

PHYSICAL PHARMACY

MORPHINE ACADEMY

MORPHINE
ACADEMY

راح اعمل هايلايت بهاد اللون للكلمات
اللي حسيت انه ممكن الدكتور يركز على إملائها
(اجتهاد شخصي لا اكثر)

ركزوا على ال curves

States of Matter

Dr Nizar Al-Zoubi

نوع الروابط
عوامل التأثير على الحالة
عدد الجزيئات
الماكرو الجزيئية

Binding forces between molecules

- For molecules to exist as aggregates in gases, liquids, and solids, intermolecular forces must exist.
- These intermolecular forces involve both attractive and repulsive forces.
- These forces must be balanced in an energetically favored arrangement for the molecules to interact.

covalent

ببب ايونز و
التي بها تفرق

لحمية حالة
الحالة

تتكرر ببنية الجزيئات
بسبب زيادة الـ KE

lowest energy

egm.

منه ظلال

حتى تفهم العالمة

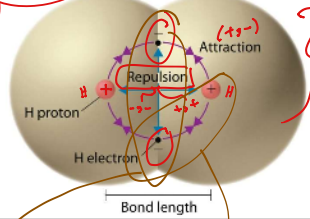
اولا + بنا اثناء اقتراب atoms سواء او molecules سواء بعض يجاذب ثم تتساوى اذا صار في التوازن (تسمى فيه الاتزان)

كلما قربت شي من شي اخر من بعضنا راح نفس الشحنة المحتملة تجذب من بعضنا راح نفس الشحنة المحتملة تجذب

والذي بعد هذا راح تتكرر رايها ان لا هي الشحنة بين اتي كسب

Repulsive and Attractive Forces

- When two atoms or molecules are brought closer together, the opposite charges and binding forces in the two molecules are closer together than the similar charges and forces, causing the molecules to attract one another.
- When the molecules are brought so close that the similar charges touch, they repel each other like rigid elastic bodies.
- At a certain equilibrium distance, (about 3-4 Å), the repulsive and attractive forces are equal. At this position, the potential energy of the two molecules is a minimum and the system is most stable.



راي يفرطوا الى

وصف سلوك الجزيئات عند اقترابها لبعضها البعض.

الاصغر +

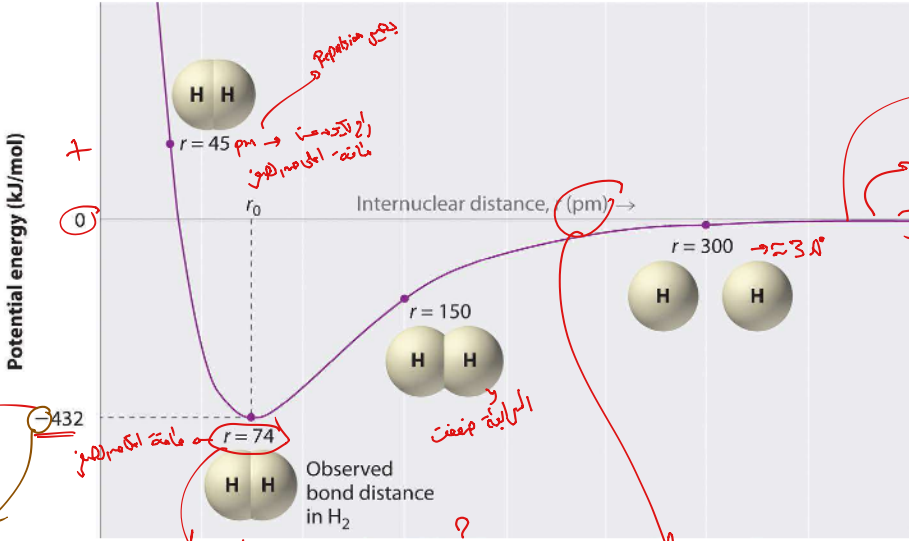
ليست بعض تافه؟

↓ distance → Repulsion ↑
↑ distance → Repulsion ↓
Repulsion = Attraction
(3-4 Å)
Σ KE

تحت التوازن

Repulsion Attraction راح يوازن حاد

Repulsive and Attractive Forces



potential Energy is the minimum.

very stable.

Repulsion = Attraction
(3-4 Å)

432 kJ/mol يعني انت محتاج 432 كجول لتفكك جزيء الهيدروجين

عندما قربت جزيئات الهيدروجين بعضهن البعض راح يتجاذبن بعضهن البعض راح يتجاذبن بعضهن البعض راح يتجاذبن

نواة ذرة
نواة ذرة
المسافة بين النواتين
internuclear distance
وفاصل بين نواتي ذرتي هيدروجين (pm) = 74

Potential

r_0 : the eqn. bond length ((when no atomic vibration))
 r : the average bond length at an elevated T .

↑ KE → increased:
 Average vibrational energy of the bonds increases.

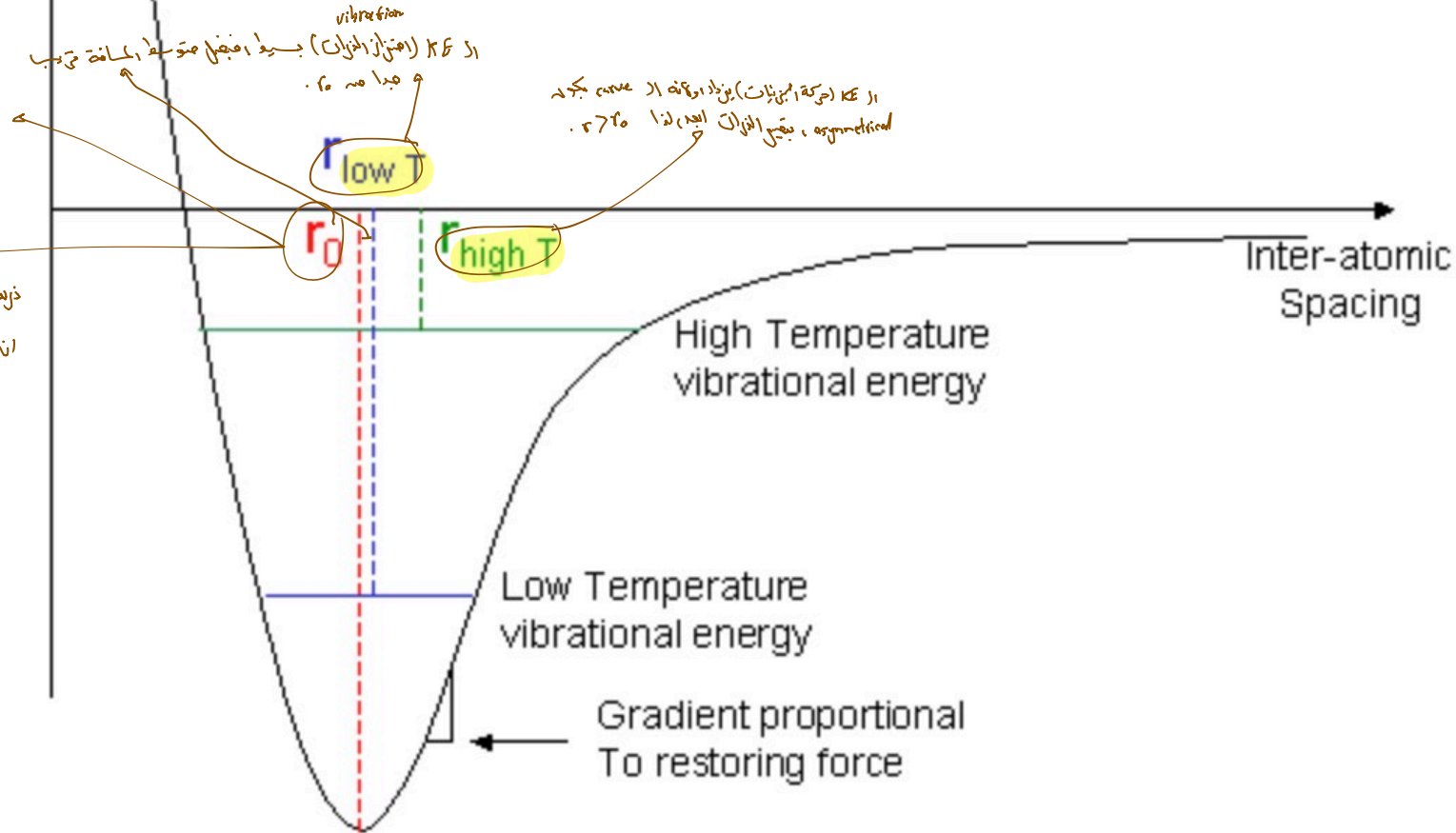
↓
 so this will cause the material to expand.

- 1) attractive force = repulsive force.
- 2) potential energy is the minimum.
- 3) the system is most stable.

vibration
 KE (حركة الاهتزازات) جود افضل متوسط المسافة يجب
 جود لا

KE (حركة الاهتزازات) جود لا، وانه الـ curve يكون
 asymmetrical، بقى الاهتزاز ابيء لدا $r > r_0$.

يعني الاهتزاز الطبيعي للمادة يسا
 ذريتها، يعني المسافة التي تفصلها، والذريتها
 انه يكونها كلها.



$T \uparrow$

- ↑ vibrational energy
- ↑ Average bond length ($r > r_0$)
- ↑ Thermal expansion
- ↓ Hardness (نعمتة ابيء و، المرونة)

slope → ↑ hardness ↓ slope → ↓ hardness

لا تسمى القوى حلال للملح، ضارفاً.

Intermolecular forces

Intermolecular forces can be divided into:

- Van der Waals forces
- Ion-dipole interaction
- Ion-induced dipole interaction
- Ion-ion interaction
- Hydrogen bonds

عزيم تحت + عزيم تحت -
- بين البنزين +

ناقص باره
شحنة
كاملة
عائضا باره

polar-polar

polar-non polar

non polar-non polar

تم التصنيف حسب الشحنة المتفاعلة مع بعضها.

Van der Waals forces

- Van der Waal interactions are weak forces that involve the dispersion of charge across a molecule called a dipole.
- Van der Waal interactions can be classified into:
 - A Dipole-dipole interaction, orientation effect, or **Keesom force**
 - B Dipole-induced dipole interaction, induction effect, or **Debye force**
 - C Induced dipole-induced dipole interaction, dispersion effect, or **London force**

Dispersion of charges

تتوزع الشحنة في جزيء فان دير وايلز

Dispersion effect

تتوزع في London Forces

HCl - HCl
polar-polar

H₂O - O₂
polar-non polar

I₂ - I₂
non polar-non polar

1 2 3

Keesom force

2 3 non polar

Debye force

3 2 1 Induced dipole-induced dipole interaction, dispersion effect, or London force

1 2 3

Debye force

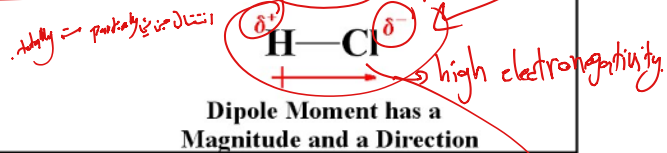
London force

قوى الترابط بين الجزيئات، ولها بقاء جزيئات
روابط ضعيفة

الاسم	لماذا تسمى بهذا الاسم؟
Orientation effect (Keesom)	لأن الجزيئات القطبية يجب أن تنجح (Orient) بحيث يقابل + مع -.
Induction effect (Debye)	لأن الجزيء القطبي يستحث الجزيء غير القطبي (Induce) ويكون فيه Dipole مؤقت.
Dispersion effect (London)	لأن تشتت (Dispersion) الإلكترونات يولد Dipole مؤقتا.

Van der Waals forces

- **Keesom forces** occur between polar molecules in which the permanent dipoles interact with one another (dipole-dipole interactions) or (orientation effect).
- Polar molecules have polar covalent bonds which are unevenly distributed in space due to the difference in the electronegativity of the atoms forming the bond e.g. HCl.
- The nucleus of the chlorine atom pulls the electron pair involved in the chlorine-hydrogen bond closer to itself and creates a permanent partial positive charge on the hydrogen and a permanent partial negative charge on the chlorine (**Permanent dipole**),



و جیسا کہ $\delta^+ \text{H} - \text{Cl} \delta^-$ الی ٹکڑوں Keesom Forces

Van der Waals forces

- The Partial opposite charges (permanent dipoles) attract one another (**dipole-dipole interactions**)
- The dipole-dipole forces increases as the polarity of the molecule increases.
- **Keesom forces** are much weaker than ionic bonds because the charges involved in bonding are partial.



ہم اینجا با تمام دنیا
کمی دی-دی-ای
الکترولیت

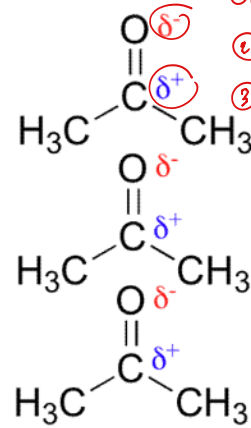
سب الیکٹرون جو الکترولیت
+ - - - -
+ - - - -
- - - - -

دipole-dipole forces
جیسا کہ molecule
صاف ہی یعنی کما دار میزہ الکترولیت
الکترولیت

Van der Waals forces

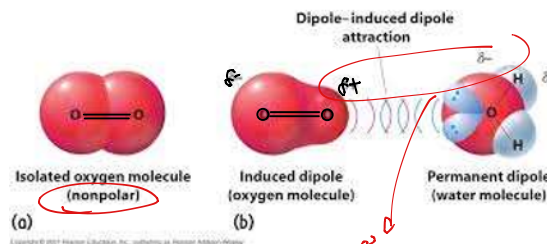
- Example of Keesom forces

- Acetone



Van der Waals forces

- **Debye** forces occur between a polar and a nonpolar molecule in which the permanent dipole in the polar molecule induce an electric dipole in the non polar one (dipole-induced dipole interactions) or (induction effect) e.g. water and oxygen.



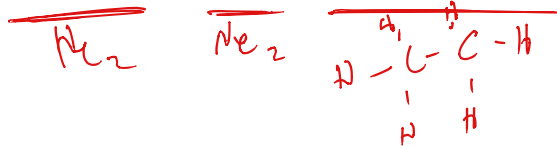
بجانب جزيئات بسبب الاستقطاب

Van der Waals forces

much weaker.

بجانب رابطة الهيدروجين مع نوع المركب.

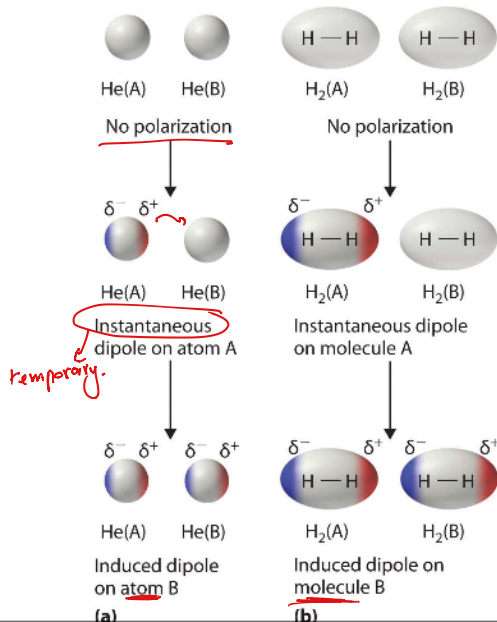
London forces occur between two nonpolar (neutral) molecules in which molecules can induce polarity on each other (*induced dipole-induced dipole interactions*) or (*dispersion effect*). e.g. Helium, Neon, hydrocarbons...



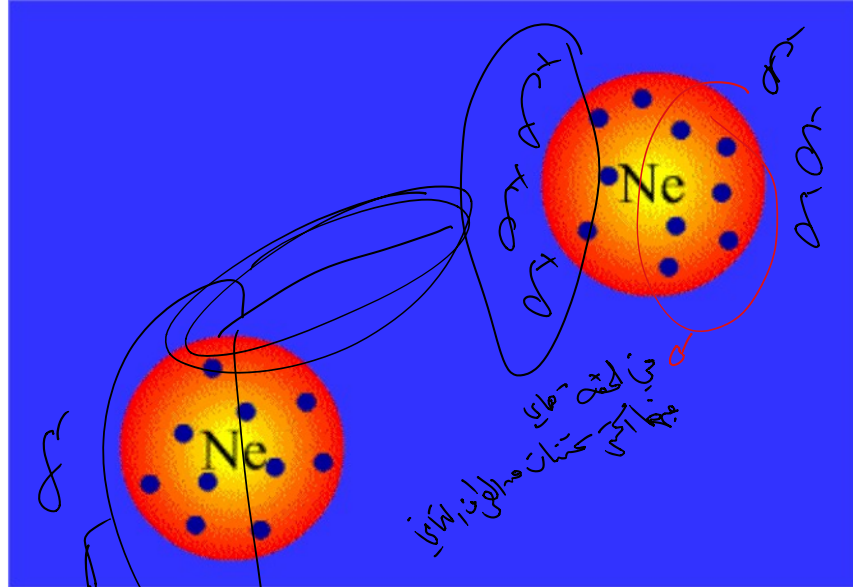
Van der Waals forces

- This attraction is produced by **temporary asymmetry** in the distribution of the electrons around the nucleus.

مع عدم تماثل في توزيع
حالات الإلكترونات.



Van der Waals forces



نوع الجزيئات	القوى الموجودة
Nonpolar + Nonpolar	London فقط
Polar + Polar	London + Dipole-Dipole
Polar + Nonpolar	London + Debye

Van der Waals forces

- London forces** occur between **all** atoms and molecules (between polar/polar and polar/nonpolar molecules as well)
- The **larger** the atom or molecule, the greater its **polarizability** (easier to induce a momentary dipole) and the stronger the dispersion forces become.
- This is because:
 - The electrons are farther from the positive nucleus and so are held **less strongly**.
 - The number of electrons is **greater**.
- London Force is the **weakest** of all the intermolecular forces.

افضل
الذي هو London
بشكل سهل.

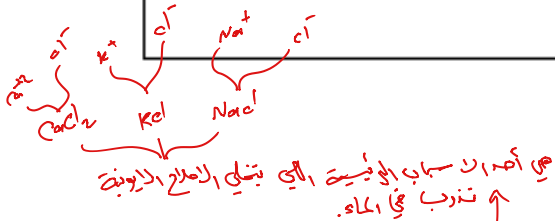
سبب الذرات الكبيرة يعني London أقوى؟

كلما كانت أكبر - يعني الرقعة
أبعد من النواة (+) ، فبذلك
سهل ، وبالتالي يتكون dipole
بسهولة ، ولأنه
كلما تكونت بسهولة ،
بقي London أقوى.
size ↑
polarization ↑ → induction ↑
→ dispersion ↑

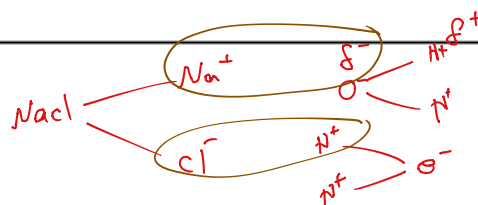
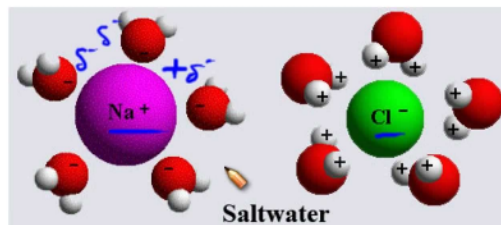
الذرة الكبيرة فيها إلكترونات أكثر.
وبالتالي احتمال حدوث عدم تساوي في توزيع الإلكترونات أكبر.
فيكون Dipole مؤقت بسهولة أكبر

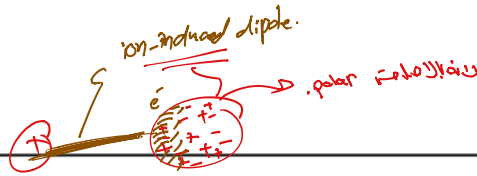
#

- Ion-dipole forces occur between a charged ion, and a polar molecule (i.e. a molecule with a dipole). Cations are attracted to the negative end of a dipole, while anions are attracted to the positive end of a dipole.



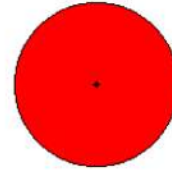
- These types of interactions account in part for the solubility of ionic crystalline substances in water; the cation, for example, attracts the relatively negative oxygen atom of water and the anion attracts the hydrogen atoms of the dipolar water molecules.



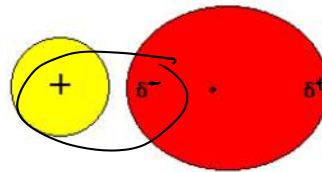


Ion-Induced dipole

- **Ion-Induced dipole forces occur between a charged ion and a nonpolar molecule.**
- These forces result when the approach of an ion induces a dipole in an atom or in a nonpolar molecule by disturbing the arrangement of electrons
- Ion-induced dipole forces are presumably involved in the formation of the iodide complex
- $I_2 + K + I^- = K + I_3^-$



Spherical atom with no dipole. The dot indicates the location of the nucleus.



Upon approach of a charged ion, electrons in the atom respond and the atom develops a dipole.



partially to totally

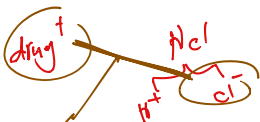


اقول انهم الى ايجاب

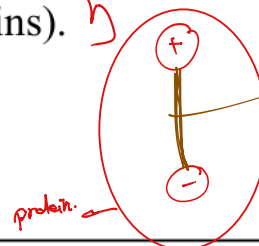
Ion-ion interactions

- A cation on one compound will interact with an anion of another compound.
- Ion-ion interactions may be intermolecular (e.g. a hydrochloride salt of a drug) or intramolecular (e.g., a salt bridge interaction between counter ions in proteins).

لا تميزه الا solubility بتا drug



ion-ion force as intermolecular force.



ion-ion interactions as intramolecular force.

Hydrogen bond

- Hydrogen bonds are responsible for many unusual physical properties of water including its abnormally low vapor pressure, high boiling point, and the greater volume of ice water. 100 °C
- Hydrogen bonding is stronger than all Van der Waals intermolecular forces (they are given their own classification), but are still weaker than ionic and covalent bonds.

لأنه كمية الجزيئات في الماء كبيرة
مما يجعله يمتص الحرارة ببطء.

معظم الثلج يتكون من جزيئات الماء،
لأنه الكثافة منخفضة جداً.
هذا يفسر خاصية الماء في التمدد عند التجمد.

Bond energies

- Bond energy is a measure of the strength of bond.

Intramolecular forces:

Ionic > covalent > metallic

Intemolecular forces:

- Ion-dipole > ion-induced dipole > hydrogen bond > keesom > Debye > London

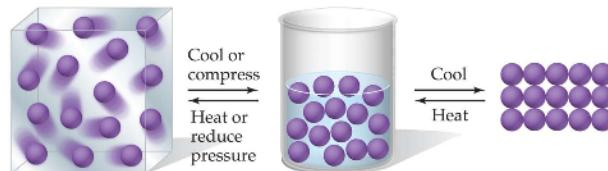
-كيف ممكن نحول ما بين حالات المادة الثلاثة؟

عن طريق التأثير على الروابط ، يعني الحالة الغازية بتكون الجزيئات بعيدة عن بعضها وبيناتها مسافات جدا كبيرة ، ف أنا لما بدي اخيها تعمل روابط مع بعضها شو لازم اعمل؟ اكبسها/اضغطها او أبردها، لما اكبسها/اضغطها بخليهم يقربوا على بعض وبالتالي راح اخليهم يقدروا يعملوا روابط مع بعضهم ويتحولوا للحالة السائلة ، وهاي الحالة بتفسر لما تمسك جرة الغاز وتهزها راح تسمع صوت سائل جواتها بتحرك، ليش؟ لانه هاد غاز مضغوط (كميته كبيرة بس انضغط فتحول للحالة السائلة ،، او عن طريق اني أبرد هاي المادة ، ايش بعمل؟ بسحب الحرارة من هاي الجزيئات، فلما اسحب الحرارة من هاي الجزيئات أنا بكون قاعد بسحب بالطاقة الحركية تبعها ، وبالتالي الحركة العشوائية راح تقل وبعدين يقربوا على بعض ويتحول للحالة السائلة ، وإذا بردتها أكثر وأكثر وسحبت منها طاقتها الحركية أكثر وأكثر راح تتحول للحالة الصلبة ، صبغا اذا بدي اشي بالعكس بعل عكس اللي عمله (لا بعتد الحالة الصلبة بعين الاعتبار KE ----)

States of Matter

- Three primary state of matter

1) Gaseous state 2) Liquid state 3) Solid state



Gas
Total disorder, much empty space; particles have complete freedom of motion; particles far apart

Liquid
Disorder; particles or clusters of particles are free to move relative to each other; particles close together

Crystalline solid
Ordered arrangement; particles are essentially in fixed positions; particles close together

- Other mesophases:

Liquid crystals, Supercritical fluids

حالة وسطية بين الحالة الغازية والحالة الصلبة
المادة في شكل crystals (طبيعية)
تحتفظ بحركة جزيئاتها crystals عندهم سائل

عندما نحصل على خاصية من الحالة الغازية وخصائص من الحالة الصلبة
تتغير كزيادة الغاز
(diffusion)

لذلك : liquid + solid

The gaseous state

- Gases are described as molecules that have high kinetic energy → rapid motion of molecules.
- Gas molecules exert relatively small forces on each other (molecules try to act independently of one another).

General properties

- A gas mixes rapidly and completely with any other gas.
- A gas uniformly fills any container and assumes its shape (volume).
- Gas is the only state that is compressible.
- The vigorous motion produces a pressure called vapor pressure.

$$\frac{\text{Energy}}{\text{Area}} = \text{V.P.} \rightarrow \text{V.P. Energy}$$

Pressure units

- The SI unit is the Pascal (Pa) where:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2} = \frac{\text{قوة}}{\text{مساحة}} \rightarrow \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- The relationship of other commonly used pressure units to the Pascal is as follows:

$$\square 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\square 1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} = 133.32 \text{ Pa}$$

$$\square 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\square 1 \text{ psi} = 6894.76 \text{ Pa}$$

- Standard atmospheric pressure is $760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr} = 1.013 \text{ bar} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

يمكن تعيين سائل بال bar و Pa
الباد بال psi ، العلاقة بينهم ان
1 bar $\rightarrow$ 10⁵ Pa
لعبير بتول psi $\rightarrow$ Pa

منها صلابت تحفظوا هي التحويلات.

Ideal gas

- Ideal gas is a gas where no intermolecular interactions exist and collisions are perfectly elastic, and thus no energy is exchanged during collision.

- The properties of the ideal gas can be described by the general ideal gas law, which is derived from Boyle, Charles and Gay-Lussac laws

شروط الغاز المثالي

$$\left\{ \begin{array}{l} E_k = 0 \\ E_p = 0 \end{array} \right. \text{ ممانعة للتعاقب}$$

① $P \propto V$

Ideal gas

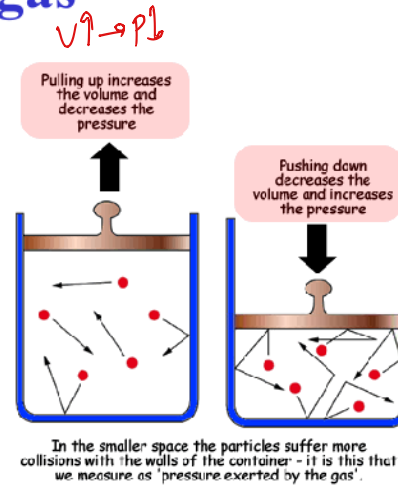
- **Boyle's law** states that the volume and pressure of a given mass of gas is inversely proportional (i.e. when the pressure of a gas increases, its volume decreases).

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ or } PV = k$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

P: pressure, K: constant,

V: volume



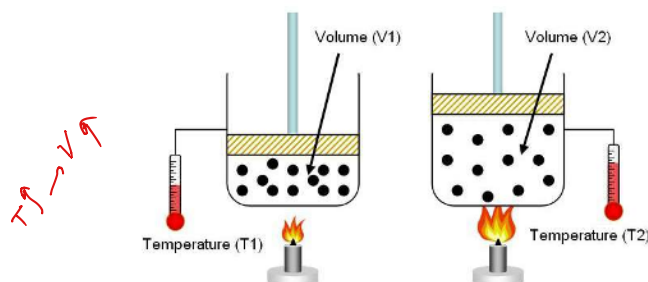
$$\downarrow P, \propto V, \uparrow = \uparrow P, \propto V, \downarrow = k$$

② $V \propto T$

Ideal gas

- The **Charles** law states that the volume and absolute temperature of a given mass at constant pressure are directly proportional:

$$V \propto T \text{ or } V = kT$$

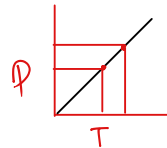


3) P + T

Ideal gas

- **Gay-Lussac's law** states that the pressure of a given mass of gas varies directly with the absolute temperature of the gas, when the volume is kept constant:

$$P/T = k$$



$$\frac{P}{T} = \frac{10}{5} = \frac{20}{10} = \frac{40}{20} = \frac{80}{40} = 2$$

الـ T والـ P يتبدلا بنفس النسبة (اا علاقة طردية ضيقة)

Ideal gas

- Boyle, Gay-Lussac and Charles law can be combined to obtain the familiar relationship:

$$\left(\frac{P_1 V_1}{T_1} \right) = \left(\frac{P_2 V_2}{T_2} \right) = K$$

initial final

K ممتزج

بالـ T والـ P يتبدلا بنفس النسبة (اا علاقة طردية ضيقة)

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$T \propto V$$

$$T \propto P \quad + \text{linear}$$

* كل العلاقات الخمسة القانونية في مخرجة ماعدا السعير والضغط مخرجة .

* بي مخرجة Boyle الى تكد من (*) المخرجة كذا (*)
 مخرجة مخرجة

ال unit بال final answer بالاصالة عليها جزء من سرعة
الاجابة steps ال كلاك.

Ideal gas

Example

- In the assay of ethylnitrite spirit, the nitric oxide that is liberated from a definite quantity of spirit and collected in a gas burette occupies a volume of 30.0 ml, at a temperature of 20 °C and a pressure of 740 mm Hg. Assuming the gas is ideal, what is the volume at 0 °C and 760 mm Hg?

$$\frac{740 \times 30.0}{273+20} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = 27.2 \text{ mL}$$

General ideal gas law

- General ideal gas law (also called equation of state) relates the pressure, volume, and temperature of a given mass of gas.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{PV}{T} = R$$

- R**: the molar gas constant value for the PV/T ratio of an ideal gas.

المول الواحد من المادة

- For n moles the equation becomes:

$$PV = nRT$$

اذا كان عندك استقي من
مول يستقدم هذا القانون:

$$\frac{PV}{T} = R \cdot n$$

$$\text{at } 1 \text{ mole} + 1 \text{ atm} + 0^\circ \text{C} + 22.414 \text{ L} \Rightarrow R = 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mole} \cdot \text{K}$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \times 22.414}{1 \times 273} = 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mole} \cdot \text{K}$$

المعادلة العامة

General ideal gas law

- The volume of 1 mole of an ideal gas under standard conditions of temperature and pressure (i.e., at 0° C and 1 atm) has been found by experiment to be 22.414 liters.

- Substituting this value in general ideal gas law:

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{1 \times 22.414}{273.16} = 0.08205 \text{ atm L/mole K}$$

- The molar gas constant can also be expressed by energy units:

- R = 8.314 Joules/mole K or

- R = 1.987 cal/mole deg

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 1.0133 \times 10^6 \text{ dynes/cm}^2 \\ 1 \text{ Joule} &= 1 \text{ N.m} = 1 \text{ Pa.m}^3 \\ 1 \text{ cal} &= 4.184 \text{ Joule} \end{aligned}$$

مستطاب
↑
liter
m³
cm³

وحدة الطاقة.

Pa m³

عدد الجزيئات في الحالة
كانت وحدة الحجم بالـ liter
أما في حال كانت وحدة الحجم
فالجزيئات
8.314 Joules/mole K

General ideal gas law

Example: Calculation of volume using the ideal gas law

- What is the volume of 2 moles of an ideal gas at 25°C and 780 mm Hg?

atm

- 780 mm Hg/760 mm Hg = 1.0263 atm

- 25°C + 273 = 298 K

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \times 0.08205 \times 298}{1.026} = 47.65 \text{ L}$$

$$\frac{PV}{nT} = R$$

atm و mmHg
تحويل من mmHg إلى atm
تحويل من °C إلى K

* كيف يسجل المصروفات؟

7 The product of multiplying pascal by cubic meter ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3$) is equivalent to:

- A) atm. L B) Joule C) calorie D) Newton

ملايكون يادي 7

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مجلسه اول

$$\frac{P}{nT} = R \left\{ \begin{array}{l} 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mole} \cdot \text{K} \\ 8.314 \text{ J} / \text{mole} \cdot \text{K} \\ 1.987 \text{ cal} / \text{mole} \cdot \text{deg} \end{array} \right.$$

work $\int \vec{\omega} = N \cdot m$ $\vec{\omega}$

$V \cdot P = \frac{\text{Energy}}{\text{Area}}$

pressure $= N/m^2$

pressure to $m^3 = N \cdot m^{-2}$

• which of the following equals 1 Joule?

- A) $1 \text{ N} \cdot \text{m}$ B) $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ C) $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2$ D) All are correct.

سألت الدكتور عن نوع الأسئلة تبعت الاشتقاق حكى ما عمره جاب سؤال اشتقاق سواء دائرة أو مقالتي بس حكي ضروري تعرفوا الاشتقاق عشان يمكن ايجيب سؤال حل تكون الوجه المستخدمة ما بتقدر تستخدمها مع قيمة R اللي أنا معطيك باها ف بتضطر تشتق قيمة من قيمة R اللي معك وتكمل حل

A 1-mole sample of an ideal gas occupies a volume of $22.414 \cdot 10^{-3}$ at a temperature of 273.16 K. If the gas constant provided in the exam sheet is $R = 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mole} \cdot \text{K}$, what is the pressure of the gas in Pascal Pa? $[1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa, and } 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}]$

لا اله الا الله الذي لا اله الا هو
سبح له ما في السموات والارض

$$R_{\text{new}} = 0.08205 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mole} \cdot \text{K} \cdot (1.013 \times 10^5 \text{ Pa}) \cdot (10^{-3} \text{ m}^3)$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1 \text{ mole} \times 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{mol} \cdot \text{K} \times 273.15 \text{ K}}{22.414 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$p = \frac{2271.18}{22.414 \times 10^{-3}} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \#$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1 \text{ mol} \times 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K} \times 273.16 \text{ K}}{22.414 \text{ L}}$$

$$= \frac{22.412778}{22.4142} = 0.99945 \text{ atm} \rightarrow \text{Pa 1.1116 bar}$$

$$= 0.99945 * 1.013 * 10^5$$

$$= 1.013 * 10^5 \text{ Pa}$$

١١) العزبة الثانية منها سبع مولات تغل
على بال الاغلب ١١

$$V = 22.414 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ at } 100^\circ\text{C}$$

$$= 22.414 \text{ L}$$

هاتے اصول الجوان: بنیوالم م ماما الی پر:

$$I_{atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2 (\text{Pa})$$

و بعد از آن m^3 را از 2 کم می‌کنیم و جواب 1 می‌ماند

$$22.414 \text{ L} = 22.414 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R = (1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}) + (22.414 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

1 mole at 273.16 K

$$= \frac{2271.18 \text{ Joule}}{273.15 \text{ mole} \cdot K} = 8.314 \text{ J/mole} \cdot K$$

$$Q_{\text{cal}} = 4.184 \text{ J}$$

$$R = \frac{8.314}{4.184} = 1.987 \text{ cal/mole deg}$$

Aerosols and ideal gas law



- **Pressure Calculation:** The ideal gas law ($PV = nRT$) is critical for determining the pressure inside aerosol containers, when compressed (not liquefied) gases (e.g., nitrogen, carbon dioxide) are used as propellants.
- **Key Assumption:** The law assumes ideal behavior (no intermolecular forces, negligible molecular volume), simplifying pressure predictions for aerosol systems.
- **Practical Use:**
 - Calculate the pressure exerted by a known amount of gas (moles) at a given temperature and container volume.
 - Ensure safe and effective product performance by maintaining optimal pressure.

المادة التي أنا بستعملها جازي
Aerosols مادة غازية مضغوطة
التي هي بحد ذاتها لا ينفذ بل هي

General ideal gas law

Example: Calculation of pressure using the ideal gas law

Calculate the pressure at 25°C within an aerosol container of internal volume 250 cm^3 containing 160 cm^3 of concentrate above which has been introduced 0.04 mol of nitrogen gas. Assume ideal behavior.

Answer

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{0.04 \times 8.314 \times 298}{(250 - 160) \times 10^{-6}}$$

$$P = 1.01 \times 10^6 \text{ N m}^{-2} \text{ (or Pa)}$$

$$250\text{ cm}^3 - 160\text{ cm}^3 = 90\text{ cm}^3$$

$$1\text{ m} \rightarrow 100\text{ cm}$$

$$\frac{90}{100} = 0.9\text{ m}^3$$

$$= (90 \times 10^{-6})$$

$$= 90 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

بقيت الغازات ما
تكون حصة السعير بالاس
R = 8.314

General ideal gas law

Example 2

Calculate the amount of nitrogen gas (in moles) that must be introduced into an aerosol container of internal volume 350 cm³ containing 200 cm³ of liquid product, so that the pressure at 30°C reaches 1.5×10^6 Pa. Assume ideal behavior.

$$PV = nRT$$

$$V = (350 - 200) \times 10^{-6} = 150 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T = 30 + 273 = 303 \text{ K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5 \times 10^6 \times 150 \times 10^{-6}}{8.314 \times 303}$$

$$n = \frac{225}{2519.142} \approx 0.0893 \text{ mol}$$

Answer: Approximately 0.089 mol of nitrogen gas must be added.

$$R = 8.314$$

$$V_1 = (350 - 200) \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$P_1 = 1.5 \times 10^6$$

$$T = 30^\circ\text{C} + 273 = 303 \text{ K}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5 \times 10^6 \times 150 \times 10^{-6}}{8.314 \times 303}$$

$$= 0.089 \text{ mol}$$

General ideal gas law: Molecular weight of gas

The approximate molecular weight of a gas can be determined by use of the ideal gas law:

$$PV = nRT$$

since $n = \frac{m}{M}$ then:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

General ideal gas law: Molecular weight of gas

Example: Molecular weight determination using the ideal gas law

If 0.30 g of ethyl alcohol in the vapor state occupies 200 mL at a pressure of 1 atm and a temperature of 100 °C, what is the molecular weight of ethyl alcohol?

$$100\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 373\text{ K}$$

$$200\text{ mL} \div 1000\text{ mL} = 0.2\text{ L}$$

$$M = \frac{gRT}{PV} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 373}{1 \times 0.2} = 46 \frac{\text{g}}{\text{mole}}$$

$R=0.082$

$\rightarrow 0.2\text{ L}$

$\rightarrow 100 + 273$
 $= 373\text{ K}$

هائي معلومات نوڻا ما مڪمل
بي وجودها هون عتاه يقارنات
Real gas ۽ ideal gas

Ideal gas

Kinetic Molecular Theory

Kinetic molecular theory explains the behavior of gases according to the ideal gas law:

- Gases are composed of particles called atoms or molecules, the total volume of which is so small (negligible) in relation to the volume of the space in which the molecules are confined.
- Gas molecules exert neither attractive nor repulsive forces on one another
- The particles exhibit continuous random motion. The average kinetic energy, E , is directly proportional to the absolute temperature of the gas, or $E = (3/2)RT$.
- The molecules exhibit perfect elasticity; there is no net loss of speed or transfer of energy after they collide with one another and with the walls of the confining vessel.

intermolecular
قوي صتي
فوت

$E \propto T$

هناك ideal gas عاكسا

Real gas

دعوى كرسب العلاقة

- Real gases do not interact without energy exchange, and therefore do not follow the laws of Boyle, Charles, and Gay-Lussac.
- Real gases are not composed of infinitely small and perfectly elastic non-attracting spheres.
- They are composed of molecules of a finite volume that tend to attract one another.
- The significant molecular volume and the intermolecular attractions between gas molecules affect both the volume and the pressure of a real gas respectively.

دعوى كرسب دغاما

ال volume, pressure, مقود الغاز بل كرسب دغاما بسبب زيادة حجم ال Real و بسبب وجود الجاذبات، كرسب؟

وجود الجاذبات بل إعامة كرسب الجزيئات، وهذا سبب يؤدي إلى نقصان ال pressure، لذا نكتب المعادلة ال Real + ideal، ال ثلاثة ال ال real كرسب المعادلة ال ideal، اما تأتى مع ال volume، انه ال يعنى كرسب، وكونه كرسب طارفي intermolecular forces في ال كرسب، اما attraction ال Repulsion، هذا كرسب Repulsion، وني انه الجزيئات ال نفس تغرد، ليا، وني ال نفس الغاز يتكلم كرسب، لذلك مع ال Real كرسب مع ال ideal.

بدنا نخل نقطة وجود اوابل مزاجه
السبب بالحقاقه:

Real gas: van der Waals equation

- The van der Waals equation is a modified ideal gas equation that takes into account the factors that affect the volume and pressure of a real gas.

intermolecular forces
significant molecular volume

For n mole of gas: $\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$

constant

constant

- where a and b are constants for a particular gas.
- Around each molecule of a gas is a particular volume from which other molecules are excluded for purely physical reasons. The bulk molar volume, V , of the gas is consequently an overestimation of the true molar volume.

intermolecular forces

volume

الفوق بين ال حط:



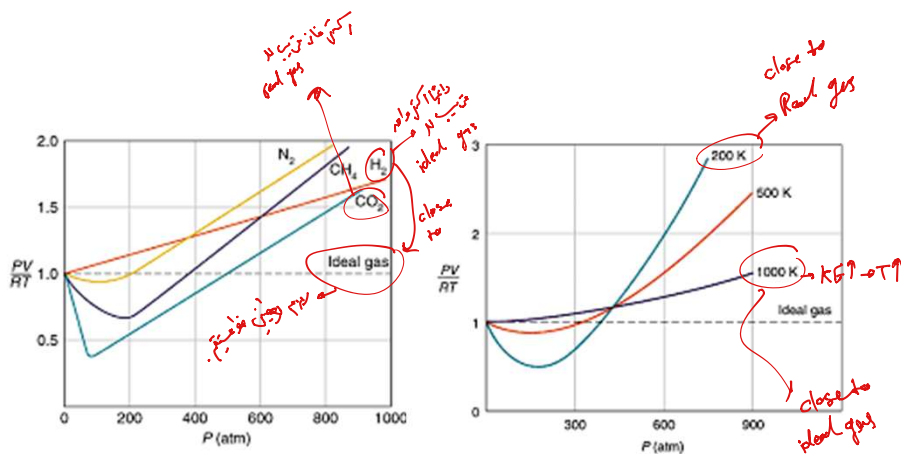
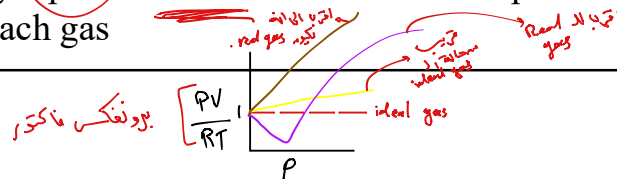
الحالة المعينة
جزيئات الغاز
مع المساحة التي ما تبشر الجزيئات تغرد فيه

الحجم الكلي بين العينة.

مع المساحة التي تبشر الجزيئات تغرد فيه
فيها اما تبشر انكي انه المساحة كلها تبشر الجزيئات
تغرد فيها لانه الجزيئات فيها هما مع ومبها كرسب
دغاما

Real gas: van der Waals equation

- The influence of non-ideality is greater when the gas is compressed (At high pressure and low temperature). $V \downarrow \rightarrow P \uparrow$
- When the volume of a gas is large (At low pressure and high temperature), the molecules are well dispersed and far apart. Under these conditions, a/V^2 and b become insignificant with respect to P and V , respectively, and the van der Waals equation for the real gas reduces to the ideal gas equation: $PV = nRT$
- At these conditions, real gases behave in an ideal manner.
- A convenient means of expressing departure from ideality is by a plot of PV/RT as a function of pressure for 1 mole of each gas

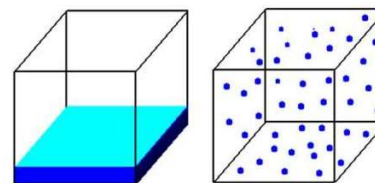


The liquid state

- The transitions from a gas to a liquid and from a liquid to a solid depend on both ^① temperature and ^② pressure.
 ← عوامل بغيرها حالة المادة تتغير
 المتغيرين بار intermolecular forces
- When a gas is cooled, it loses some of its kinetic energy in and the velocity of the molecules decreases.
- If pressure is applied to the gas, the molecules are brought within the range of the van der Waals forces and pass into the liquid state.

The liquid state

- لغز ١٥٥٥
- Liquids are denser than gases and occupy a definite volume and density due to the presence of van der Waals forces.
 - Liquids are relatively incompressible.
 - Liquid are fluids (have no definite shape) like gases.



Liquid

Shape of Container
 ✓ Free Surface
 ✓ Fixed Volume

Gas

✗ Shape of Container
 ✗ Volume of Container

الوانا بتكون شكل container
 بي ثابتة حجمه.

liquids
 gas
 (ال) liquid من نفس fluids
 كذا المادة اللي بتكون بها سائل (جزيء) زكي

Vapor pressure of liquids

- When a liquid is placed in an evacuated container at a constant temperature, the molecules with the highest energies break away from the surface of the liquid and pass into the gaseous state (evaporate), and some of the molecules subsequently return to the liquid state (condense).
- When the rate of condensation equals the rate of vaporization at a definite temperature, the vapor becomes saturated and a dynamic equilibrium is established.
- The pressure of the saturated vapor above the liquid is then known as the equilibrium vapor pressure.



condensation
evaporation
لأنه في حالة التوازن يكون معدل التكثف يساوي معدل التبخر. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا.

وهي الحالة التي تكون فيها موجبة بكل الأحوال. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا. فكلما زاد معدل التبخر، زاد معدل التكثف حتى يتساوىا.



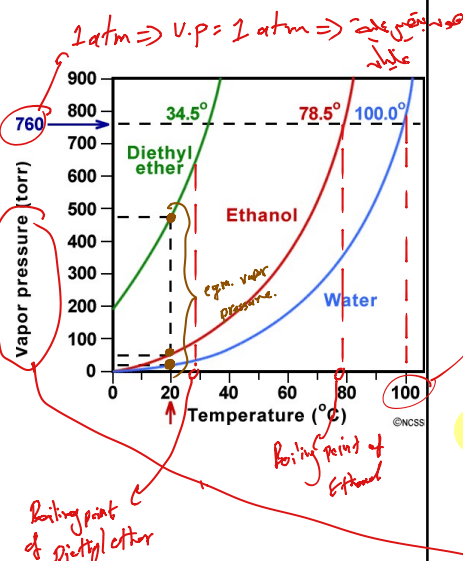
Rate of C = Rate of E

Dynamic eqm.
ويكون saturated بالبال.

Rate of C = Rate of E

Vapor pressure of liquids

- As the temperature of the liquid is elevated, more molecule approach the velocity necessary for escape and pass into the gaseous state.
- As a result the vapor pressure increases with rising temperature.
- Any point on one of the curves represents a condition in which the liquid and the vapor exist together in equilibrium.



مش بس يعتمد على كم درجة الحرارة وإنما على شو هي المادة كمان. لأنه لما شربنا عن المي حكيينا عن الروابط اللي فيه اللي هي H. Bonding. ولأنه عندها كثير ف هي روابط قوية صارت لذلك تحتاج لحرارة عالية عشان تكسرها. بينما لو تيجي تتطلع على ال Diethyl ether فيلاحظ انه عند درجة حرارة صفر مئوي كانت ال vapor pressure تساوي 200 وهذا الاشئ يعني انه الروابط اللي فيه ضعيفة، ف انت مش محتاج حرارة عالية عشان تخلي ال diethyl ether يتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية

Vapor pressure of liquids

- **Clausius–Clapeyron equation** expresses the relationship between the vapor pressure and the absolute temperature of a liquid:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_v(T_2 - T_1)}{RT_1T_2}$$

- P_1 and P_2 : vapor pressures at absolute temperatures T_1 and T_2 .
- ΔH_v : the molar heat of vaporization (the heat absorbed by 1 mole of liquid when it passes into the vapor state).
- R : molar gas constant

Vapor pressure of liquids

Example: Application of Clausius–Clapeyron equation

- Compute the vapor pressure of water at 120 °C. The vapor pressure of water at 100°C is 1atm, and ΔH_v is 9720 cal/mole.

- $R = 8.314 \text{ Joules/mole K}$ or
- $R = 1.987 \text{ cal/mole deg}$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_v(T_2 - T_1)}{RT_1T_2}$$

$$\ln \frac{P_2}{1} = \frac{9720(393 - 373)}{1.987 \times 393 \times 373}$$

$$P_2 = 1.95 \text{ atm}$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = 0.667$$

$$\frac{P_2}{P_1} = e^{0.667}$$

$$\frac{P_2}{1} = 1.948$$

$$\frac{P_2}{1} = 1.948 \rightarrow P_2 = 1.948 \text{ atm} \approx 1.95 \text{ atm}$$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{\Delta H_v(T_1 - T_2)}{RT_1T_2}$$

$$= \frac{9720(373 - 393)}{1.987 \times 373 \times 393}$$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = -1.94400$$

$$-2.4P_2 = -0.667$$

$$P_2 = e^{-0.667}$$

$$P_2 = \frac{1}{e^{0.667}}$$

$$P_2 = 1.95 \text{ atm}$$

Vapor pressure of liquids

Example: Application of Clausius–Clapeyron equation

- The vapor pressure of water at 90°C is 0.692 atm, and at 110°C it is 1.34 atm. Calculate the average enthalpy of vaporization (ΔH_v) of water over this temperature range, in cal/mol. Assume ideal behavior.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_v (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2}$$

$$T_1 = 90 + 273 = 363 \text{ K}, \quad P_1 = 0.692 \text{ atm}$$

$$T_2 = 110 + 273 = 383 \text{ K}, \quad P_2 = 1.34 \text{ atm}$$

$$\ln \frac{1.34}{0.692} = \frac{\Delta H_v (383 - 363)}{1.987 \times 383 \times 363}$$

$$\ln(1.936) = \frac{\Delta H_v \times 20}{1.987 \times 383 \times 363}$$

$$0.660 = \frac{\Delta H_v \times 20}{276,200}$$

$$\Delta H_v = \frac{0.660 \times 276,200}{20}$$

$$\Delta H_v \approx 9,115 \text{ cal/mol}$$

Vapor pressure of liquids

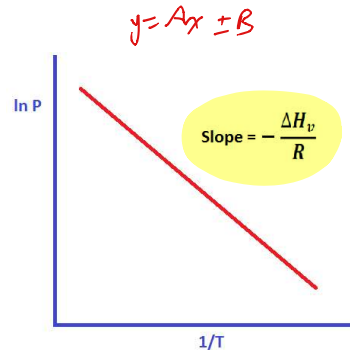
- The Clausius–Clapeyron equation can be written in a more general form:

$$\ln P = -\frac{\Delta H_v}{R} \frac{1}{T} + \text{Constant}$$

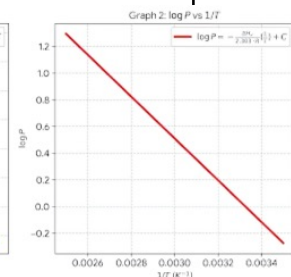
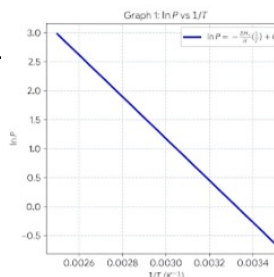
or

$$\log P = -\frac{\Delta H_v}{2.303 R} \frac{1}{T} + \text{Constant}$$

- A plot of $\ln P$ (or $\log P$) against $1/T$ results in a straight line. The heat of vaporization of the liquid can be calculated from the slope of the line.



$\ln P$:
 $\text{slope} = -\frac{\Delta H_v}{R}$
 or
 $\log P$:
 $\text{slope} = -\frac{\Delta H_v}{2.303 R}$



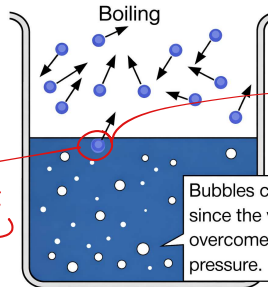
Boiling point

- If a liquid is placed in an open container and heated until the vapor pressure equals the atmospheric pressure, the liquid starts to boil and escape into the gaseous state.
- The temperature at which the vapor pressure of the liquid equals the external or atmospheric pressure is known as the boiling point.

عندما يصل السائل إلى درجة الغليان (مثلاً 100°C للماء)، وتستمر في تسخينه، تتوقف درجة الحرارة عن الارتفاع!

- أين تذهب الحرارة الإضافية إذن؟ السائل يمتص هذه الحرارة ويستخدمها ليس لرفع حرارته، بل لكسر الروابط بين الجزيئات ليحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.
- هذه الطاقة المنتصبة لتغيير الحالة دون رفع درجة الحرارة تُسمى الحرارة الكامنة للتبخير.

The absorbed heat used to change the liquid to vapor is called the latent heat of vaporization.



exm. Vapor pressure

slope
منه صلب لا
منه من

exm. vapor pressure

Before Boiling p. is 0

تسقط الحالة الغازية لا يعني الموجودة في السطح

مما يوسعها العلوية ولما بانها في الحقيقة، انه سائل بالدرجة العنقا يعني 100°C بغض النظر.

بنينا الجزيئات التي تتحرك الحالة الغازية بفعل الطاقة
موجودة بكلها في السائل من قبل كالموجودة في السطح.

Boiling point

- The temperature at which the vapor pressure of the liquid equals an atmospheric pressure of 1 atm is called normal boiling point.
- At higher elevations, the atmospheric pressure decreases and the boiling point is lowered.
- At a pressure of 700 mm Hg, water boils at 97.7°C; at 17.5 mmHg, it boils at 20°C.
- The change in boiling point with pressure can be computed by using the **Clausius–Clapeyron equation**.

low in vacuum

0.92 atm

constant
normal B.P

درجة غليان السائل عن ضغطه 1
اما كلمة B.P عالميا دائما لنرمز
اعترضنا بضغط معين لنرمز اننا في درجة
غليان الماء x هي y من ضغطه 1

في قسم الجبال مثلا، السائل
يكون أقل من 1

إذا بقي خلي سائل معين يغلي عند درجة حرارة قليلة زي ٢٠ مثلا لازم انزل ضغط هذا السائل، لانه العلاقة بين الحرارة

والضغط علاقة طردية إذا بقي أقل درجة الغليان يعني بقي أقل ضغطها، لانه زي ما حكينا ان boiling point عبارة عن درجة الحرارة التي أنا محتاجها عشان أوصل ال vapor pressure لنفس الضغط الخارجي الموجود في هذا السائل، ايض التفسير العلمي لهاي الظاهرة؟ انه السائل لما يبقي يغلي بتكون جزيئاته الها طاقة حركية معينة عشان تقدر تطلع لبرا، لكن هاي الجزيئات في اشي يقاوم خروجها من الحالة السائلة للحالة الغازية، واللي هو الضغط الموجود فوق هذا السائل اللي يحاول يدفع الجزيئات هاي إلى أنها تضل موجودة جوات هذا السائل نفسه، فلما يكون الضغط هذا جدا عالي وقتها السائل مش راح يغلي لانه قوة الضغط الموجود جوا السائل اقوى من قوة الجزيئات اللي قاعدة بتحاول أنها تطلع لبرا، طيب أنا لما أجي اقل هذا الضغط الخارجي واخليه جدا قليل راح تصير هاي الجزيئات تقدر أنها تطلع لبرا وبالتالي تطلع للحالة الغازية بكل سهولة، وبالتالي اي درجة حرارة بسلطها على هذا السائل راح تكون كافية

Boiling point

- The boiling point can be considered the temperature at which **thermal agitation** can overcome the attractive forces between the molecules of a liquid.
- The **boiling point** of a compound, like the heat of vaporization and the vapor pressure, **depends on the magnitude of the attractive forces**.
- Nonpolar substances have low boiling points and low heats of vaporization** because the molecules are held together predominantly by the weak London forces.
- Polar molecules (e.g. water) exhibit **high boiling points and high heats of vaporization** because they are associated through hydrogen bonds.

London forces ← بقوة

BP → intermolecular forces → B.P.

carboxylic acid > Alcohols > Ether > Alkenes : B.P

Boiling point

- The boiling points of normal hydrocarbons, simple alcohols, and carboxylic acids increase with molecular weight because van der Waals forces become greater with increasing numbers of atoms.

قوة لندن (روابط ضعيفة)

ALKANES				
Boiling point	-42 °C	0 °C	36 °C	69 °C
ALCOHOLS				
Boiling point	97 °C	117 °C	138 °C	158 °C
CARBOXYLIC ACIDS				
Boiling point	141 °C	164 °C	186 °C	202 °C
ETHERS				
Boiling point	-24 °C	35 °C	89 °C	

dimer > monomer
as B.P

صحيح الـ B.P
نزد ← عزالت الـ B.P

carboxylic acid in general $\text{R}-\text{COOH}$ R is alkyl

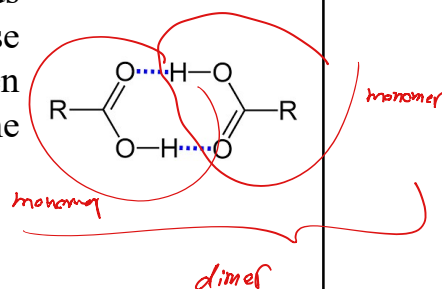
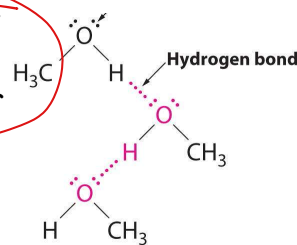
الـ B.P الـ R كبر الـ B.P كبر
الـ R كبر الـ B.P كبر

كلما زاد الوزن الجزيئي
في الشكل structure وارتفاع
مستوى الـ B.P ، يتبع مسار structure في الـ OH ، وارتفاع الـ B.P كبر
الـ COOH - الـ B.P الـ R

مراجعة :
- الـ B.P الـ R كبر الـ B.P كبر
intermolecular forces
- الـ B.P الـ R كبر الـ B.P كبر
intermolecular forces
من نوع التران
من نوع التران

Boiling point

- Alcohols boil at a much higher temperature than saturated hydrocarbons of the same molecular weight because of association of the alcohol molecules through hydrogen bonding.
- The boiling points of carboxylic acids are higher than that of alcohols because the acids form dimers through hydrogen bonding. That can persist even in the vapor state



hydrocarbons < Alcohols < carboxylic acids : B.P

Boiling point

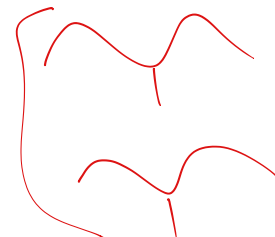
- Branching of the chain produces a less compact molecule with reduced intermolecular attraction, and a decrease in the boiling point.

Name	Formula	Boiling point (°C) at 1 atm. (~101.33 kPa)
Methanol	CH ₃ OH	~64.7
Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	~78.3
Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	~97.2
Isopropanol	CH ₃ CH(OH)CH ₃	~82.3
Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	~117.7
Isobutyl alcohol	CH ₃ CH(CH ₃)CH ₂ OH	~108
sec-Butanol	CH ₃ CH ₂ CH(OH)CH ₃	~99.5
tert-Butanol	(CH ₃) ₃ COH	~82.5

Linear:



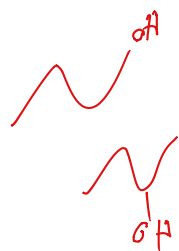
Branching:



جذر صعب
تفصيله مع جينا

مع صافات ذرات التي يتألف منها السائل صر وجود التوازن او غير

linear structure
has more B.P
#



هنا ما يتواجد شكله container والي تنوع فيه.

Solid state

- Solid particles are made up of molecules, atoms or ions that are held in close proximity to each other.
- They are much denser than both gases and liquids due to the presence of very strong forces between molecules, atoms or ions.
- Solids are unique because their physical form (the packing of molecules and the size and shape of particles) can have an influence on the way the material will behave.
- Solids may be **crystalline** or **amorphous** (or a combination of both).

آيونات

استثناء H_2O : جليدية

الخواص الفيزيائية particles

فبما مع بعض، والي تأتي بالاختلافات والسلوك تبعات على المادة

- solubility.
- stability.
- melting point.
- density.

مع الاستقرار الجزيئي (هو الشكل الذي لا يتغير فيه المرونة)

high melting point.

الكل الذي يفضل ان adsorption للمادة، يعني الشكل الذي عليه المادتين

شكله يتغير بالوقت بمرور ما يكونه في فترات بين التغيرات

لكن لو كان ال solubility صوره يكونه قليله لانه ملين في اوقات، مثلاً: اذابة بتعتمد من الامواف.

بكونه التغيرات مرتبطة بشكل حتمي

لكن اما صوره الذوبان يكونه لكل مادة بالكمية لا بالوزن بحد ذاته

نفس المادة جزيئات، مع في شكل crystalline و amorphous هذه الذوبانية الجزيئية

Solid state

- Crystalline materials are those in which the units (i.e. molecules, ions or atom) are packed in a defined order, and this same order repeats over and over again throughout the particle.
- The forces of interaction between units include:
 - metallic bonds $\oplus \ominus$
 - covalent bonds (e.g. Diamond) $C-C$
 - ionic bonds (between ions in salts such as NaCl crystals)
 - hydrogen bonds (between molecules) $(O/N/F)$
 - van der Waal's forces

مغلبة مع مودة التناظر ۱۱

A diagram illustrating the structure of an ionic crystal lattice. It shows a cluster of spheres representing ions. Blue spheres are labeled 'Cl' (chlorine) and white spheres are labeled 'Na' (sodium). The spheres are arranged in a regular, repeating pattern, demonstrating the alternating arrangement of cations and anions in the lattice.

Space lattice of sodium chloride crystal. Each sodium ion is octahedrally surrounded by six chloride ions and each chloride ion is octahedrally surrounded by six sodium ions.

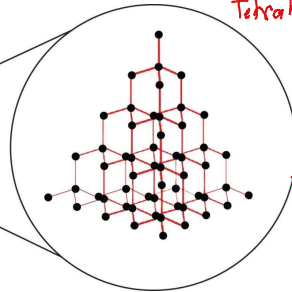
The diagram illustrates the metallic bonding model. It features a central cluster of red circles, each containing a '+' sign, representing metal cations. These are arranged in a regular, repeating pattern. Surrounding these cations is a light blue, cloud-like region representing the 'sea' of delocalised electrons. Small blue dots are scattered within this region. Two labels with arrows point to the diagram: 'Metal Cations' points to one of the red circles, and '"Sea" of Delocalised Electrons' points to the blue region.

Electrons are not bonded to any particular atom and are free to move about in the solid

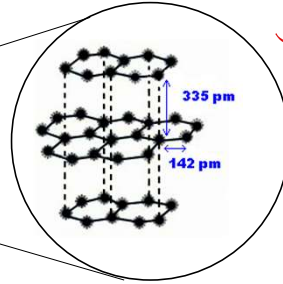
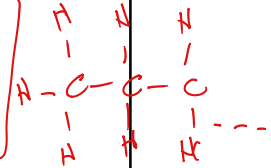
→ الالکسٹریٹس - سابقہ لفظ
معنی: مائٹا مرچ امریکی۔

لذا: $\oplus$ بھی بنیاد

Covalent bonds



Tetrahedral



335 pm

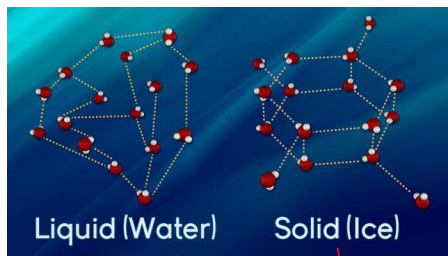
142 pm

هذه بنكهة نواصة نفسها نوع البنىات ونفسا نوع
الذرات بسا التي باقي الشكل تبعهم بعينه
هو ترتيب ذرات الكربون.

Hydrogen and Van der Waals bonds

H_2O

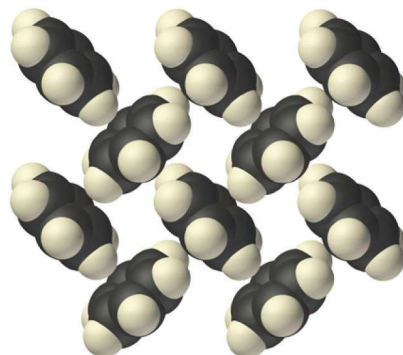
nonpolar



Liquid (Water)

Solid (Ice)

crystalline



The structure of solid benzene

high intermolecular forces → high melting point.
 التي بعدد: الروابط و قوتها و انتي نوعها

Solid state

- Crystalline solids have a **melting point** which is the temperature at which crystal lattice breaks down.
- Crystals with weak forces holding the molecules together will have low melting points, whereas crystals with strong attractive forces will have high melting point.

Substance	Bonding	MP
CH ₄	van der Waals	-182°C
CH ₃ F	dipole-dipole	-141°C
CH ₃ OH	hydrogen bonds	-93°C
Al	metallic	660°C
AlF ₃	ionic	1291°C
C	covalent	3550°C

Increasing Strength ↓

intermolecular forces: CH₄, CH₃F, CH₃OH
 intramolecular forces: Al, AlF₃, C

الكمس ذاتيها بقل بالسفينة

Crystallization

- Crystals are produced by inducing a change from the liquid or gas state to the solid state by either:

Crystallization from melt

- Cooling of a molten sample to below its melting point.

Crystallization from solution

- To make a **supersaturated solution** by:
 - Removing the liquid by evaporation
 - Cooling the solution, as most materials become less soluble as temperature is decreased
 - Adding antisolvent (another liquid which will mix with the solution, but in which the solute has low solubility)

Crystallization from vapor

المحلول !

unsaturated:

في المحلول لا يغبر ينوب كمية إضافية من المذاب

saturated:

في المحلول وصل لا مقصى كمية من المذاب عن هاي الدرجة من الحرارة

super saturated:

في المحلول يكون كمية مذاب أكثر من المذابة

Evaporation
 cooling
 adding antisolvent

ذرة المذابة مع المذابة في الحالة الغازية
 ذرة المذابة في الحالة السائلة، زاد من الغازية
 للمذابة ذرة المذابة بالذابة

increase solubility
 Decrease solubility
 له و هو اصب الى شتيم لا crystallization.

التي بعدد: الروابط و قوتها و انتي نوعها

المحلول !

في المحلول لا يغبر ينوب كمية إضافية من المذاب

في المحلول وصل لا مقصى كمية من المذاب عن هاي الدرجة من الحرارة

في المحلول يكون كمية مذاب أكثر من المذابة

Evaporation
 cooling
 adding antisolvent

ذرة المذابة مع المذابة في الحالة الغازية
 ذرة المذابة في الحالة السائلة، زاد من الغازية
 للمذابة ذرة المذابة بالذابة

increase solubility
 Decrease solubility
 له و هو اصب الى شتيم لا crystallization.

Crystallization

- The processes by which a crystal forms are called **nucleation** and **growth**.

- Nucleation is the formation of a small mass on to which a crystal can grow.
- Growth is the addition of more solute molecules to the nucleation site.
- In order to achieve nucleation and growth it is necessary to have a supersaturated solution.

molecules: under Benzene

atoms: Carbon.

jobs : Nach

هذا الكلام الذي افكره انه اذا بقي اقل من solubility تحت ال solution كان فيه انزيم انزيم بحد ذاته واصل على ال supersaturated solution (الذي هو اهم شرط عند اعتبار ال crystallization ، فعادة يكون هناك ضغط في ال antisolvent ، هذا ال antisolvent ايضاً الهدف بقية ؟ انه هو عبارة عن مادة لها الضغط على المحلول الى ان يتصل مع ال solvent ، وبالتالي ال solution يتركب من ال solvent او المذيبات الا انها كانت ال solute ؟ هل انت ال solute ، فلما هو صلب مع هذا الاصطلاح الذي يعني به من خلال انه في حالة تانية ارتباط مع ال solvent بل ال solution ، فلما هو صلب مع هذا الاصطلاح الذي يعني به من خلال انه كل شيء من ال supersaturated solution اوله فيه بليسا يتكونه عن طريق ppt (ترسيب).

في الفكرة تحت *the solution* انه اذا بقيت عندي *ppt* ، هذا الرواسب اجمع فيها بلية ، فيحليل بعد
 ما، ال *Addition* مع ال *solute* (اضافة المذيبات/الرواسب التي تقيت من مادة *crystallization* ليعرف) ، فيكون
 عندي تكوين ل *nuclei* (لا الميزر) الاول الوجب بلبية وتكونه)) بعد ذلك بعض على *Addition* ، فال *Addition* من
 من مادة خارجية بنضيفها ، وانما الفكرة انه الرواسب التي تقيت من ال *solute* نتيجة انه من عندي *supersaturated soln*
 اذ انكس تركب مع بعض ، فبالتالي بعض عندي *more addition* لا *solute* molecules بل ال *nucleation site* ، الى
 للبلية المتة (ال *solute*) الى مادة ، فيمكن نتيجة انه مادة بنسب اكبر دكنت ، واذي شي بتجرب تجربتها

Crystallization

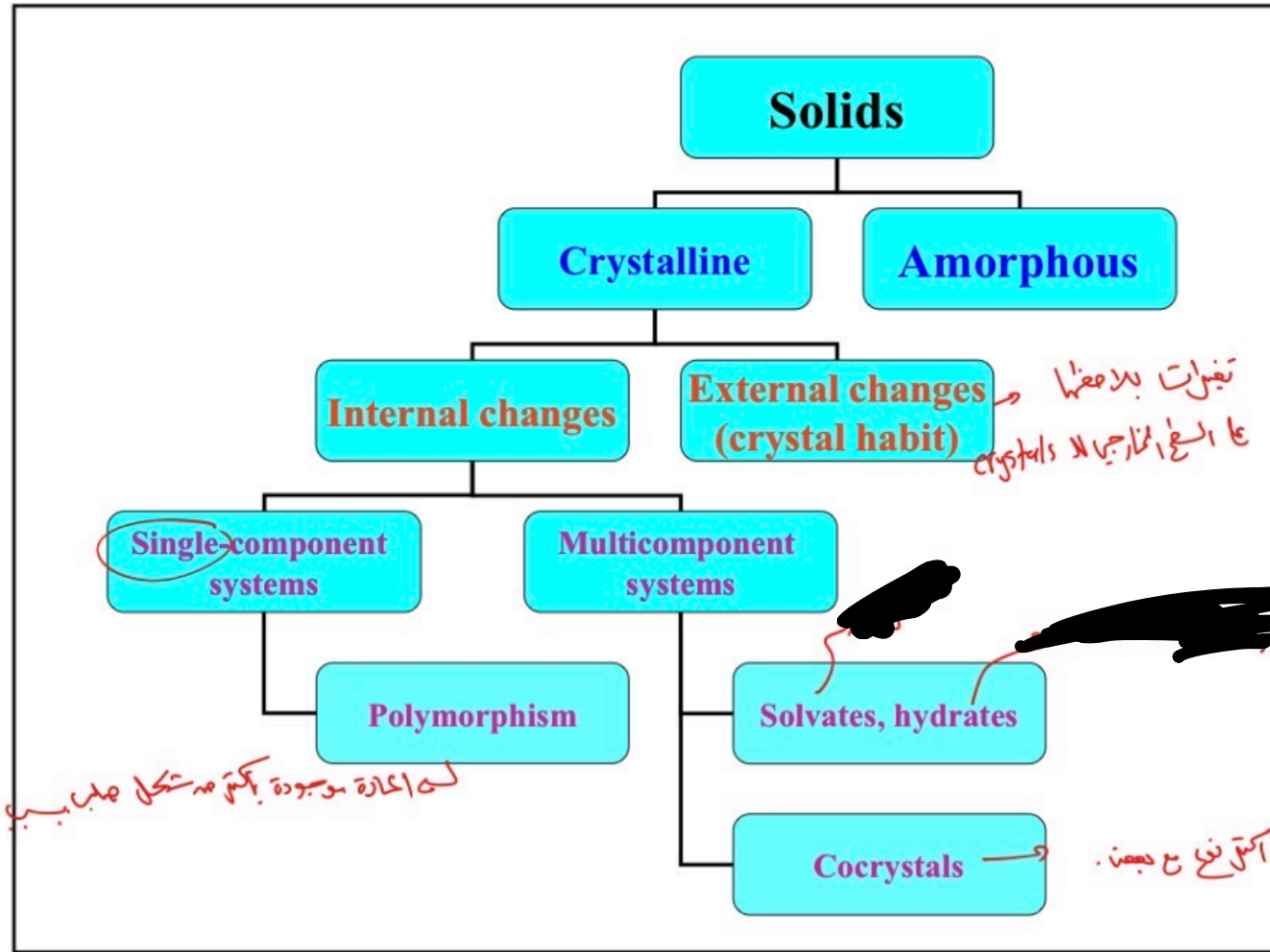
- Crystallization is the process of inducing a change from the liquid or gas state to the solid state by either:
 - Crystallization from melt**
 - Cooling of a molten sample to below its melting point.
 - Crystallization from solution**
 - Evaporation
 - Removal of solvent
 - Cooling of the solution, as most materials become less soluble as temperature is decreased.
 - Crystallization from vapor**
 - Adding nucleating reagent (seed) which will mix with the solution, but its concentration is very low.

Crystallization

- The processes by which a crystal forms are called **nucleation and growth**.
- Nucleation** is the formation of a small mass on to which a crystal can grow.
- Growth** is the addition of more solute molecules to the nucleation site.
- In order to achieve nucleation and growth it is necessary to have a supersaturated solution.

Crystallization

- The processes by which a crystal forms are called **nucleation and growth**.
- Nucleation** is the formation of a small mass on to which a crystal can grow.
- Growth** is the addition of more solute molecules to the nucleation site.
- In order to achieve nucleation and growth it is necessary to have a supersaturated solution.



هنا نقطة من كل مادة

من اختلاف كيميائي

Polymorphism

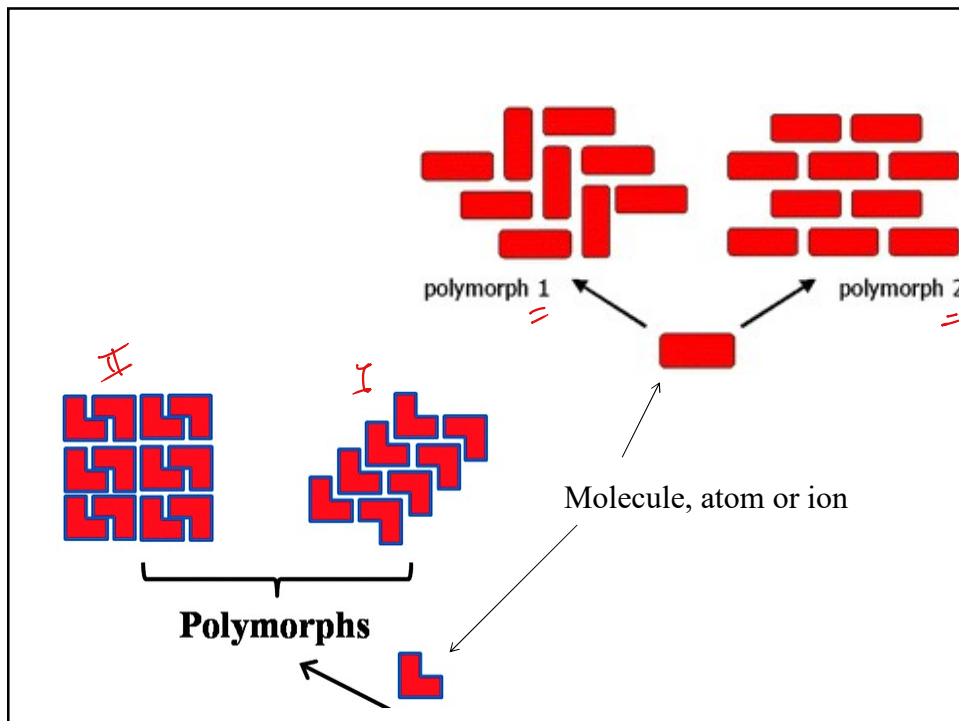
- The ability of material to exist in more than one **packing pattern** (leading to crystals with different **internal structure** = different **crystal lattice**) is termed polymorphism
- Number of polymorphs ≥ 2
- If the crystallization conditions are changed, it is possible that the molecules may start to form crystals with a different packing pattern from that which occurred with the original conditions.
- The change in condition could be :
 - A different solvent
 - Change in the stirring
 - Different cooling conditions
 - Different impurities in the crystallization liquid

التغير في كل واحد من هذه الشروط
من شأنه ان يغير من
crystallization conditions

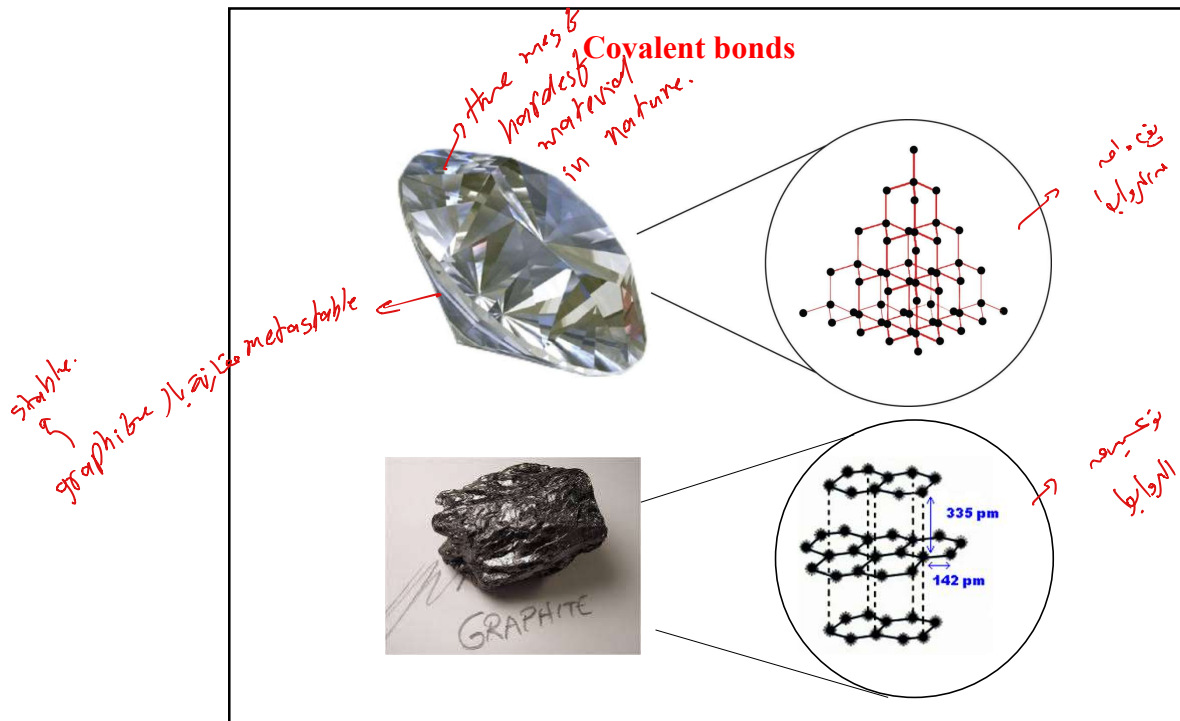
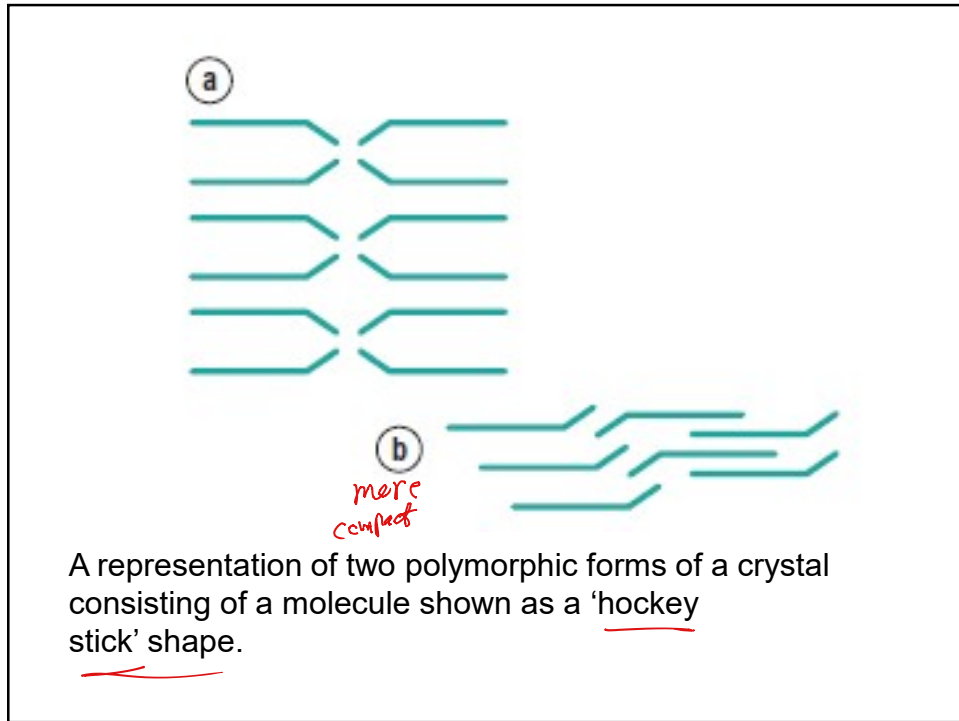
[supersaturated / سبنا. لان /
مزد / يعني / antisolvent]

unidirectional
no stirring
Roundly

soluble
impurities
non soluble
impurities



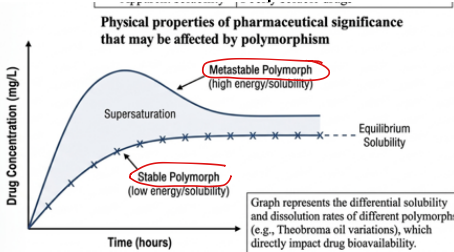
high intermolecular forces $\rightarrow$ high compact $\rightarrow$ high melting point $\rightarrow$ high stability $\rightarrow$ low solubility $\rightarrow$ high density.



عندك مادة صلبة معينة اياها 4 أشكال (D/C/B/A) ، عرفت ان stability اعم كدم ، ولعلبت انه B هو *stable form* ، لنا اعم الشكل B و *stable form* ، اما A و C و D اعم *metastable* ، كذا شرط يكوننا *unstable* او ان *stability* بتعتمد سيطرة اعم فقط اننا اختيارنا ان الشكل B

Polymorphism

- Many **drugs** and **excipients** exhibit polymorphism.
- Different polymorphs have different physical properties such as: **true density**, **melting point**, **apparent solubility**, **dissolution rate**, **hardness**, **hygroscopicity**....
- For a compound that exhibits polymorphism, **only one** of the forms **will be** the most thermodynamically favorable (**stable form**) at room temperature and **the other(s) is/are termed metastable**.
- Transformation of the metastable polymorph(s) to the stable one **may** occur and may be catalyzed by:
 - Energy (heating, milling)
 - Presence of solvent



Physical properties of pharmaceutical significance that may be affected by polymorphism

Physical property	Examples on pharmaceutical importance
Melting point	Suppository base (Theobroma oil)
Apparent solubility	Poorly soluble drugs
Dissolution rate	Poorly soluble drugs
Hardness	Milling, Tableting (paracetamol)
Hygroscopicity	Chemical stability
Rates of solid state reactions	Chemical stability
Habit (i.e., shape)	Powder flow, mixing

يعني بيدي اختيار polymorph اننا hardness
انه بانه مرطبة ، يعني لا عالية كسرارة
المنقوع وتعبق الطعم ، وولد قليلة
بيدي ارجح بعد فترة والاختيار powder
مناضد الحمل الرصد.

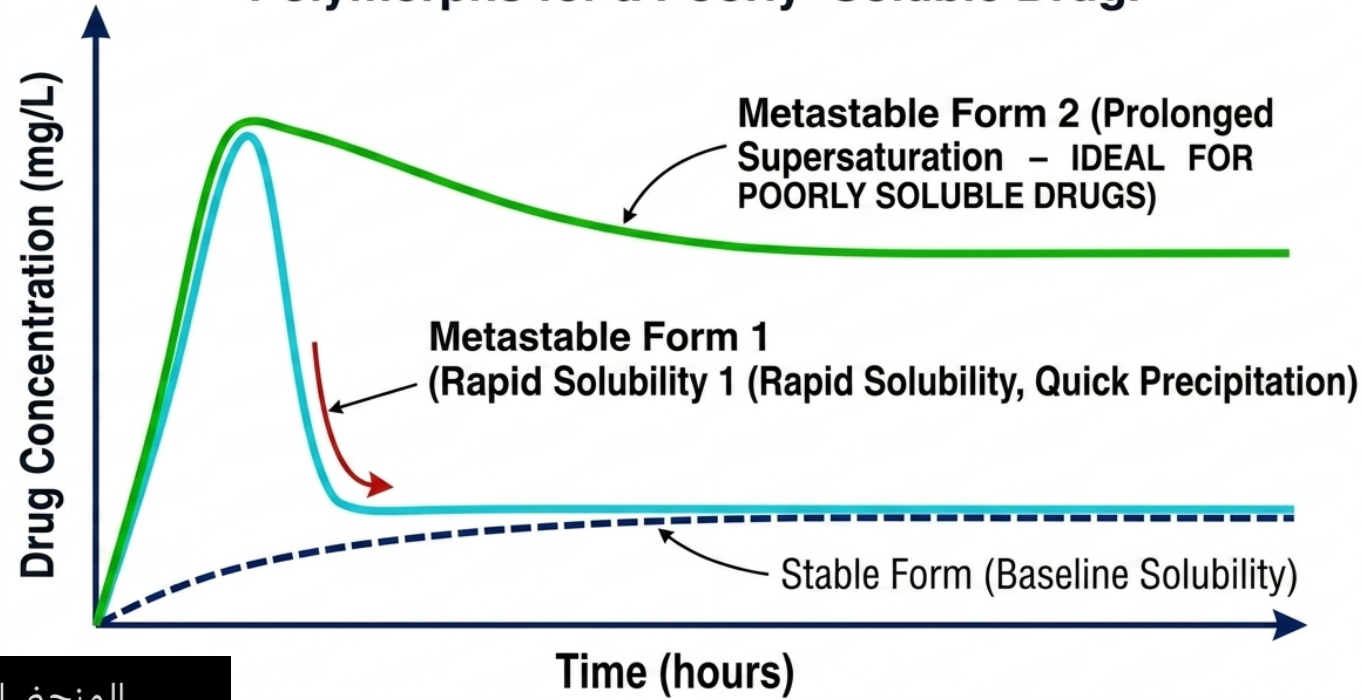
يعني بيدي polymorph اننا hygroscopicity
انه قليلة

مما كانت ارجحة بفترة اعم
بفترة مدة shelf life اننا مرطبة.

لازم اختيار ان metastable
لناسبنا بيدي انه بفترة مارة
صلبة مع حرارة 20 (Room T.) اننا
ما تطفأ مارة 37 (Body T.) اننا
فار ان suppository.

للادوية التي دايتها قليلة: اختيار ان
metastable مينا كذا اعم solubility.
اختيار polymorph اعم dissolution Rate

Comparative Dissolution Profile of Different Polymorphs for a Poorly Soluble Drug.



السيناريو في السؤال

المنحنى الصحيح للاختيار

"أي الأشكال هو الأعلى في الذائبية والسعة الامتصاصية؟"

المنحنى صاحب أعلى قمة
(Highest Conc.)

"أي الأشكال هو الأكثر ثباتاً كيميائياً وفيزيائياً على المدى الطويل؟"

المنحنى الأخف/الأ أسفل (الذي لا ينزل أبداً)

"أيهما أفضل عملياً للصياغة الدوائية (Formulation)؟"

المنحنى الذي يجمع بين قمة عالية + هبوط بطيء

Polymorphism

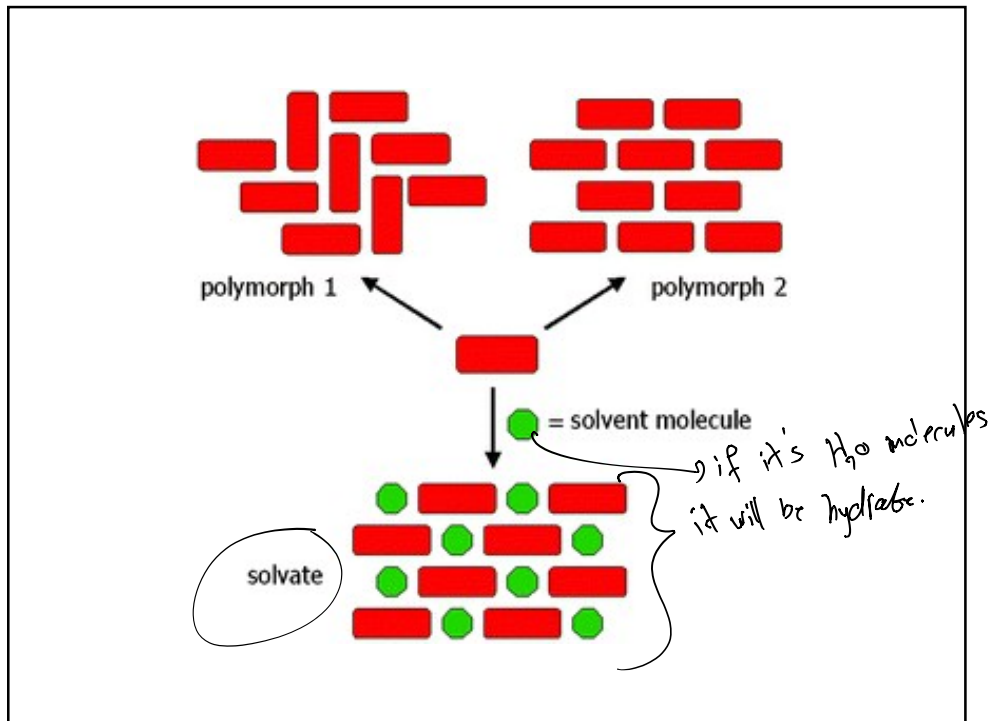
- In general there will be the following correlation between the melting point of different polymorphs and their dissolution rate:

High melting point = strong lattice = hard to remove molecules = low dissolution rate (and vice versa)

- The stable form has the highest melting point → slowest dissolution.
- When a metastable polymorphic form is dissolved it can give a greater amount of material in solution than the saturated solution. These supersaturated solutions will eventually return to the equilibrium solubility due to the precipitation of stable crystal form.

Polymorphism and bioavailability

- Many drugs are hydrophobic and have limited aqueous solubility resulting in only a small percentage of the administered drug actually being available to the patient (low bioavailability).
- Importance of polymorphism in bioavailability is related to different solubility and dissolution rate for different polymorphs, which might be significant (e.g. chloramphenicol palmitate).



Hydrates and solvates (pseudopolymorphs)

- Hydrates often have very different properties from the anhydrous form in the same way as two different polymorphs have different properties from each other.
- It is possible that the hydrates have either faster or slower dissolution rate than anhydrous form. The most common situation is that hydrates have slower dissolution than anhydrous.

نفعی ہے
 Anhydrate > Hemi > Mono

اذا عانت من
 Anhydrate > Hemi > Mono
 Dissolution Rate

ب. ب. ب. H. Bond *
 Lower free energy
 ادوات + مائے حقیقیہ - مائے کیمیائی

Table 1.4 Intrinsic dissolution rates of the crystal forms of oxyphenbutazone^a

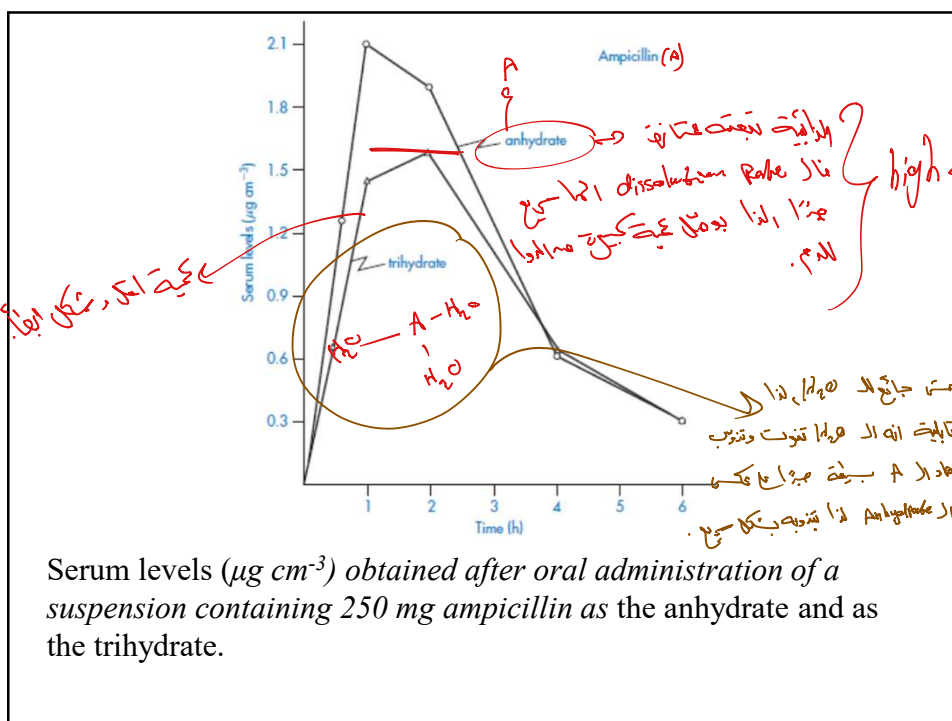
Sample	Intrinsic dissolution rate ^b ($\mu\text{g min}^{-1} \text{cm}^{-2}$)
Solvate C	21.05 $\pm$ 0.02
Solvate B	18.54 $\pm$ 0.47
Anhydrate	14.91 $\pm$ 0.47
Hemihydrate	17.01 $\pm$ 0.78
Monohydrate	9.13 $\pm$ 0.23

^a Reproduced from A. P. Lotter and J. G. van der Walt, J. Pharm. Sci., 77, 1047 (1988).
^b Mean $\pm$ range of uncertainty of two determinations.

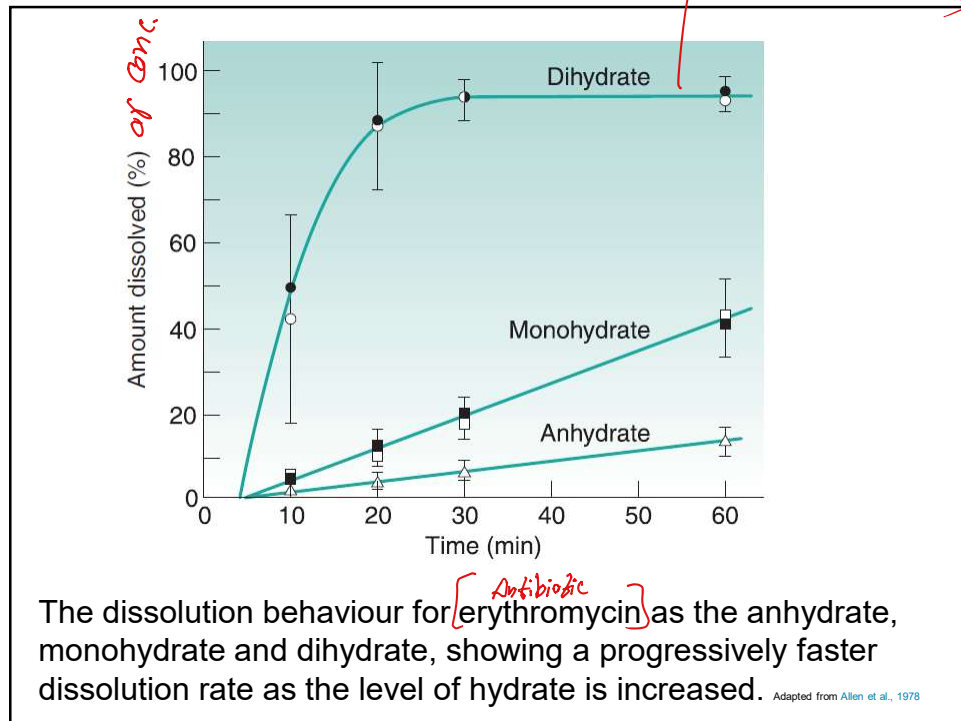
اذا من اول مائے حقیقیہ dissolution
 نفعی ہے + اول dissolution
 صفا ف بعضی انی مائے حقیقیہ
 Solvate C

perfect bioavailability

C > B > hemihydrate > Anhydrate > monohydrate



Each drug must be studied individually because different crystal forms have different dissolution behavior.



saturation.

ما هي الـ شذوذه في كبريتات
اله من كبريتات (hydrates) *
solubility

Dehydration/Desolvation

- Hydrates and solvates are less stable at higher temperatures.

Drug + Ethanol $\xrightarrow{\text{heat}}$ Drug + Ethanol

- Indeed, heating has been routinely applied to remove crystallization solvents that are incorporated into the lattice, i.e., desolvation.

موجود في hydrate/solvate اصله كله ما كان متقد، هوبى دخل مع البلورة أثناء عملية (crystallization)،
فمنها نبشبهه كذاه موجوده ببل مشاكل نزي: - تقطيل المكاره.

- بعض النماذج.
- بعض سرعة الذوبان.

hydrophobic / soluble in water

 } cyto plasma
 } cytoplasm

- pharmaceutical ingredients
- # drug + solvent, solubility
- solubility: "Drug + Ethanol" is better
- Ethanol is a good solvent, but it is not a good solvent for all drugs
- crystallization, melting point, solubility
- liquid solvent = Gases
- crystallization: "Drug + oxalic acid" is better
- oxalic acid is a good solvent, but it is not a good solvent for all drugs
- solid solvent = Gases

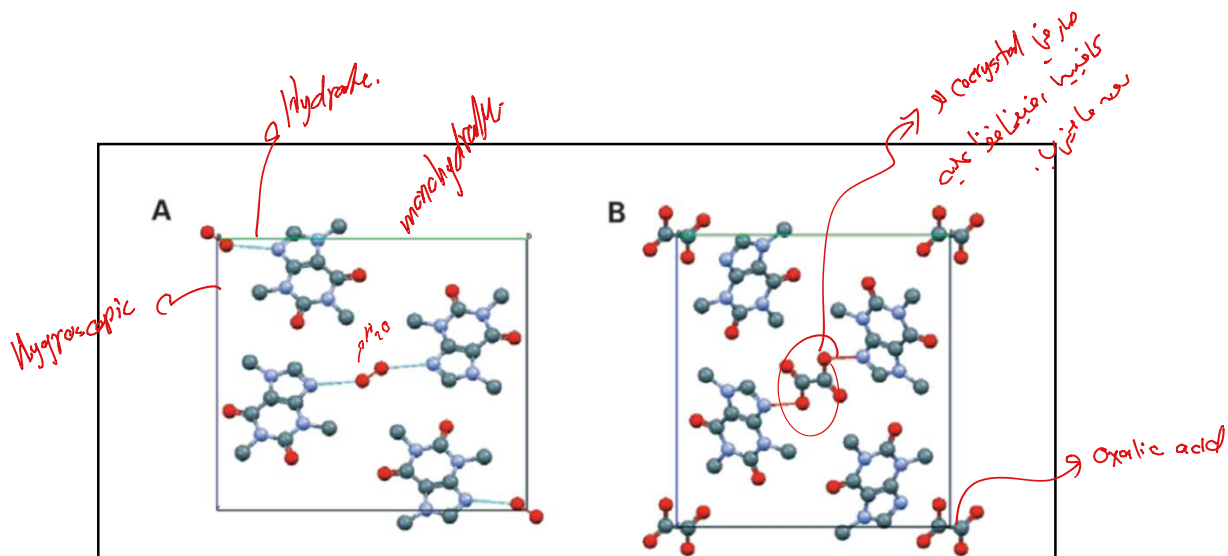
- The formation of pharmaceutical co-crystals involves incorporation of a given API with another pharmaceutically acceptable molecule (pharmaceutical excipients or other APIs) in the crystal lattice.

↳ drug has two active ingredients

- The resulting multi-component crystalline phase will maintain the intrinsic activity of the parent API while possessing a distinct physicochemical profile.

النظام البرلماني يصل زي ما هو يعني
ال API منه ما يقبل ايه تغييرت هي
الاسواق القبلية والاميرانية

أعمل في الحضانة، في عالمي مع الحضانة API.



Example of two-component caffeine crystals, the monohydrate (A) and the co-crystal with oxalic acid (B). The unit cells of the crystals viewed along the *a*-axis are shown. The hydrate incorporates the solvent (water) molecule in the crystal lattice, while the co-crystal consists of two solid compounds. Note that in both structures, the same hydrogen bridges (shown by dotted lines) are involved to connect the host (caffeine) with guest (water or oxalic acid) molecules.

Pharmaceutical cocrystals

- Properties that relate to pharmaceutical performance and that can be controlled by cocrystal formation include:

- melting point,
- dissolution,
- hygroscopicity,
- Bioavailability
- solubility,
- chemical stability,
- mechanical properties,

Potential advantages of cocrystals:

- Improved solubility, dissolution rate and bioavailability
- Improved chemical and physical stability

Pharmaceutical cocrystals

Potential advantages of cocrystals:

- Improved physical stability (inhibit moisture-induced phase-transformations)
 - The caffeine/oxalic acid co-crystals have been demonstrated to be superior to caffeine anhydrate in terms of physical stability to humidity
- Improved chemical stability
 - Carbamazepine cocrystal formation inhibits photodegradation of carbamazepine by altering the molecular arrangements in the solid state and by preventing hydrate formation.
- Changing the melting point of an API
 - Changing the melting point of an API provides advantages in pharmaceutical processes; for example when a melted state of a thermally labile API is desired during some processes such as hot melt extrusion

هذا الدواء مركب انه يتكسر بالحرارة
(photodegradation) فلما علموا Co-crystal
تغير ترتيب الجزيئات جود البلورة
- ماز دواء الفضة صلب الجزيئات ، وفلا يتكسر
منع تكوّن hydrate .

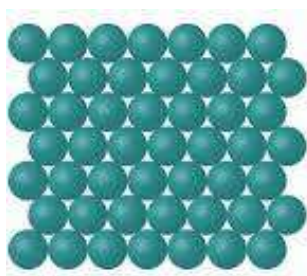
امانة Co-crystal ما يتجزأ
صغير البلورة ، وانما بس تبعه ترتيب
الشبكة البلورية .

العلق انه مقلد اجبت بروت تزدرب
الدواء أثناء التصنيع ، لكنه المستحالة انه
الدواء بنفصل عند 250 ، وبلبيس يتصل
منع 220 ، لذا ما يتغير تفصله اذا
اذا علموا Co-crystal بنفصل درجة الانصهار
ح 190 ، فمتجنب قبل ما يتصل .

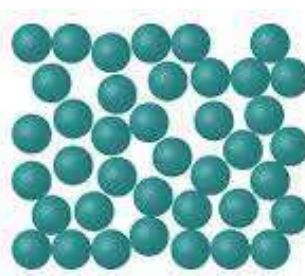
The amorphous state

- When a material is in the solid state but the molecules are not packed in a repeating long-range ordered fashion, it is said to be amorphous.
- Amorphous state may exhibit some degree of molecular arrangement, but no long-range ordered molecules.

لح هاي صفة لا crystalline



Crystalline



Amorphous

ما يوزن اعلم على شكل crystals

The amorphous state

- Polymeric materials have molecules that are so large and flexible that it is not possible for them to align perfectly to form crystals.
- For these materials it will be usual to have ordered regions within the structure surrounded by disorder, so they are described as semicrystalline.
- Amorphous form in low molecular weight material may be produced by:
 - Rapid solidification of the melt
 - Spray or Freeze drying
 - Milling of crystalline material

ال polymers عبارة عن
سلسلة طويلة جداً، هياكلها
صعب أنها تنظم تماماً بشكل
لذلك ما يمكنه بلورات كاملة، مثلاً
هناك بنية كدسة semicrystalline

منه عتوي
منه توب

لنقال polymers التي من جواً يكونوا حاضرين شكل
خوائي .

The amorphous state

- Amorphous solids have different properties from the crystalline form of the same material:
 - They **tend to flow** when subjected to sufficient pressure over a period of time
 - They **do not have definite melting point**.
 - They have a characteristic temperature called **glass transition temperature (T_g)**. If the sample is stored below the T_g the amorphous form will be brittle and is described as the glassy state. If the sample is above its T_g it becomes **rubbery**.
 - They have higher solubility and bioavailability.
 - They have the ability to absorb water in much larger quantities than crystalline materials.
 - They have low chemical and physical stability (overtime, amorphous solid may transform to the more stable crystalline state).

حارة صافية - 9

T_g

قاعدة صلبة
تغير شكل

عنه حامي
ما عنه ٣٠.٢ لدرجة

درجة الحرارة التي يتحول عندها إلى
Amorphous من : التحول إلى rubbery
المرحلة اللينة وت
المرحلة الصلبة وت

قوة الشبكة البلورية تتأثر
مع التبريد.

لأننا من مركبة. لولاها فزنا
دامك الفضة لكانت سترار

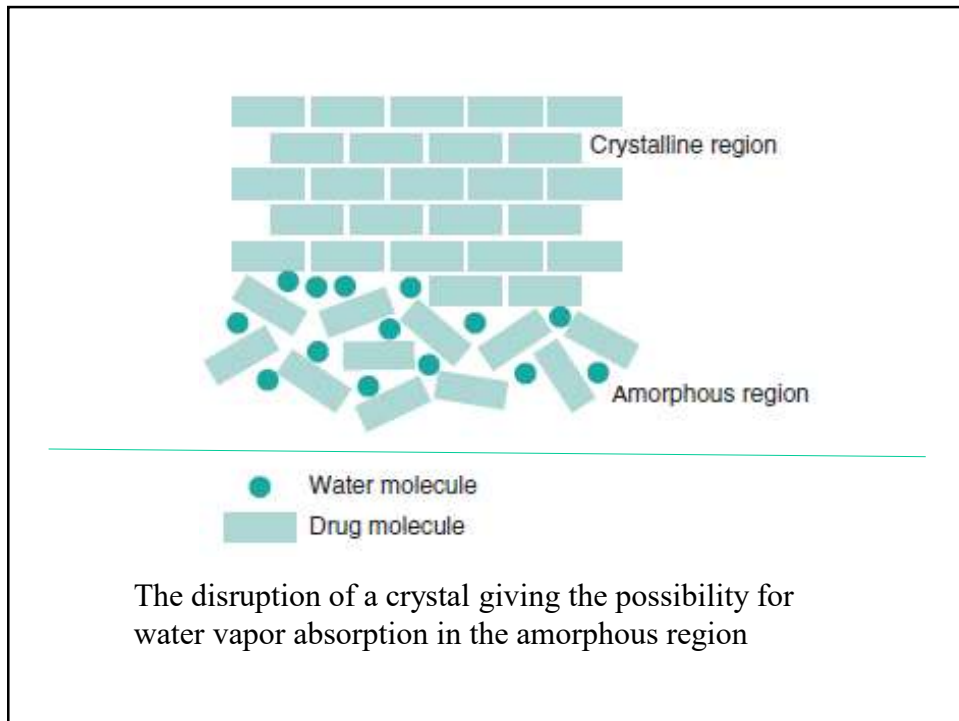
بها الزخافات

مطاط

أما بالنسبة لـ ليش ما بنستعمل دائماً ال amorphous إذا كان ذوبانه أفضل؟

فالجواب لأنه عيبه كبير، واللي هو عدم الثبات، يعني طبيعي جداً يكون ذوبانه اليوم ممتاز بس بعد شهرين من التخزين يتحول لـ crystalline، فجأة بتقل الذوبانية

والامتصاص



intermediate states }
 crystalline } 100%
 Amorphous } 0%
 في حالات وسيطة

Degree of crystallinity

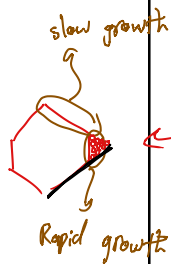
- The crystalline state characterized by perfectly ordered crystal lattice and amorphous state characterized by a disordered lattice represent two extremes and intermediate states are possible.
- The term *degree of crystallinity* is useful in attempts to quantify these intermediate states of lattice order
- The *degree of crystallinity* has a big influence on physical properties of materials like hardness, density...

وحدته الخارجيه للبلورات Crystal habit

- The external shape of crystal is termed crystal habit.

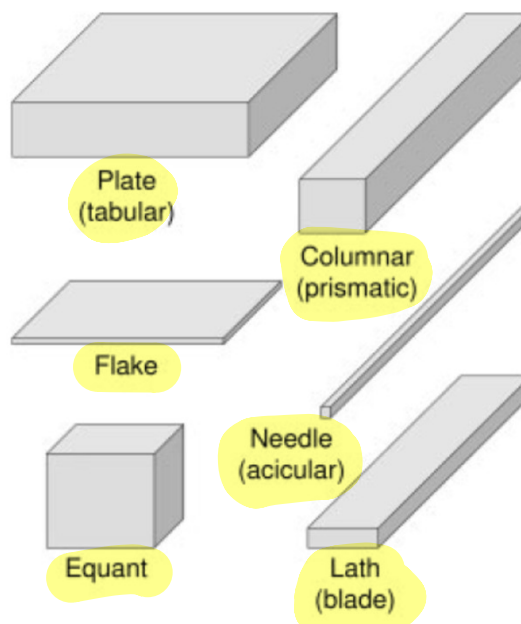
- Different crystal habits result from different growth rates of different crystal faces.

- The slowest growing face becomes the largest.



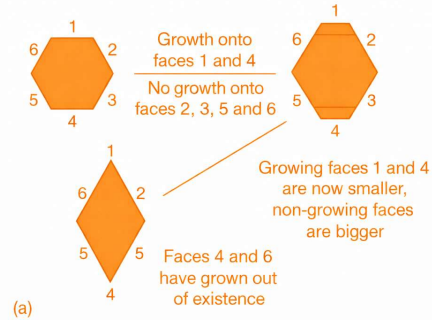
The six basic crystal shapes

Primary

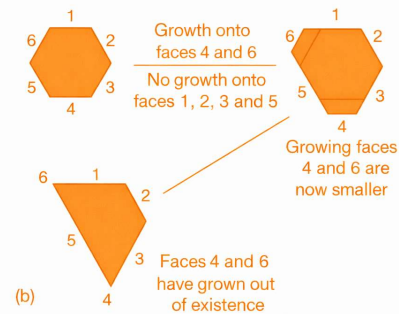


دیکھنا ہے کہ اسے بالکل مختلف growth

(a) Demonstration of how growth onto faces 1 and 4 of a hexagonal crystal form results in the formation of a diamond.



(b) Demonstration of how growth onto faces 4 and 6 of a hexagonal crystal form results in the formation of a trapezium.

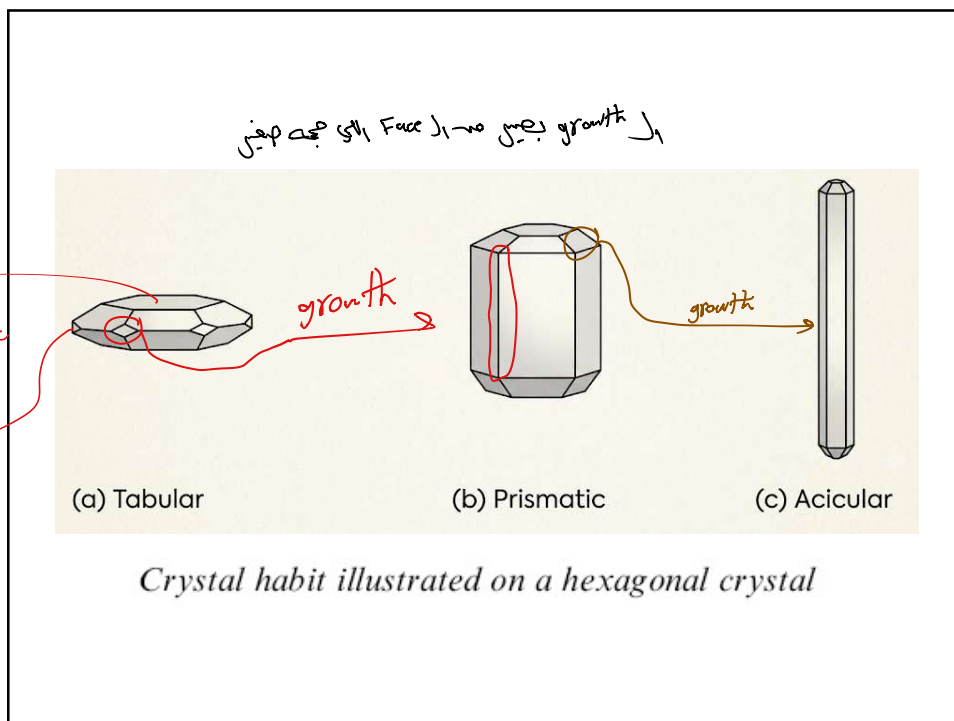
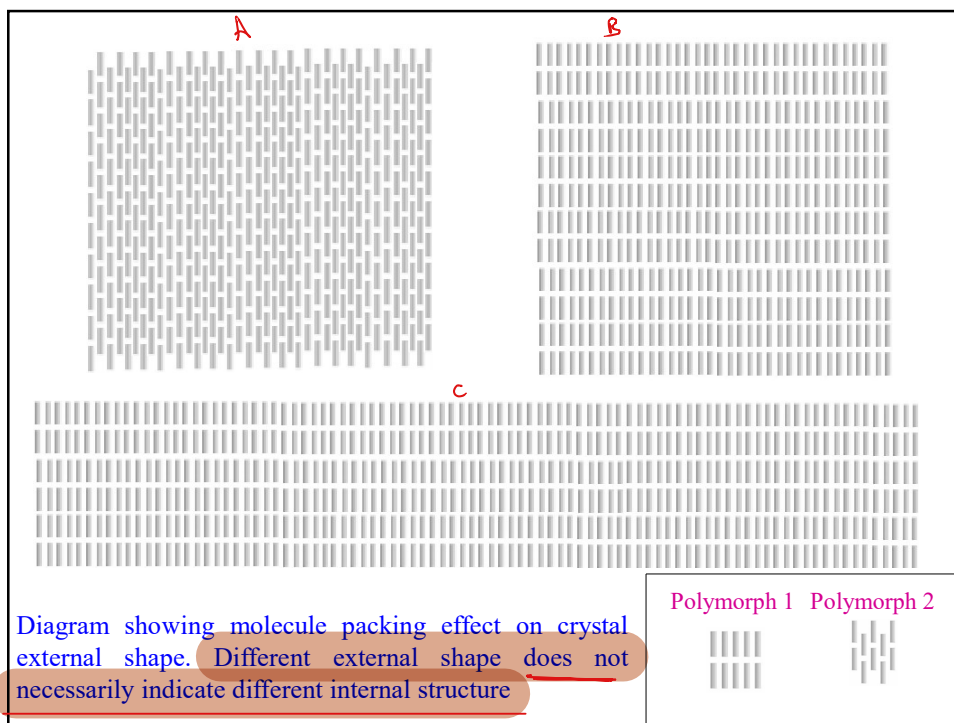


Crystal habit

- Changes in internal structure usually give different habits.
- However, it is also possible to change the external shape for the same crystal packing by changing the crystallization conditions.

Changes in internal structure usually give different habits.

A و B سے منہ نفس القیاسیہ اداہائی الکر نفس الکر امارجی.
B ر C سے نفس القیاسیہ الکر اداہائی ، منہ نفس الکر امارجی.



Crystal habit

- Crystal habit can alter the properties of drug and excipients such as:

- Powder flow

- Compression behavior

- Specific surface area (total surface area of a material per unit of mass or volume)

- Dissolution rate

- Sedimentation and caking of suspension

- Crystal engineering: Crystal habits may be changed by manipulating the growth of different faces to obtain crystals with suitable properties.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$S.A = 4\pi r^2$$



Sphere:

radius 20 μm

volume 33515 μm^3

surface area 5027 μm^2



Cube:

length, width and

thickness 32.2 μm

volume 33386 μm^3

surface area 6221 μm^2

$$V = x \cdot y \cdot z$$

$$S.A = 2(xy + xz + yz)$$

Needle:

length 335 μm , width

and thickness 10 μm

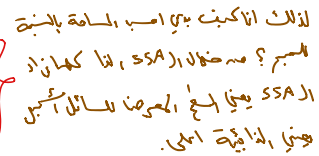
volume 33500 μm^3

surface area 13600 μm^2

تقريباً نفس الحجم
لكن مساحة سطح مختلفة

بمعنى جزئية معرفة مساحته
السطحية

The relative surface areas of a sphere, cube and needle that have similar volumes of material



حاجه صابنه هي صفت لجناس الماء

- التي بعد ايت شكل اح بعض صور كل
الموجود عليه هاتر solid particles.

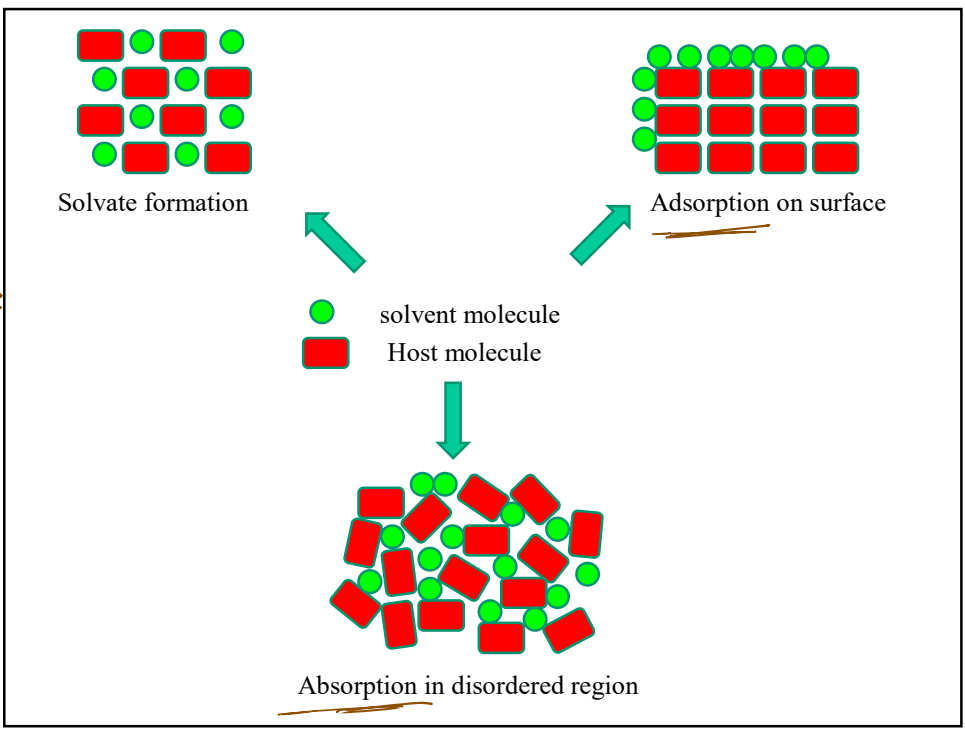
Absorption into the bulk

Delinquences

Adsorption into the bulk can occur if the sample is amorphous, whereas the interaction will be limited to adsorption if the powder is crystalline.

↳ Adsorption of vapor to the powder surface.

absorption into the bulk
 : Hygroscopic/soluble
 solid particles
 into the bulk
 : Hygroscopic/soluble

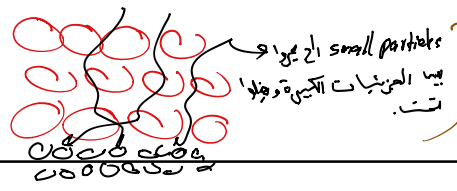


Importance of particle size

Particle size influence

- Drug dissolution
 - Important for poorly-soluble drugs (e.g. griseofulvin, tolbutamide, spironolactone, indomethacin and nifedipine)
- Mixing of powders (content uniformity for potent drugs, segregation)
- Hygroscopicity

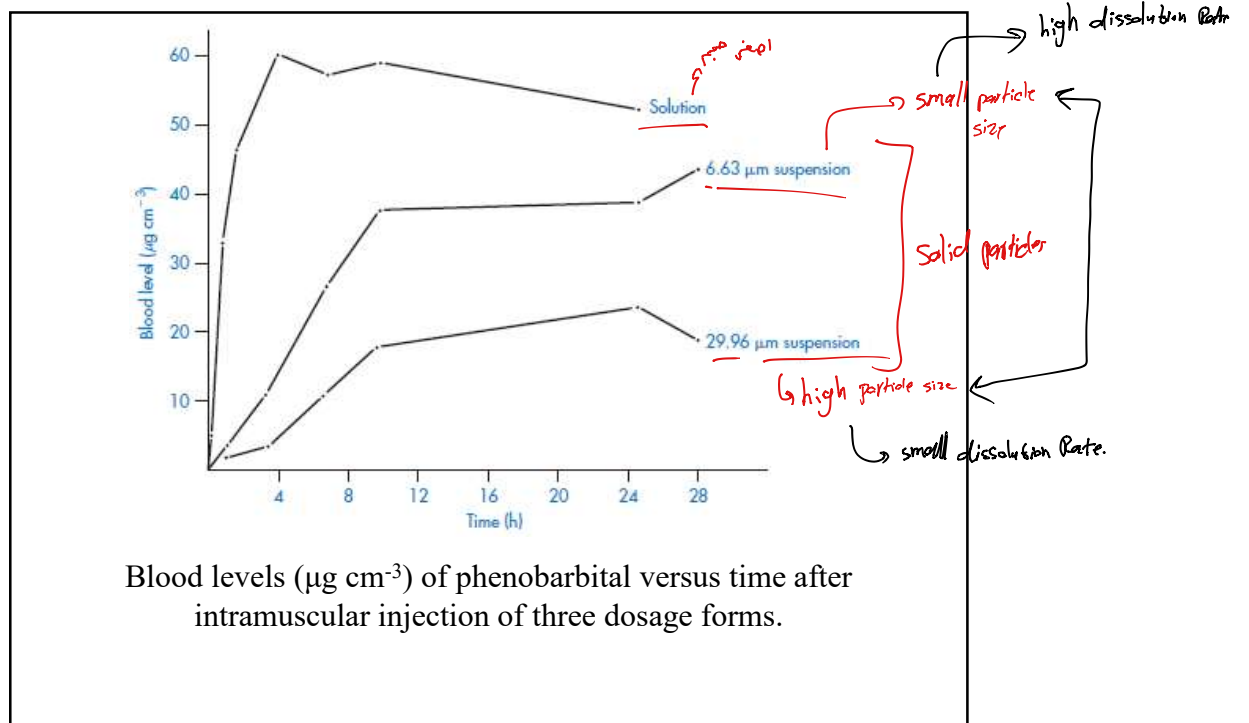
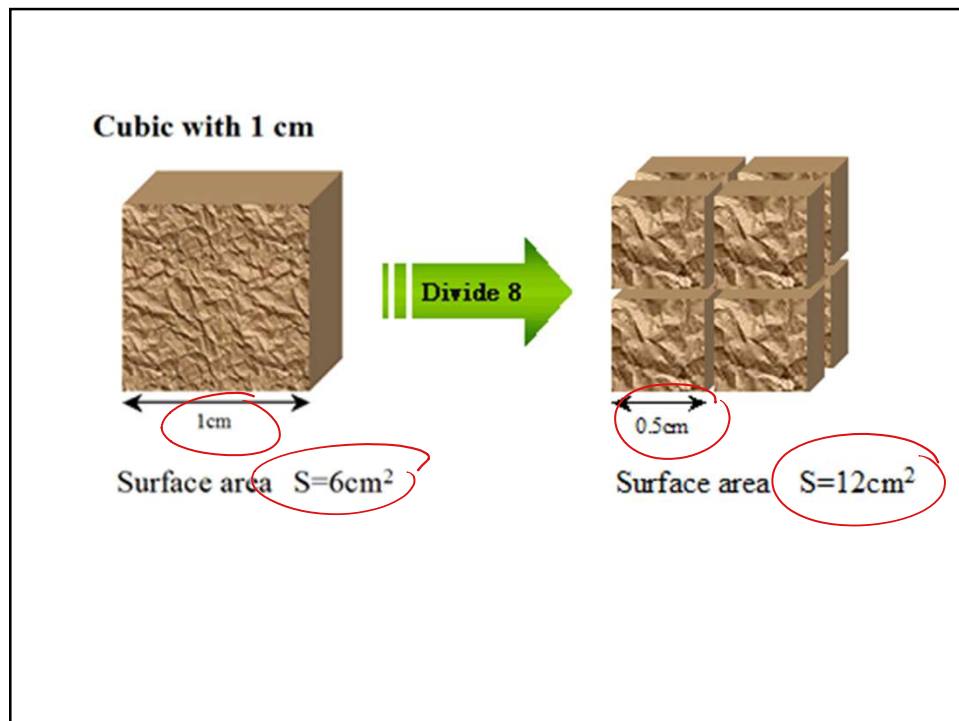
high S.A → high hygroscopicity



segregation : انه كل size يكون عبارة عن مادة شكل. خصوصاً لو كانت الـ small مضافة من Active ingredients.

لها معنى حجم الجسيمات :
 - S.A
 - dissolution Rate

الدكتور حكيم ك. توفيق الادوية .



Importance of particle size

Particle size influence

- The properties and behavior of various dosage forms:

- suspensions: sedimentation rate, texture, taste, rheology (اللزوجة)
- parenteral suspensions: syringeability, injectability and sustained release. (القدرة على حقن الدواء بالابر) (القدرة على حقن الدواء بالابر) (القدرة على حقن الدواء بالابر)
- ophthalmic suspensions: irritation of the eye surface (small particle size is used)
- Dry powder inhalers: The position and retention of particles in the bronchopulmonary tract
- topical formulation: grittiness (powder must be impalpable) (جسونة الدواء)

grittiness → size

حتى ما نغنيها:

* solubility هي عبارة عن الذائبة العادية التي نحتاجها الى تتأثر بقابلية المادة للذوبان، والمجموع وكذا الاستعداد الذي يتأثر به المذيبات، منذ عندي فكتب كيتس وكتب بعض من نفس المادة، يمكن انك الكتب بعض الذائبة تبعه اني، ليس اعلى مع الزئبق من انهم من نفس المادة؟ لانه الجسم تبعه امع = هي هي الذائبة

* intrinsic solubility هي الذائبة، التي هي الذائبة الداخلية، فهي قابلية المادة للذوبان بب ضاهاها الكيميائية، يعني بعض النظر عن الجسم تبعها وبعض النظر عن اي سلك تاتي، الانبيج مكتوب نفس الجسم بالزئبق وبتوف مع بدوب أسرع، قالوا بدوب أسرع هاد كجوه عنه ذواينة intrinsic solubility اعلى