wody równe 5 065 hPa w temperaturze 20°C ($R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)? (Odp. $M=144,23 \text{ g/mol}$)
3. Krew zamarza w temperaturze $-0,56^\circ\text{C}$. Oblicz, ilu procentowy roztwór węglanu sodu (masa molowa $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g/mol}$). jest izotoniczny z krwią. Jaka jest temperatura wrzenia tego roztworu? (Odp. $C_p = 1,06\% \text{ m/v}$, $T_w = 100,156^\circ\text{C}$)
4. Oblicz i podaj, czy 0,9% (m/v) roztwór KCl (masa molowa KCl = 74,5 g/mol) jest izotoniczny (izoosmotyczny) z 0,9% (m/v) roztworem NaCl (masa molowa NaCl = 58,5 g/mol). Wyjaśnij, czy 1M roztwory tych soli są izotoniczne względem siebie.
5. Oblicz ciśnienie osmotyczne roztworu wodnego nieelektrolitu (w atmosferach i hPa), który krzepnie w temp. $-0,74^\circ\text{C}$. (Odp. 8,9 atm; 9027,68 hPa)
6. Ciśnienie osmotyczne krwi wobec wody w temperaturze ciała ludzkiego (37°C) wynosi 760 kPa. Oblicz stężenie procentowe fizjologicznego roztworu NaCl izotonicznego z krwią człowieka. ($R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) (Odp. 0,86% m/v)

7. Oblicz, ile wynosi względem wody ciśnienie osmotyczne, roztworu zawierającego 0,4 g NaCl w 50 ml roztworu w temperaturze 10 °C ($R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$). (Odp. 643,2 kPa)
8. Ciśnienie osmotyczne krwi wynosi 773 kPa w temperaturze 37°C. Ile g glukozy powinno być zawarte w 500 ml roztworu do iniekcji dożylniej, aby roztwór był izotoniczny z osoczem krwi. (masa molowa glukozy 180 g/mol) ($R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$). (Odp. 27 g)
9. W temperaturze 25°C roztwór białka o stężeniu 20 g/l, w punkcie izoelektrycznym, wywiera ciśnienie osmotyczne wobec wody 0,75 kPa ($R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$). Jaka jest masa cząsteczkowa tego białka? (Odp. $6,61 \cdot 10^4 \text{ g/mol}$)
10. Jak zachowują się erythrocyty w temperaturze 37°C zawieszone w roztworach zawierających:
 - a) 0,3 g NaCl (58,5 g/mol) w 100 ml roztworu,
 - b) 0,3 g NaCl w 10 ml roztworu? (Odp. a) hemoliza; b) kurczenie się erythrocytów)
11. Jaka jest prężność pary nad roztworem zawierającym 0,2 mola nieelektrolitu w 450 g wody w temperaturze 20 °C, jeżeli prężność pary nasyconej nad czystą wodą wynosi 23,38 hPa? (Odp. 23,19 hPa)
12. W 162 g wody rozpuszczono 63 g związku organicznego. Oblicz ułamek molowy substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika oraz stężenie molalne tej substancji, jeżeli jej masa molowa wynosi 63 g/mol. (Odp. Ułamek molowy substancji rozpuszczonej = 0,1; ułamek molowy rozpuszczalnika = 0,9; stężenie molalne = 6,17 moli/kgH₂O)
13. Do worka dializacyjnego, zawierającego 0,02 mol/l Na⁺B⁻ przeszło 0,11 mol/l NaCl. Oblicz stężenie NaCl w płynie dializacyjnym w stanie równowagi Gibbsa-Donnana i przed dializą. (Odp. W stanie równowagi: $C_m = 0,119 \text{ mol/dm}^3$, przed dializą $C_m = 0,229 \text{ mol/dm}^3$).
14. W doświadczeniu 0,02 mol/l chlorku białka (B⁺Cl⁻) poddano dializie wobec płynu dializacyjnego zawierającego 0,2 mol/l NaCl. Oblicz stężenia jonów dyfundujących znajdujących się po obu stronach błony półprzepuszczalnej w stanie równowagi Gibbsa-Donnana. (Odp. Po stronie białka: $[\text{Cl}^-] = 0,115 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{Na}^+] = 0,095 \text{ mol/dm}^3$, po stronie przeciwnej: $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 0,105 \text{ mol/dm}^3$).
15. Dializie poddano 41,38 mmol/l soli sodowej białka (Na⁺B⁻) wobec płynu dializacyjnego zawierającego 600 mmol/l NaCl. Do momentu ustalenia się równowagi Gibbsa-Donnana do worka dializacyjnego przeszło 290 mmol/l NaCl. a) Oblicz i podaj ile mmol/l Na⁺ i Cl⁻ znajduje się po obu stronach błony w stanie równowagi Gibbsa-Donnana, b) Przedstaw liczbowo równanie stanu równowagi Gibbsa-Donnana. (Odp: a) po stronie białka $[\text{Na}^+] = 331,38 \text{ mmol/dm}^3$, $[\text{Cl}^-] = 290 \text{ mmol/dm}^3$, po stronie przeciwnej $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 310 \text{ mmol/dm}^3$; b) $331,38 \times 290 = (310)^2$).