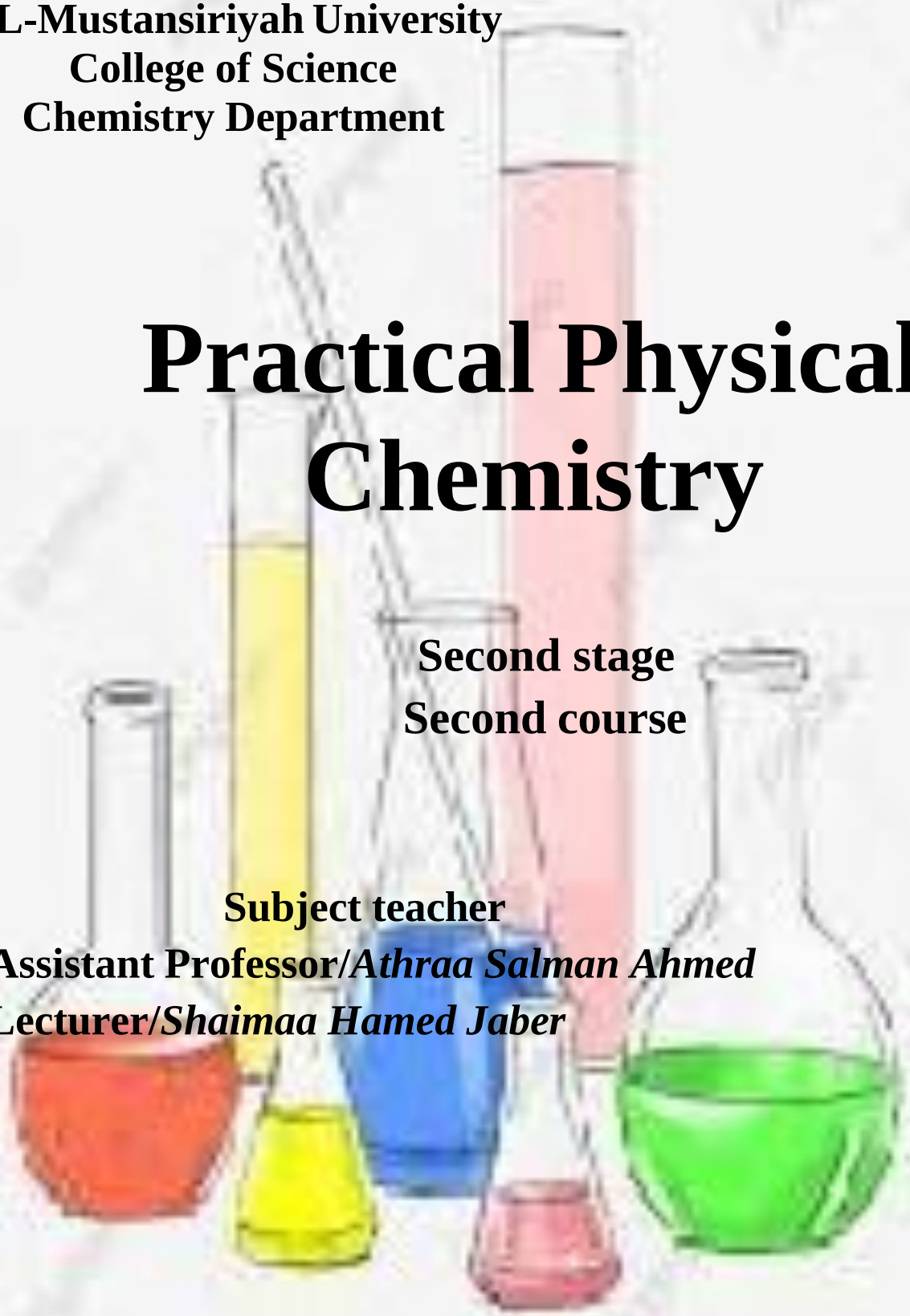
AL-Mustansiriyah University
College of Science
Chemistry Department

Practical Physical Chemistry

Second stage
Second course



Subject teacher
-Assistant Professor/*Athraa Salman Ahmed*
- Lecturer/*Shaimaa Hamed Jaber*

تجارب الفصل الثاني

Second Course Experiments

1- ايجاد الوزن الجزيئي لمادة صلبة مجهولة بطريقة الانخفاض بدرجة الانجماد

2- ايجاد الوزن الجزيئي لمادة صلبة مجهولة بطريقة الارتفاع بدرجة الغليان

3- مخطط الطور لمجموعة ثنائية تتألف من (صلب – صلب)

4- قابلية الذوبان المتبادلة بين (الفينول – الماء)

5- تعين قابلية الذوبان لكبريتات الصوديوم وتعين نقطة الانتقال

6- قابلية الذوبان كدالة لدرجة الحرارة

Introduction

تأثير المذاب على بعض صفات المذيب

The effect of the solute on some properties of the solvent

The solvent has the most important properties للمذيب صفات أهمها:

1- الضغط البخاري (Vapor pressure): هو مقياس لميل السائل للتبخير وهو يتغير طرديا مع درجة الحرارة

2- درجة الغليان (Boiling point) : هي تلك الدرجة الحرارية التي تتساوى فيها ضغط بخار السائل مع الضغط الواقع عليه.

3- درجة الانجماد (Freezing point) :هي تلك الدرجة الحرارية التي عندها يتحول السائل الى صلب تحت الضغط الجوي .

*ولقد لوحظ انه أي محلول يحتوي على (مذاب غير متطاير) سيبدي الخصائص الترابطية التالية هي:

1- انخفاض الضغط البخاري للمذيب

2- ارتفاع بدرجة الغليان

3- انخفاض بدرجة الانجماد

4-التنافذ والضغط التنافذي للمحلول

الخصائص الترابطية (Bonding properties) :هي تلك الخاصية التي تعتمد فقط على عدد دقائق المذاب الموجودة في المحلول ولا تعتمد بأي حال من الاحوال على الطبيعة الكيميائية لهذه الدقائق .

*ملاحظة : يجب ان لا يحدث للمذاب الموجود أي اتحاد او تفكك فإذا كان هناك اتحاد لدقائق المذاب فان العدد الفعلي للدقائق المضافة سيصبح صغيرا وكنتيجة لذلك فان هذه الخصائص ستقل. وبصورة مماثلة اذا تفككت دقائق المذاب كما في حالة

الالكتروليتات فان عدد الدقائق يصبح اكبر من العدد الاصلي وتصبح قيمة الخصائص الترابطية أعلى.عند هذه المحاليل التي يحدث لدقائق المذاب اتحاد او تفكك يجب وجود بعض التعديلات الاساسية على القوانين المنتجة للمحاليل التي فيها دقائق المذاب لاتتحد او تتفكك في الوقت التي تناقش هذه الخصائص يجب ان يفترض أن المحاليل تكون مخففة جدا ومثالية أي ان الاتحادات مابين دقائق المذاب تكون صغيرة لدرجة الاهمال .أن دراسة هذه الخصائص ساعدت كثيرا في حساب الوزن الجزيئي للمواد المذابة غير المتطايرة .

سوف نأخذ أول خاصية ترابطية وهي(لاتوجد تجربة فقط شرح)

1- الانخفاض بضغط بخار المذيب

The decrease in the vapor pressure of the solvent

عندما يضاف المذاب اللامتطايرالى المذيب (السائل) ينخفض ضغط البخار للمذيب وذلك لان جزيئات المذاب تعرقل هروب جزيئات المذيب من سطح السائل ولقد لوحظ من تجارب عديدة أنه عند إذابة كميات متساوية (مولات)من مواد غيرالالكتروليتية مختلفة في اوزان متساوية من مذيب معين يحصل انخفاض متساو في الضغط البخاري للمذيب من هذا نستنتج أن مقدار الانخفاض في الضغط البخاري للمذيب يعتمد على عدد الجزيئات المذابة وليس على الطبيعة الكيميائية للمذاب ويمكن توضيح ذلك حسب قانون رؤولت .

$$P = p^{o} \ . \ x_1 \longrightarrow \quad (1)$$

X_1= الكسر المولي للمذيب.

X_1= mol fraction of the solvent

P^o = الضغط البخاري للمذيب النقي.

P^o =vapor pressure of the pure solvent

P= الضغط البخاري للمذيب عند إذابة مادة فيه (فوق المحلول)

P= vapor pressure of a solvent when a substance is dissolved in it (above the solution)

بما أن x_1 كمية موجبة اقل من الوحدة الواحدة عندئذ فان الضغط البخاري للمذيب(P)يكون أقل من (po)

ان الانخفاض بضغط البخار(Δp) يعطى بالمعادلة التالي :-

$$\Delta P = p^o - P \longrightarrow (2)$$

عند تعويض(1) في (2) نحصل على

$$\Delta P = p^o - (p^o . x_1)$$

$$\Delta P = p^o (1 - x_1) \longrightarrow (3)$$

$$X_1 + x_2 = 1$$

$$X_2 = 1 - x_1 \longrightarrow (4)$$

X_2 = الكسر المولي للمذاب X_2 = mol fraction of the solute

نعوض(4) في(3) نحصل على:

$$\Delta P = p^o \; x_2$$

ويمكن كتابة المعادلة (2) بالشكل الاتي:-

$$\frac{\Delta P}{p^o} = \frac{p^o - p}{p^o} = X_2$$

ان:

$\frac{p^o - p}{p^o}$ **:-** هو مقدار الانخفاض بالضغط البخاري وهذا يدل على ان الانخفاض النسبي بالضغط البخار خاصية ترابطية لكونه يعتمد على x_2 للمذاب وليس على أي شي اخر.

The first experiment

قياس الوزن الجزيئي لمادة صلبة بطريقة الانخفاض بدرجة الانجماد

Measurement of the molecular weight of a solid by the decrease in freezing point

2- الانخفاض بدرجة الانجماد Decrease in freezing point

السبب ان وجود دقائق المذاب بين جزيئات المذيب يعرقل من تقارب جزيئات المذيب حتى يتجمد مثال عند درجة انجماد الماء الاعتيادية تعمل دقائق المذاب على ابعاد جزيئات الماء عن بعضها وبذلك لايتجمد الماء ولتقريب جزيئات الماء اكثر من بعضها يجب خفض درجة الحرارة الى اقل من درجة الانجماد الاعتيادية. وقد وجد رؤولت ان درجة الانجماد تتغير طرديا مع التركيز المولالي للمحلول مقدار الانخفاض بدرجة الانجماد α التركيز المولالي للمحلول

$\Delta t = Kf \times$ The molality of the solution

$\Delta t = Kf \times$ number of moles of solute / weight of solvent (kg)

$$\frac{\text{Solute (M.wt /Wt)}}{\text{Weight of solvent(kg)}} \times K_f = \mathbf{\Delta t}$$

$$\frac{1000}{\text{Solvent } W_2} \times \frac{\text{Solute W1}}{\text{Solute M.Wt}} \times K_f = \mathbf{\Delta t}$$

ملاحظة: يجب الانتباه الى وزن المذيب محول بالقانون مباشرة الى Kg

$$\mathbf{M.Wt} = \frac{K_f \text{ X solute } W_1 \text{ X } 1000}{\text{Solvent } W_2 \mathbf{X} \Delta t}$$

حيث ان K_f هو ثابت الانخفاض بدرجة الانجماد (المولالي) وهو ثابت خاص بكل مذيب.

Kf : وهو ثابت خاص بكل مذيب وهو مقدار الانخفاض الذي يسبب ذوبان مول واحد من المذاب في 1000غرام من المذيب .

يوضح الجدول االتي التالي قيم(k) لبعض المذيبات المعرفة

solvent	K
water	1.86
Acetic acid	3.90
Benzen	4.9 – 5.10
Formic acid	2.8
Phenol	7.3
Camphor	40.0

Working method

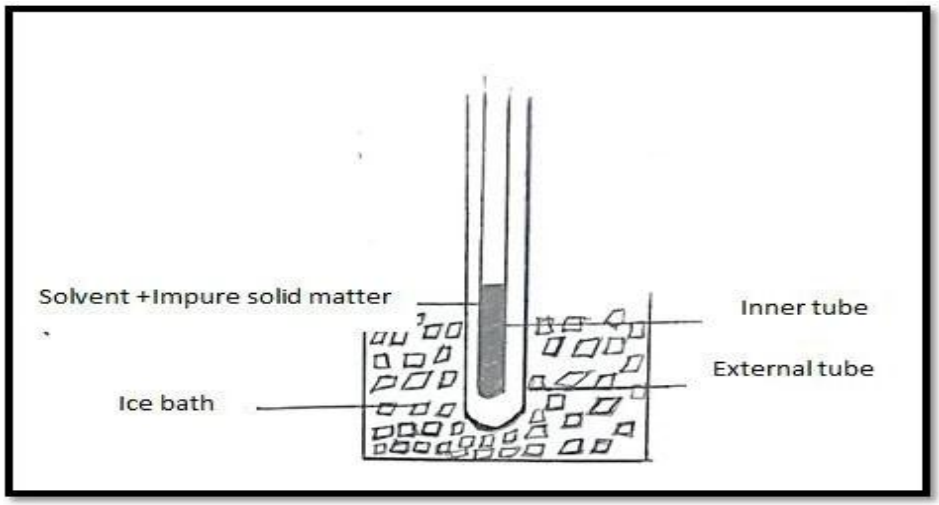
يؤخذ الجهاز المبسط والمتكون من انبوبتين زجاجيتين احداهما في داخل الاخرى وموضوعتان داخل اناء زجاجي يحوي على ثلج وملح (حمام ثلجي) توضع المادة الصلبة والمذيب في الانبوبة الداخلية مع المحرار لقياس درجة الحرارة ويدعى هذا الجهاز(جهاز بيكمان device Beckman) وتدعى هذه الطريقة (بطريقة بيكمان Beckman method)

1- يوزن (10 ml) بنزين ويسجل الوزن. ثم يوضع في الانبوبة الداخلية مع المحرار مع التحريك وتقاس درجة الحرارة كل (30 ثانية) مع تسجيل الزمن لحين أنجماد البنزين(المذيب) .

يجب تجاوز حصول ظاهرة فوق التبريد (Super Freezing) وفي حالة حصولها تخرج الانبوبة من الحمام الثلجي حالا .

2- تخرج الانبوبة الداخلية الحاوية على المذيب النقي من الحمام الثلجي وتمسك باليد لاذابة البنزين

3- يوزن (0.5 غم) من المادة الصلبة المجهولة وتوضع في الانبوبة الداخلية مع البنزين وتوضع الانبوبة الداخلية داخل الانبوبة الثانية في الحمام الثلجي مع التحريك وتقاس درجة الحرارة كل (30) ثانية مع تسجيل الزمن لحين انجماد المزيج وتسجيل درجة الانجماد.



Beckman device

Calculations

1- نحسب الوزن الجزيئي من القانون

$$M.Wt = \frac{K_f \text{ X solute } W_1 \text{ X } 1000}{\text{solvent} W_2 \mathbf{X} \ \Delta t}$$

M.Wt =Molecular weight of the solute (g/ mol)

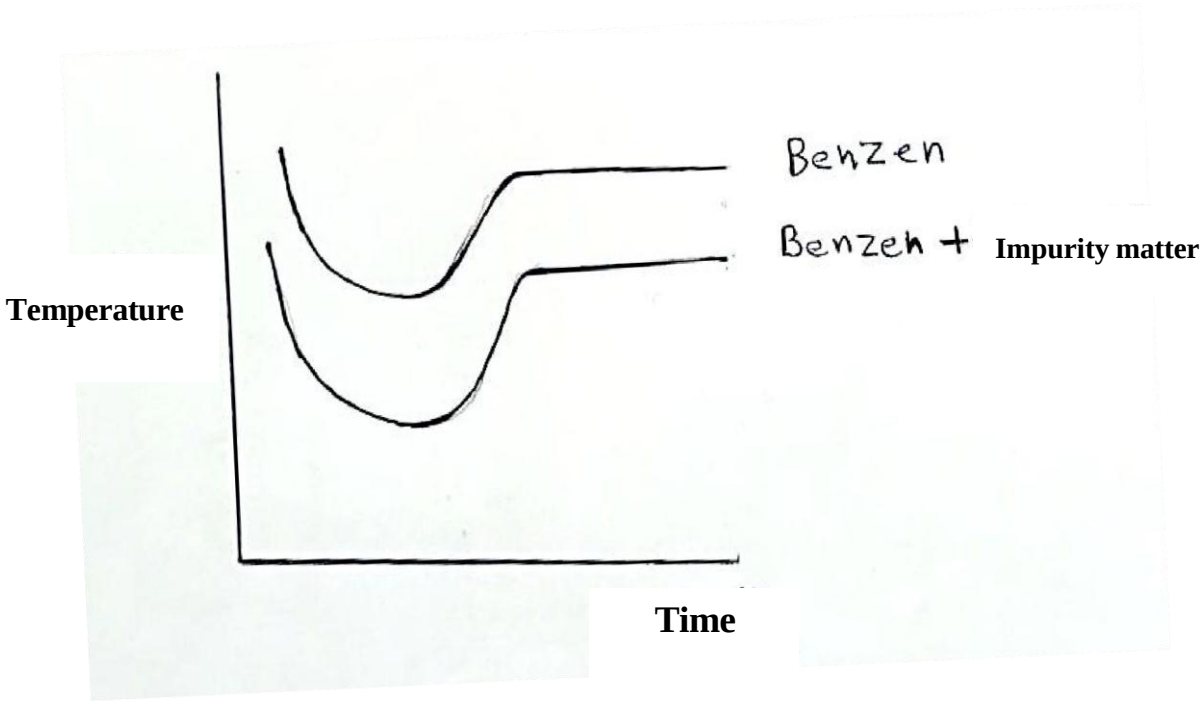
W_1 =Solute weight (gm)

W_2 = Solvent weight (Kg)

K_f =Freezing point decrease constant (5.19 K.Kg / mol)

Δt =The difference in temperature between (freezing of a pure solvent and a solvent with an impurity)

2- نرسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة والزمن



The second experiment

قياس الوزن الجزيئي لمادة صلبة بطريقة الارتفاع بدرجة الغليان

Measurement of the molecular weight of a solid by the height method boiling point

3- الارتفاع بدرجة الغليانHigh boiling point

كما درسنا سابقا عند اضافة مادة مذابة في مذيب نقي سوف تؤدي الى أنخفاض في درجة أنجماد المذيب وفي نفس الوقت تؤدي الى أرتفاع في درجة الغليان والسبب كما علمنا سابقا ان المذاب يقلل من الضغط البخاري للمذيب وهذا يحتاج الى الحرارة اكثر من الحرارة التي يحتاجها المذيب النقي حتى تتساوى ضغوطها البخارية وبذلك ترتفع درجة الغليان المذيب بوجود المذاب عند ثبوت الضغط الواقع عليه لقد وجد أن:

أن مقدار الارتفاع بدرجة غليان المذيب تتغير طرديا مع التركيز المولالي للمحلول

مقدار الارتفاع بدرجة الغليان α التركيز المولالي للمحلول

$$\Delta t = K_b \times \text{The molality of the solution}$$

$$\Delta t = K_b \times \text{number of moles of solute / weight of solvent (kg)}$$

$$\frac{\text{Solute (M.wt /Wt)}}{\text{Weight of solvent (kg)}} \times K_b = \mathbf{\Delta t}$$

$$\frac{1000}{\text{Solvent } W_2} \times \frac{\text{Solute } W_1}{\text{Solute M.Wt}} \times K_b = \mathbf{\Delta t}$$

ملاحظة: يجب الانتباه الى وزن المذيب محول بالقانون مباشرة الى Kg

$$\text{M.Wt} = \frac{K_b \text{ X solute } W_1 \times 1000}{\text{Solvent } W_2 \times \Delta t}$$

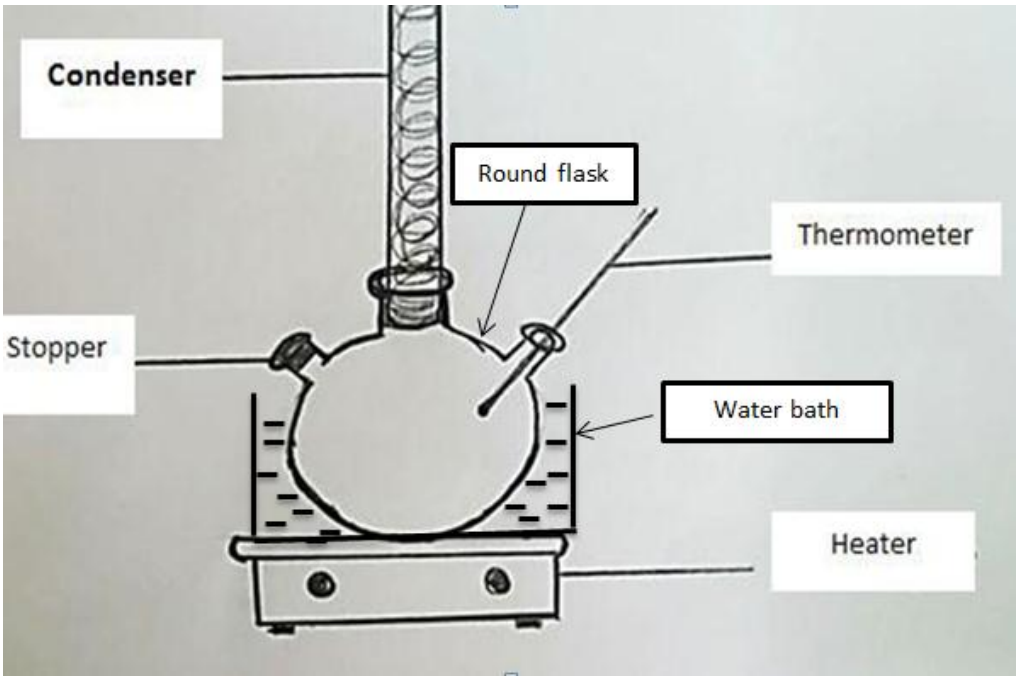
حيث ان kb :- هو ثابت الارتفاع بدرجة الغليان وهو ثابت خاص بالمذيب وهو يتغير بتغيرالمذيب .

Working method

1- يثبت الجهاز الخاص بهذه التجربة .

2-يوزن(10 ml)من البنزين ويوضع في الدورق ذو الفتحتين (فتحة يوضع فيها محرار والفتحة الاخرى مربوطة بمكثف) وتقاس درجة غليان البنزين النقي بعد ان نثبت درجة الحرارة .

3-يوزن (0.5 gm) من المادة المجهولة (الصلبة) وتوضع فوق البنزين ونقيس درجة غليانة بعد ان نثبت درجة الحرارة .



Calculations

1- نحسب الوزن الجزيئي من القانون:

$$M.Wt = \frac{K_b \text{ X solute } W_1 \text{ X } 1000}{\text{Solvent } W_2 \textbf{ X } \Delta t}$$

M.Wt =Solute Molecular Weight of the (g/ mol)
W_1 = Solute Weigh (gm)
W_2 = Solvent Weigh (Kg)
K b= Boiling point increase constant (2.5 K.Kg / mol)
Δt= The temperature difference between (pure solvent and solvent with impurity)

The third experiment

مخطط الطور لمجموعة ثنائية تتألف من (صلب- صلب)

Phase diagram of a binary group consisting of (Solid – Solid)

The theoretical part

وضعت قاعدة الطور من قبل كبس: وهي تعبر عن ظروف حدوث حالة الاتزان في النظام غير المتجانس مهما كان عدد المكونات أو الاطوار في ذلك النظام .

$$F+P=C+2$$

C= تمثل عدد المكونات
P= تمثل عدد الاطوار
F= تمثل درجات الحرية

الطور*Phase* : هو ذلك الجزء المتجانس والذي يتميز فيزيائيا يكون مفصولا عن بقية الاجزاء الاخرى من النظام بواسطة حدود فاصلة.

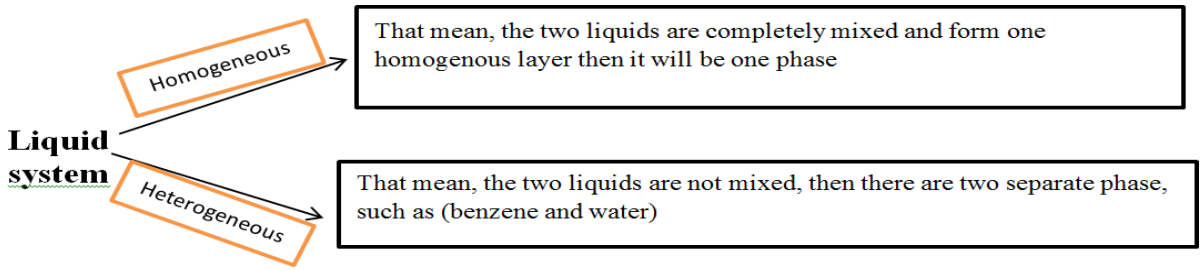
مثال (الثلج والماء السائل وبخار الماء) هنا يكون كل شكل طورا منفصل

النظام الصلب (متجانس) Solid system (homogeneous) حيث يكون الطور منفرد مهما كان عدد المكونات التي يحتويها

النظام السائل

(متجانس) يعني السائلان ممتزجان تماما ويشكلان طبقة واحدة متجانسة عندئذ تكون طور واحد فقط

(غير متجانس) يعني السائلان غير ممتزجان مثال (البنزين والماء) عندئذ يكون هناك طوران منفصلان



النظام الغازي(متجانس) gaseous system (homogeneous) يعني الغازات دائما ممتزجة وتشكل مزيجا متجانسا يكون دائما طورا منفردا مهما كانت عدد المكونات

عدد المكوناتcomponents : وهي اصغر عدد من المكونات المتغيرة التي يمكن بواسطها التعبير عن تركيب كل طور أما بصورة مباشرة أو بصورة غير مباشرة او بصيغة المعادلة الكيميائية.

مثال نظام الماء الذي يكون (ثلج وماء وبخار الماء) في حالة اتزان يعتبر هذا نظام ذو مكون واحد وهو الماء.

درجات الحريةDegrees of Freedom : وهي عدد العوامل المتغيرة مثل درجة الحرارة أو الضغط أو التركيز والتي يجب تعينها لتعريف النظام تماما.

ان قاعدة الطور يتأثر اتزانها فقط بدرجة الحرارة والضغط والتركيز وليس بأي قوى اخرى مثل الجاذبية الارضية والكهربائية والمغناطيسية.

نأخذ بعض الامثلة:-

(نظام المكون الواحد)

1-الماء(H_2O) نظام (الثلج و الماء وبخار الماء)

$F+P=C+2$

$F+3=1+2$

$$F=3-3=0$$

2-الاسيتون (الاسيتون السائل وبخاره)

$$F+P=C+2$$
$$F+2=1+2$$
$$F=3-2=1$$

(النظام ذو المكونين الانظمة الثنائية) (S-S)(S-L)(L-L)(G-L)(G-S) (G-S)

سوف يتم دراسة (S-S) (L-L)

في مثل هذه الانظمة تجري التجارب تحت الضغط الجوي وهكذا يبقى الضغط ثابت وأن هذا سيختزل درجة الحرية النظام بدرجة واحدة وتصبح قاعدة الطور تسمى(قاعدة الطورالمختزلة phase rule reduced).

$$F+P=C+1$$
$$F=C-P+1$$

وفي تجربتنا هذه والحاوية على النظام ثنائي والمؤلف (C=2)وطور واحد (P=1) من مكونين

فان عدد درجات الحرية حسب(قاعدة الطور المختزلة) فان:

$$F+P=C+1$$
$$F=2-1+1$$
$$F=2$$

أي انها تحتاج الى متغيرين لتعريف النظام وهي درجة الحرارة والتركيز.

اما حسب(قاعدة الطور الاعتيادية) فان:

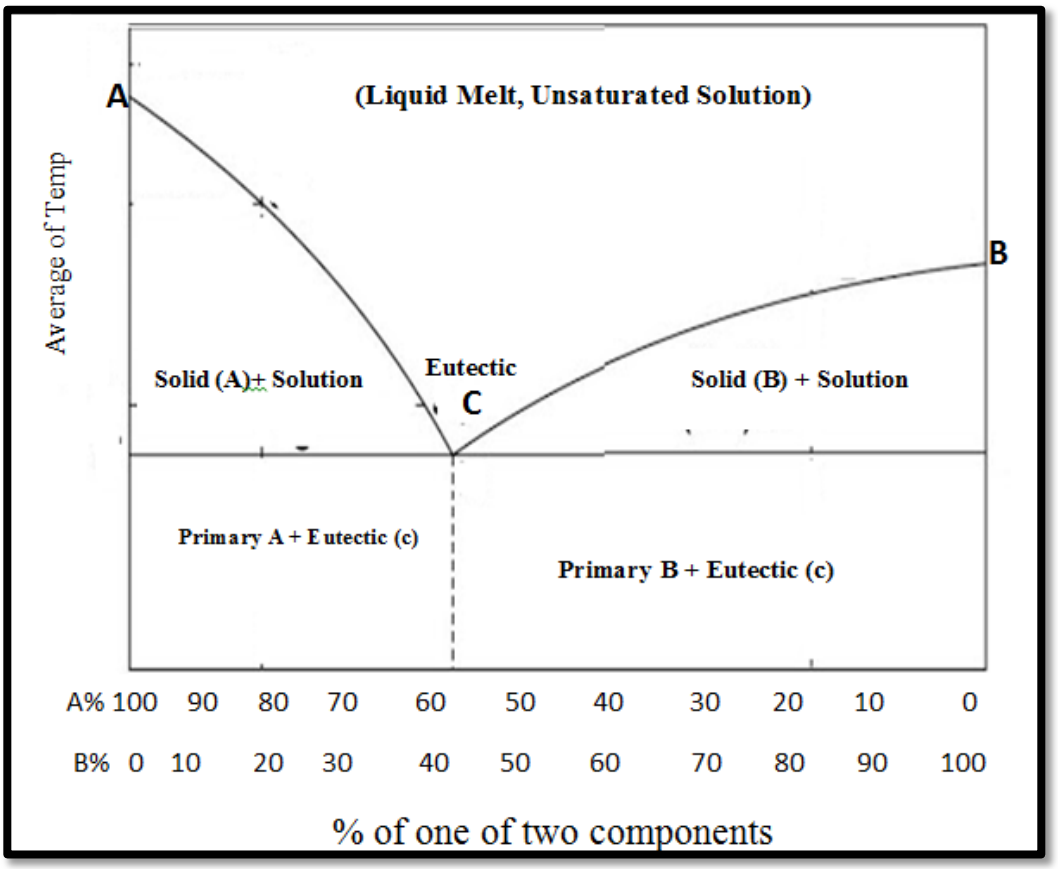
$$F+P=C+2$$

F=2-1+2

F=3

أي انها تحتاج الى ثلاث متغيرات لتعريف النظام التركيز و ضغط ودرجة الحرارة. في مثل هذه الحالة من الصعب الرسم بأبعاد ثلاثية على الورقة البيانية لذلك يتم تثبيت أحد المتغيرات وهو الضغط ويتم التغير بدرجة الحرارة والتركيز لغرض تعريف النظام.

لنأخذ حالة عامة للانظمة المركزة وهي الانظمة التي ليس لها طور غازي الثنائي التكوين تحتوي على مكونين A,B يمتزجان تماما في حالة السائل ومحاليلها تنتج فقط نقي A او نقي B كأطوار صلبة. كما موضح في الجدول ادناه



The figure shows the phase diagram

1- المكونانA,B يمتزجان تماما في حالة السائل ومحاليلها تنتج فقط نقيA و نقيB كأطوار صلبة.

2- (A,B)النقاط تمثل درجتي الانصهار (درجات الانجماد) لنقي A ونقي B على التوالي

3-عند اضافة كمية من Bالى A فان درجة انجمادA تنخفض على امتداد المنحني وبنفس الشكل عند اضافة كمية من A الى B فان درجة انجماد B تنخفض على امتداد المنحني BC

4- منحني AC هو منحني يمثل درجة انجماد المكون A ويمثل تركيب المحاليل المشبعة بالصلب A عند درجات الحرارة مابين AوC لذا نلاحظ ان الطورين في حالة اتزان على امتداد AC (يكون صلب A ومحلول B في A)

اذا طبقنا قاعدة الطور المختزلة فان :

$$F=C-P+1$$
$$F= 2-2+1$$
$$F= 1$$

5-بصورة مماثلة المنحني BC هو منحني درجة انجماد المكون B ويمثل تركيب المحاليل المشبعة بالصلب B عند درجات الحرارة مابين BوC لذا نلاحظ ان الطورين في حالة اتزان على امتداد BC(يكون صلب B ومحلول A في B)

اذا طبقنا قاعدة الطور المختزلة فان:

$$F=C-P+1$$
$$F= 2-2+1$$
$$F= 1$$

C + - P

6- يتقاطع المنحنيان عند النقطة C حيث كلا الصلبين AوB يكون في حالة توازن مع الطور السائل وبما انه توجد ثلاثة اطوار في حالة اتزان عند هذه النقطة فتكون قاعدة الطور المختزلة كما يلي عند النقطة C

$$F=C-P+1$$
$$F= 2-3+1$$
$$F= 0$$

أي انه في هذه النقطة تكون درجة الحرارة وتركيب المحلول ثابتين طالما تكون الاطوار الثلاثة في حالة اتزان , فاذا حصل تغير في احد هذين المتغيرين فسيختفي احد الطورين على الاقل.

وتعرف النقطة C بالنقطة الاصهرية (Eutectic point): وهي الدرجة الحرارية التي يكون بها الصلبين في حالة اتزان مع الطور السائل.

7- المنطقة فوق الخطوط (ACوBC) ترتبط كمجال لوجود المحلول غير المشبع او السائل المنصهر(يتواجد المكونان كمحلول سائل متجانس) وهكذا يكون هناك طور واحد فقط والنظام ثنائي المتغير وحسب قاعدة الطور المختزلة

$$F=C-P+1$$
$$F=2-1+1$$
$$F= 2$$

اي انه لاجل تعريف اي نقطة في هذه المنطقة يجب تعيين درجة الحرارة والتركيب

Working method

1- تؤخذ (11) أنابيب أختبار وتوضع فيها فيها النسبة الموضوعة في الجدول لكل من مادتين(B-Naphthol – Acetamide).

في تجربتنا هذه (S-S) سوف نأخذ مادتين

صلب وهي (بيتانفثول) B و(الاستمايد) Aمجموع الوزن الكلي للمادتين =6gm في كل أنبوبة

مثلا أذا اخذنا A=90 % فماذا تكون نسبة B؟

المجموع الكلي للمادتين=6gm

(A)

$$\frac{90}{100} = \frac{\text{part}}{\text{whol}} \times 100$$

$$90 = \frac{\text{part}}{6 \text{ gram}}$$

Weight (A) gram = 5.4 Part A

B= 6 - 5.4= 0.6 gram (B)weight

اما النسبة المئوية للمادة B

$$\% = \frac{0.6}{6} X\ 100$$

$$= 10\ \%$$

وهكذا بقية الانابيب تحسب بنفس الطريقة

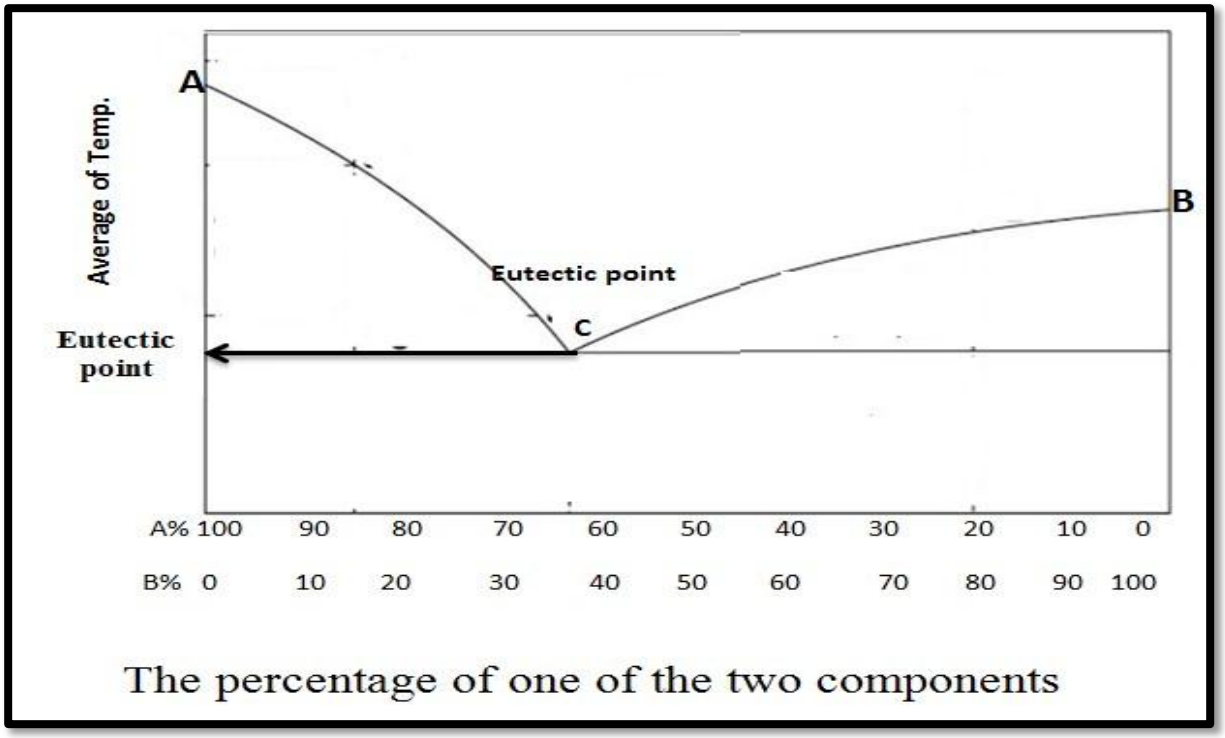
رقم الانبوبة	B %	وزن(B) Naphthol B-	وزن(A) Acetamide	A%
1	0%	0	6gm	100%
2	10%	0.6 gm	5.4 gm	90%
3	20%	1.2 gm	4.8 gm	80%
4	30%	1.8 gm	4.2 gm	70%
5	40%	2.4 gm	3.6 gm	60%
6	50%	3 gm	3 gm	50%
7	60%	3.6 gm	2.4 gm	40%
8	70%	4.2 gm	1.8 gm	30%
9	80%	4.8 gm	1.2 gm	20%
10	90%	5.4 gm	0.6 gm	10%
11	100%	6 gm	0	0%

يوضع كل انبوب في حمام مائي ساخن عدا الانبوب(1)و(11)وتسجل بداية الانصهار ونهاية الانصهار ويأخذ معدل درجتين ثم نخرج الانبوب ونبرده في الهواء الجوي ونسجل بداية الانجماد ونهاية الانجماد ويأخذ معدل الدرجتين يصبح لكل انبوب (درجة انصهار+درجة الانجماد) نأخذ معدل القرائتين .

أما الانبوب(11و1) يوضع على(Hot Plate) مباشرة لانها تحتوي على المادة النقية دون اضافة المادة الثانية لها ويسجل الدرجات بنفس الطريقة المذكورة اعلاه .

Calculations

نرسم العلاقة البيانية بين معدل درجات الحرارة (Tem) والنسبة المئوية لاحد المكونتين وتحسب الدرجة الاصهرية من الرسم البياني.



The fourth experiment

ايجاد قابلية ذوبان المتبادلة بين الفينول والماء

Finding the mutual solubility of phenol and water

The theoretical part الجزء النظري

يوجد نوعان من السوائل وهي:

A- السوائل الممتزجة كلياً(totally miscible liquids)

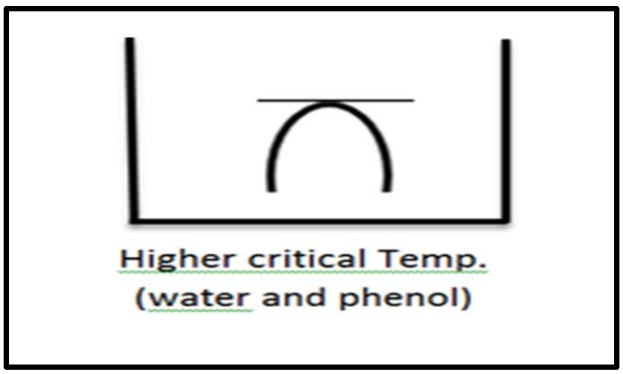
وهي السوائل التي تختلط وتذوب مع بعضها البعض ولجميع النسب مكونة محلول متجانس واحد وبطور واحد مثل (الكحول والماء)

B- السوائل الممتزجةجزئياً(partially miscible liquids)

وهي السوائل التي لاتذوب مع بعضها البعض ولا تختلط بصورة تامة اي انها تذوب ذوبانا جزئيا مكونة محلول غير متجانس وبطورين وعند رج الخليط جيداً وترك القنينة التي تحتويهما على المنضدة نجد بعد فترة تنفصل الطبقتين طورين مثل (الفينول والماء) و(الايثر والماء)

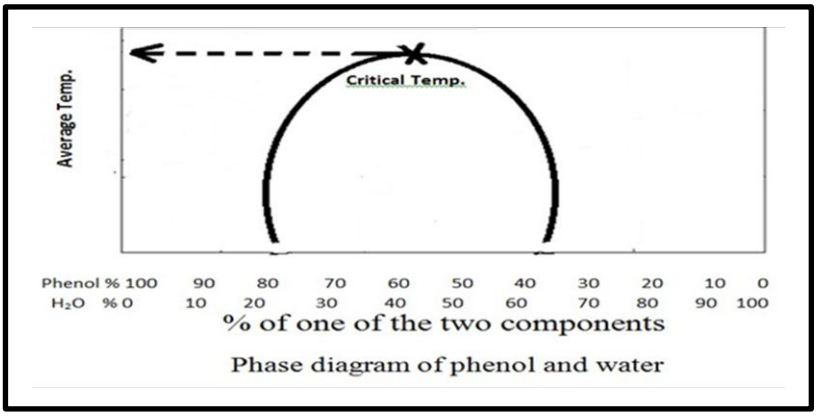
السوائل الممتزجةجزئياً تقسم الى

1- السوائل التي تزداد قابلية ذوبانها في بعضها البعض بزيادة درجة الحرارة وتكون الدرجة الحرارية (درجة حرارية عليا) مثل (الفينول والماء)



(سوف يكون موضوع تجربتنا هذه على هذا النوع من السوائل حيث يمتزجان تماماً) عند درجة حرارية تسمى الدرجة الحرجة مكون سائل واحد وبطور واحد.

الدرجة الحرارية الحرجة (critical temperature) : وهي الدرجة الحرارية التي اذا تعداها الخليط يصبح كل من السائلين ذائباً في الاخر وبجميع النسب مكوناً محلولا متجانساً وبطور واحد .



النقطة(A) تمثل الطبقة الغنية بالماء

النقطة(B) تمثل الطبقة الغنية بالفينول

جميع الامزجة بين (A,B) تنتج طبقتين بتركيب(A,B)

عند اضافة كمية من الفينول الى كمية كبيرة من الماء فان الفينول يذوب تماما فيه ويكون محلول (الفينول في الماء) عندئذ يكون لدينا محلول ممتزج بالكامل (عند استخدام نسبة عالية منه لاحد السائلين) حيث ان

$F=C-P+1=2,\ P=1$

عند اضافة زيادة من الفينول (تزيد عن حد الشبع) الى الماء سوف تنتج طبقتين (طبقة محلول مشبع من الفينول في الماء)(طبقة محلول مشبع من الماء في الفينول) وهذه الحالة تكون داخل القطع المكافئ حيث ان:

$F=1,\ P=2$

وبصورة مماثلة يذوب الماء تماما (بنسبة عالية من الفينول) ليكون (محلول الماء في الفينول)

عندئذ يكون لدينا محلول ممتزج بالكامل عند استخدام نسبة عالية لاحد السائلين حيث ان

F=2, P=1

وعند اضافة زيادة من الماء (تزيد عن حد التشبع) الى الفينول سوف تتكون طبقتين حيث ان

F= 1, P=2

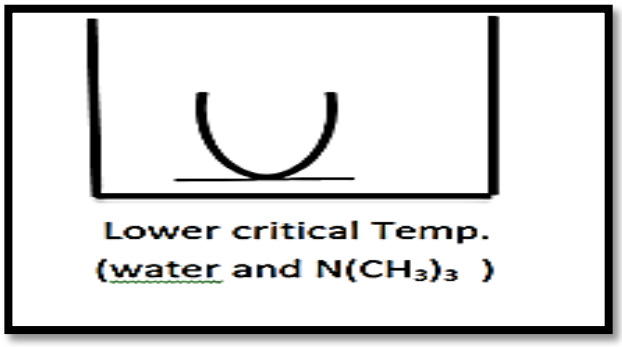
وعند الوصول الى النقطة (C): وهي الدرجة الحرارية الحرجة التي عندها يصبح السائلين تامي الامتزاج ويتكون محلول واحد وبطور واحد حيث ان

F= 2, P= 1

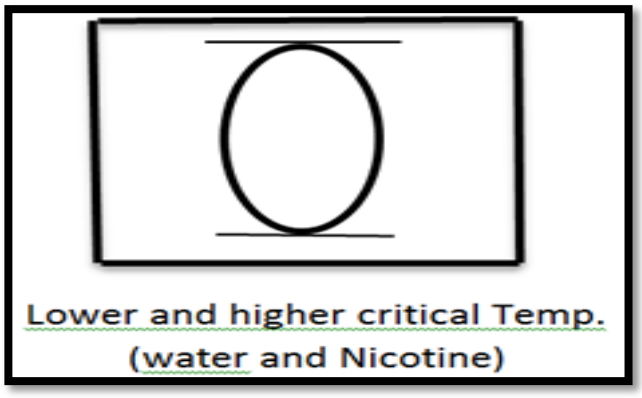
اي ان المنطقة فوق (C) تكون محلول متجانس واحد

من الامثلة الاخرى (الماء والانيلين) (الانلين والهكسان) (البنزين والكبريت) (الكحول المثيلي والهكسان الحلقي)(الكحول المثيلي وثنائي كبريتيد الكاربون)

2- السوائل التي تزداد قابلية بعضها في بعض بنقصان درجة الحرارة تمتلك درجة حرارية سفلى مثل (الماء وثلاثي اثيل امين)



3- السوائل التي تمتلك درجة حرارية حرجة(عليا وسفلى) مثل (الماء والنيكوتين)



Working method

1- توضع في الانابيب وكما موضحة بالجدول ادناه سوف نأخذ مادتين هي الفينول والماء علما ان الحجم الكلي للمادتين 10ml فاذا كانت النسبة المئوية للفينول 70%

كيف نحسب النسبة المئوية للماء؟ وحجم الفينول وحجم الماء؟

$$\frac{70}{100} = \frac{\text{part}}{\text{whol}} \quad X100$$

$$\frac{70}{\cancel{100}} = \frac{\text{part}}{10} \quad X10\cancel{0}$$

(Volume of phenol) 7 ml = Part

10- 7= 3 ml (Volume of water)

$$\%\text{water} = \frac{3}{10} \quad X100$$

% water = 30 %

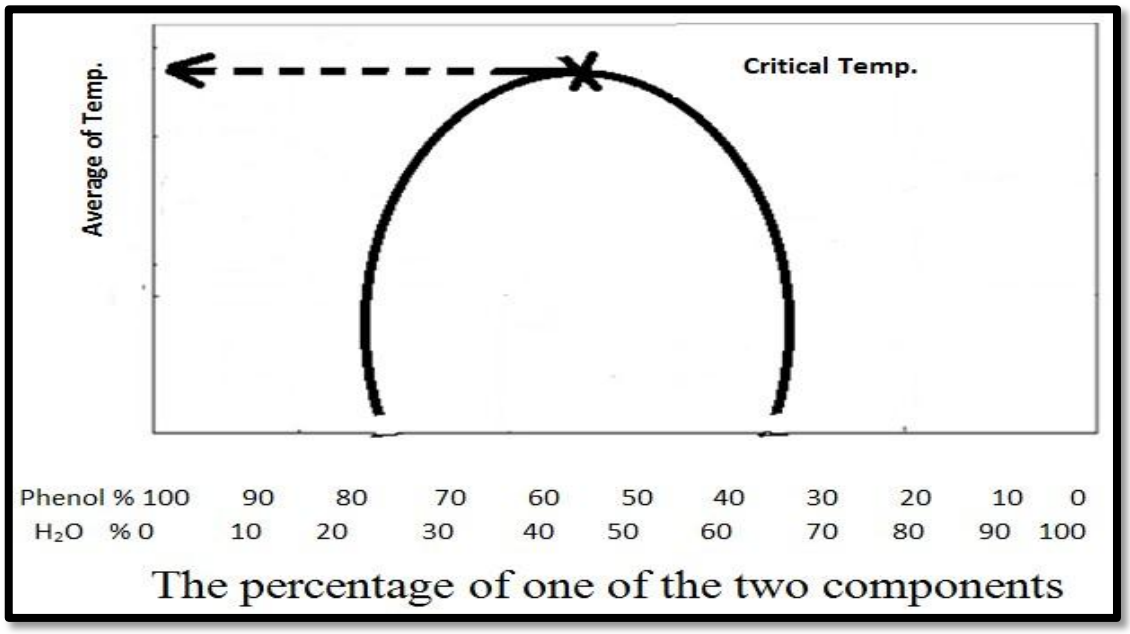
Water volume	Water%	Phenol volume	phenol %	Tube number
1	%10	9	%90	1
2	%20	8	%80	2
3	%30	7	%70	3
4	%40	6	%60	4
5	%50	5	%50	5
6	%60	4	%40	6
7	%70	3	%30	7
8	%80	2	%20	8
9	%90	1	%10	9

2- يوضع كل انبوب في حمام مائي ساخن وتحسب درجة الحرارة عندما يصبح السائلان تامي الامتزاج ثم بعد ذلك يبرد الانبوب ويسجل درجة الحرارة عندما يصبح السائلان غير تامي الامتزاج (أي يصبح المحلول عكر). ثم بعد ذلك نأخذ معدل الدرجتين لكل انبوبة .

$$t_{Average} = \frac{\mathbf{t}_{\text{completely mixed}} + \mathbf{t}_{\text{incompletely mixed}}}{2}$$

Calculations

نرسم العلاقة البيانية بين معدل درجات الحرارة والنسبة المئوية لاحدى المكونين لكل انبوب ومنه يتم تعين درجة الحرارة الحرجة العليا للذوبان من الرسم البياني



The fifth experiment

تعيين قابلية الذوبان لكبريتات الصوديوم في الماء وتعيين نقطة الانتقال

Determine the solubility of sodium sulfate in water and find the transition point

الجزء النظري **The theoretical part**

قابلية الذوبان(Solubility): وهي اكبر كمية من المادة المذابة يمكن ان تذوب في حجم ثابت من مذيب معين للحصول على محلول مشبع عند درجة حرارة معلومة

انواع المحاليل (Types of solutions)

1- المحلول المشبع(Saturated solutions) : هو المحلول الذي فيه اتزان بين كمية المذاب وكمية المذيب. بمعنى ان المحلول يحتوي على اكبر كمية من المذاب وان اي زيادة من المذاب سوف يبدء المذاب بالترسيب. هذا معناه وصوله الى مرحلة التشبع بشرط ان تكون عند درجة حرارة معينة.

2- المحلول غير المشبع (Unsaturated solutions) : هو المحلول الذي يكون فيه كمية المذاب قليلة والمذيب يستطيع ان يذيب اي زيادة من المذاب.

3- المحلول فوق المشبع (Super saturated solutions) : هو المحلول الذي يكون فيه كمية المذاب اكثر من المفروض ان المذيب يذوبها بمعنى اذا المذيب له القابلية على اذابة (10 gm) من المذاب مثلا فالمذيب يمكن ان يذوب(13gm) وهذا يحصل في حالات معينة مثل زيادة درجة الحرارة او الضغط.

لنأخذ مثال على ذلك محلول($Na_2SO_4.10H_2O$) ممكن ان تذوب كميات كبيرة اكبر من قدرتها في حالة زيادة درجة الحرارة او التسخين لكن بعد ذلك لو الحرارة قلت او حصل تبريد فالكمية الزيادة سوف تترسب ولا تذوب ويتحول من (Super saturated to saturated) فقط.

طرق التعبير عن الذوبانية (Solubility expression methods)

1- المولارية (Molarity)

2- النورمالية(Normality)

3- المولالية(Molality)

4- الكسر المولي(Mole fraction)

5- W/V %

6- W/W%

7- V/V

العوامل المؤثرة على ذوبانية الصلب في السائل(Factors effecting solubility of solid in liquid)

1- طبيعة المذاب (Nature of solute)

2- طبيعة المذيب (Nature of solvent)

3- الضغط(pressure)

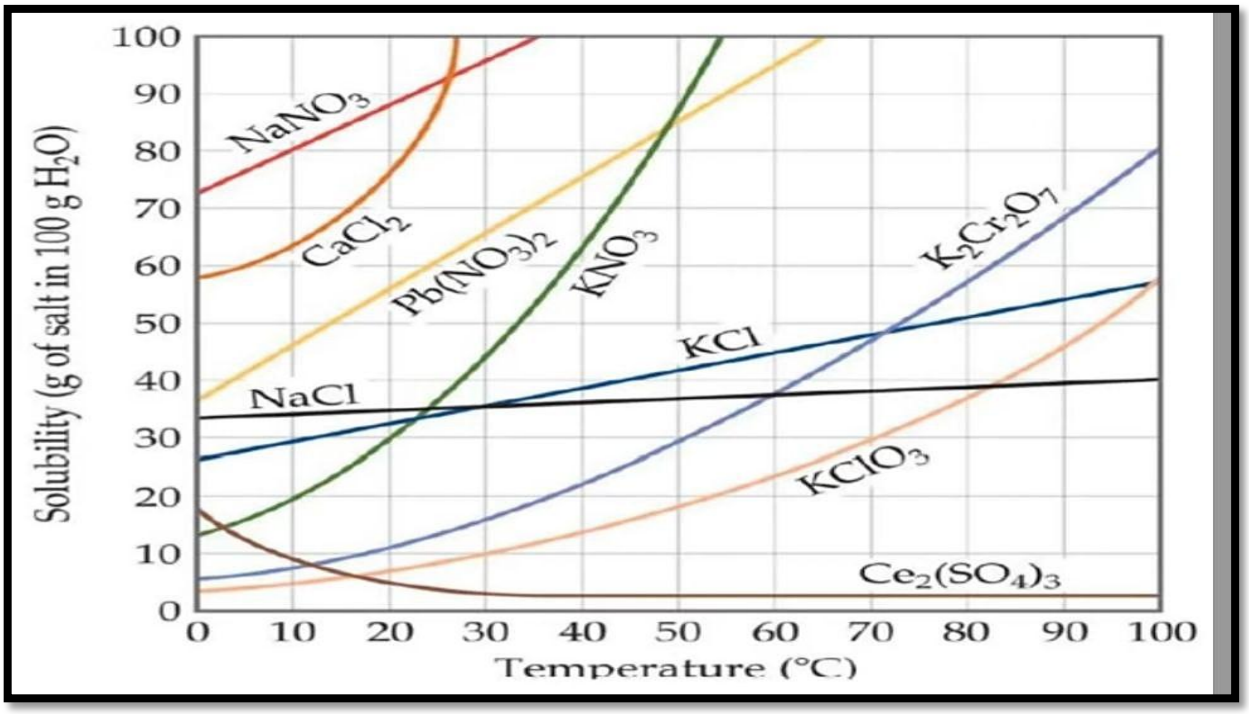
4- درجة الحرارة (Temperature)

سوف نأخذ أحد العوامل المهمة وهي درجة الحرارة لذلك يجب معرفة نوع التفاعلات :

التفاعلات الماصة للحرارة (Endothermic dissolution) : وهي التفاعلات التي تحتاج الى حرارة حيث ان ($\Delta H=+$) وبالتالي الذوبانية تزداد بزيادة درجة الحرارة

التفاعلات الباعثة للحرارة (Exothermic dissolution) : وهي تفاعلات طاردة للحرارة حيث ينتج عنها حرارة اي ان التفاعل لا يحتاج الى حرارة ولو زدنا الحرارة سوف تقل (Dissolution) لان سوف يلاقي صعوبة اكبر في طرد الحرارة فالتفاعل يسير بالاتجاه العكسي الذي هو عدم الذوبانية.

منحنى الذوبانية (Solubility curve): **وهو العلاقة بين الحرارة والذوبانية**



حيث ان الرسم يوضح تاثير درجة الحرارة معينة على ذوبانية معينة. توجد تفاعلات ماصة للحرارة وهذه ذوبانيتها تزداد بزيادة درجة الحرارة ونوع ثاني طارد للحرارة وهذا النوع تقل ذوبانيتها بزيادة درجة الحرارة ونوع اخر نلاحظ تزداد ذوبانيتها زيادة قليلة مثل (NaCl) حيث نلاحظ من الرسم كل تفاعل من التفاعلات يكون صاعدا الى الاعلى او نازلا الى الاسفل لكن ليس دائما سيكون بهذه الاشكال (مثل كبريتات الصوديوم المائية ($Na_2SO_4.10H_2O$) حيث يحصل مايسمى (Abrupt change) في المنحني نلاحظ ان المركب يحتوي على عشرة جزيئات ماء فبزيادة درجة الحرارة تبدأ الذوبانية بالازدياد لحد نقطة معينة يحصل تغير مفاجئ في المنحني (عندها يفقد المركب جزيئات الماء) ويتحول الى شكل اخر (Na_2SO_4) هذه النقطة تسمى نقطة الانتقال (Transition Point) .

المعادلة المستخدمة في قياس الذوبانية هي (معادلة فانت – هوف) (Vant-Hoff equation)
حيث توضح تغير الاذابة مع درجة االحرارة بثبوت الضغط

$$\frac{\partial \text{ Lin S}}{\partial t} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

صيغة التكامل $\text{Log S} = -\Delta H/2.303\ RT + C$

C= proportionally constant	ثابت التناسب
R= General constant for gases (J/mol.k)	الثابت العام للغازات
T= Absolute Temperature (K)	درجة الحرارة المطلقة
ΔH= Heat of solubility (J/mol)	حرارة الذوبان
S=Solubility	الذوبانية

عندما يكون الصلب (المذاب) في تماس مع السائل (المذيب)الذي يكون قابلا للذوبان فيه فانه ينتشر في المذيب الى ان تحصل حالة التشبع .

الدرجة الحرارية التي تتغير فيها المادة من شكل بلوري الى شكل بلوري اخر دون حدوث أي تغير في تركيبها يسمى نقطة انتقالa transition point .

$$Na_2SO_4 .10H_2O \rightleftharpoons Na_2SO_4 + 10H_2O$$

اما قابلية الذوبان (S) تحسب بأستخدام العلاقة الرياضية:

$$\text{Solubility(S)} = 100 \times \frac{\text{Weight of solute}}{\text{Weight of solution}}$$

Working method

1- نأخذ ستة بيكرات جافة ونظيفة وترقم حسب درجات الحرارة (55,50,45,40,35,30) وتوزن وهي فارغة ويسجل الوزن (ستة اوزان) .

2- نأخذ (40ml) من الماء المقطر ويوضع في بيكر ويسخن الى درجة حرارة($60C^O$) وبعد ذلك تضاف مادة كبريتات الصوديوم الى الماء الساخن حتى يتم تحضير محلول مشبع منها.

3- يبرد المحلول الى درجة ($55C^O$) ثم يسحب بواسطة الماصة (pipette)(5ml)من المحلول المشبع ويوضع في البيكر الاول ($55C^O$) وتعاد نفس الخطوة في الدرجات البقية.

4- توزن البيكرات الستة مع المحلول فنحصل على (ستة اوزان) ثم تترك في الفرن(oven) الى اليوم التالي :

وزن البيكرمع المحلول – وزن البيكر وهو فارغ = وزن المحلول

5- في اليوم الثاني توزن البيكرات مع المذاب (الراسب) ويسجل الوزن (ستة اوزان)

وزن البيكر مع المذاب – وزن البيكر وهو فارغ = وزن المذاب

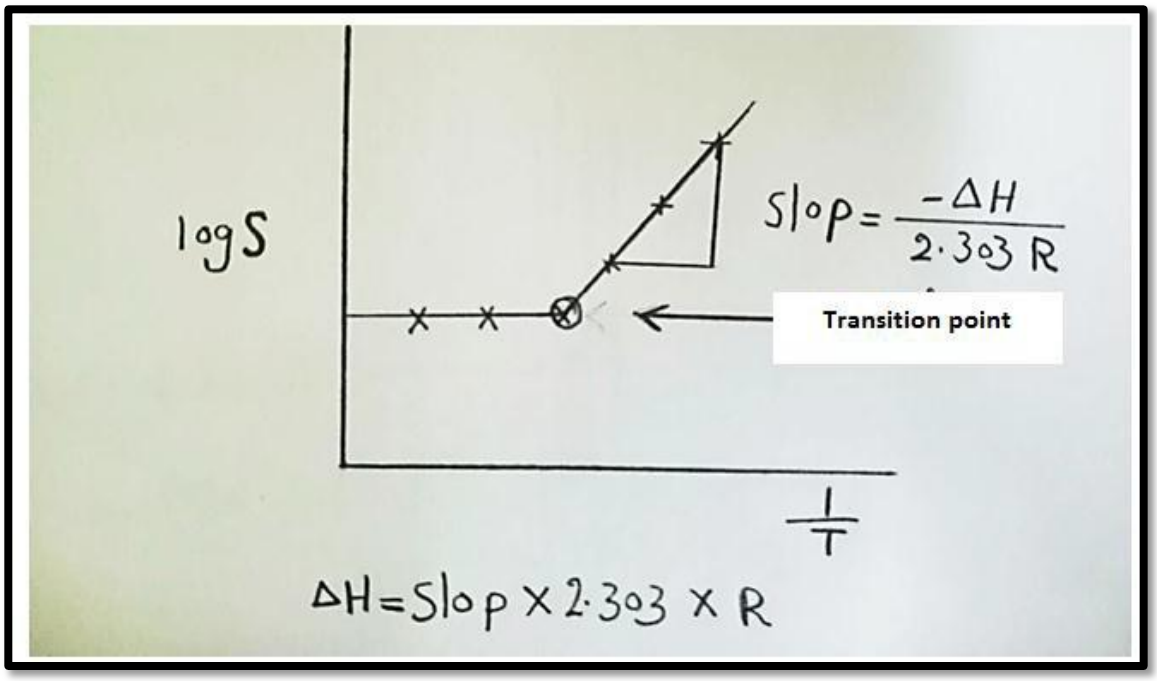
Calculations

A-نحسب قابلية الذوبان (S) للبيكرات الستة

$$\text{Solubility (S)} = 100 \times \frac{\text{Weight of solute}}{\text{Weight of solution}}$$

tc ^{o}	T (K)	1/T	Weight of solution	Solute weight	S	LogS
55 50 45 40 35 30	(55+273)		From the step number 4	From the step number 5		

B-نرسم العلاقة البيانية بين Log S و 1/T لحساب حرارة الذوبان(المحلول): وهي الحرارة الناتجة من اذابة كبريتات الصوديوم في 40 ml من الماء المقطر.



وبعد ذلك نحسب نقطة الانتقال أي الدرجة الحرارة التي يحصل فيها تغيرفي الشكل البلوري لكبريتات الصوديوم .

نقطة الانتقال سوف تكون 1/T نأخذ مقلوبها نحصل على T(K) يطرح منها (237-)
نحصل على (tc^{o}) التي هي نقطة الانتقال .

ممكن استخدام قيمة R :

$R = 0.082$ Lit. atm .mol^{-1}. K^{-1}

$R = 8.314$ J . mol^{-1}. K^{-1}

$R = 1.987$ Cal. atm .mol^{-1}. K^{-1}

The sixth experiment

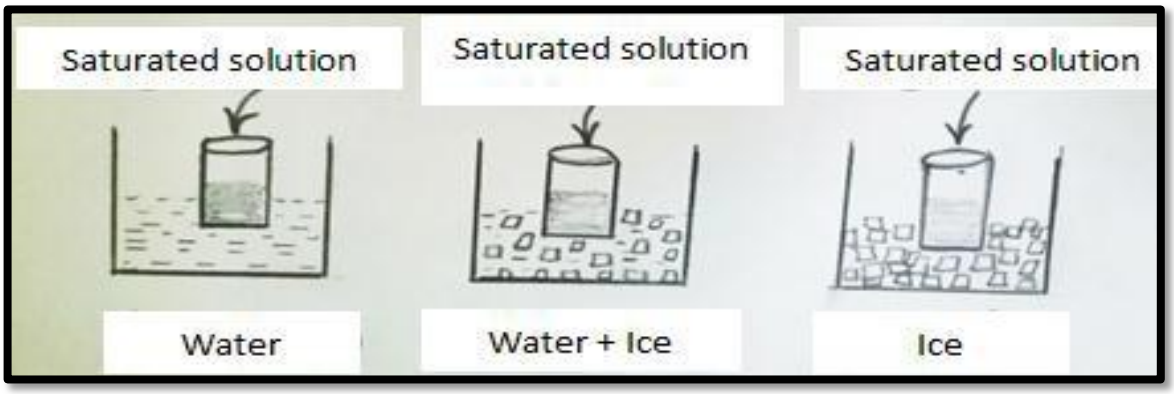
قابلية الذوبان كدالة لدرجة الحرارة

Solubility as a function of temperature

The theoretical part

مشابه للجزء النظري في التجربة الخامسة

Working method



1- تحضير ثلاث محاليل مشبعة من حامض الاوكزاليك بدرجات حرارة مختلفة (ثلج)(ماء مع ثلج)(ماء)

2- تترك المحاليل الثلاثة لمدة 5 دقائق لتأخذ حرارة الحمام الذي وضعت فيه.

3- نأخذ ثلاث دوارق مخروطية جافة ونظيفة ونزنها وهي فارغة

4- يسحب (10) من المحلول الرائق من كل محلول بواسطة الماصة ويوضع في دورق مخروطي جاف ونظيف ويوزن ويسجل (وزن الدورق مع المحلول) .

5- يخفف المحلول بواسطة (10) من الماء المقطر ويضاف الية قطرتين فينوفثالين ثم يسحح مع NaOH بتركيز (1N) ويسجل الحجم للمحاليل الثلاثة

Calculations

من طريقة العمل حسب الخطوة 3و2

Three times for three solutions

وزن الدورق وهو فارغ = معلوم

وزن الدورق مع المحلول(10 ml) =معلوم

1- تحسب عيارية حامض الاوكزاليك حسب خطوة رقم(5) لكل محلول بواسطة القانون

Three times for three solutions

$(N_1 \times V_1)_{NaOH} = (N_2 \times V_2)_{H_2C_2O_4}$

$(1N \times \text{من السحاحة})_{NaOH} = (N_2 \times 10\ ml)_{H_2C_2O_4}$

2- تحسب عدد غرامات حامض الاوكزاليك لكل محلول اي (وزن المذاب)

Three times for three solutions

$$N_1 = \frac{Wt_1}{eq.wt} \quad \frac{1000}{Vml}$$

$Wt_1 = ?$

$V = 10\ ml$ =حجم الحامض

$$eq.wt = \frac{90}{2}$$ $=H_2C_2O_4$ لحامض الاوكزاليك

3- نحسب عدد غرامات المحلول لكل محلول أي(وزن المحلول)

Three times for three solutions

وزن المحلول = وزن الدورق مع المحلول – وزن الدورق وهو فارغ

وزن المحلول =؟

4- نحسب عدد غرامات المذيب(الماء) لكل محلول (وزن المذيب)

Three times for three solutions

عدد غرامات المذيب = وزن المحلول – وزن الحامض

عدد غرامات المذيب =؟

5- نحسب عدد غرامات الحامض (الوزن) في (gm) 1000 من المذيب لكل محلول(مولالية الحامض).

Three times for three solutions we calculate the molality

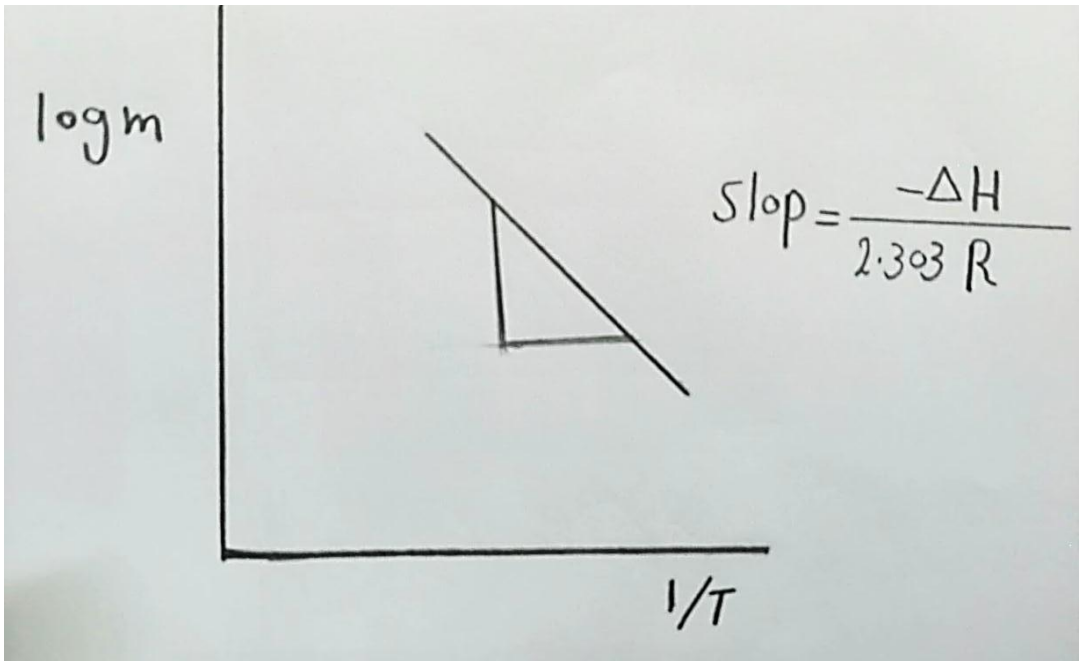
$$\frac{\textbf{Weight of solute for acid}}{W_1} \qquad \frac{\textbf{Weight of solvent}(H_2O)}{W_1}$$

$$\frac{}{m} \qquad \frac{}{1000}$$

6-نعمل جدول

m	Logm	T	1/T

7- نرسم العلاقة البيانية بين Logm و1/T ومن ثم نحسب حرارة المحلولΔH



$R = 8.314 \quad J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

(ΔH= J/mol)