د/ سالى 0583761260

Medical Chemistry
كيمياء السنة التحضيرية

Chapter 5

Solutions & Colloids

Dr/ Sally 0583761260

Lecture 9

Solutions and colloids

المحاليل والغرويات

A solution (soln):المحلول

- is a mixture of 2 or more substances in a single phase.

هو خليط من اثنين او اكثر من المواد فى مرحلة واحدةOne constituent is usually regarded as the **SOLVENT** and the others as **SOLUTES**.

احد المكونات تسمى المذيب والاخرى تسمى المذاب

❑ **SOLUTE:** the part of a solution that is being dissolved (usually the lesser amount).

المذاب هو جزء المحلول الذى يتم اذابته وغالبا يكون الاقل كمية

❑ **SOLVENT:** the part of a solution that dissolves the solute (usually the greater amount).

المذيب هو جزء من المحلول الذى يذيب المذاب وغالبا يكون الاكثر كمية

❑ Solutions in which the solvent is **water** are called **aqueous solutions**.

المحاليل التى فيها المذيب هو الماء تسمى **المحاليل المائية**

Dr Sally 0583761260

د/ سالى : تدريس الطالبات اللغة الانجليزية الكيمياء الفيزياء
تتوفر ملخصات مترجمة للاحياء و الكيمياء والفيزياء
0583761260

Types of Solutions انواع المحاليل

Solute المذاب	Solvent المذيب	Appearance of solution هيئة المحلول	Example مثال
Solid **مادة صلبة**	Solid **مادة صلبة**	Solid **مادة صلبة**	14-carat gold (Cu/Ag/Au) **ذهب عيار 14** Brass alloy (Zn/Cu) **سبيكة النحاس**
Solid **مادة صلبة**	Liquid **مادة سائلة**	Liquid **مادة سائلة**	Salt water **المياة المالحة**
Liquid **سائل**	Liquid **سائل**	Liquid **سائل**	Alcohol in water **الكحول فى الماء**
Gas **غاز**	Liquid **سائل**	Liquid **سائل**	Soda (CO_2 in water) **الصودا (ثانى اكسيد الكربون فى الماء)**
Gas **غاز**	Gas **غاز**	Gas **غاز**	Air (N_2, O_2, …) **الهواء(نيتروجين, اكسجين.....)**

Can a solution be solid?

Dr/ Sally 0583761260

Characteristics of Solutions خصائص المحلول

1. **Distribution of particles is uniform.** توزيع الجزيئات موحد
2. **Components do not separate on standing.**
   لاتنفصل المكونات بالوقوف
3. **Components cannot be separated by filtration.**
   لا ينفصل المكونات بالفلترة
4. **It is possible to make solutions of many different solute/solvent compositions**
   من الممكن عمل محاليل من من تركيبات مختلفة من المذاب والمذيب
5. **Solutions are transparent (even if colored).**
   المحاليل شفافة حتى لو كانت ملونة
6. **Solutions can be separated into pure components (e.g., distillation, chromatography).**
   يمكن فصل المحاليل لمواد نقية بواسطة التقطير او عن طريق الفصل الكروماتوغرافى (باللون)
   This separation is a physical change.
   وهذا الفصل يسمى تغيير فيزيائى

Concentration التركيز

is the amount of solute in a given amount of solution (rarely "in amount of solvent").

التركيز هو كمية المذاب فى كمية محدد من المحلول (نادرا ماتحسب فى كمية المذيب لانه باذافة المذيب على المذاب تزداد الكمية)

Dr/Sally 0583761260

UNITS: الوحدات

- **Percent Composition: التركيب النسبى**

A) % mass (w/w) نسبة الكتلة

% mass (w/w) = (mass of solute/mass of soln) x 100

B) % volume (v/v) نسبة الحجم

% volume (v/v) = (volume of solute/volume of soln) x 100

C) % mass/volume (w/v) نسبة الكتلة اى الحجم

% mass/volume (w/v) = (mass of solute/volume of soln) x 100

- **Molarity (M) المولارية**

Molarity (M) = moles of solute/liter of soln (v)

هى عدد مولات المذاب لكل لتر من المذيب

- **Molality (m)**

Molality (m) = moles of solute/kg of solvent

المُولالِيَّة (عَدَدُ المولاتِ الذائبة في كيلوغرام من المُذيب)

- **Parts per million (ppm) اجزاء من المليون**

Parts per million (ppm) = (mass of solute/mass of soln) x 10^6

- **mole fraction (x) الكسر المولى**

mole fraction (x) = moles of solute/total moles of soln

Dr/ Sally 0583761260

- **Mass per volume (mg/L)** **الكتلة بالنسبة للحجم**

Mass per volume (mg/L) = mass of solute/liter of soln

- **Normality (N)** **عيارية المحلول**

Normality (N) = equivalents of solute/liter of soln

العيارية هى مكافئات المذاب لكل لتر من المذيب

ملحوظات مهمة

- **M = m** when the solvent is distilled H_2O since its density = 1 then, 1 L = 1 kg (NOT salt H_2O).
- ppm = 10^3 ppb (part per billion) = 10^6 ppt (part per trillion)
- Mass (moles) of soln = mass (moles) of solute + mass (moles) of solvent
- Common mass ratios for solutions and solids are:

Units	Solutions		Solids	
ppm	mg/L	µg/mL	mg/kg	µg/g
ppb	µg/L	ng/mL	µg/kg	ng/g
ppt	ng/L	pg/mL	ng/kg	pg/g

lly 0583761260

Example 1: An IV soln is prepared by dissolving 5.0 g glucose ($C_6H_{12}O_6$) in dist. H_2O to make 100 mL soln. Calculate

(a) molarity M,

(b) % w/v, and

(c) ppm of the IV soln.

Solution:

(a) Convert: g → moles of glucose.

هنحول الجلوكوز من الجرام للمول

Since, molar mass of $C_6H_{12}O_6$ = 180.0 g/mol

حيث ان الكتلة المولبة للجلوكوز = 180 جم/ مول

(b) Convert: ml→ L

100 ml = 100 x10^{-3} =

Then, number of moles عدد المولات $= \frac{mass\ in\ gram}{molar\ mass}$

$= \frac{5\ g}{180\ g/mol} = 2.78 \times 10^{-2}$ mol.

Thus, M = $\frac{\textbf{moles of solute}}{\textbf{L of soln}}$

$=(2.78 \times 10^{-2}\ mol)/(1.00 \times 10^{-2}\ L) = 2.78\ M$

(b) % w/v = (mass of solute/volume of soln) x 100 %

= (5.0 g glucose/ 100 mL soln) x 100 % = % 5.0

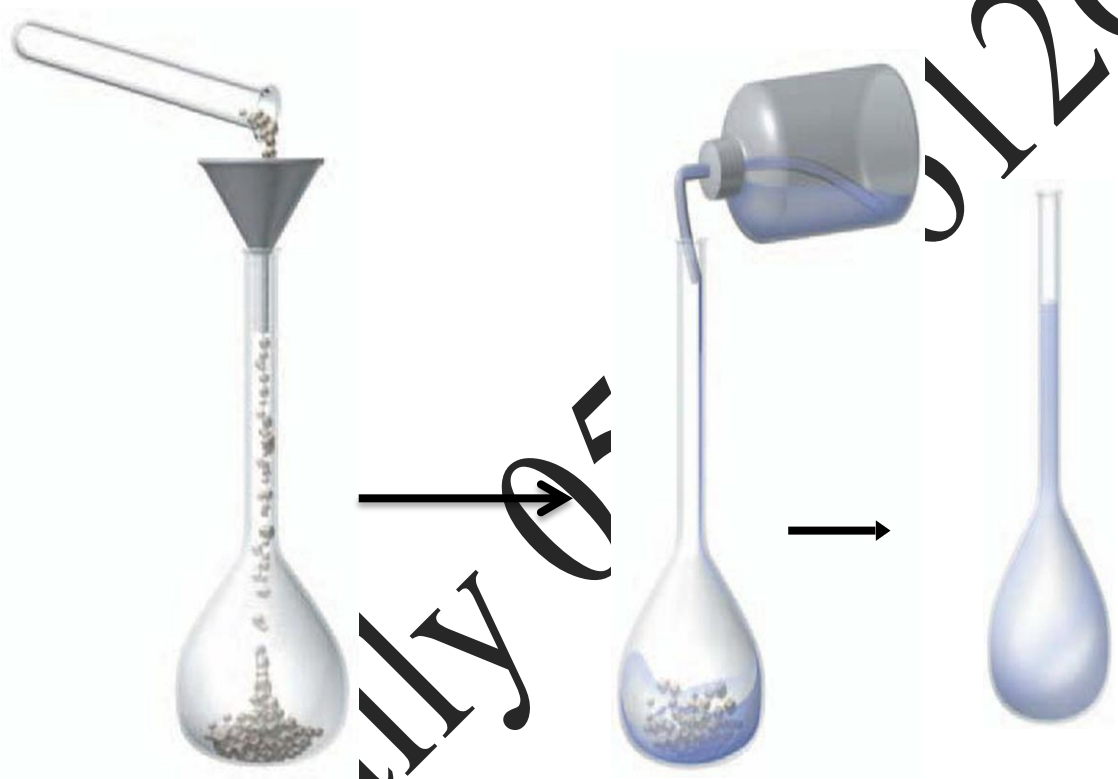
(c) ppm = (mass of solute/mass of soln) x 10^6 = (5.0 g/100 g) x 10^6

Dr/Sally 0583761

$= 5.0 \times 10^4$ [since d(H2O) = 100 mL = 100 g]

- d(H2O) = distilled water ماء مقطر

Preparing Solutions (1.0 M NaCl)
تحضير محلول 1 مولارية من كلوريد الصوديوم
(يعنى نذيب 1 مول من كلوريد الصوديوم فى لتر ماء)



(1) (2) (3)

(1)Weigh out 1 mole(58.45 g) of NaCl and add it to a1.0 L volumetric flask.

نوزن 1 مول (58.45 جرام)من كلوريد الصوديوم ونضيفهم الى قارورة معيارية (حوالى 1لتر)

(2) Add water to dissolve the Nacl then add water to the mark.

نضيف الماء لنذيب كلوريد الصوديوم ثم نضيف الماء لحد العلامة

(3) swirl to mix نحرك القارورة لنخلطهم

Dr/ Sally 05

Dilution التخفيف

- **Dilution:** is adding extra solvent to decrease the concentration of a soln.

التخفيف هو اضافة مذيب اضافة لتخفيف تركيز المحلول

- **The amount of solute remains constant before and after dilution, but the concentration decreases.**

(كمية المذاب تظل ثابتة قبل وبعد التخفيف لكن يقل التركيز (لان كمية المذاب تزيد

Before dilution **After dilution**

$$Conc_1 \times Vol_1 = Conc_2 \times Vol_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\%_1 \times V_1 = \%_2 \times V_2$$

- **Concentrations and volumes can be most units as long as they are consistent**

التركيزات والأحجام يمكن أن تكون فى معظم الوحدات طالما أنها متناسقة ومتناسبين

- **Example: How do we prepare 200 mL of a 3.5 M soln of acetic acid if we have a bottle of conc acetic acid (6.0 M) ?**

	Initial soln التركيز الاولى	***Final soln التركيز النهائى***
Concentration:	6.0 M	3.5 M
Vo	? L	0.20 L

Find: **L of initial acetic acid**

Solve: $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$6.0\ M \times V_1 = 3.5\ M \times 0.20\ L$

$V_1 = 3.5\ M \times 0.20\ L / 6.0\ M = 0.12\ L$

Dr/ Sally 0583761260

❑ Put 0.12 L (120 mL) of conc acetic acid in a 200-mL volumetric flask, add some water and mix, and then fill to the mark with water and swirll

نضع 120 مللى من حمض الاستيك المركز فى فلاسكة معيارية(200 مللى) ونضيف بعض من الماء ونمزجهم ثم نملا الفلاسكة بالماء لحد العلامة ونحركها حتى يمتزجوا

How H_2O Dissolves Ionic Compounds

كيف تقوم الماء باذابة المركبات الايونية

- **Consider NaCl (solute) dissolving in water (solvent).**

نعتبر ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) كذائب يذوب فى الماء كمذيب

- **The water H-bonds have to be interrupted,**

الروابط الهيدروجينية فى الماء ستضطرب وتتقطع

- **NaCl** dissociates into Na^+ and Cl^-,

يتحلل كلوريد الصوديوم الى ايون الصوديوم الموجب (كاتيونات) وايون الكلوريد السالب(انيونات)

- **Cat/Anions attract oppositely charged ends of H_2O molecules**

(Na^+….$^{\delta-}OH_2$ and Cl^-….$^{\delta+}H2O$).

تجذب الكاتيونات والانيونات بالتقابل النهايات المشحونة لجزيئات الماء

- When attraction forces of ions to **H_2O** molecules is greater than ionic bond (keeping ion in crystal),

عندما تكون قوى الايونات لجزيئات الماء اكبر بكثير من الرابطة الايونية (المسؤلة عن حفظ الايونات على هيئة كريستالة)

↓

The ions will be completely removed from the crystal and surrounded by **H_2O** molecules (**HYDRATED** ions).

سوف يتم ازالة الايونات كاملة من الكريستالات ويحاط بجزيئات الماء وتصبح (ايونات مميه)

- Such interaction between solute and solvent is generally called **Solvation**.

مثل هذا التفاعل بين الذائب والمذيب يسمى عامة الاذابة او الذوبانية

Dr/ Sally 0583761260

How H_2O Dissolves Covalent Compounds

كيف تقوم الماء باذابة المركبات التساهمية

- **Covalent bonds do not dissolve in water, but some covalent** compounds **do.**

الروابط التساهمية لاتذوب فى الماء ولكن بعض المركبات التساهمية تذوب

➢ **Molecules should have no more than 3 C atoms for each O, N, or F atom.**

الجزيئات لابد ان لاتحتوى على اكثر من 3 ذرات كربون لكل ذرة اكجسين, نيتروجين او فلور

➢ **Examples: Acetic Acid CH_3COOH is soluble**

حمض الاسيتيك ذائب فى الماء

but benzoic acid C_6H_5COOH is not. لكن حمض البنزويك غير ذائب فى الماء

➢ **Although table sugar, $C_{12}H_{22}O_{11}$, contains a large number of C atoms, it is very soluble in H_2O.**

بالرغم من سكر المائدة يحتوى على عدد كبير من ذرات الكربون الا انه ذئب جدا فى الماء

because it has many O atoms and O-H bonds that can form many H-bonds with H_2O

لانه (سكر الماذدة) يحتوى على العديد من ذرات الاكسجين والرابطة O-H والتى تستطيع تكوين العديد من الروابط الهيدروجينية مع جزيئات الماء

- **Compounds rarely react with H_2O giving ions**

مركبات نادرا ماتتفاعل مع الماء ومعطية ايونات

E.g. 1 $HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow Cl^-(aq) + H_3O^+(aq)$

E.g. 2 $SO_3(g) + 2H_2O(l) \rightarrow HSO_4^-(aq) + H_3O^+(aq)$

ثلاثى اكسيد الكبريت

Dr Sally 0583761260

Lecture 10

Solubility الذوبانية

❑ **Solubility:** the maximum amount of a solute that dissolves in a given amount of solvent at a given temperature**.**

هى اقصى كمية من المذاب والتى يمكن ات تذوب فى كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة معينة

 Solubility is a physical constant.

الذوبانية هى ثابت فيزيائى

- **Soluble substances:** المواد القابلة للاذابة

  When one substance (solute) dissolves in another (solvent) عندما تذوب مادة (المذاب) فى مادة اخرى (المذيب)

  (e.g., table salt or table sugar in water) مثل ملح الطعام او سكر الطعام فى الماء

- **Insoluble substances:** المواد الغير قابلة للاذابة

  When one substance does not dissolve in another.

  عندما لاتذوب مادة ما فى المادة الاخرى

  (e.g., sand in H_2O) مثل الرمل فى الماء

 If both the solvent and solute are liquids the terms miscible / immiscible are used.

لو كان كلا المذيب والمذاب سوائل فان **المصطلحات قابل للمزج وغير قابل للمزج** تستخدم

Dr/ Sally 0583761260

د/ سالى : تدريس الطالبات اللغة الانجليزية الكيمياء الفيزياء
تتوفر ملخصات مترجمة للاحياء و الكيمياء والفيزياء
0583761260

Factors Affecting Solubility العوامل الموثرة فى الذوبانية

1. **Nature of solute/solvent طبيعة المذاب والمذيب**
2. **Temperature درجة الحرارة**
3. **Pressure الضغط**

1. Nature of solute/solvent طبيعة المذاب والمذيب

The rule is ***"like dissolves like"***. القاعدة المثل يذوب فى المثل

➢ **Polar compounds dissolve in polar compounds**

المركبات القطبية تذوب فى المركبات القطبية

(e.g., C_2H_5OH الايثانول or $C_{12}H_{22}O_{11}$ السكروز in H_2O).

مثل الايثانول والسكروز فى الماء

➢ **Nonpolar compounds dissolve in nonpolar compounds**

المركبات الغير القطبية تذوب فى المركبات الغير قطبية

(e.g., C_6H_6 in CCl_4).

مثل البنزين العطرى فى رباعى كلوريد الكربون

➢ **Most ionic compounds (e.g., NaCl) dissolve in water by dissociation into their ions.**

معظم المركبات الايونية (مثل كلوريد الصوديوم) تذوب فى الماء عن طريق الانحلال الى ايوناتها

➢ **Small covalent compounds that can form hydrogen bond dissolve in water**

المركبات التساهمية الصغيرة التى تستطيع ان تكون رابطة هيدروجينية تذوب فى الماء

Dr/ Sally 0583761260

(e.g., NH_3 in H_2O). مثل الامونيا(النشادر) فى الماء

2.Temperature درجة الحرارة

A) Solids or liquids in liquids:

اذابة المواد الصلبة اوالسائلة فى سائل

■ **Solubility increases with increasing temperature.**

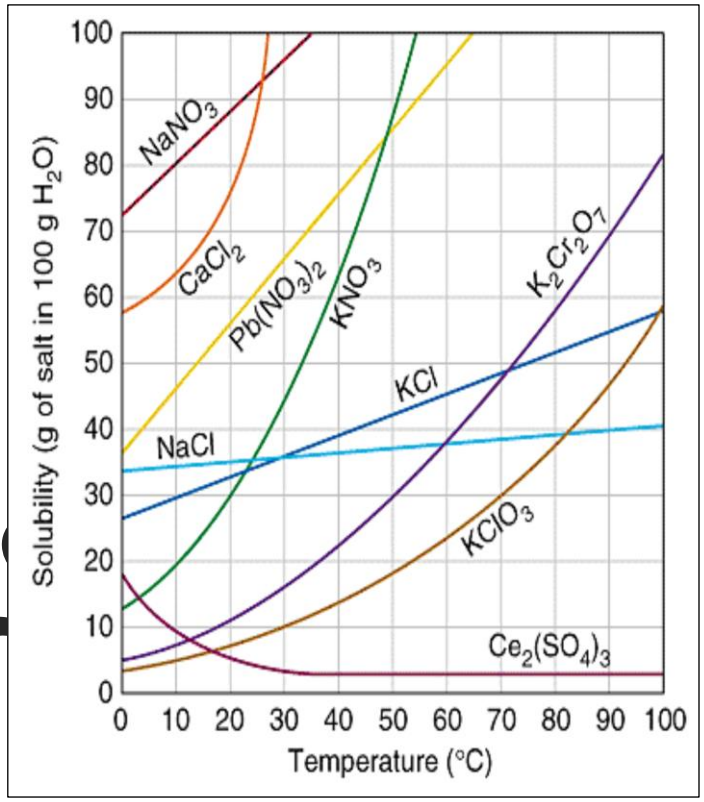
ستزداد الذوبانية مع زيادة درجة الحرارة

■ **MOST salts have greater solubility in hot water.**

معظم الاملاح لديها درجة ذوبانية عالية فى الماء الساخن

■ **A FEW salts become less soluble with increasing temperature**

قليل من الاملاح التى تقل ذوبانيتها بزيادة درجة الحراة



Example: مثال

➢A solution containing 71.3 g of NH_4Cl in 100 g of water at 90 °C will be saturated.

محلول يحتوى على 71.3 جرام من كلوريد الامنيوم فى 100 جرام من الماء عند درجة حرارة 90 درجة مئوية سوف يكون مشبع

➢ If the temperature drops to 20 °C, the saturation level of NH_4Cl drops to 37.2 g.

لو انخفضت درجة الحرارة الى 20 درجة مئوية فان مستوى التشبع لكلوريد الامونيا سينخفض الى 37.2 جرام

➢ Therefore, 24.1 g of NH_4Cl will precipitate.

ولذلك سوف يترسب 24.1 جرام من كلوريد الامونيوم

Dr Sally

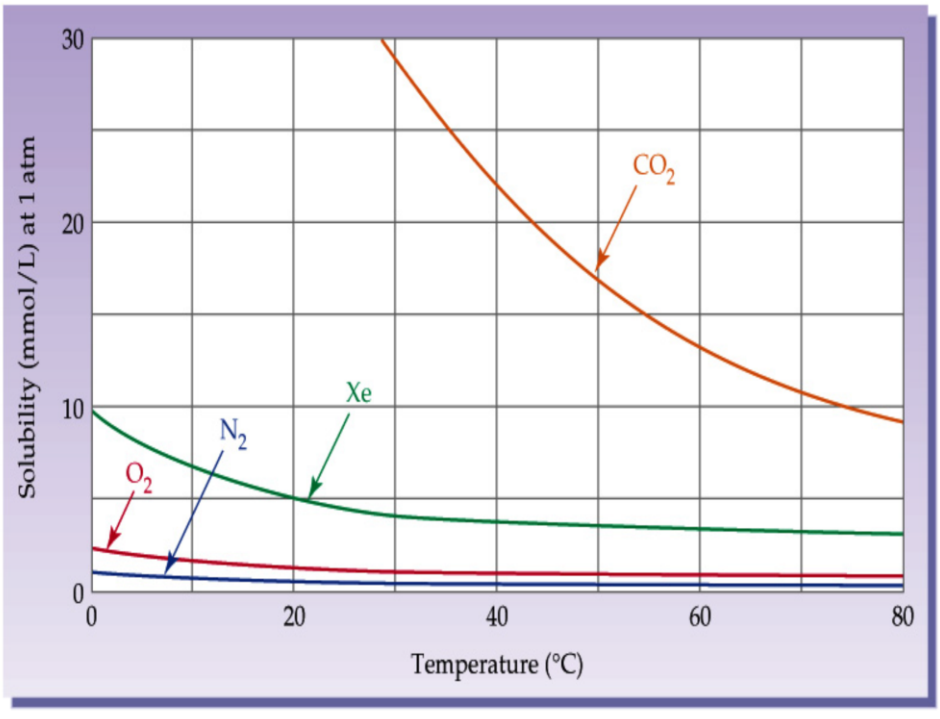
❖ **Crystallization: التبلور**

- ✓ to purify a solid, chemists often make a saturated soln of it at high temperature; when it cools, the precipitated solid will have much less impurity than before.
- ✓ لتنقية المواد الصلبة يقةم الكيميائيون عادة بعمل محلول مشبع من هذة المادة الصلبة عند درجة حرارة عالية وعند تبريدها فان المادة المترسبة سوف تحتوى على شوائب اقل من ذى قبل

B) Gases in liquids: لو غازات ذائبة فى سائل

❑ **Solubility decreases with increasing temperature.**

ستقل الذوبانية بزيادة درجة الحرارة



0583761260

3.Pressure الضغط

1) Pressure has little effect on the solubility of liquids and solids.

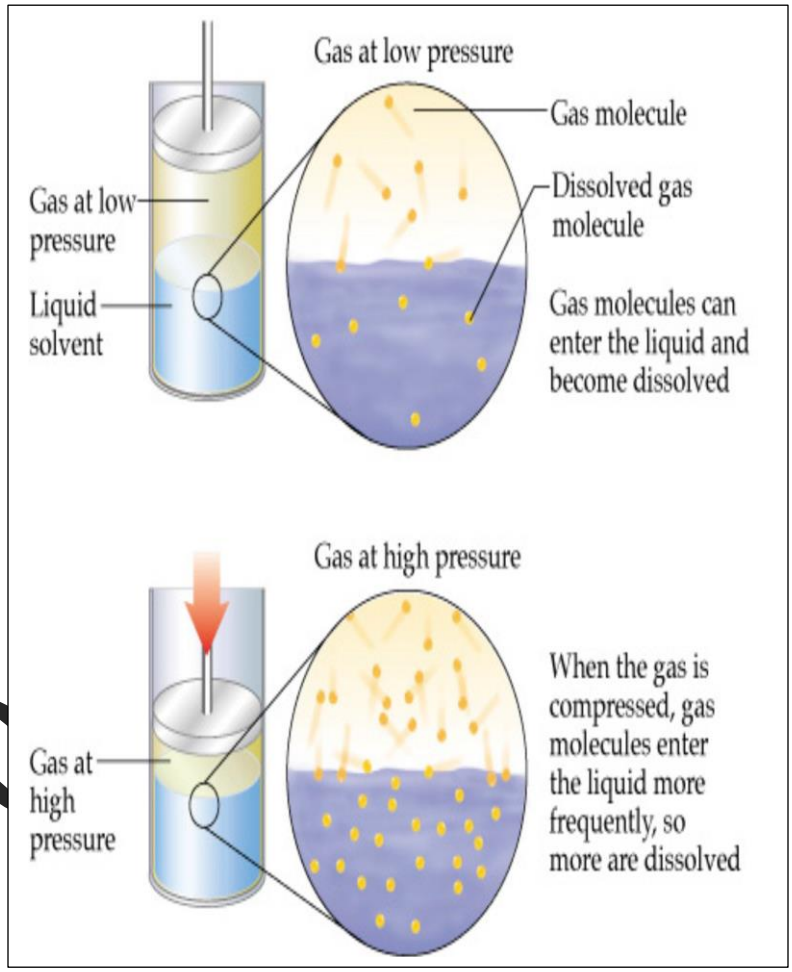
لدى الضغط تاثير قليل على ذوبانية السوائل والمواد الصلبة والكن الغازات تداد زوبانيتها بزيادة الضغط

2) **Henry's Law:قانون هنرى**

The solubility (Sg) of a gas in a liquid is directly proportional to the pressure (Pg)

ذوبانية الغاز تتناسب طرديا مع الضغط

$$S = kP$$



❑ **Thermal Pollution:التلوث الحرارى**

When the temperature of water increases, because of output from, e.g., a power plant عندما تزداد درجة حرارة الماء (بسبب مسببات خارجية) مثل مصانع الطاقة

↓

O2 solubility decreases and may become so low that fish die.

تقل ذوبانية غاز الاكسجسن فى الماء ومن المحتمل ان يصبح ضئيل جدا فى الماء ممايجعل الاسماك تموت

Dr/Sa

المحاليل الغروية Colloids

- **Are homogeneous mixtures containing particles ranging from 1 to 1000 nm.**

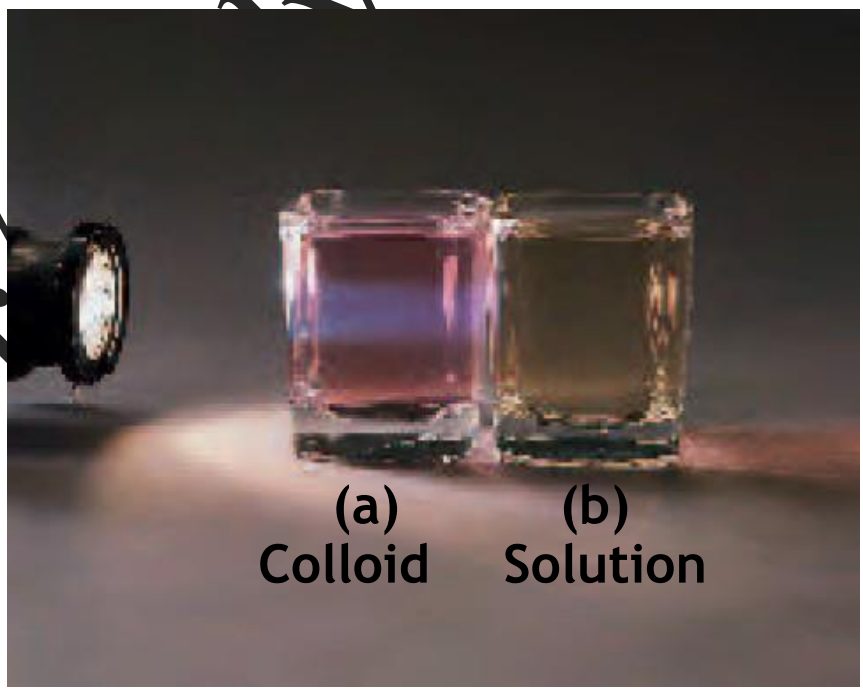
هى خليطات متجانسة التى تحتوى على جزيئات تتراوح من 1 الى 1000 نانومتر

- **Characteristics of colloidal systems: خصائص الانظمة الغروية**

1. **They scatter light and therefore appear turbid, cloudy, or milky.**
   تبعثر الضوء ولذلك تظهر عكرة مغيمة او لبنية
2. **They form stable dispersions; i.e., they do not form separate phases that settle out.**
   تكون تشتتات ثابتة بمعنى انها لاتكون مراحل منفصلة والتى تترسب

- **When the size of colloidal particles is > 1000 nm, the system is unstable and separates into phases which called suspension.**

عندما تكون حجم جزيئات الغرويات اكبر من او يساوى 1000 فيصبح المحلول غير ثابت وينفصل الى مراحل تسمى معلقات



Dr/ 0583761260

Tyndall Effect & Brownian Motion (للمحاليل الغروية) تأثير تيندال وحركة براونى

❑ Tyndall Effect تاثير تيندل :

light passing through and scattered by a colloid viewed at a right angle.

الضوء المار خلال والمبعثر بواسطة المحلول الغروى يتم رؤيته بزاويه قائمة

When a shine light through a colloid and look at the system from a 90^o angle

عندما يمر ضوء لامع خلال محلول غروى وعند النظر للمحلول بزاوية 90 درجة

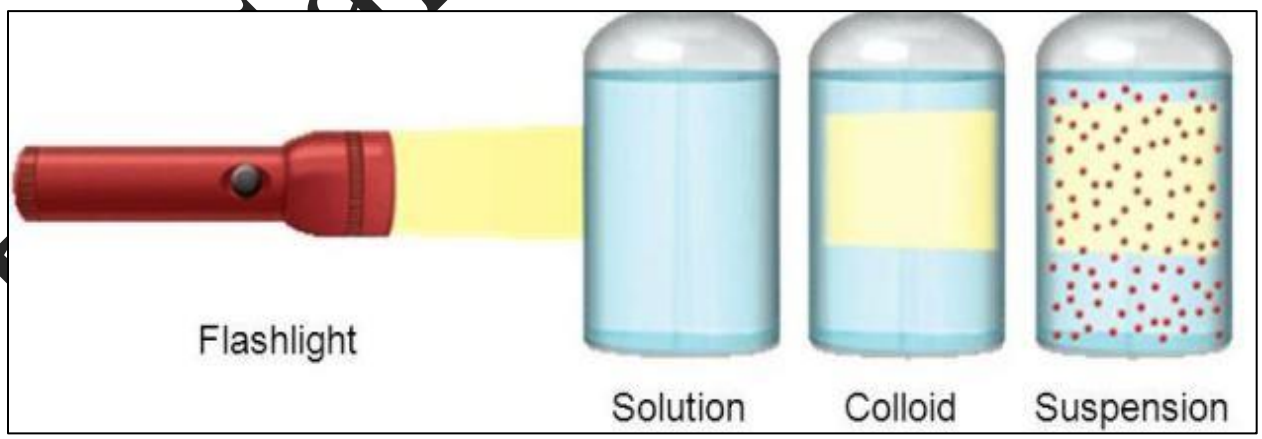
the light pathway is seen without seeing the individual particles.

فانه يتم مشاهدة مسار الضوء دون رؤية الجسيمات الفردية.

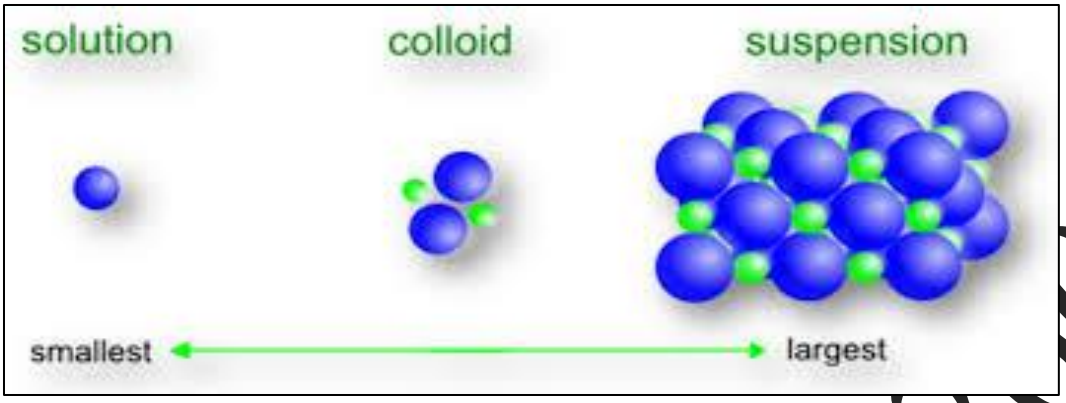
❑ Brownian Motion الحركة البراونية :

is the random motion of any particle suspended in colloidal solutions.

هى الحركة العشوائية لأى جزئ معلق فى محاليل الغرويات



Dr. Sally 0583761260



انواع المحاليل الغروية Types of Colloidal Systems

Type النوع	Example مثال
Gas in liquid غاز فى سائل	**Whipped cream** كريمة الخفق
Gas in solid غاز فى مادة صلبة	**Marshmallows** حلوى المرشيمللو
Liquid in gas سائل فى غاز	**Cloud, fog** السحاب والضباب
Liquid in liquid سائل فى سائل	**Milk, mayonnaise** اللبن والمايونيز
Liquid in solid سائل فى مادة صلبة	**Cheese, butter** الجبنة والزبدة
Solid in gas مواد صلبة فى غاز	**Smoke** الدخان
Solid in liquid مواد صلبة فى سائل	**Jelly** جلى
Solid in solid مواد صلبة فى مواد صلبة	**Dried paint** الدهانات الجافة

Dr/Sally 0583761260

د/ سالى 0583761260

Comparison between Solutions, Colloids, and Suspensions

المقارنة بين المحاليل والرغويات والمعلقات

#	Property	Solution	Colloid	Suspension
1	Particle size (nm) حجم الجزيئات	0.1-1.0	1 -1000	>1000
2	Filterable with ordinary paper هل يمكن فلترته بورقة عادية	No	No	Yes
3	Homogeneous متجانس	Yes	Borderline	No
4	Settles on standing	No	No	Yes
5	Behavior to light	Transparent	Tyndall effect	Translucent (opaque غير شفاف)
6	Example	Salt soln	Starch soln	Muddy water

Dr 0583761260

B. Properties of solution, colloids, and suspensions

Solutions	Colloids	Suspensions
Do not separate on standing	**Do not** separate on standing	Particles settle out
Cannot be separated by filtration	Cannot be separated by filtration	**Can** be separated by filtration
Do not scatter light	Scatter light (Tyndall effect)	**May** scatter light, but are not transparent

Example: Is a 0.5% w/v solution of KCl (a) hypertonic, (b) hypotonic, or (c) isotonic compared to red blood cells (K = 39.1 and Cl = 35.5, RBC have 0.3 osmol)?

Solution:

- **0.5% w/v: 0.5 g KCl in 100 ml soln**

Then, 5.0 g KCl in 1000 ml (1.0 L) soln

- **(5.0 g KCl/1.0 L soln) x (1.0 mol KCl/74.6 g KCl)**

= 0.067 mol KCl/L = 0.067 M

1 mole KCl (solid) → K+(aq) + Cl-(aq) (2 moles)

- **Osmolarity الاسمولية = M x i = 0.067 x 2 = 0.13 osmol**
- **Osmolarity (KCl soln) < osmolarity (red blood cells"0.3")**

Therefore, the KCl soln is hypotonic**.**

Dr/Sally 0583