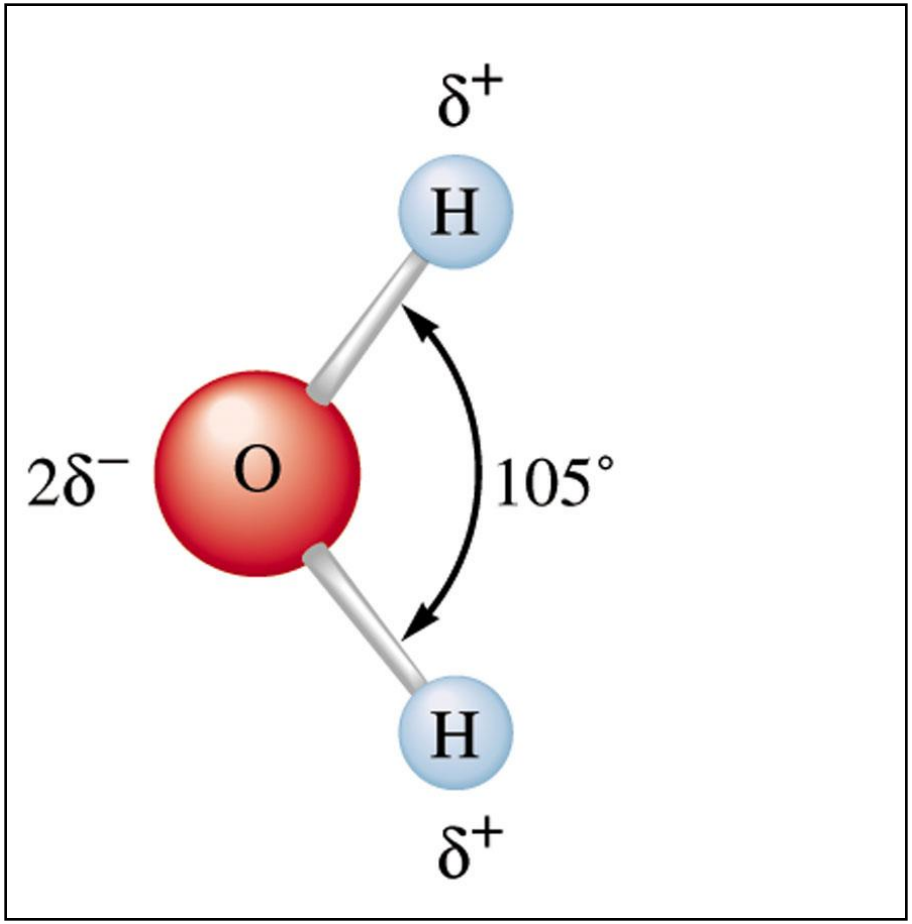
РОЗЧИНИ. КОЛІГАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

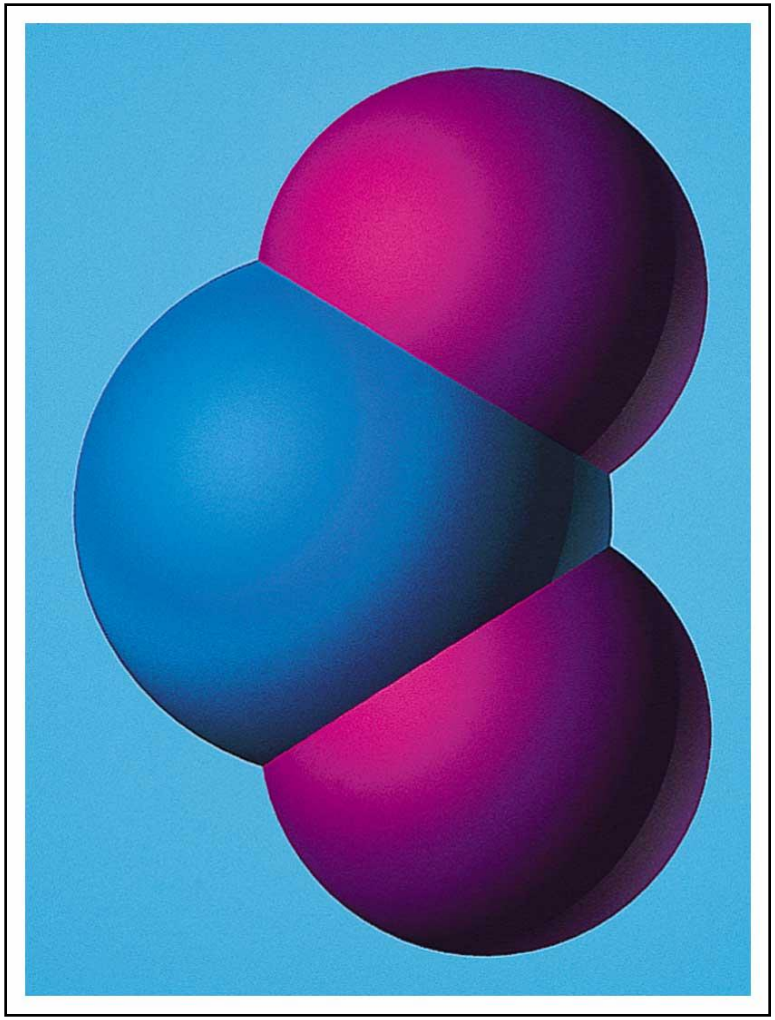
д.б.н. Фальфушинська Г.І.

- Сухий залишок організму людини – 5 кг Організм людини на 65-90% складається з води, її частка зменшується в процесі старіння)
- Lкровоносних судин = 100 тис. км; Lлімфатичних судин = 200 тис. км
- Ліміт виживання людини без

води – 14 діб, без їжі – 50-60 діб

Будова молекули води

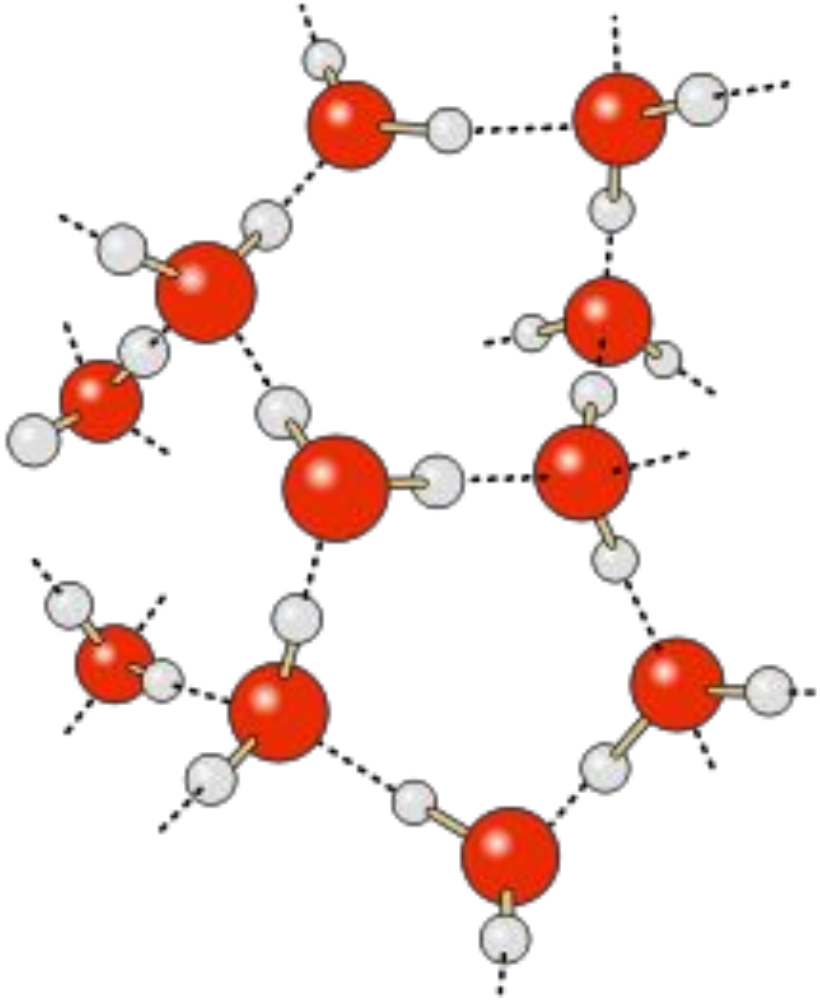




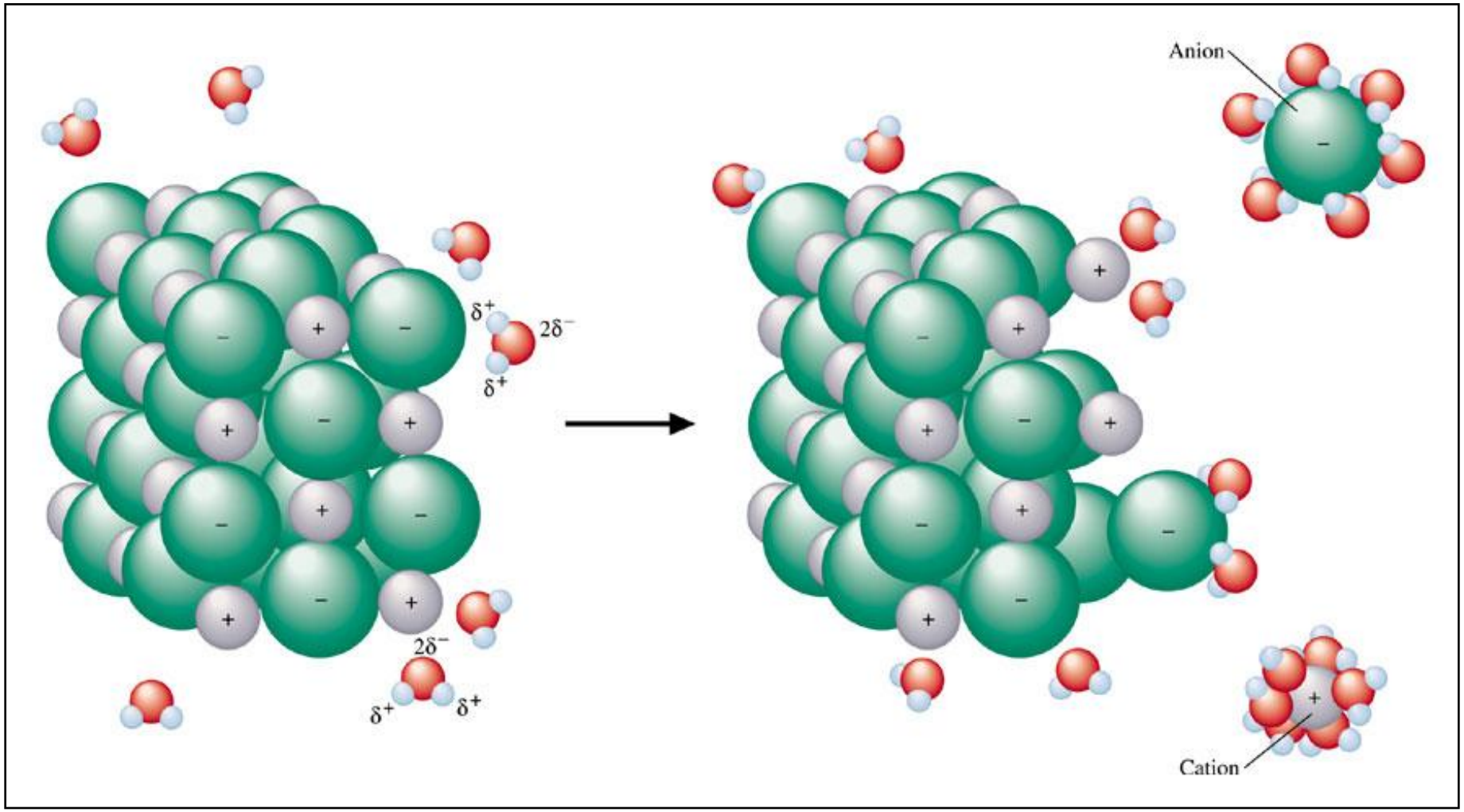
властивості води:

- високий поверхневий натяг,
- низька в’язкість,
- високі температури плавлення;
- високі температури кипіння;
- більш висока густина у рідкому стані, ніж у твердому.

Водневий зв’язок між молекулами води



Процес розчинення сполуки з йонним типом зв’язку.

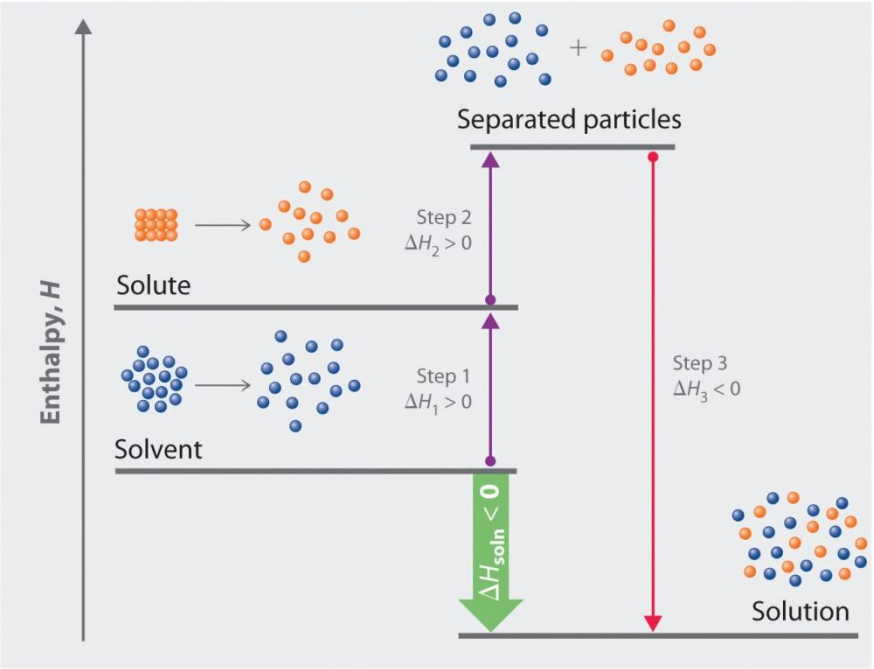


Енергетичний ефект розчинення

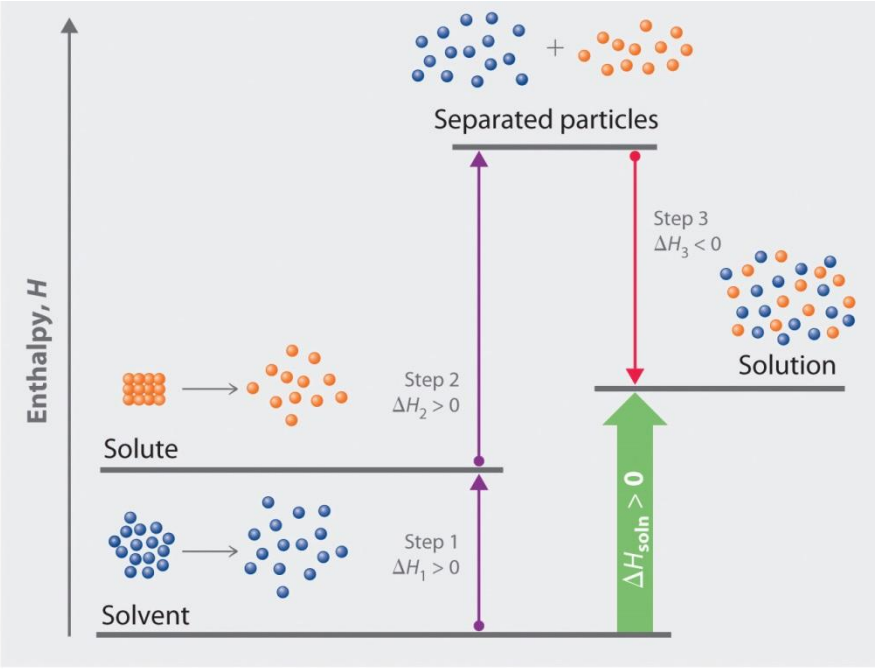
- При розчиненні руйнується зв'язок між молекулами в речовині, що розчиняється і розчиннику, що пов'язано із затратами енергії. Одночасно протікає процес сольватації; він супроводжується виділенням енергії.

- При розчиненні газів і рідин теплота зазвичай виділяється. Зокрема, з виділенням теплоти протікає змішування води і спирту. При розчиненні у воді твердих речовин теплота може і виділятися (КОН, Са (ОН)2), і поглинатися (NH4NO3). Якщо розчинення речовини супроводжується виділенням теплоти, то при нагріванні його розчинність падає (КОН) і навпаки.

Енергетичний ефект розчинення

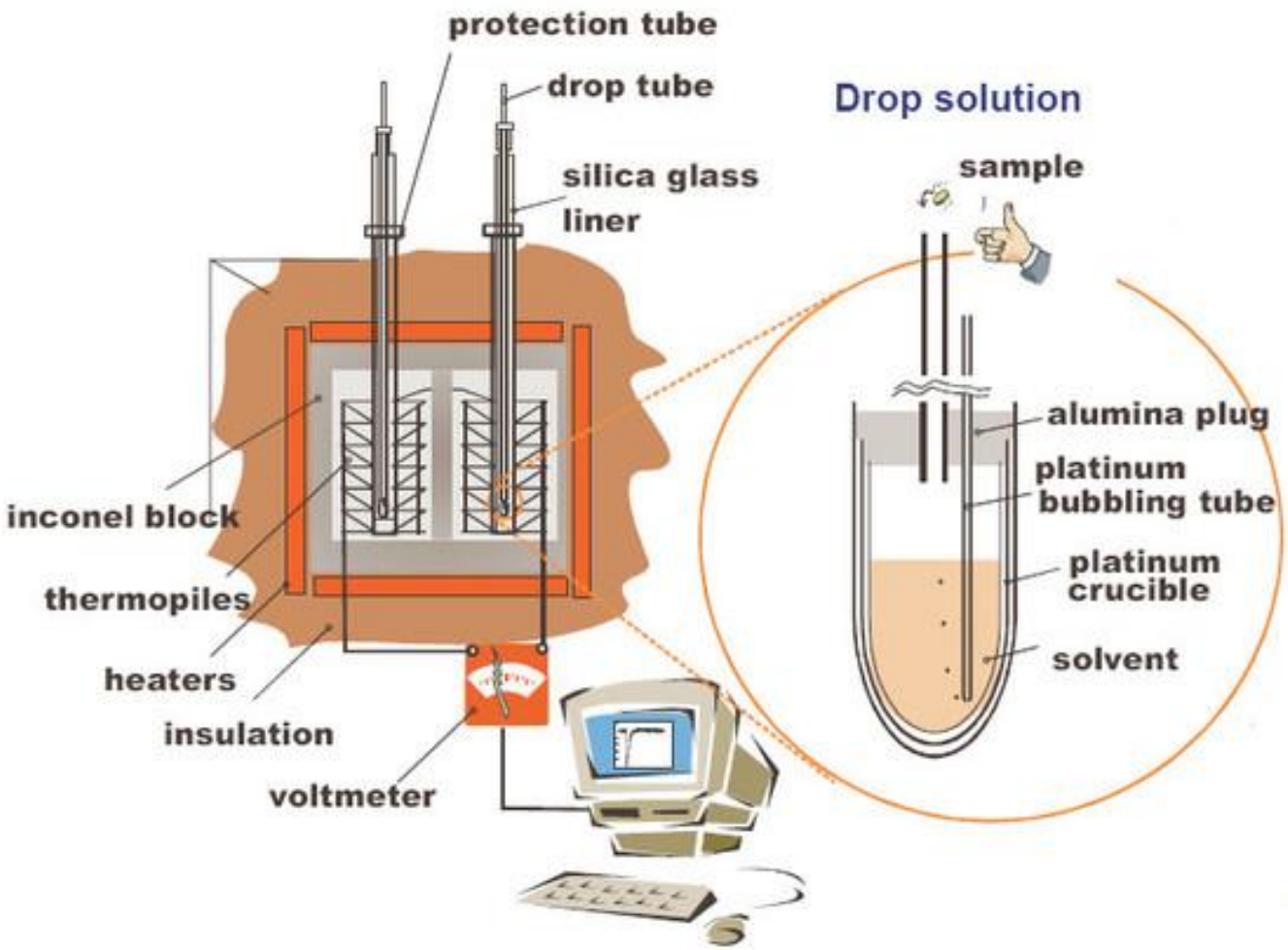


(a) Exothermic solution formation

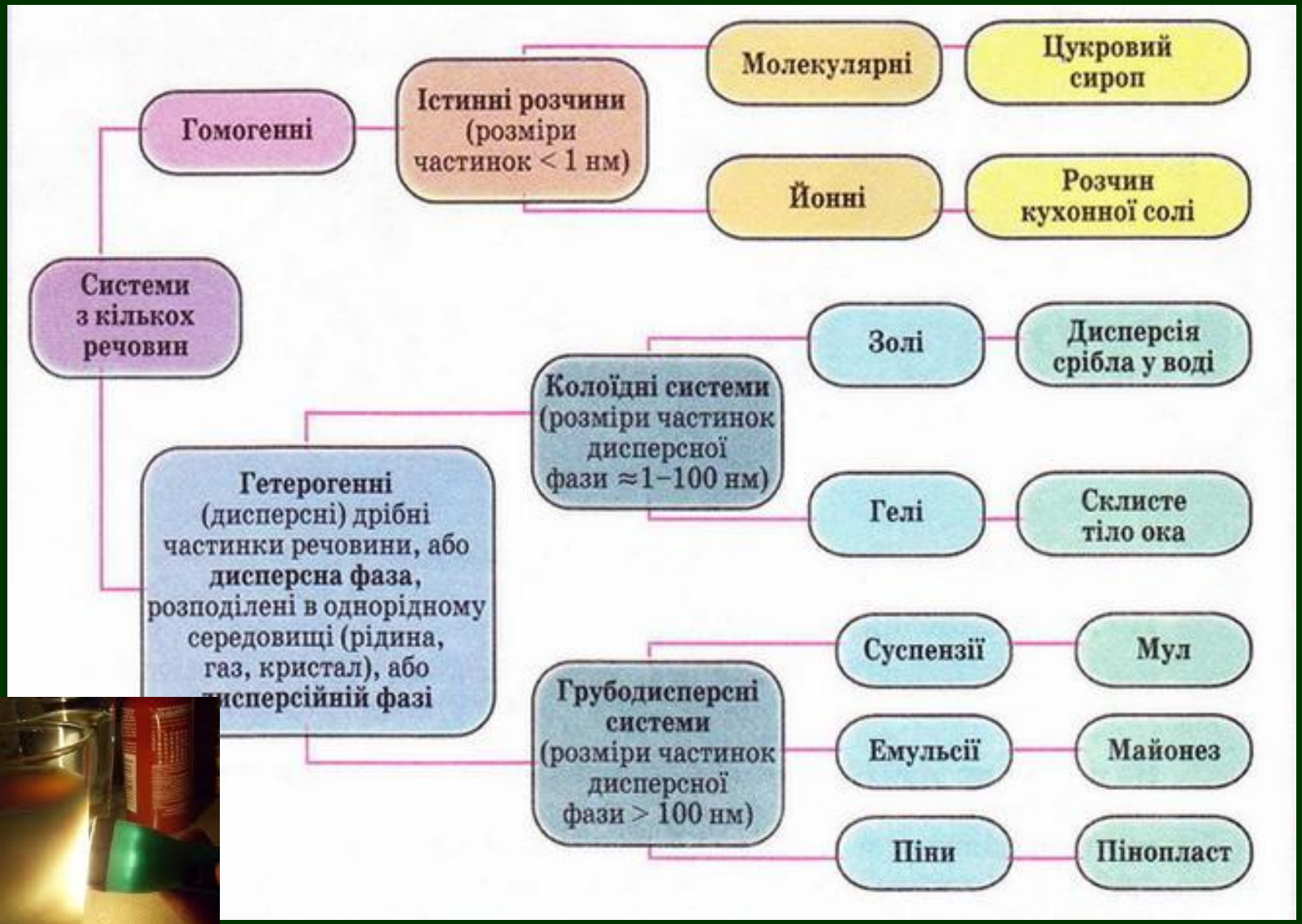


(b) Endothermic solution formation

Визначення енергетичного ефекту розчинення методом калориметрії

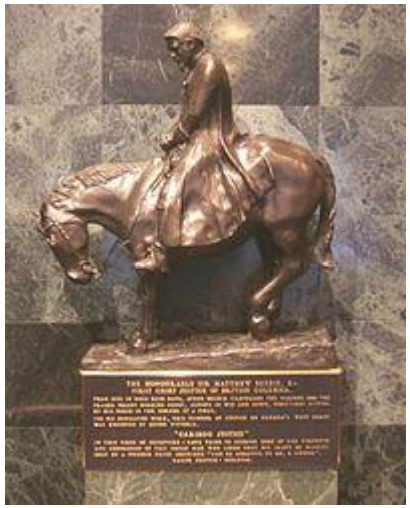


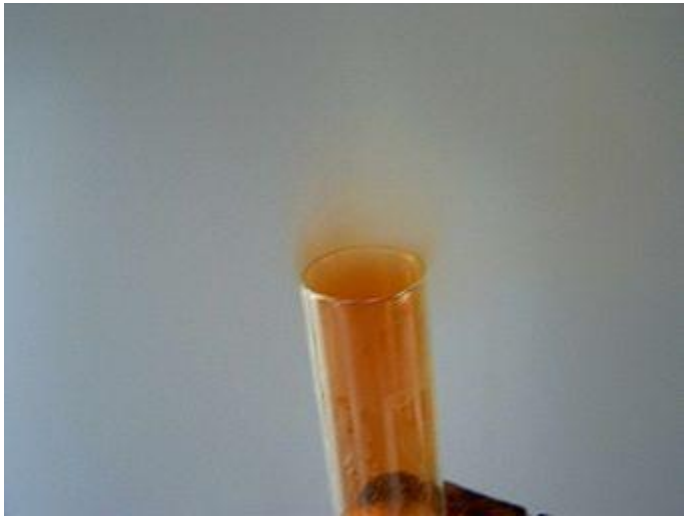
Класифікація розчинів



Розчин
(за агрегатним станом)

- **Твердий Рідкий Газоподібний**

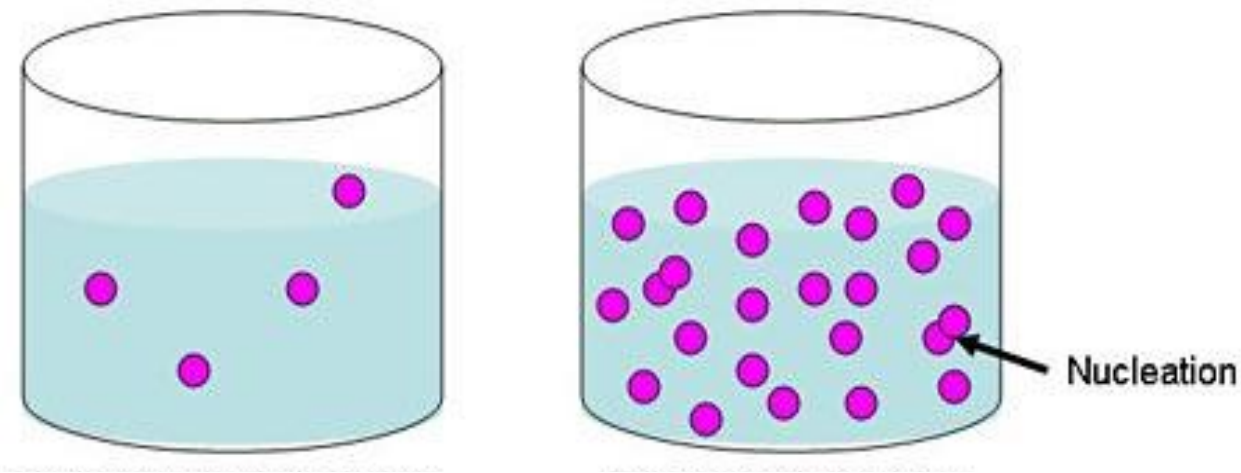




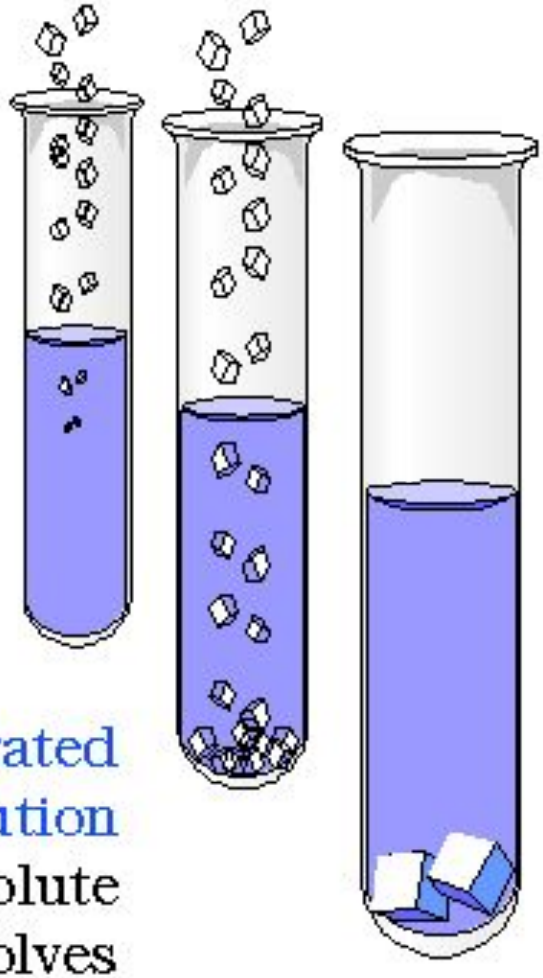
Розчин

(за концентрацією розчиненої речовини)

- **Ненасичені** **Насичені** **Пересичені**



Saturated Solutions

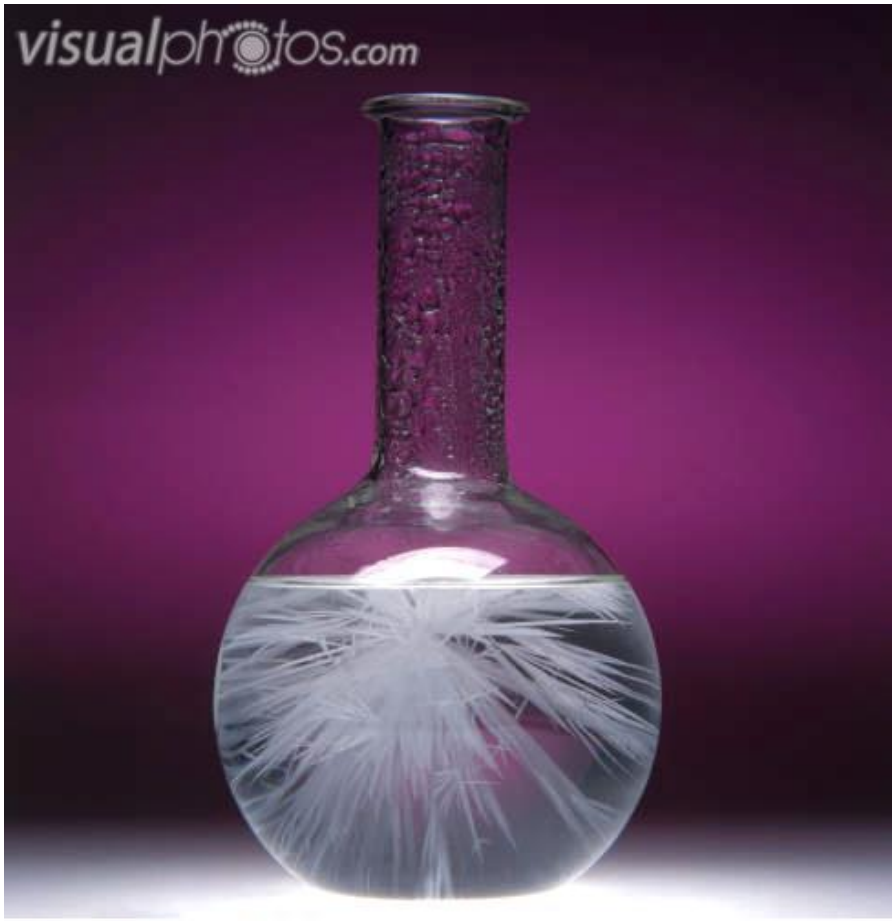


unsaturated solution
more solute dissolves

saturated solution
no more solute dissolves

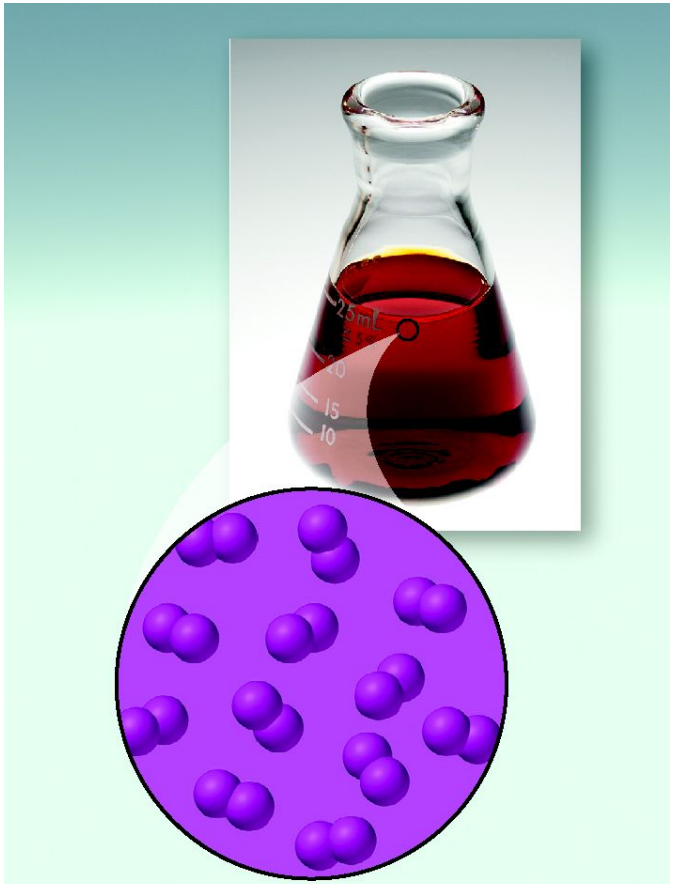
supersaturated solution
added crystals grow

Вирощення кристалів натрій ацетату

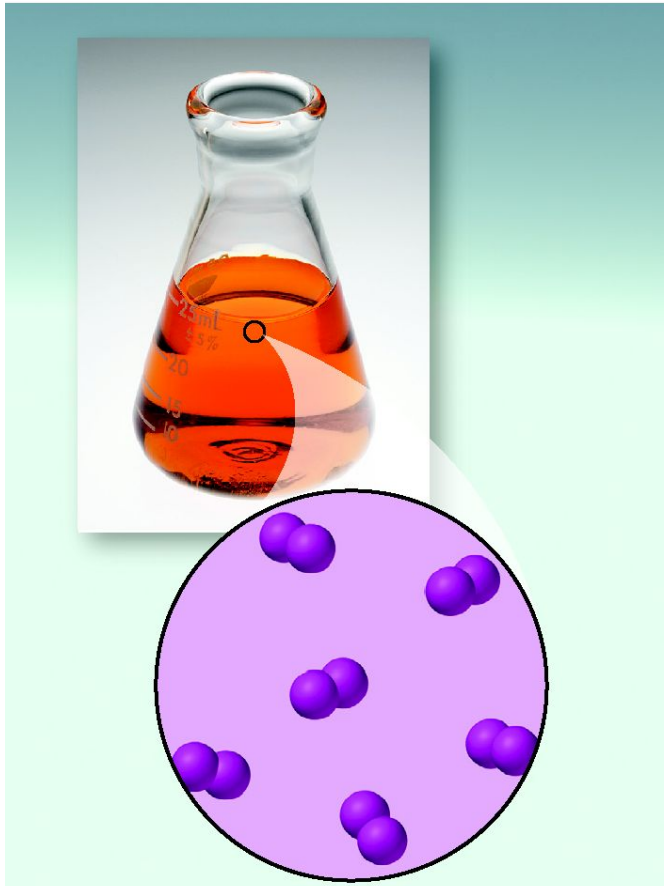


3D5587 [RM] © www.visualphotos.com

Концентровані та розведені розчини

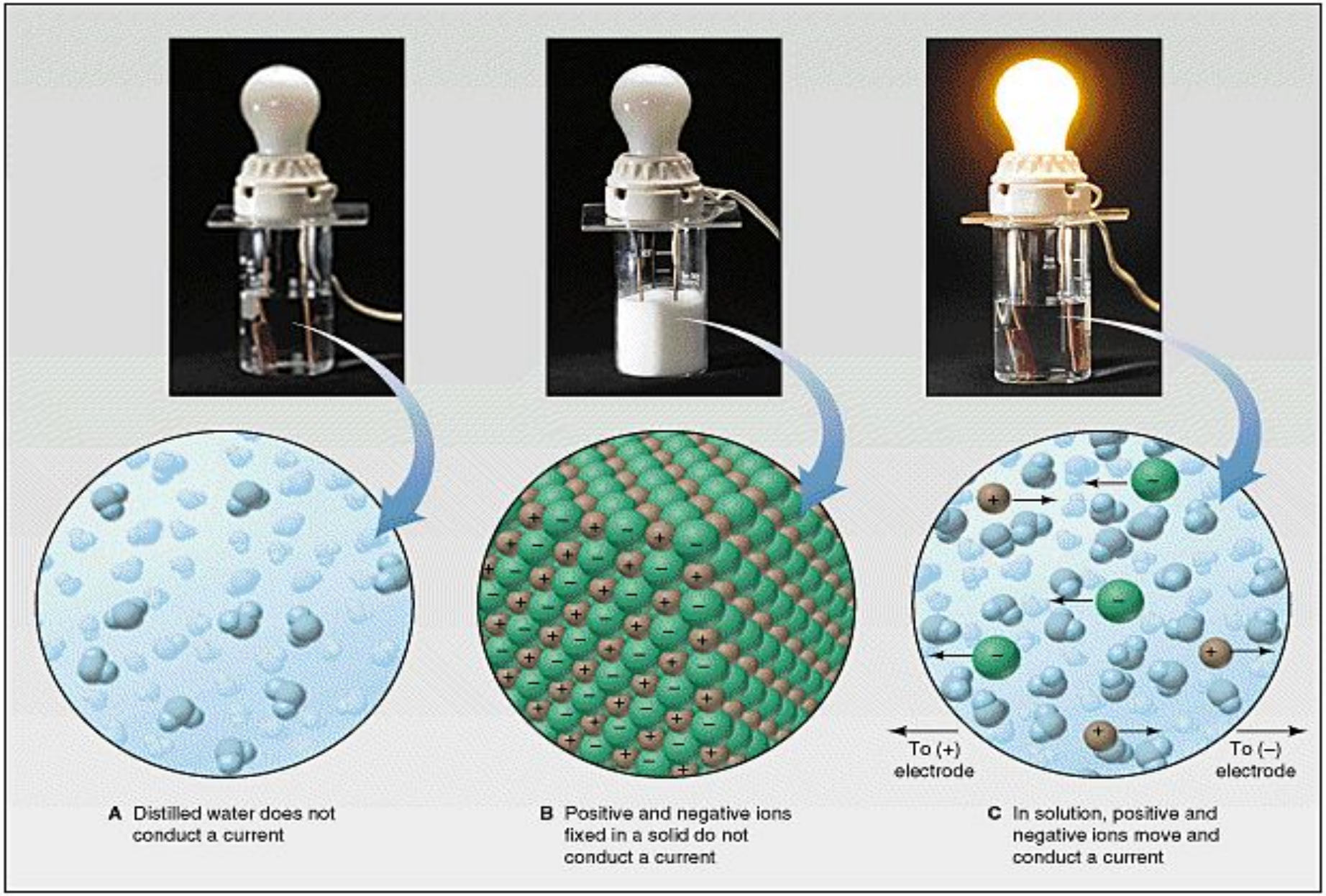


Concentrated solution:
More solute particles per unit volume



Dilute solution:
Fewer solute particles per unit volume

Розчини електролітів та неелектролітів



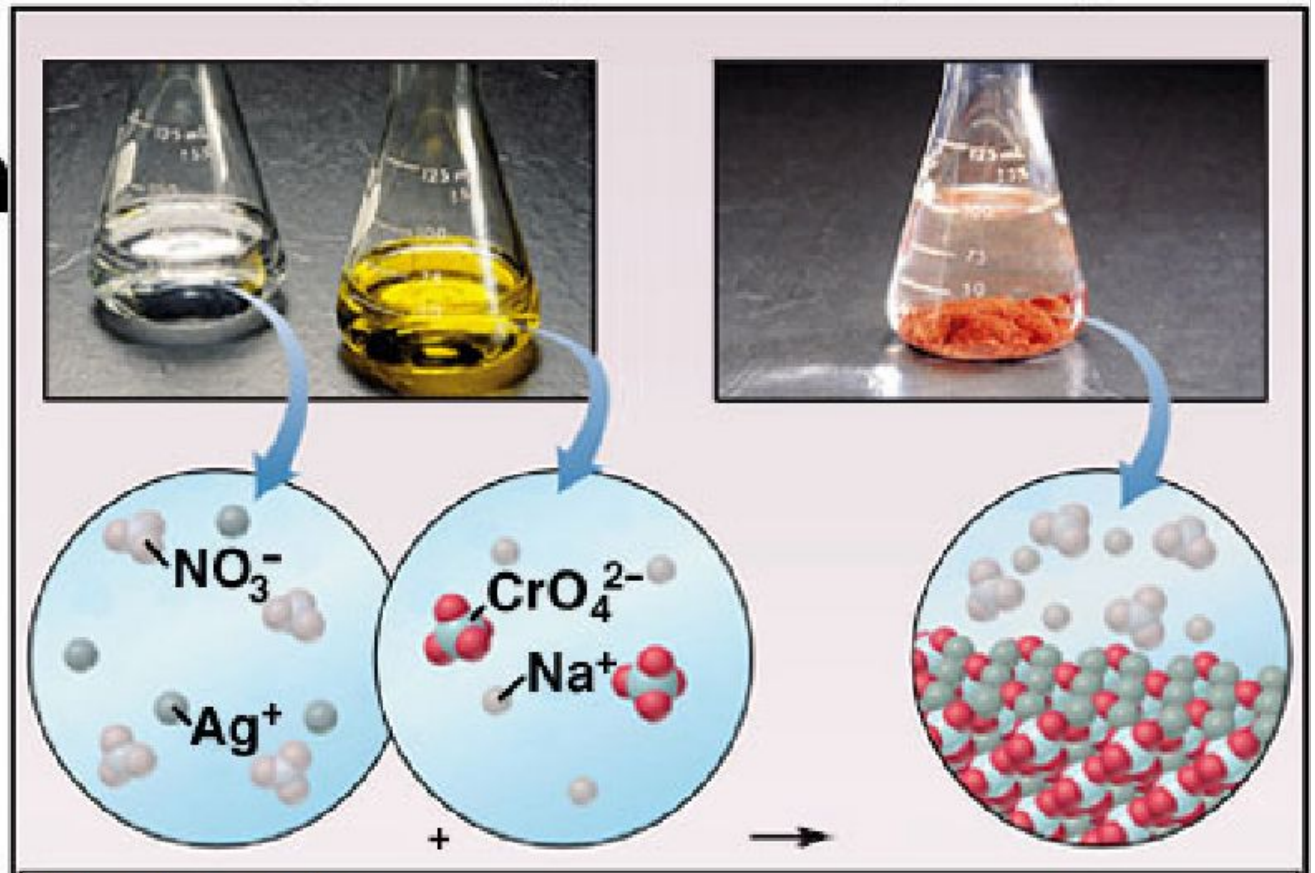
A Distilled water does not conduct a current

B Positive and negative ions fixed in a solid do not conduct a current

C In solution, positive and negative ions move and conduct a current

Martin S. Silberberg, *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*, 2nd Edition. Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

A Precipitation Reaction and its Equations



Molecular equation

$$2AgNO_3(aq) + Na_2CrO_4(aq) \rightarrow Ag_2CrO_4(s) + 2NaNO_3(aq)$$

Silver nitrate | Sodium chromate | Silver chromate | Sodium nitrate

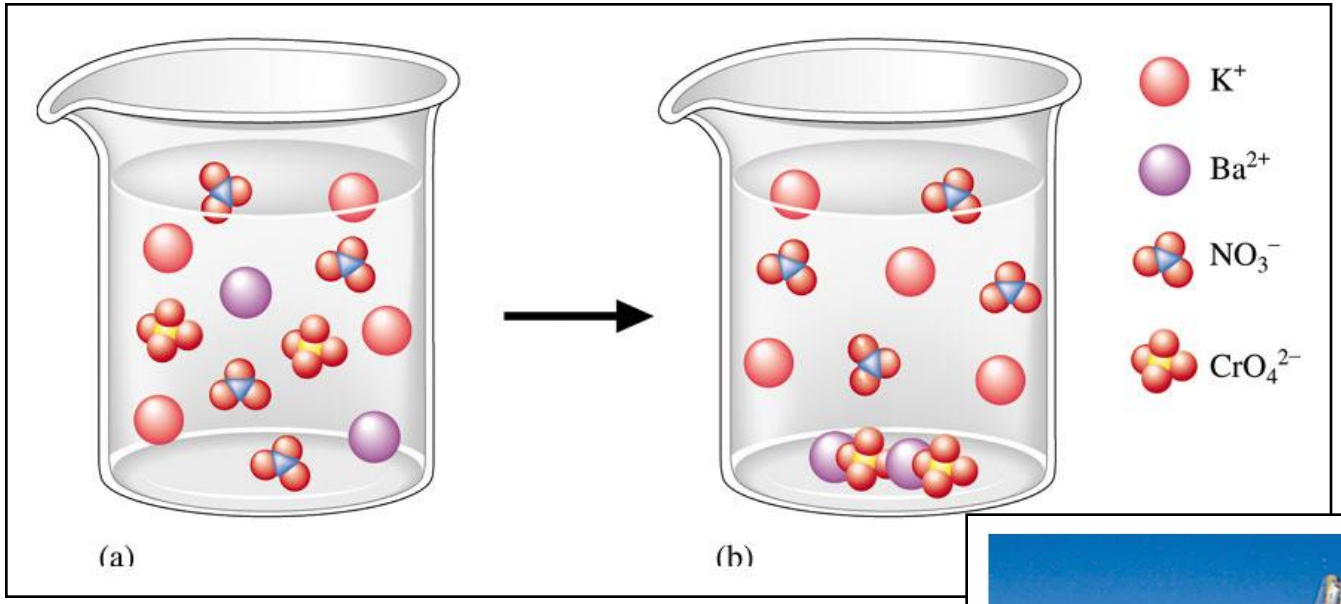
Total ionic equation

$$2Ag^+(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2Na^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq) \rightarrow Ag_2CrO_4(s) + 2Na^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

Net ionic equation

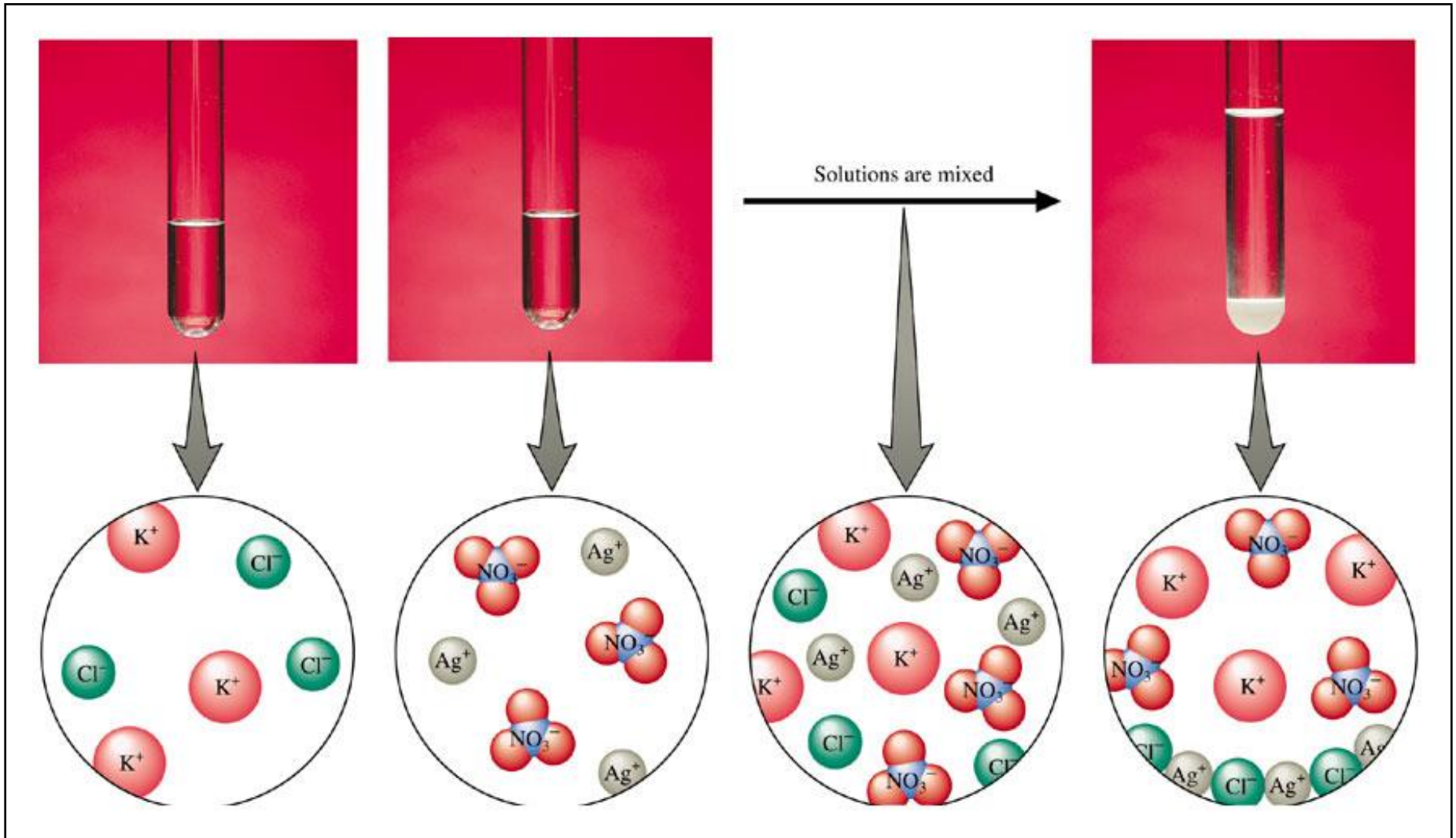
$$2Ag^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq) \rightarrow Ag_2CrO_4(s)$$

© McGraw-Hill Higher Education/Stephen Frisch, photographer



K_2CrO_4 (*p*) + $Ba(NO_3)_2$ (p).

KCL(*p*) + AgNO3(*p*) з утворенням AgCl(*m*).



0 ml 200 ml
50

Розчинність

- **Розчинність – це максимальна маса речовини, яка може за даних умов (температури, тиску) розчинитись у певному розчиннику масою 100 г.**

Добре розчинні речовини - розчинність перевищує 10 г на 100 г розчинника.

Малорозчинні речовини - якщо розчинність речовин менше 1 г на 100 г розчинника

Практично нерозчинні речовини - розчинність менша за 0,01 г на 100 г розчинника.

Добуток розчинності

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$

$$K = \frac{\left\{Ca^{2+}(aq)\right\}\left\{CO_3^{2-}(aq)\right\}}{\{CaCO_3(s)\}}.$$

$$K_{sp} = \left[Ca^{2+}(aq)\right]\left[CO_3^{2-}(aq)\right].$$

$$K_{sp} = \left[A^{n+}(aq)\right]^m \left[B^{m-}(aq)\right]^n,$$

Способи вираження концентрації розчинів

Масова частка **– це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину. W = m(розч.реч-ни) / m(р-ну) ·100%**

Молярність (молярна концентрація) **– це число молів розчиненої речовини в 1 л розчину. Виражається в моль/л:**
C_M = n(реч, моль) / Vроз – ну (моль/л)

Мольна частка **– це відношення числа молів розчиненої речовини до загального числа молів розчину (розчинника і розчиненої речовини).**
X1 = n1/n1+n2

нормальність (молярна концентрація еквівалента) **- це число еквівалентів розчиненої речовини в 1 л розчину. Нормальність позначають N і вимірюють в молях на літр:**
C_N = n(еквів) / Vр-ну, моль/л

Моляльна концентрація (моляльність) **– це кількість молів розчиненої речовини в 1 кг розчинника. Позначається :**
Cm = n(реч)/Vр-ну, (г/мл, г/л)

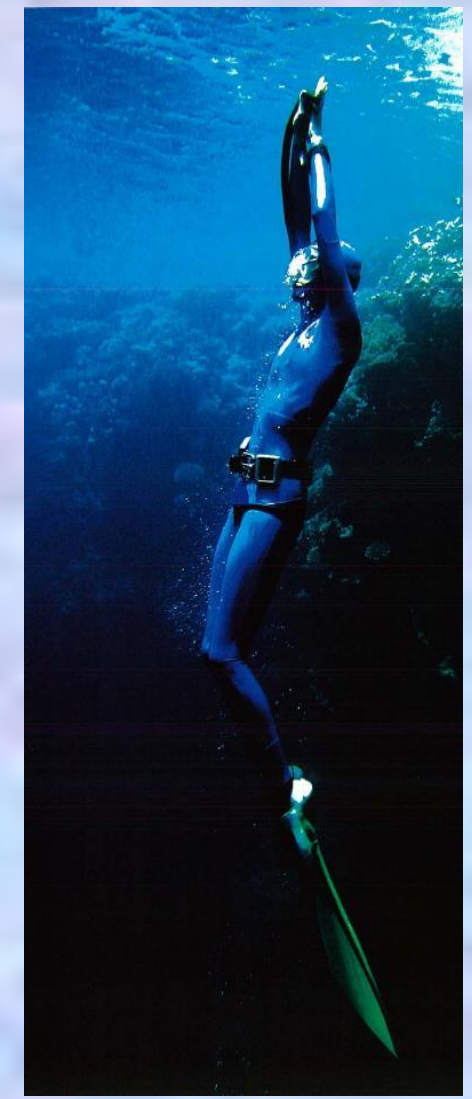
Титр розчину **– це число грамів розчиненої речовини в одиці обєму розчину**
T = m(реч)/Vр-ну, (г/мл, г/л).

Закон Генрі: маса m газу, розчиненого в рідині даного об'єму, при сталій температурі пропорційна парціальному тиску *p* цього газу над розчином.

$$m = K_{г}p$$

$$C = kp$$

Закон Генрі-Дальтона. При деякому тиску і постійній температурі розчиняється в рідині певна кількість газу, яка залежить також і від властивостей рідини. При збільшенні або зменшенні тиску газової атмосфери на рідину із збереженням тієї ж температури збільшується або зменшується в такому ж відношенні кількість розчиненого газу.



На великих глибинах, де зовнішній тиск збільшується, збільшується розчинність газів в крові. При швидкому підйомі з глибини розчинність газів різко зменшується, вони виділяються у вигляді міхурців і закупорюють судини. Особлива тяжкі наслідки спостерігаються при закупорці судин мозку.
Основним заходом попередження кесонної хвороби є повільний підйом з тривалими зупинками для приведення організму в рівновагу із зовнішнім середовищем.

Колігативні властивості розчинів

- **зменшення тиску насиченої пари;**
- **зменшення температури плавлення; підвищення температури кипіння;**
- **поява осмотичного тиску**

Залежать від кількості частинок розчинених речовин і не залежать від їх природи.

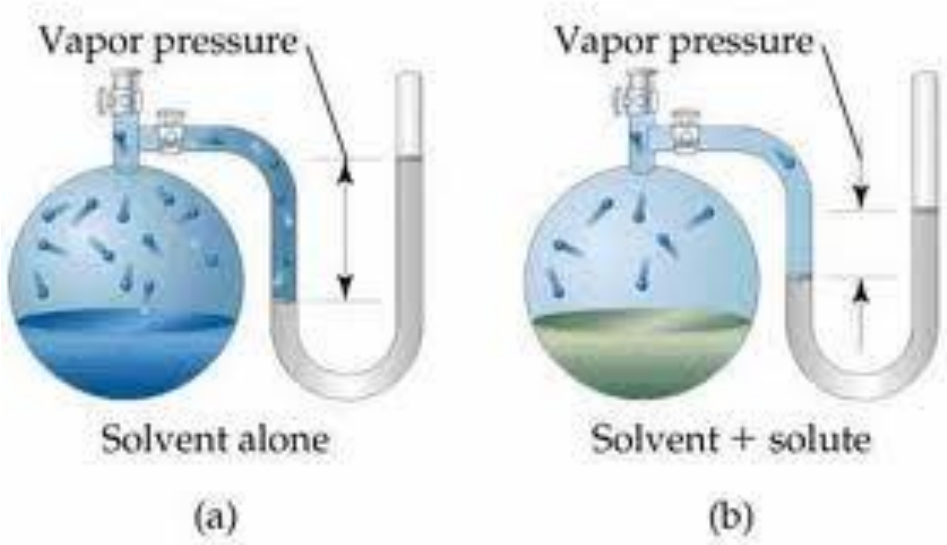
Основою впливу розчинених речовин на властивості розчину є те, що вони знижують хімічний потенціал (μ) розчинника.

Зниження тиску насиченої пари

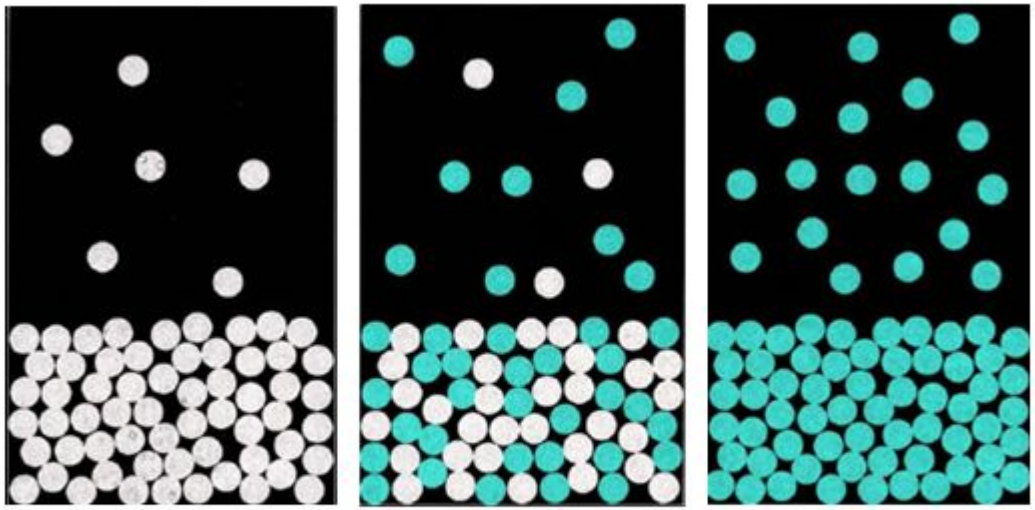
Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином рівне мольній частці розчиненої речовини

$$\frac{(P_A^o - P_A)}{P_A^o} = X_B$$

P^0_A — тиск пари над чистим розчинником, P_A — тиск пари над розчином, X_B — мольна частка розчиненої речовини



- Змішали 1 моль бензолу та 1 моль толуолу. При температурі 79,6 ˚С тиск насиченої пари бензену = 744 мм рт.с., а толуену - = 290 мм рт.с. Знайдіть тиск насиченої пари суміші.
  1. Мольна частка бензолу і мольна частка толуолу рівні 0,5.



Vapor-liquid equilibria for pure tolune

Vapor-liquid equilibria for equal amounts of pure tolune + benzene

Vapor-liquid equilibria for pure benzene

Зниження температури замерзання (кріоскопія)

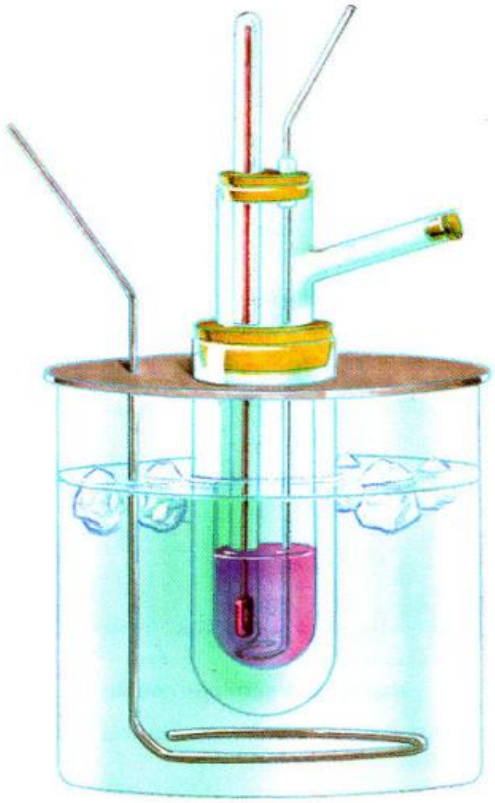
- При затвердінні розчину спочатку випадають кристали чистого розчинника, в результаті чого розчин стає більш концентрованим, а температура кристалізації — більш низькою.

$$\Delta T_f = T_f(solution) - T_f(solvent) = -i \cdot K_f \cdot m$$

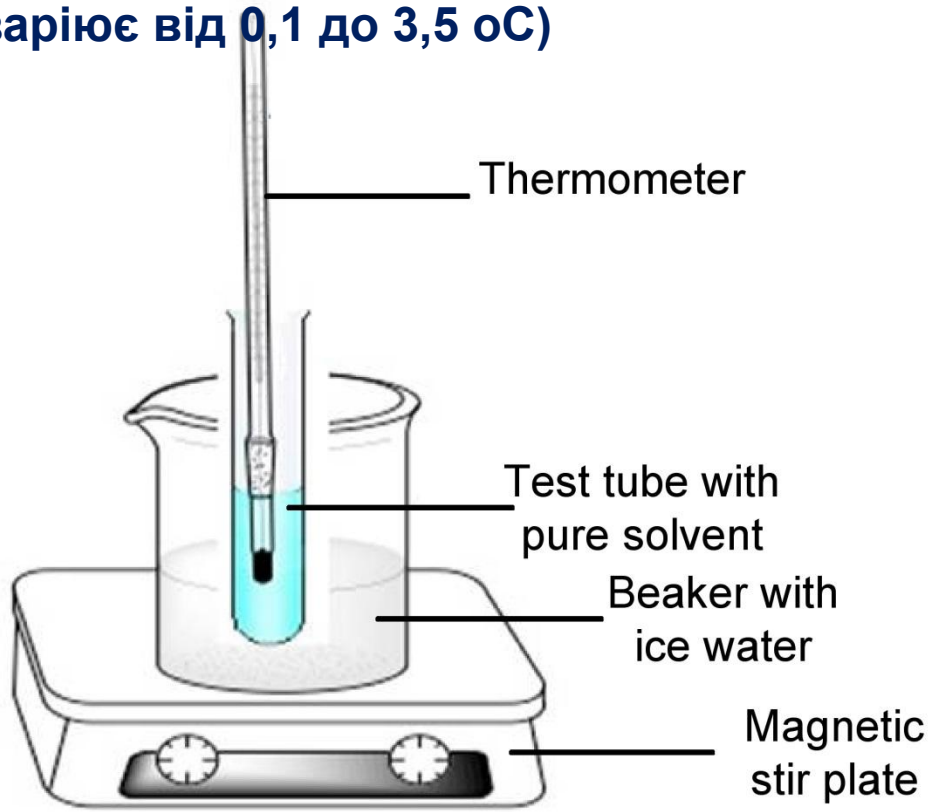
- *K_f - кріоскопічна стала, для води = 1.86°C кг/моль. m - моляльність.*

Зниження температури замерзання (кріоскопія)

Кріоскопія сечі (дТ=1,77-2,0) як метод визначення функціональної активності нирок при їх односторонньому ураженні (депресія варіює від 0,1 до 3,5 оС)



Determinación de masas molares por crioscopía



Зниження температури замерзання

$$\Delta T_f = - k_f\, m$$

Q. Визначте точку замерзання 2.00л морської води (k_f = 1.86 °C кг / моль) складу: 0.458 моль Na^{+}, 0.052 моль Mg^{2+}, 0.010 моль Ca^{2+}, 0.010 моль K^{+}, 0.533 моль Cl-, 0.002 моль HCO_3^{-}, 0.001 моль Br-, 0.001 моль інших речовин.

Оскільки колігативні властивості залежать від числа частинок, а не від їх природизнайти алгебраїчну суму молей розчинених речовин в розчині.

Загальна кількість молей = 1.067 молей р.р.

Моляльність розчину:

m = моль р.р. / kg розчинника = 1.067 моль/ 2.00 kg

= 0.5335 моль/кг

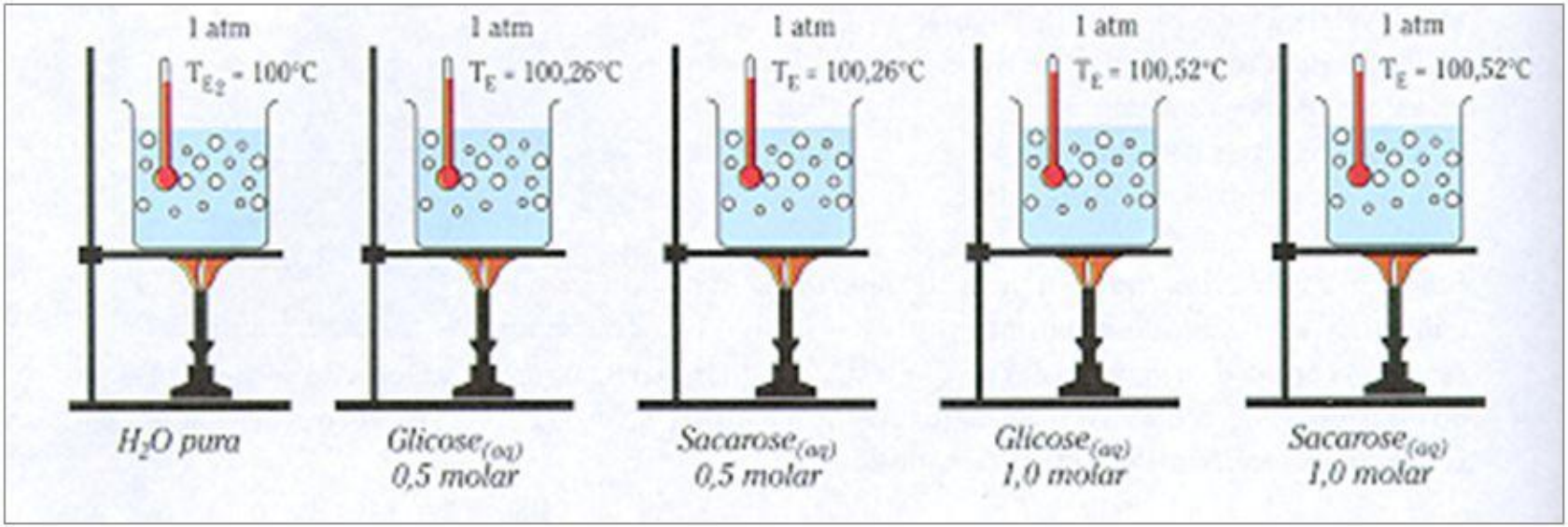
Зміна температури:

$\Delta T_f = - k_f\, m$ = -(1.86 °C кг/моль) (0.5335 моль/кг) = 0.992 °C

Точка замерзання морської води $T_{розчинника} - \Delta T$ = 0 °C - 0.992 °C

= - 0.992 °C

Підвищення температури кипіння



Підвищення температури кипіння (ебуліоскопія)

- **Підвищення температури кипіння розчину прямопропорційне молярній концентрації розчиненої речовини.**

$$\Delta T_b = k_b\, m$$

K_b - ебуліоскопічна стала, для води = 0.512 °C кг/моль. m - моляльність.

Підвищення температури кипіння

$$\Delta T_b = k_b\, m$$

Температура кипіння розчину, що містить 40 г невідомої речовини, розчиненої у 100 г води становить 105,3 оС. Обчисліть молярну масу сполуки.

Оскільки розчинник являє собою воду, зміна температури (ΔT), буде 105,3 - 100,0 оС = 5,3 оС. Kb = 0,512 ° С кг / моль.

Обраховуємо моляльність:

$m = \Delta T_b / k_b$ = 5.3 ºC / 0.512 ºC кг/моль= 10.4 моль/кг

Знаходимо кількість моль розчиненої речовини:

m = n /(кг розчинника),

n = 10.4 моль/кг(0.1000 кг) = 1.04 моль розчиненої речовини

Молярна маса:

M = 40.0 г / 1.04 моль = 38.5 г/моль

Осмос

- ***Процес односторонньої дифузії молекул через напівпроникну мембрану називається осмосом***

$$i = \frac{\pi_{solut.}}{\pi_{nel.\ solut.}} = \frac{\Delta T_{bp\ \ solut.}}{\Delta T_{bp\ \ nel.\ solut.}} = \frac{\Delta T_{mp\ \ solut.}}{\Delta T_{mp\ \ nel.\ solut.}} = \frac{\Delta p_{solut.}}{\Delta p_{nel.\ solut.}}$$

$$\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T$$

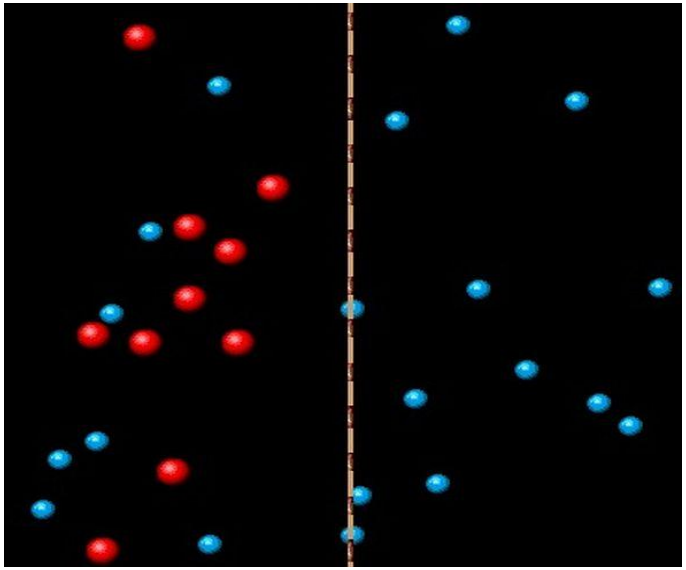
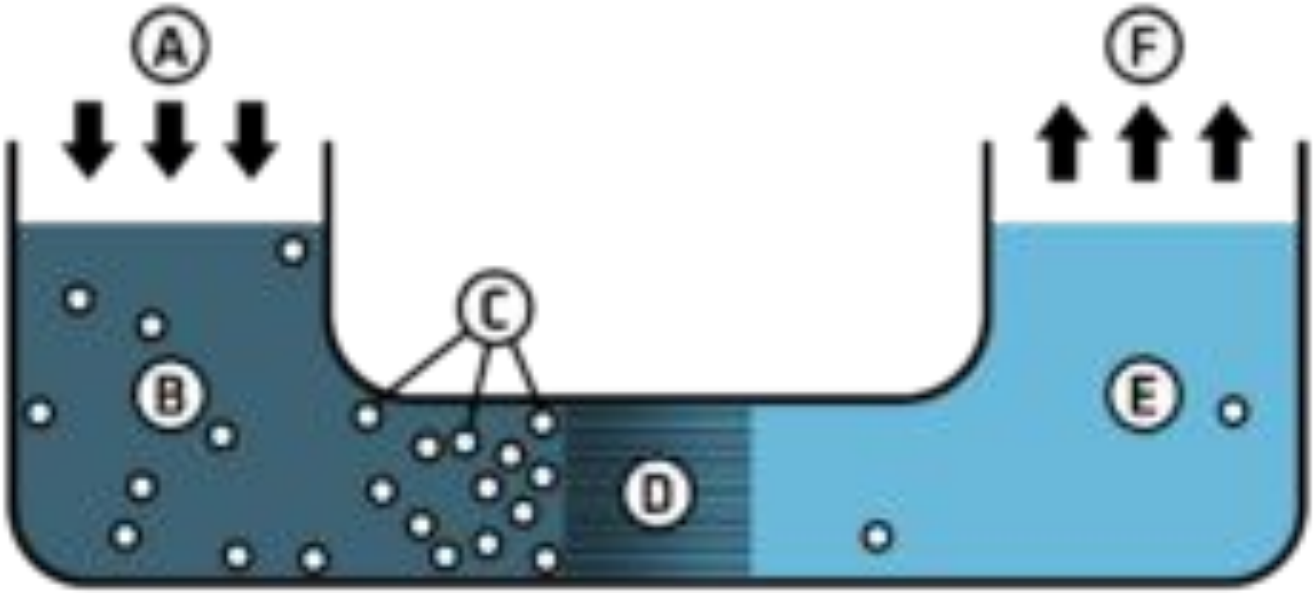
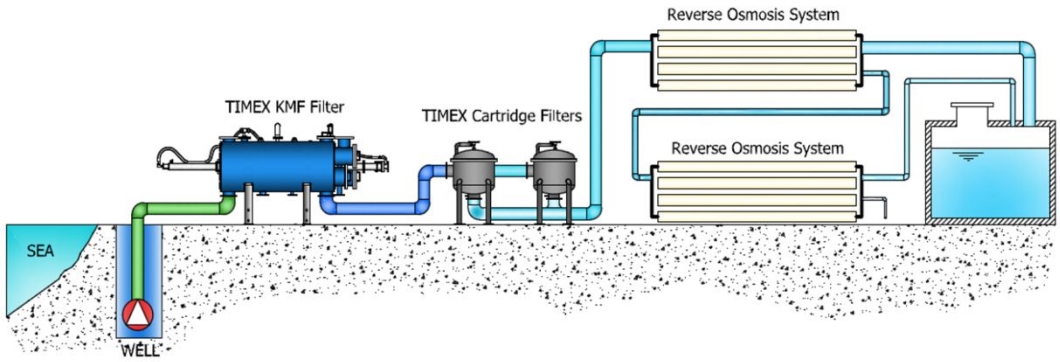
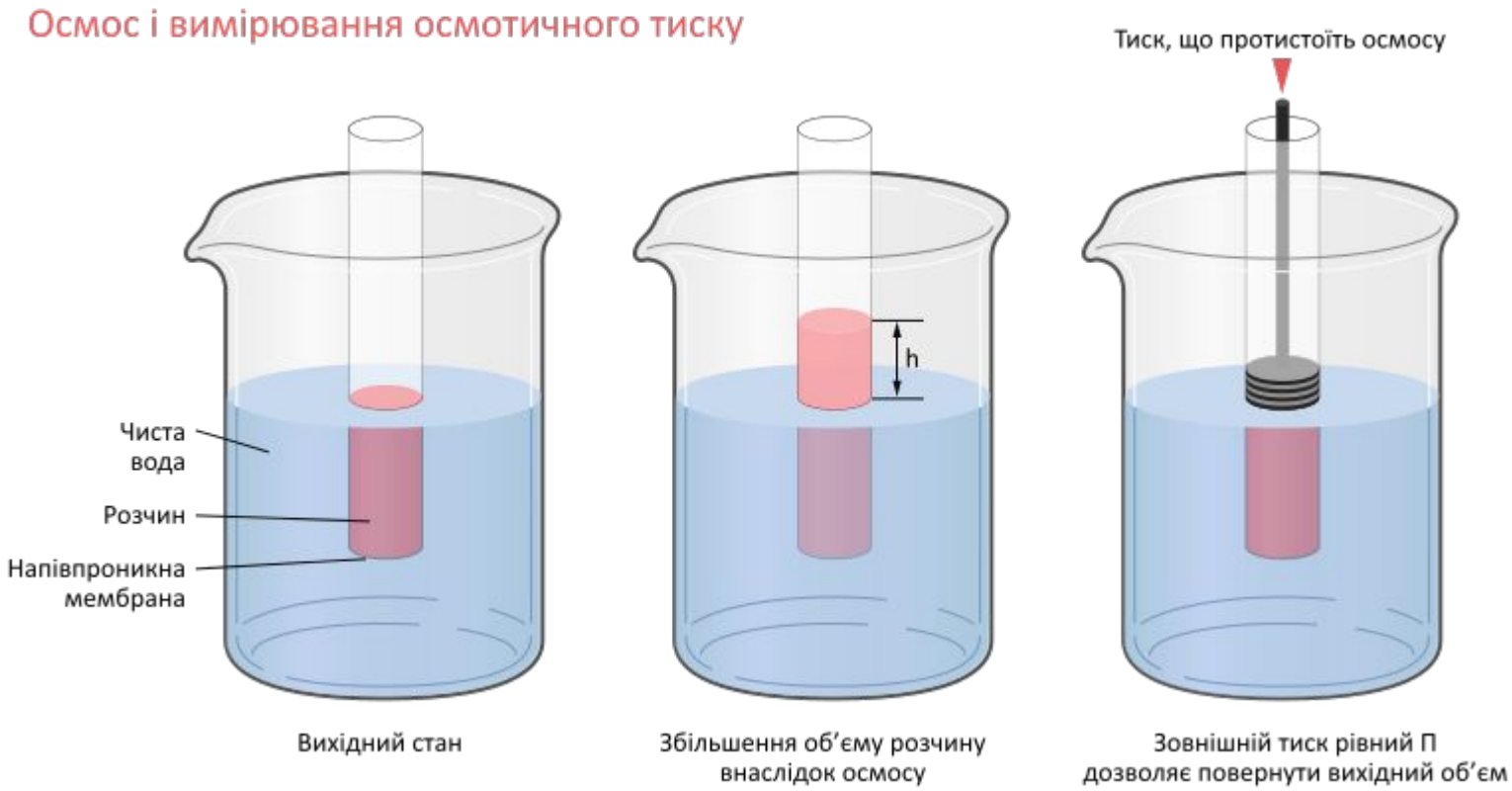


Схема зворотного осмосу





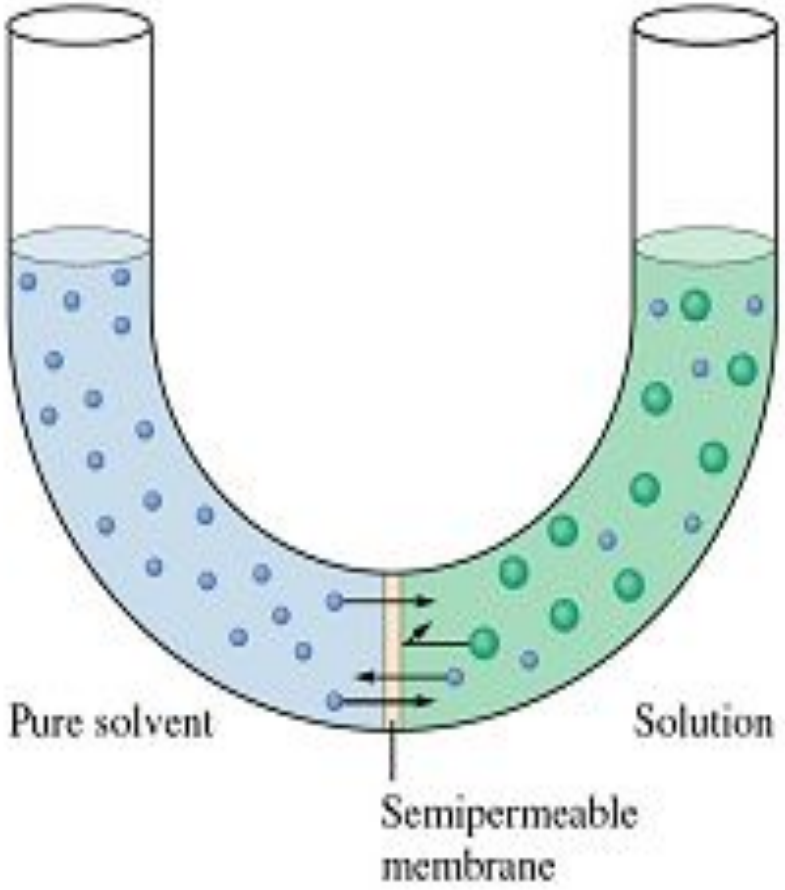
Осмос і вимірювання осмотичного тиску

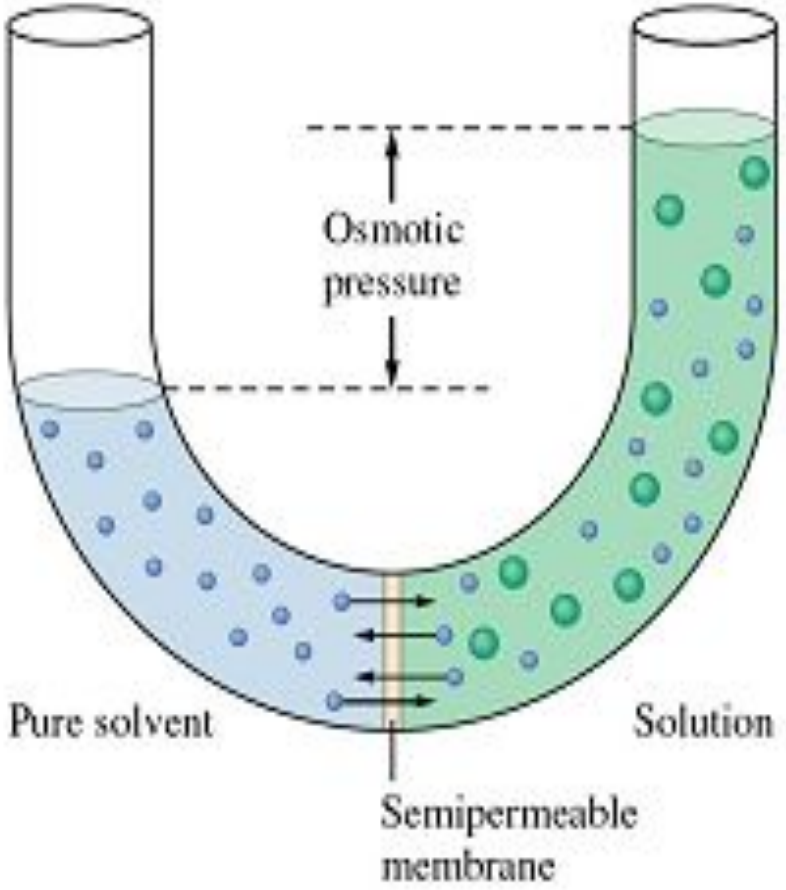


Осмотичний тиск деяких організмів

Вид, фізіологічний стан	π, МПа
Рослини	0,1 - 1,6
Дощовий черв'як	0,36 - 0,48
Прісноводні риби	0,6 – 0,66
Ссавці, людина	0,66 – 0,8
Вогнище запального процесу	0,97 – 1,7

Діаліз це звільнення колоїдних і високомолекулярних розчинів від розчинених в них низькомолекулярних сполук за допомогою напівпроникної мембрани

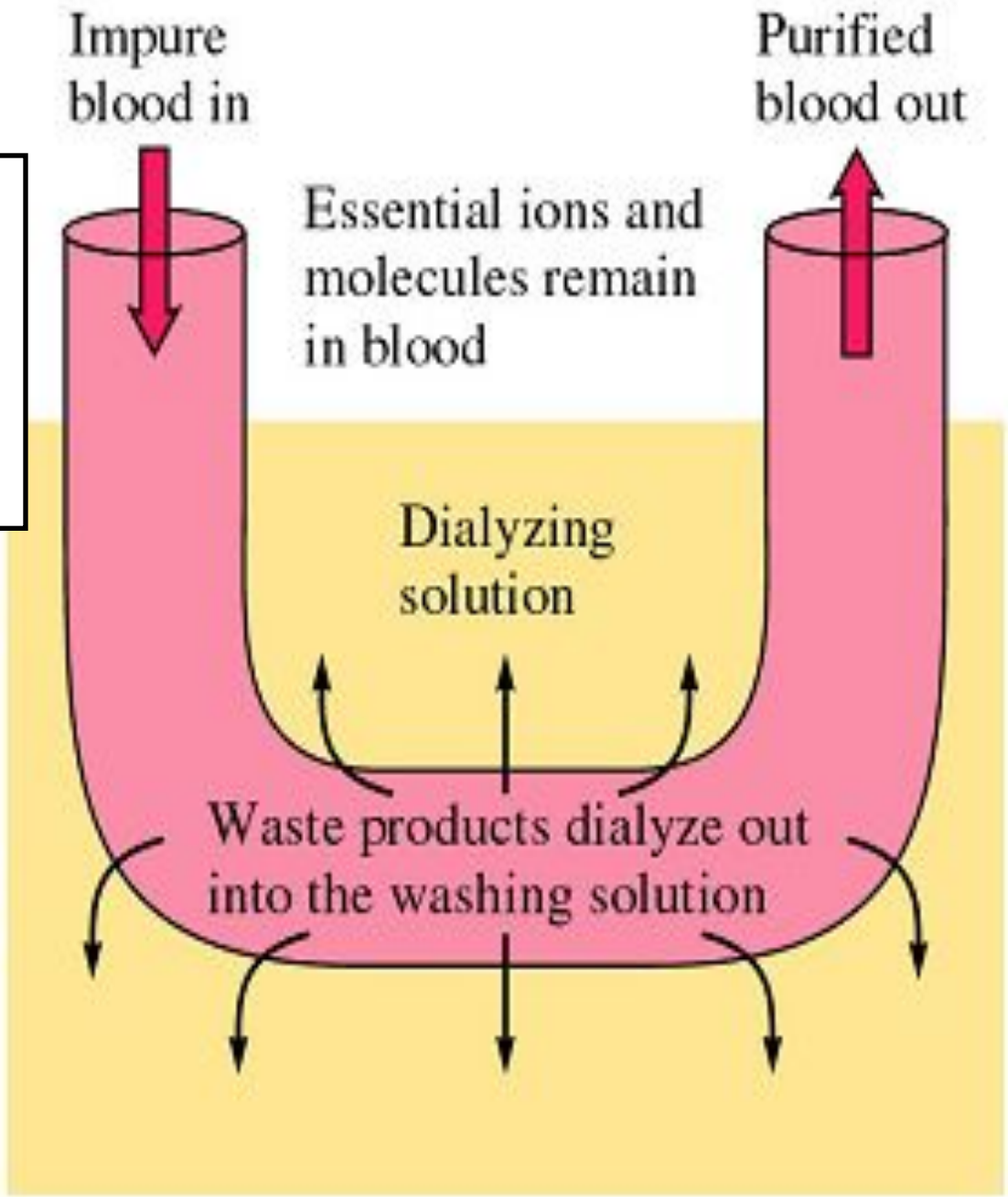




Штучна нирка

Water and small solute particles pass through a semipermeable membrane, large particles are Retained inside.

Hemodialysis is used medically (artificial kidney) to remove waste particles such as urea from blood.

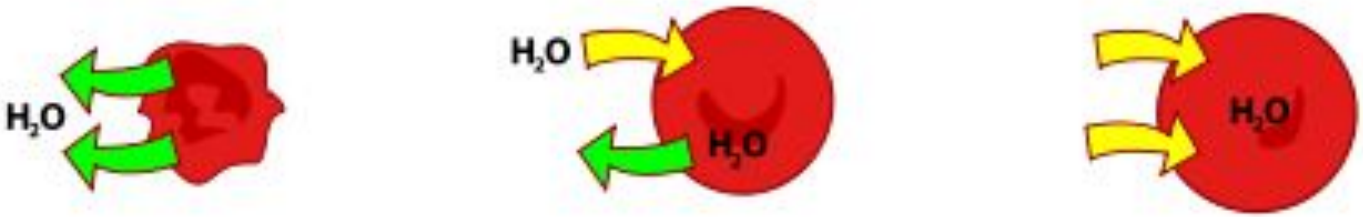


Міра градієнта осмотичного тиску, тобто відмінності водного потенціалу двох розчинів, розділених напівпроникною мембраною, називається *тонічність.* Розчин, що має більш високий осмотичний тиск в порівнянні з іншим розчином, називається гіпертонічним, що має більш низький - гіпотонічним. Розчини з однаковим осмотичним тиском називають *ізотонічними.*

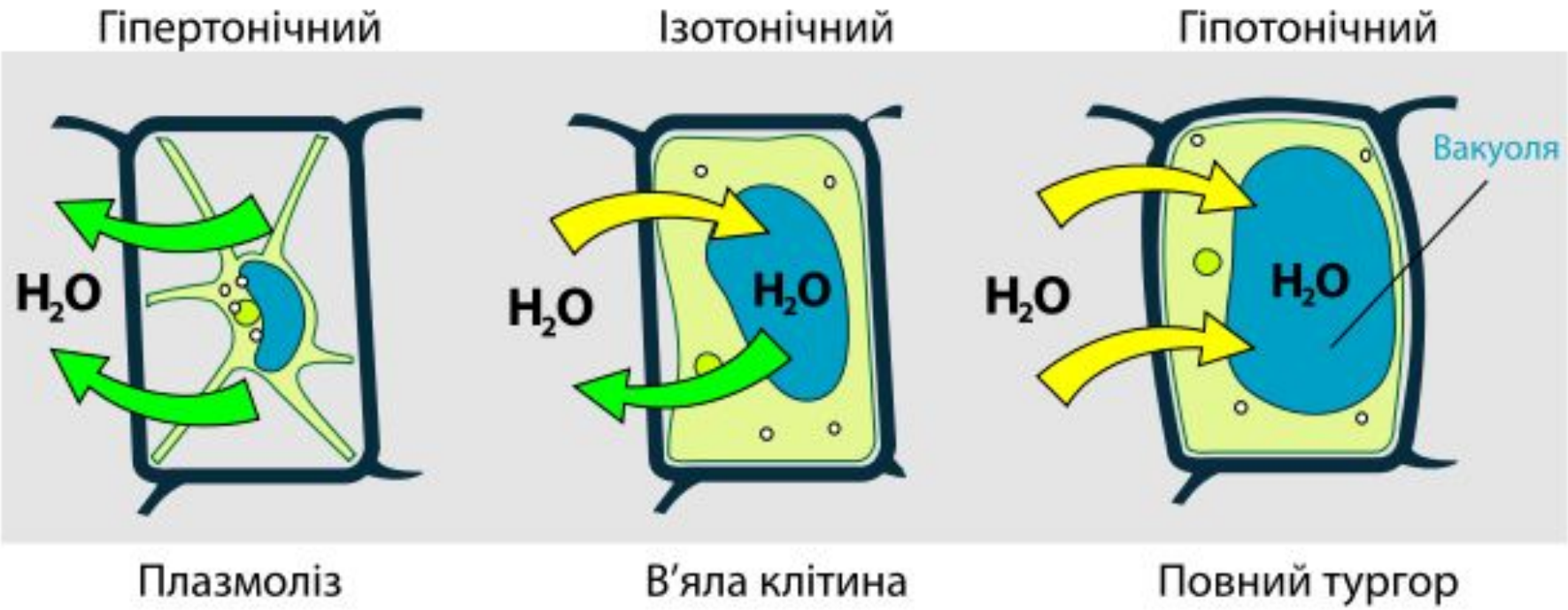
Фізіологічний розчин – штучно приготовлений водно-сольовий розчин, за осмотичним тиском і сольовим складом близький до плазми крові.

Найбільш часто користуються такими фізіологічними розчинами:
розчин Рінгера — Локка,
розчин Рінгера — Тіроде,
розчин Кребса — Рінгера.
Розчин глюкози 5 %

Гіпертонічний Ізотонічний Гіпотонічний



Плазмоліз Гемоліз


Гіпертонічний
Ізотонічний
Гіпотонічний
H_2O
H_2O
H_2O
H_2O
H_2O
Вакуоля
Плазмоліз
В'яла клітина
Повний тургор

Онкотичний тиск

- **Осмотичний тиск, який залежить від вмісту в розчині білків, називається *онкотичним* (0,03 - 0,04 атм.). При тривалому голодуванні, хворобі нирок концентрація білків в крові зменшується, онкотичний тиск у крові знижується і виникають *онкотичні набряки:* вода переходить із судин в тканини, де онкотичний *тиск* (*π-ОНК)* більше.**