ĆWICZENIE 4

**Sporządzanie roztworów, rozcieńczanie i określanie stężeń**

**Stężenie roztworu** określa ilość substancji (wyrażoną w jednostkach masy lub objętości) zawartą w określonej jednostce objętości lub masy roztworu. Najczęściej stosowane sposoby wyrażania stężeń roztworów to: stężenie molowe, stężenie molalne, ułamek molowy, stężenia procentowe (masowe, objętościowe, masowo-objętościowe).

*Stężenie molowe (cm)* wyraża liczbę moli substancji (n) w jednym litrze roztworu. Podstawową jednostką stężenia roztworu jest **mol/l**, która określa liczbę moli (n) substancji zawartą w objętości (Vr) 1 litra, czyli 1 dm3 roztworu.

n

Cm =

V

r

**Stężenie molowe wyraża się również za pomocą symbolu M, zamiast jednostki mol/l.** *Stężenie molalne (CL)* określa liczbę moli substancji (n) rozpuszczonej w 1 kg rozpuszczalnika (mrozp.). Jednostką jest **mol/kg**.

CL =

n mrozp

*Ułamek molowy* określa stosunek liczby moli (n) jednego składnika, np. A do sumy liczby moli wszystkich składników, np. A i B obecnych w roztworze. Jego jednostką jest **mol/mol**. Suma ułamków molowych wszystkich składników roztworu jest zawsze równa jedności.

nA

XA =

nA+ nB

Przy oznaczaniu śladowych ilości substancji przyjęte jest określanie stężenia w częściach na milion – **ppm [parts per million** (106)**]**, oznaczające liczbę g substancji w 1 000 000 g (ml) roztworu, a także w częściach na miliard – **ppb [parts per billion** (109)**]**,oznaczające, ile części wagowych danej substancji znajduje się w 109 części wagowych roztworu. Jeżeli stężenie wyrażone w procentach podzielimy przez 10-4, to otrzymamy stężenie wyrażone w ppm. Tak więc, np.: roztwór chlorku potasu o stężeniu 2 ppm zawiera 2 . 10-4 g chlorku potasu w 100 g roztworu. 1 ppm stanowi stężenie 10-4 %, a 1 ppb – stężenie 10-7 %.

Stężenia procentowe wyrażane są w trojaki sposób: jako stężenia masowo-masowe, masowo-

objętościowe i objętościowo-objętościowe.

*Stężenie procentowe masowe* ***(%; %m/m)*** określa liczbę gramów substancji rozpuszczonej (ms) w 100 gramach roztworu (mr), np. :5% roztwór NaCl zawiera w 100 g roztworu 5 g NaCl i 95 g wody.

Cp =

ms

mr x 100%

Za stężenie procentowe wagowe przyjmuje się wszystkie stężenia, których symbol % nie ma

specjalnego oznaczenia.

*Stężenie procentowe masowo-objętościowe* ***(% m/v)*** określa liczbę gramów substancji (ms) rozpuszczonej w 100 ml roztworu (Vr), np.: 5 % m/v roztwór NaCl zawiera 5 g NaCl w 100 ml roztworu.

ms Cp (% m/v) = Vr

x 100%

*Stężenie procentowe objętościowe* ***(% v/v)*** określa objętości substancji rozpuszczonej (Vs) w 100 ml roztworu (Vr), np. : 5 % v/v roztwór chloroformu zawiera 5 ml chloroformu w 100 ml roztworu.

Vs

Cp (% v/v) = Vr

x 100%

Ten rodzaj stężenia procentowego odnosi się do roztworów substancji ciekłych.

W praktyce laboratoryjnej zachodzi często potrzeba sporządzania roztworu o **określonym stężeniu** (cpx, cmx) przez **zmieszanie dwóch roztworów o znanych stężeniach** cp1 (cm1) i cp2 (cm2) lub przez rozcieńczanie roztworu o stężeniu cp1 (cm1) rozpuszczalnikiem, który jest roztworem 0% . Podczas ustalania stosunku masowego lub objętościowego, w którym należy zmieszać roztwory wyjściowe można skorzystać z tzw. **schematu krzyżowego**, który może mieć zastosowanie jeżeli stężenia zostały wyrażone odpowiednio, w **% lub mol/l.**

Według tego schematu wartości liczbowe stężeń roztworu układa się w kwadracie, przy czym po lewej stronie pisze się liczby wyrażające stężenia roztworów wyjściowych (w narożach kwadratu), a na przecięciu przekątnych wpisuje się żądane stężenie sporządzanego roztworu. Następnie po przekątnej odejmuje się od większej liczby mniejszą, a wynik wpisuje się w przeciwległym kącie kwadratu z prawej strony

Cp1 Cpx – Cp2 = mCp1 lub VCm1 Cpx

Cp2 Cp1 - Cpx = mCp2 lub VCm2

Stosunek otrzymanych różnic (w narożach z prawej strony kwadratu) wskazuje w jakim stosunku masowym lub objętościowym należy zmieszać roztwory wyjściowe, aby otrzymać roztwór o zadanym stężeniu.

**Część praktyczna**

**ODCZYNNIKI, SZKŁO I SPRZĘT LABORATORYJNY**

CuSO4 *in subst.,* NaCl in *subst.,* kolby miarowe 25, 50 ml, probówki kalibracyjne 10 ml, pipety ,

zlewki, waga laboratoryjna.

1. Sporządzanie roztworu CuSO4 NaCl o określonym stężeniu procentowym – ***wykonać w zespołach 2-osobowych***

# Wykonanie:

W celu sporządzenia 50 lub 25 ml 10% m/v roztworu CuSO4 należy:

 Obliczyć, ile gramów soli *in subst,* należy odważyć (uwaga! – sprawdzić stopień uwodnienia CuSO4 dostępnej na ćwiczeniach).

 Odważyć na wadze technicznej stosowną odważkę.

 Odważkę soli przenieść ilościowo do zlewki, rozpuścić w niewielkiej ilości wody mieszając bagietką i przenieść do odpowiedniego naczynia (kolby miarowej lub cylindra), uzupełnić wodą do kreski. Roztwór pozostawić do dalszych oznaczeń.

*Stężenie sporządzonego roztworu wyrazić w innych jednostkach: mol/l, ułamku molowym substancji rozpuszczonej i ułamku molowym rozpuszczalnika.*

1. Rozcieńczanie 10% m/v roztworu CuSO4 **- *wykonać w zespołach 2-osobowych***

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:

**CxV(ml)x = cyV(ml)y**

**stężeniex . ilośćx = stężeniey . ilośćy**

# Wykonanie:

Przygotować 3 probówki o pojemności 10 ml. Do dwóch pierwszych probówek odmierzyć po 1 ml 10% CuSO4 . Następnie do drugiej probówki dodać 1 ml H2O destylowanej, wymieszać, po czym z drugiej probówki pobrać 1 ml roztworu i przenieść do probówki trzeciej, do której dodać również 1 ml H2O.

* *Zaobserwować barwy otrzymanych roztworów.*
* *Obliczyć stężenie wyrażone w % 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.*
* *Określić jak zmienia się ułamek molowy substancji rozcieńczonej w czasie rozcieńczania*

1. Mieszanie roztworów CuSO4 **- *wykonać w zespołach 2-osobowych***

Mając do dyspozycji wcześniej sporządzony pełny zestaw roztworów CuSO4 o różnych stężeniach (z pkt. 2), zmieszać 3 ml roztworu z probówki 1 z 2 ml roztworu z probówki 3.

*Oblicz stężenie molowe i procentowe m/v uzyskanego roztworu*.

**Zadania**

1. Oblicz, ile ml 15% m/v roztworu chloranu (I) sodu (podchloryn sodu) należy użyć, aby przygotować 50 ml 2,5% m/v roztworu?
2. Ile gramów NaCl znajduje się w 55 g wodnego roztworu o stężeniu 0,9% w/w? Jak potocznie nazywa się roztwór NaCl o tym stężeniu?
3. Ile gramów CuSO4.5H2O potrzeba do sporządzenia 300 g 0,5% roztworu siarczanu miedzi.
4. Oblicz stężenie procentowe (m/m) roztworu sporządzonego w wyniku rozpuszczenia 5g kwasu salicylowego w 630 ml alkoholu etylowego. Gęstość alkoholu etylowego d=0,78g/ml.
5. W jakiej objętości wody należy rozpuścić 50 g bezwodnego CaCl2 aby otrzymać 6% (m/v) roztwór chlorku wapnia?
6. Z 250 g 10% roztworu odparowano 50 g wody. Obliczyć stężenie procentowe (m/m) otrzymanego roztworu.
7. Do jakiej objętości należy rozcieńczyć 25 ml 6 M roztworu H2SO4, aby otrzymać 0,5 M roztwór?
8. Do 25 ml 0,2 M roztworu HCl dodano 75 ml 0,5 M roztworu HCl. Obliczyć stężenie molowe otrzymanego roztworu.
9. Oblicz ułamek molowy chlorku sodu (58,5 g/mol) w roztworze złożonym z 50 g chlorku sodu i 400 g wody.
10. Dokonaj przeliczeń:
11. 0,8 mg = μg;
12. 200 μl = cm3
13. 40 μg = mg
14. 50 ml = dm3