ĆWICZENIE 5

Roztwory i ich właściwości

1. Roztwory rzeczywiste

a. 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 ($d_{10\%CuSO4}$ =1,05 g/cm^3).

b. 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:

$$\mathbf{C_x \cdot V_x = C_y \cdot V_y}$$

$$\mathbf{stężenie_x \cdot ilość_x = stężenie_y \cdot ilość_y}$$

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:

a. 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,
b. 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

a. Otrzymywanie koloidu hydrofobowego – zolu chlorku srebra o cząstkach naładowanych dodatnio i ujemnie

<u>Wykonanie:</u>

a) 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.

b) 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. Koloid hydrofilowy (gotowy 0,5% roztwór żelatyny)

Przygotowanie:

Odważono 0,5 g żelatyny rozpuszczono w małej ilości wody i pozostawiono do spęcznienia (warstwa żelatyny nasiąka równomiernie wodą). Następnie uzupełniono wodą destylowaną do 100 ml i ogrzano do całkowitego rozpuszczenia w ciepłej łaźni wodnej.

c. Porównanie koagulacji koloidów hydrofilowych i hydrofobowych

Wykonanie:

Przygotować 2 probówki okrągłodenne. Odmierzyć po ok. 2 ml roztworu danego koloidu: do pierwszej probówki - zolu chlorku srebra o cząstkach naładowanych dodatnio lub ujemnie, do drugiej probówki roztworu żelatyny. Następnie dodawać, ciągle mieszając, do obu roztworów pon tyle samo kropel nasyconego roztworu **siarczan amonu,** $(NH_4)_2SO_4$, aż do momentu wytrącenia się osadu. Zanotować w którym roztworze szybciej pojawił się osad.

- *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 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 $CaCl_2$ = 111 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^{o}C, T_2 = 101,56^{o}C, π = 68073hPa)

2. Oblicz masę molową nieznanego związku, wiedząc że jego 3% roztwór wykazuje ciśnienie osmotyczne wobec wody równe 5 065 hPa w temperaturze 20^{o}C (R – 83,1 hPa · dm^3 · K^{-1} · mol^{-1})? (Odp. M=144,23 g/mol)

3. Krew zamarza w temperaturze -0,56^{o}C. Oblicz, ilu procentowy roztwór węglanu sodu (masa molowa Na_2CO_3 = 106 g/mol). jest izotoniczny z krwią. Jaka jest temperatura wrzenia tego roztworu? (Odp. Cp = 1,06% m/v, T_w = 100,156^{o}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^{o}C.(Odp. 8,9 atm; 9027,68 hPa)

6. Ciśnienie osmotyczne krwi wobec wody w temperaturze ciała ludzkiego (37^{o}C) wynosi 760 kPa. Oblicz stężenie procentowe fizjologicznego roztworu NaCl izotonicznego z krwią człowieka. (R – 83,1 hPa · dm^3 · K^{-1} · 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 ^{o}C (R – 83,1 hPa · dm^3 · K^{-1} · mol^{-1}). (Odp. 643,2 kPa)

8. Ciśnienie osmotyczne krwi wynosi 773 kPa w temperaturze 37^{o}C. Ile g glukozy powinno być zawarte w 500 ml roztworu do iniekcji dożylnej, aby roztwór był izotoniczny z osoczem krwi. (masa molowa glukozy 180 g/mol) (R – 83,1 hPa · dm^3 · K^{-1} · mol^{-1}). (Odp. 27 g)

9. W temperaturze 25^{o}C roztwór białka o stężeniu 20 g/l, w punkcie izoelektrycznym, wywiera ciśnienie osmotyczne wobec wody 0,75 kPa (R – 83,1 hPa · dm^3 · K^{-1} · mol^{-1}). Jaka jest masa cząsteczkowa tego białka? (Odp. $6{,}61 \cdot 10^4$ g/mol)

10. Jak zachowają się erytrocyty w temperaturze 37^{o}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 erytrocytów)

11. Jaka jest prężność pary nad roztworem zawierającym 0,2 mola nieelektrolitu w 450 g wody w temperaturze 20 ^{o}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/kgH_2O)

13. Do worka dializacyjnego, zawierającego 0,02 mol/l $Na^+Bł^-$ 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 mol/dm^3, przed dializą C_m = 0,229 mol/dm^3).

14. W doświadczeniu 0,02 mol/l chlorku białka ($Bł^+Cl^-$) 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: $[Cl^-]$ = 0,115 mol/dm^3; $[Na^+]$ = 0,095 mol/dm^3, po stronie przeciwnej: $[Na^+] = [Cl^-]$ = 0,105 mol/dm^3).

15. Dializie poddano 41,38 mmol/l soli sodowej białka ($Na^+Bł^-$) 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 $[Na^+]$ = 331,38 mmol/dm^3, $[Cl^-]$=290 mmol/dm^3, po stronie przeciwnej $[Na^+] = [Cl^-]$ = 310 mmol/dm^3; **b**) 331,38 x 290 = $(310)^2$).