

# ĆWICZENIE 4

## Roztwory i ich właściwości

### I. Roztwory rzeczywiste

1. Sporządzanie roztworu  $\text{CuSO}_4$  o określonym stężeniu procentowym - *wykonać w zespołach 2-osobowych*

#### Wykonanie:

W celu sporządzenia 25 lub 50 ml 10% (m/v) roztworu  $\text{CuSO}_4$  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 ( $d_{10\% \text{CuSO}_4} = 1,05 \text{ g/cm}^3$ )*

### 2. Rozcieńczanie 10% (m/v) roztworu $\text{CuSO}_4$

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 3 próbówki ustawione w statywie. Do dwóch pierwszych probówek odmierzyć po 1 ml 10%  $\text{CuSO}_4$  (przygotowanego w p. 1). Następnie do drugiej probówki dodać 1 ml  $\text{H}_2\text{O}$  destylowanej, wymieszać, po czym z drugiej probówki pobrać 1 ml roztworu i przenieść do probówki trzeciej, do której dodać również 1 ml  $\text{H}_2\text{O}$ .

- *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.*

### 3. 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 ( $\text{NaHCO}_3$ ) wiedząc, że 1 łyżeczka zawiera około 7,5 g sody.

## II. Badanie właściwości roztworów koloidalnych

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

#### Wykonanie:

- a) Do probówki odmierzyć 3 ml 0,01M roztworu  $\text{AgNO}_3$ , a następnie powoli, równocześnie mieszając dodać 2 ml 0,01M roztworu  $\text{NaCl}$ . Powstaje mleczny, opalizujący zol chlorku srebra.
- b) Do probówki odmierzyć 3 ml 0,01M roztworu  $\text{NaCl}$ , a następnie powoli, równocześnie mieszając dodać 2 ml 0,01M roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Powstaje, podobnie jak w poprzednim doświadczeniu, zol chlorku srebra.

- Określić ładunek powstałych cząstek koloidu i pozostawić je do dalszych doświadczeń

### 2. Otrzymywanie koloidów hydrofilowych (roztworu skrobi i żelatyny) – wykonać w zespołach 2-osobowych

#### Wykonanie:

- a) Do zlewki o pojemności 50 ml wsypać na dno szczyptę **skrobi** i zalać 3 ml wody destylowanej. Wymieszać bagietką i pozostawić na 2-3 min. do spęcznienia (warstwa skrobi nasiąka równomiernie wodą). Następnie dodać 10 ml wody destylowanej i **mieszając (uwagać, by nie przypalić!)** ogrzewać na płytce kaolinowej nad palnikiem do całkowitego rozpuszczenia skrobi. Zlewkę z uzyskanym klarownym roztworem skrobi należy ochłodzić pod bieżącą zimną wodą.
- b) 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! Roztwory koloidalne otrzymane w punkcie a i b zachować do dalszych doświadczeń.*

### 3. 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 1a lub 1b), do drugiej roztworu skrobi lub żelatyny (koloidy hydrofilowe przygotowane w punkcie 2a lub 2b). 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.*

### 4. 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  $\text{AgNO}_3$  i dodać po 5 kropli 0,01M  $\text{HNO}_3$ . 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  $\text{NaCl}$ .

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

## III. Obserwacja ciśnienia osmotycznego

#### Wykonanie:

Do 20 ml 40% roztworu sacharozy o  $\text{pH} = 4,5$  ( $\text{pH}$  doprowadzić 0,01M roztworem  $\text{HCl}$ , sprawdzić  $\text{pH}$  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. 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 zmiana barwy roztworu w worku dializacyjnym.*

## Zadania

1. W 2 litrach wody rozpuszczono 222 g  $\text{CaCl}_2$  (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  $20^\circ\text{C}$  ( $R = 8,31 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ )? (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 ( $37^\circ\text{C}$ ) wynosi 760 kPa. Oblicz stężenie procentowe fizjologicznego roztworu NaCl izotonicznego z krwią człowieka. ( $R = 8,31 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) (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  $10^\circ\text{C}$  ( $R = 8,31 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). (Odp. 643,2 kPa)
8. Ciśnienie osmotyczne krwi wynosi 773 kPa w temperaturze  $37^\circ\text{C}$ . 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) ( $R = 8,31 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). (Odp. 27 g)
9. W temperaturze  $25^\circ\text{C}$  roztwór białka o stężeniu 20 g/l, w punkcie izoelektrycznym, wywiera ciśnienie osmotyczne wobec wody 0,75 kPa ( $R = 8,31 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Jaka jest masa cząsteczkowa tego białka? (Odp.  $6,61 \cdot 10^4 \text{ g/mol}$ )
10. Jak zachowują się erytrocyty w temperaturze  $37^\circ\text{C}$  zawieszone w roztworach zawierających:  
a/ 0,3 g NaCl w 100 ml roztworu, (masa molowa NaCl = 58,5 g/mol),  
b/ 0,3 g NaCl w 10 ml roztworu?
11. Jaka jest prężność pary nad roztworem zawierającym 0,2 mola nieelektrolitu w 450 g wody w temperaturze  $20^\circ\text{C}$ , 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/kg $\text{H}_2\text{O}$ )

- 13.** Do worka dializacyjnego, zawierającego 0,02 mol/l  $\text{Na}^+\text{Bf}^-$  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 ( $\text{Bf}^+\text{Cl}^-$ ) 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 ( $\text{Na}^+\text{Bf}^-$ ) 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  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  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)**  $331,38 \times 290 = (310)^2$ ).