

تفريغ فيزيكال



اسم الموضوع: Phase equilibria and the phase rule

إعداد الصيدلاني/ة: ياسمين خليل 🌸



لجان التفتعات

درسنا في التثابث، الاول عن الحالة الصلبة والسائلة والغازية و بدنا نعرف انهم موجودين مع بعض بالمهبط مع بعض بحالة إتزان و هي إلى رح ندرسها بجهاد التثابث إن شاء الله و نخط بيانا التوازن له بملاقة بالحرارة والضغط

عين يعني؟

توضيح بسيط لحالة توازن بين حالتين

مثلا، الثلج لو ارتفع الحرارة حتى 0°C رح يهبط liquid

و السائل لو نزل لدرجة الصفر 0°C و تحت رح يهبط solid/ice و هكذا

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Phase equilibria and the phase rule

is a relationship helps to
determine the least number
of variables to describe a system
in a complete way

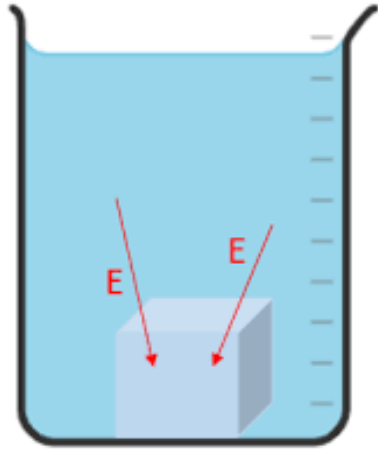
رجوع به خط تحت این شا، الله

The Phase

- A phase is a homogenous physically-distinct portion of a system that is separated from other parts of the system by boundary surfaces.
- A system containing water and its vapor is a two-phase system. An equilibrium mixture of ice, liquid water, and water vapor is a three phase system.
- A phase may be gas, liquid or solid.

ممکنه دو یا سه طبقه
منفصله از هم

دو یا سه طبقه
منفصله

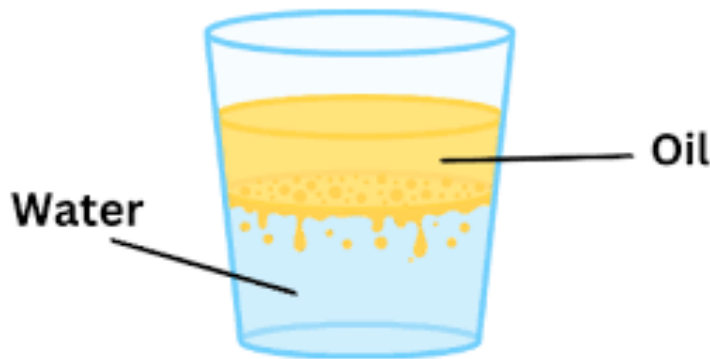


water + ice

بنقد رتوف الماء و توف الثلج
برضو لذل هم

two phases

حتى لو حكونين متطابقان الا هل $H_2O + H_2O$



water + oil

طبقتين متفصلتان وهم

two phases



ethanol + water

ما بنقد رتوف و توف الماء و و توف
الايثانول وهم هتتجان يعني!

One phase

$CH_3CH_2OH + H_2O$

حتى لو حكونين مختلفات الا هل

The Phase

فليط من الغازات
شوا كانت داي
النايج يكو ~

- A gas or a gaseous mixture is a single phase.
- Completely miscible liquids constitute a single phase.

السائل الغالبية
لا يتزاوج تكون وجه
واحد مثل ايثانول + ماء

- In an immiscible liquid system, each layer is counted as a separate phase. → صكن وجهين أو أكثر حسب عدد المكونات

- Every solid constitutes a single phase except when a solid solution is formed. كل ملب هو وجه لملح إلا إذا كانا تحضيرا كثرنا ملب بفسر أكثر من وجه قادرين نوقف من ملح وسكر / أو رمل أحود مع أبيها

بما أنه solution فهو أكيد
one phase

- A solid solution is considered as a single phase.

- Each polymorphic form constitutes a separate phase.

شوا كثر من
الذول

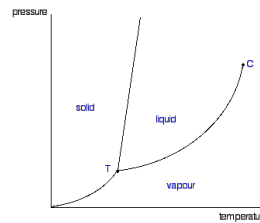
والسبب انه ما ينسج الحليط
أبي منسج الحواد إلا في حال استرجع
المكونات ولا كان سميلا
susp or emulsion

The Phase diagram

- Phase diagram shows the multisystem state changes with the temperature, pressure, composition and other intensive properties.

not extensive

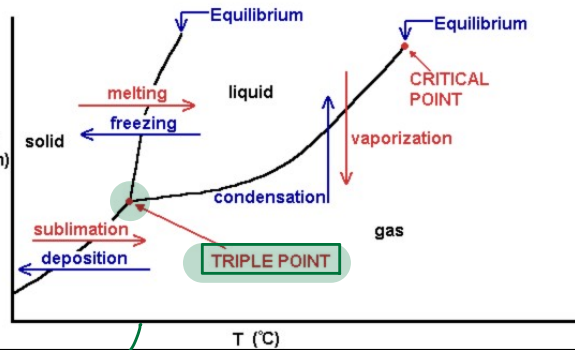
Intensive properties are properties that do not depend on size; e.g. pressure and temperature.



The Phase diagram: One component system

- The simplest phase diagrams are pressure-temperature diagrams of a single simple substance.
- The axes correspond to the pressure and temperature.
- The lines in the phase diagram represent two phase systems, while the spaces between the lines represent one phase systems.

➤ The triple point represents the temperature and pressure where all three physical states are in equilibrium (for water 0.01 °C and 0.00603659 atm).



One component diagram

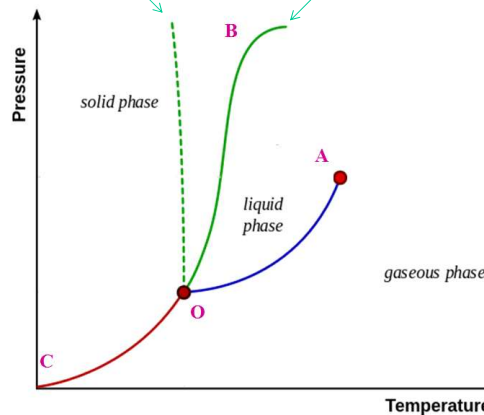
نحفظ إنه
X - axis
Temp فيه
Y axis
pressure فيه

هذه diagram ممكن يكون من ممكن واحد او اكثر
دور نفتح هذا ان شاء الله

The Phase diagram: One component system

The frozen state of water (ice) is actually less dense than the liquid state. Therefore; increasing pressure (which favors compactness of the molecules) will favor the liquid state.

not all
For most substances the solid is denser than the liquid. Therefore; an increase in pressure usually favors the more dense solid phase.



Curve OA:
vapor pressure curve

Curve OB:
Melting point curve

Curve OC:
Sublimation curve

المادة
العكس؟
السائل كثافته
أعلى

تحول المادة من صلب إلى غاز دون المرور بالحالة السائلة. (تسامي)

The Phase diagram: One component system

• ^{نقطة حرجية} The **critical point** is the point on a phase diagram that indicates the **critical temperature** and **pressure**.
 ← هي النقطة التي ما فيها خايل واضمح يوضع حالة المادة إلى عند

• The **critical temperature** of a substance is the temperature above which that substance can no longer exist as a liquid, no matter how much the pressure is increased.
 ← هي النقطة التي بتتغير عندها الحجم الفاصل بين السائل والغاز ليخفى، لنظرونا زيادة الضغط

• In the same way, the **critical pressure** is the pressure above which the substance can no longer exist as a gas, no matter how high the temperature is.
 ← هي النقطة التي فيها الضغط ما يقدر يحول المادة إلى غاز، ولو رفعنا الحرارة

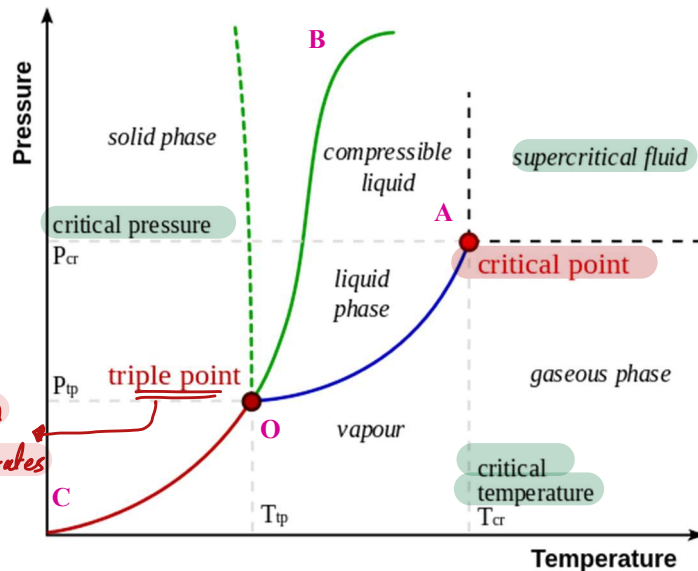
• **Supercritical fluid** is any substance at a temperature and pressure above its critical point, where distinct liquid and gas phases do not exist.
 ← حالة المادة تتعدى درجة حرارتها درجة الحرارة الحرجية وتضعفها الضغط الحرجي

The Phase diagram: One component system

Curve OA:
vapor pressure curve

Curve OB:
Melting point curve

Curve OC:
Sublimation curve
equilibrium between 3 states of matter



The supercritical fluids

- In general terms, supercritical fluids have properties between those of a gas and a liquid.
- Supercritical fluids are suitable as a substitute for organic solvents in a range of industrial and laboratory processes.
- Supercritical fluids have the viscosity of a gas, but the densities and solvent power of a liquid, making SC fluids ideal for extraction.

supercritical
fluids

to calculate the least
number of variables required to define
the state of the system

The Gibbs phase rule

- To understand and define the state of a phase, knowledge of several independent variables is required.
- Independent variables (also called intensive variables) are the variables that do not depend on the volume or size of the phase, e.g. temperature, pressure, density, boiling point and concentration.
- The Gibbs phase rule is expressed as follows:

$$F = C - P + 2$$

- **F**: is the number of degrees of freedom of the system which is the least number of intensive variables required to define the system completely (vary independently).
- **C**: number of components, **P**: number of phases present

- The Gibbs phase rule is expressed as follows:

$$F = C - P + 2$$

- F**: is the number of degrees of freedom of the system which is the least number of intensive variables required to define the system completely (vary independently).
- C**: number of components, **P**: number of phases present

في هذه المعادلة يوجد 3 متغيرات :-

F

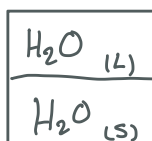
نقطة انزياح (أقل عدد من القيم التي
تتغيرها) intensive وليس extensive والفرق
بينهم مش مهم بين عشان إذا اجاب سؤال 3/4

P

أقل ما يمكن أن تأتي 1
مستحيل تأتي Zero والسبب
أنها تغير عند عدد الواجه (phases)
إلى قادرين نفسهم بالعين المجردة

C

مهم جداً فقهها !!!
تغير عن عدد formulas الموجودة في
الأنظمة، كم؟ مثلاً صيغة الماء
هي H_2O و صيغة البنزين C_6H_6
طبيخ فليط من ماء و ملح كم صيغة C ؟ 1
و فليط من زيت و ماء؟ $C=2$

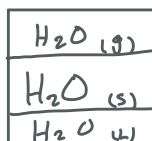


$$P = 2$$

$$C = 1$$

$$F = 1 - 2 + 2$$

$$= 1$$

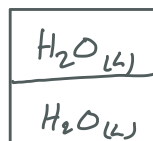


$$P = 3$$

$$C = 1$$

$$F = 1 - 3 + 2$$

$$= 0$$

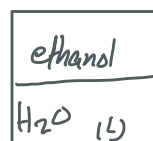


$$P = 1$$

$$C = 1$$

$$F = 1 - 1 + 2$$

$$= 2$$

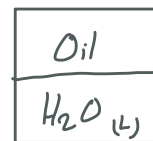


$$P = 1$$

$$C = 2$$

$$F = 2 - 1 + 2$$

$$= 3$$

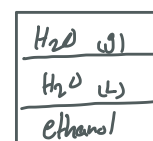


$$P = 2$$

$$C = 2$$

$$F = 2 - 2 + 2$$

$$= 2$$



$$P = 3$$

$$C = 2$$

$$F = 2 - 3 + 2$$

$$= 1$$

تكررين !!!
يشعروا
phase
واحد

Application of phase rule to one component system

$C = 1$

TABLE 2-7
APPLICATION OF THE PHASE RULE TO SINGLE-COMPONENT SYSTEMS*

System	Number of Phases	Degrees of Freedom	Comments
Gas, liquid, or solid	1	$F = C - P + 2$ $= 1 - 1 + 2 = 2$	System is <i>bivariant</i> ($F = 2$) and lies anywhere within the area marked vapor, liquid, or solid in Figure 2-22. We must fix two variables, e.g., P_2 and t_2 , to define system D.
Gas-liquid, liquid-solid, or gas-solid	2	$F = C - P + 2$ $= 1 - 2 + 2 = 1$	System is <i>univariant</i> ($F = 1$) and lies anywhere along a <i>line</i> between two-phase regions, i.e., AO, BO, or CO in Figure 2-22. We must fix one variable, e.g., either P_1 or t_2 , to define system E.
Gas-liquid-solid	3	$F = C - P + 2$ $= 1 - 3 + 2 = 0$	System is <i>invariant</i> ($F = 0$) and can lie only at the <i>point</i> of intersection of the lines bounding the three-phase regions, i.e., point O in Figure 2-22.

*Key: C = number of components; P = number of phases.

$P=1$ ← واحدة منهم
 $P=2$ ← اثنين
 $P=3$ ← الثلاثة

طب سببي F تادي 1 أو 2 أو 0 ؟
نرجع ونسوي يعني نحتاج متغيرات المركب / الخليط إلى معنا نحتاج إلى 1 أو 2 أو 0 متغيرات
تاع متغيري الوحد، يعني لو نتائج $F=2$ ← هذا يعني نحتاج إلى $temp$ و $pressure$ للوحد
طب $F=1$ نحتاج $temp$ or pro
إذا $F=0$ يعني $neither temp nor pressure$

Two component system containing liquid phases

سيم تجا صل الغاز

- Systems in which the vapor phase is ignored and only solid and liquid phases are considered are termed condensed systems.

- Systems containing liquids might be:
 1. Completely immiscible (such as mercury and water)
 2. Completely miscible in all proportions (e.g. ethanol and water)
 3. Partially miscible (e.g. phenol and water)



المكونين إلى ر ع
نستخدمهم في diagram
هم سائل X سائل
دبي تهيئهم حسب
miscibility
or solubility ? →

Two component system containing liquid phases

For two component systems:

$$C=2 \quad F = C - P + 2 \Rightarrow F = 4 - P$$

$$P \geq 1 \Rightarrow F \leq 3$$

Three variables are required: temperature, pressure, and composition.

If the pressure is fixed, only temperature and composition are required.

two components

امد بالذات؟
حكما قيل صيغة P لا تكون
أقل من 1 +
can't be less than one phase

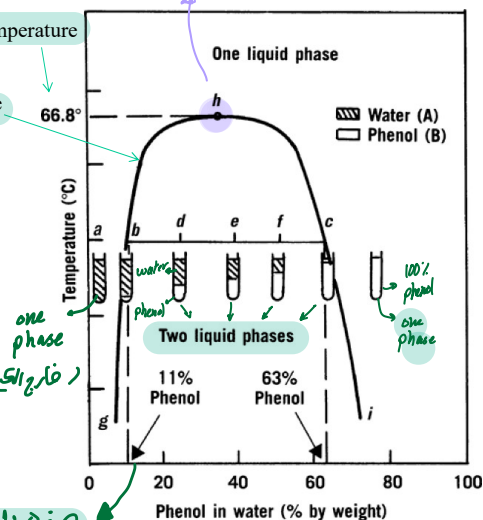
Two component system containing liquid phases

النقطة بالذات ما يسمى upper consolute temperature

Upper consolute temperature = critical solution temperature

هو الخلف إلى نفس نقطة
one component from
two components

Phase diagrams for two component systems are commonly constructed with temperature and composition as the coordinates.



أي سبيست خارج
الكيرت هوبين
one phase
two phases

two component
dia gram

X-axis
→ Concentration
Y-axis
→ temperature

سؤال امتحان

صن رايًا انتبهها
ولكن هذه القاعدة تنطبق
على phenol - water

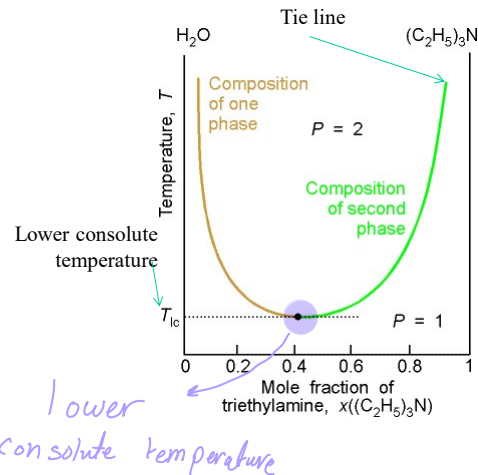
phenol is denser
than water

هذه الأرقام تمثل
تركيز الفينول بالترتيب

[كل حادثة الحرارة
تزداد ذاتيية المتدين]

Two component system containing liquid phases

Other liquid mixtures show no upper consolute temperature but lower consolute temperature.



أصلاً هو !!

triethylamine

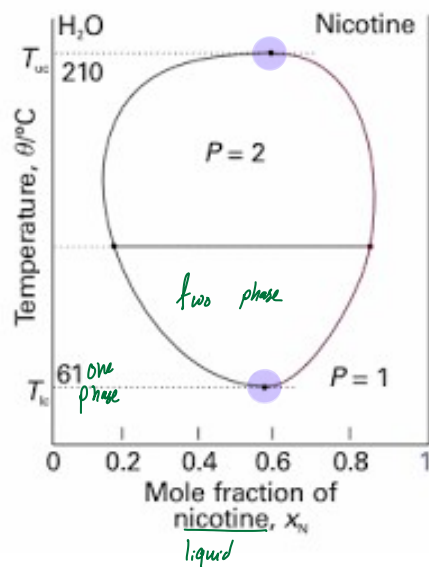
تقل مع الماء كل ما ارتفعت الحرارة
وهذا، لسبب أنه، يكثر في المحلول

العلامة مكيه.

lower
consolute temperature

Two component system containing liquid phases

Other liquid mixtures show both upper and lower consolute temperatures.



ذائبة Nicotine
تزيد ذائبة كل حسب الحرارة

Nicotine has upper + lower consolute
temperature

Nicotine is a liquid form
and has a closed curve

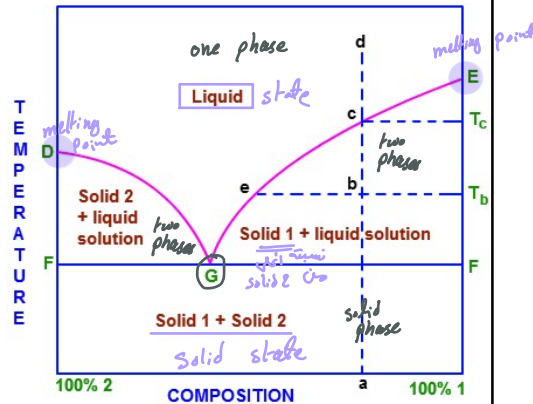
اللَّهُمَّ اغْفِرْ
لِي ذَنْبِي
كُلَّهُ دَقَّةً،
وَجَلَّةً،
وَأَوَّلَهُ
وآخِرَهُ
وَعَلَانِيَةً
وَسِرَّهُ

Two component system containing solid and liquid phases

The points of **D** and **E** represent the melting points of **solids 2 and 1**.

Two component system consisting of two solids (**2 and 1**) when heated to a temperature above the melting points of both (**point d**), a one-phase system will form consisting of a liquid solution of **2 and 1**.

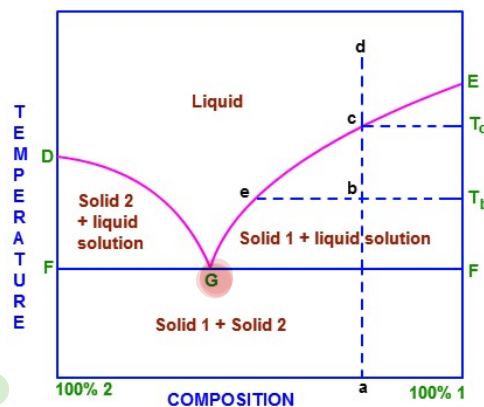
When the temperature fall to point **c**, pure solid **1** will form dispersed in a liquid solution of **1 and 2**.



عند نقطة G يتكون Solid 1 + 2 + solution في حالة توازن

Two component system containing solid and liquid phases

- At point **G** solid **1**, solid **2** and solution phase are in mutual equilibrium (exist together).
- The solid phase at this point is a finely divided two-phase dispersion of crystalline **1** and **2** called a **eutectic**, and **G** is the **eutectic point**. Eutectic melts at a lower temperature than either of its pure components.



حالة توازن بين صلبين
أو أكثر



• طریب باجماعه هوه، انکلهار فیه 3 component، یعنی $C = 3$ و کا لهاره

P طارح تادی اقل 1 یعنی $F = 3 - 1 + 2 = 4$

طریب راجح فیه انه کل ضلع
للمثلث قیمة 100. معنیه
بینک زاویه بینک کمنج؟ یعنی عندها
المثلث صلیک



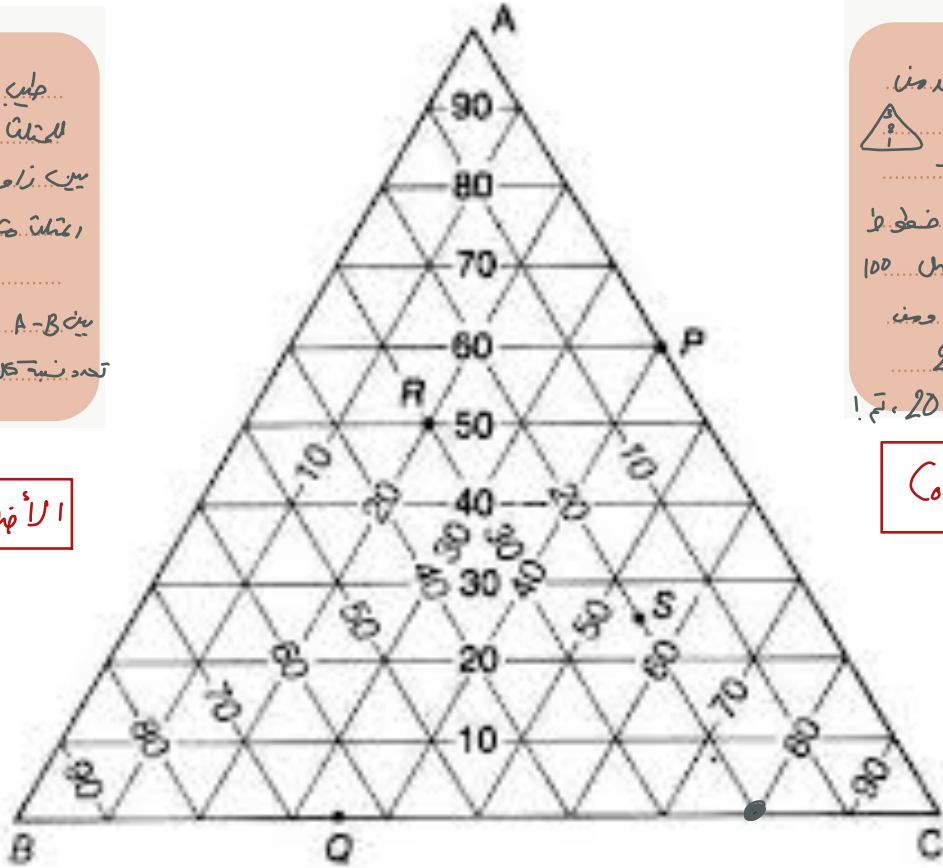
بینک $A-B$ علیہ نقطه صلیک م والیکندر طلب

تحدید نیمة کل قیمة ایتجی $A: 80\%$
 $B: 20\%$
 $C: 0\%$

الاضلاع — lines

عننا بکل قیمة راجح یرا ا لحد من
تحدید لحد القیمة. هیلک
ولایزم نوبل 100% عند القیمة
طبعاً صلیک منوریه یکه 10 خطوط
بالمثلث ویکل خط 10 ممان نوبل 100
بن صلیک یکه م بین 4 خطوط وین
مالنا نعرف انه قیمة کل خط 25
ولوکان 5 خطوط بکل خط 20، تم!

زوايا - Corners



و؟ ضیرو
النقاط الی داقل المثلث
الهم 3 قیمة، صلیک من
قیمة ورجح نكف کمنج
صهم کین و جای بالامتحان
(کلام، لایعقد)

Phase equilibria in three-component systems

For three component systems:

$$C = 3 \quad F = C - P + 2 \Rightarrow F = 5 - P$$

$$P \geq 1 \Rightarrow F \leq 4$$

Four variables are required: temperature, pressure, and two compositions.

If the temperature and pressure are both fixed then, only two compositions are required

➤ Because we are dealing with a three-component system, it is more convenient to use triangular coordinate graphs

Corner

Represent only one component at 100%

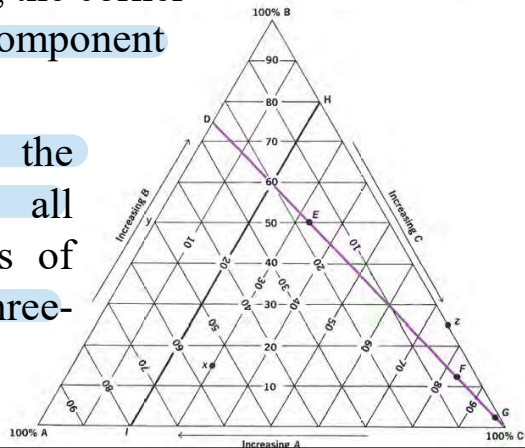
line

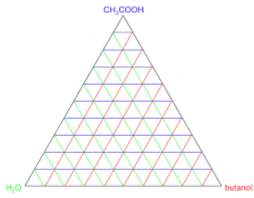
Represent two components at 100%

The area within triangle represent three components at 100%

Rules relating to triangular diagram

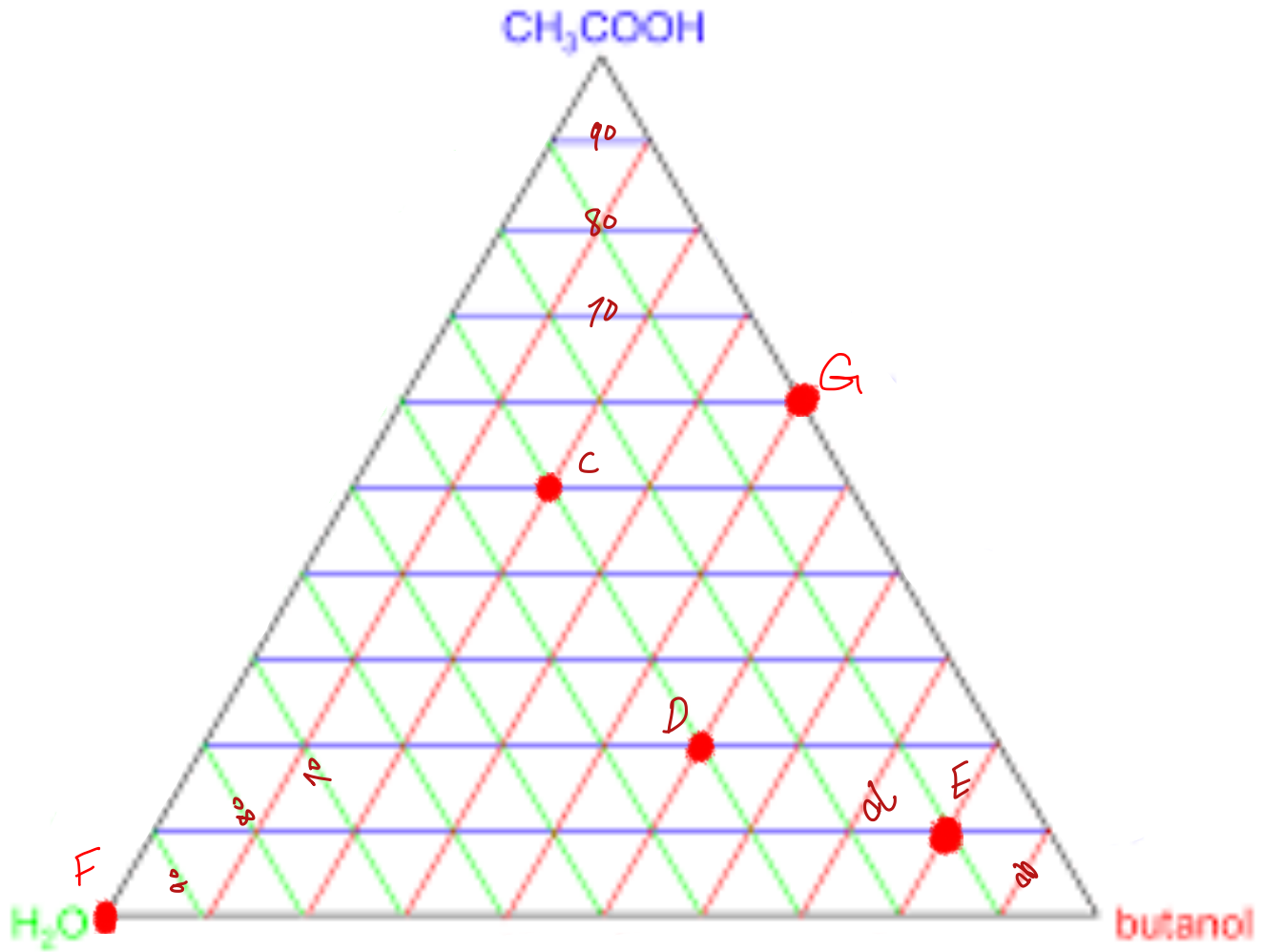
- Each of the three corners represent 100% by weight of one component.
- The three lines joining the corner points represent two component mixture.
- The area within the triangle represent all possible combinations of A, B, and C to give three-component system





هياكل الشكل بدونه أرقام و المعروضه تكون قادرين نحلل بعد ما بحرغنا، لثلاثة خواص فوجه

حيث لو اذكر طلب نسبة الحاد، لثلاثة عند النقطة، لثلاثة، الجواب يكون!

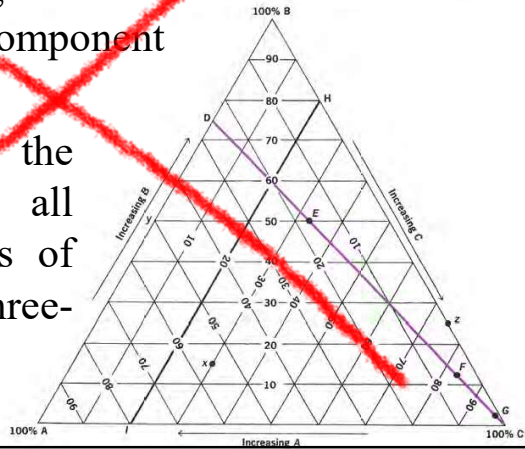


	H ₂ O	butanol	CH ₃ COOH
C	30	20	50
D	30	50	20
E	10	80	10
F	100	0	0
G	0	40	60

نلا حظ أن مجموع
الارقام عند نفس النقطة
يساوي 100 وفيها هي
نتأكد من صحة حلنا

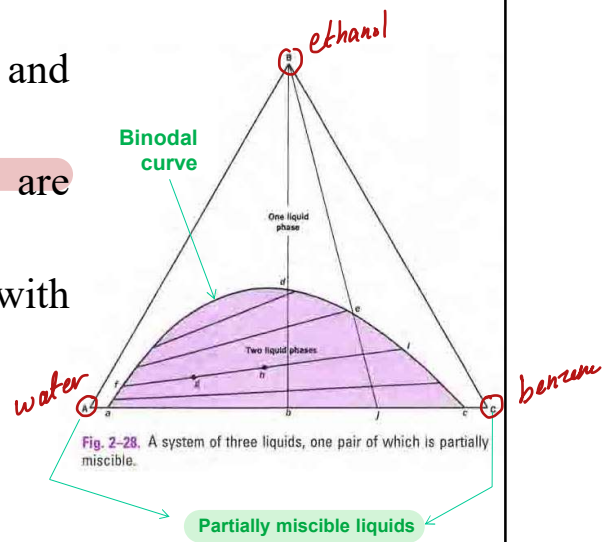
Rules relating to triangular diagram

- Each of the three corners represent 100% by weight of one component.
- The three lines joining the corner points represent two component mixture.
- The area within the triangle represent all possible combinations of A, B, and C to give three-component system



Ternary systems with one pair of partially miscible liquids

- E.g. Water, benzene and ethanol mixture
- Water and benzene are partially miscible
- Ethanol is miscible with both water and benzene



كما يكون بقعة أو منطقتين داخل
منطقة واحدة من 3 مكونات
مكونين قابلات للامتزاج تماماً

مع بعض من يتشكل جزئي مع المكونات الثلاثة

Ternary systems with one pair of partially miscible liquids

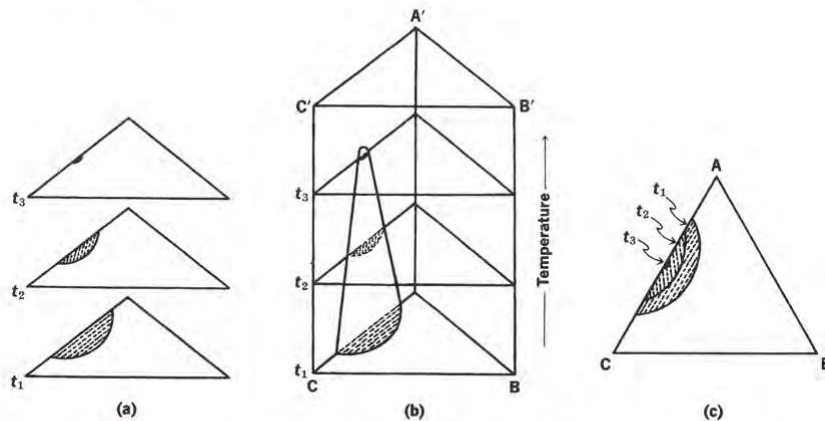


Fig. 2-29. Alterations of the binodal curves with changes in temperature. (a) Curves on the triangular diagrams at temperatures t_1 , t_2 , and t_3 . (b) The three-dimensional arrangement of the diagrams in the order of increasing temperature. (c) The view one would obtain by looking down from the top of (b).

Ternary systems with two or three pairs of partially miscible liquids

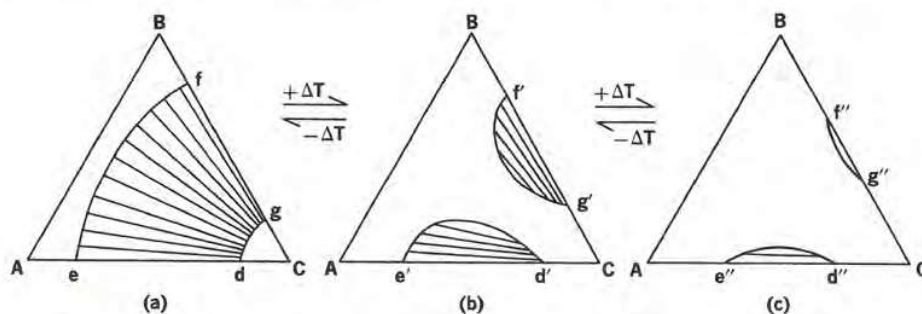


Fig. 2-30. Effect of temperature changes on the binodal curves representing a system of two pairs of partially miscible liquids.

AC = partially miscible
BC = " "
AB = completely miscible

Ternary systems with two or three pairs of partially miscible liquids

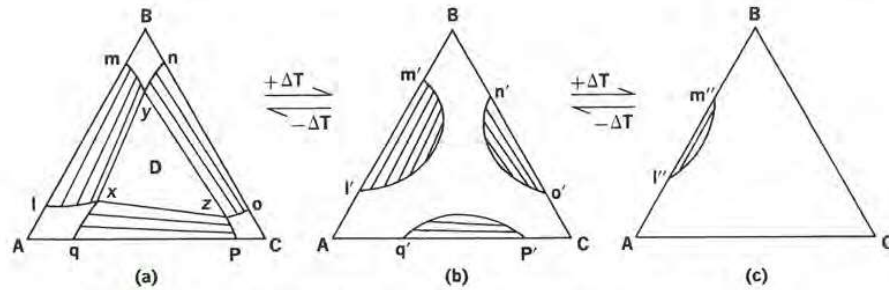


Fig. 2-31. Temperature effects on a system of three pairs of partially miscible liquids.

سبحان الله
الحمد لله
لا اله الا الله
الله اكبر