

الجامعة المستنصرية  
كلية العلوم  
قسم الكيمياء

# ملزمة الكيمياء الفيزيائية العملي المرحلة الثانية

الكورس الاول

مدرس المادة

م. عذراء سلمان احمد



## تجارب الفصل الاول

- 1- إيجاد الوزن الجزيئي لسائل متطاير (طريقة دوماس) .
- 2- علاقة حجم الغاز بدرجة الحرارة وإيجاد الصفر المطلق .
- 3- إيجاد لزوجة السائل.
- 4- إيجاد ثابت المسعر.
- 5- إيجاد حرارة التعادل (حامض قوي – وقاعدة قوية).
- 6- إيجاد حرارة التعادل (حامض ضعيف – وقاعدة القوية).
- 7- إيجاد جهد قطب المغنيسيوم بطريقة ترموديناميكية



## المقدمة

أن علم الكيمياء هو العلم الذي يتعامل مع الصيغة وتركيب المواد وكذلك التغيرات التي تحدث في تركيب المواد.

أما الكيمياء الفيزيائية فهي ذلك الفرع من الكيمياء الذي يهتم بدراسة الخصائص الفيزيائية وتركيب المادة والقوانين التي تتحكم بالتفاعلات الكيميائية.

الهدف الرئيسي للكيمياء الفيزيائية هو أولاً تجميع المعلومات التجريبية التي نحتاجها لتحديد خواص الغازات والسوائل والمواد الصلبة والمحاليل وتشتت المحاليل الغروية وكذلك تزويدنا بالأسس النظرية في صورة القوانين.



## التجربة الاولى

### ايجاد الوزن الجزيئي لسائل متطاير بطريقة دumas

#### الجزء النظري

تتعرض أهمية هذه الطريقة في أيجاد الوزن الجزيئي لسائل متطاير عند عدم معرفة الصيغة الجزيئية للمركب في الظروف الاعتيادية من ضغط ودرجة حرارة. يتم تطبيق القانون العام للغازات (باعتبار ان غاز السائل المتطاير هو غاز مثالي).

$$PV=nRT$$

$$PV=nRT$$

$$PV=Wt/M.Wt RT$$

حيث أن:

P= الضغط الجوي

V= حجم البخار = حجم الدورق

n= عدد المولات = الوزن/الوزن الجزيئي

R= ثابت العام للغازات

T= درجة الحرارة المطلقة

تعتبر طريقة دumas جيدة للحصول على نتائج جيدة وتعتمد على أيجاد وزن بخار السائل المتطاير الذي يملأ حجم معين في ظروف قياسية.

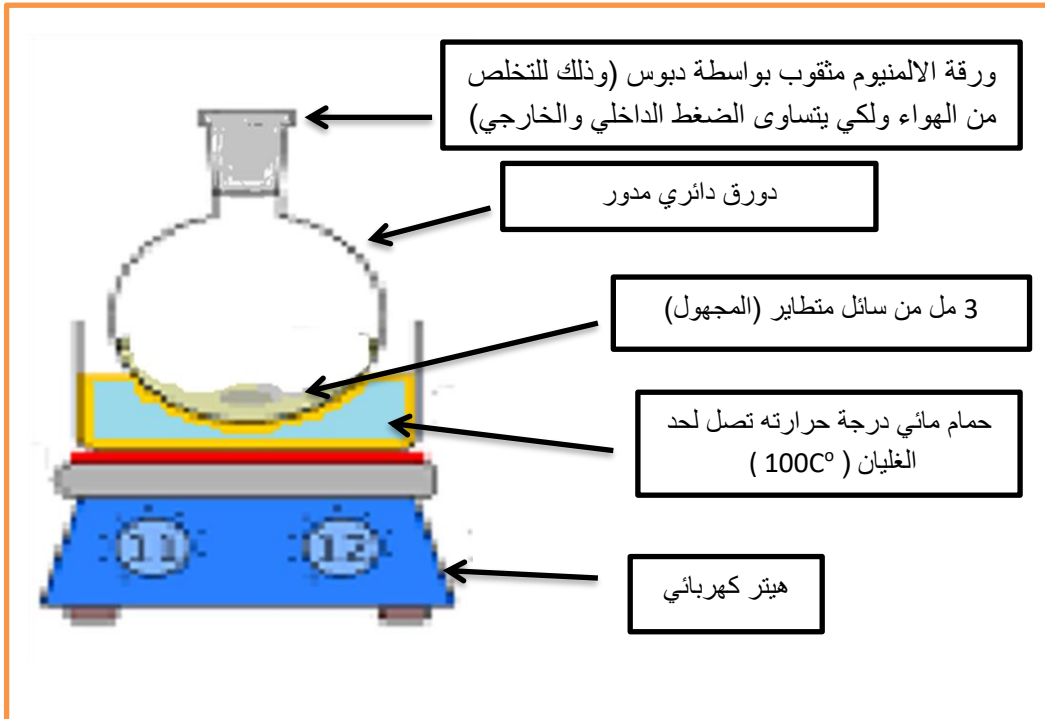
## طريقة العمل:

1- نأخذ دورق دائري جاف ونظيف ويغلق بواسطة رقيقة المنيوم (Aluminum foil) ويتم ثقب الورقة بواسطة دبوس (وذلك للتخلص من الهواء ولكي يتساوى الضغط الداخلي والخارجي) ويوزن الدورق مع ورقة الالمنيوم وهو فارغ ويسجل الوزن.

2- نضع (3ml) من السائل المتطاير (المجهول) في الدورق ثم نضع ورقة الالمنيوم على الدورق ونضعه في حمام مائي (درجة حرارة تصل حد الغليان  $100^{\circ}\text{C}$ ) وننتظر حتى غليان السائل وتبخر اخر قطرة منه.

3- يغلق الثقب باليد ويوزن الدورق ويسجل الوزن الذي يمثل (وزن الدورق مع وزن بخار السائل).

4- نأخذ الدورق الدائري ونضع فيه ماء لحد الفوهة ثم نسكب الماء في اسطوانة مدرجة ونقيس حجم الماء = حجم الدورق والذي يساوي حجم البخار .



## الحسابات:

نطبق القانون العام للغازات:

$$PV=nRT$$

$$PV=Wt/M.Wt RT$$

$$P = \text{الضغط الجوي (1 atm)}$$

$$V = \text{حجم البخار} = \text{حجم الدورق ب (ml) ويحول الى (Lit)}$$

$$n = \text{عدد المولات} = Wt/M.Wt \text{ حيث ان:}$$

$$Wt = \text{وزن بخار السائل} = (\text{وزن الدورق مع البخار} - \text{وزن الدورق وهو فارغ}) \text{ ووحداته (gm)}$$

$$M.Wt = \text{الوزن الجزيئي وهو المطلوب بالتجربة ووحداته (gm/mol)}$$

$$R = \text{الثابت العام للغازات} = 0.082 \text{ ووحداته L.atm/mol.K}$$

$$T = \text{درجة غليان الحمام المائي} = (100+273)K$$

## التجربة الثانية

### علاقة حجم الغاز بدرجة الحرارة وإيجاد الصفر المطلق

#### الجزء النظري:

لاحظ شارل ان حجم أي غاز تحت الضغط يتمدد بنفس النسبة من حجمة الابتدائي (بدرجة الصفر المئوي) لكل زيادة بدرجة الحرارة درجة مئوية واحدة.

لقد دعم عمل شارل من قبل العالم غاي لوساك حيث وجد أنه لكل زيادة في الحرارة بدرجة مئوية واحدة يزداد حجم الغاز بمقدار حوالي  $1/273$  من حجم الغاز في درجة الصفر المئوي .

مثال إذا أخذنا مقداراً معيناً من غاز  $H_2$  وقسنا حجمة وهو في درجة الصفر المطلق فوجدناها  $273cm^3$ . ثم رفعنا درجة حرارته درجة مئوية واحدة دون أن يحدث تغيراً في ضغطة أصبح حجمة  $274cm^3$  أي أنه أزداد بمقدار حوالي  $1/273$  من حجمة وهو في درجة الصفر المئوي وكذلك بقية الغازات.

لذلك يعرف ( $1/273$ ) بمعامل التمدد الحجمي : وهو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الحجم للغاز في درجة الصفر المئوي لكل زيادة في درجة الحرارة درجة مئوية واحدة . ولقد وجد بالتجربة ان معامل التمدد الحجمي ( $\alpha_v$ ) للغازات هو واحد لكافة الغازات لا يختلف مقداره باختلافه؟

السبب في ذلك يعود الى ان جميع الغازات تتألف من جزيئات وكأنها جسيمات حرة مستقلة عن بعضها البعض و ثم ان الأبعاد بين الجزيئات الغاز تفوق كثيرا انصاف اقطارها وهذه صفة عامة في الغازات عامة ولذلك فان ضالة القوى المؤثرة بين جزيئات الغاز المتباعدة وصغر حجمها بالنسبة للحجم الكلي للغاز يعتبر من العوامل التي لا قيمة لها في تمدد الغاز. ولهذه الاسباب وفيما عدا(الضغط ودرجة الحرارة) التي يقترب فيها الغاز من حالة السيولة فان الغازات جميعها تسلك سلوك متشابه وتشارك في صفاتها الفيزيائية المتماثلة .

ويلاحظ من تعريف معامل التمدد الحجمي (  $\alpha_v$  ) للغازات حددنا درجة الحرارة وذلك لان الغازات ليست كسائر المواد في تمددها حيث ان حجم الغاز يتغير تبعاً لتغير درجات الحرارة حيث ان معامل التمدد الحجمي للغاز في درجة الصفر المئوي لايساوي الحجم في درجة (  $100\text{ c}^\circ$  ) ولذلك عندما يراد حل أي مسألة تتعلق بحجم الغاز يجب ان يحسب حجمه وهو في درجة الصفر أولاً ثم يعتبر المعامل  $= 1/273$

$V_0 =$  حجم كتلة معينة من الغاز في درجة الصفر المئوي .

$V_t =$  حجم كتلة معينة من الغاز بدرجة  $t$ .

$$V_t = V_0 + V_0 \alpha_v t \longrightarrow (1)$$

$$V_t = V_0 (1 + \alpha_v t) \longrightarrow (2)$$

إذا كان (  $V_1, V_2$  ) حجم نفس الكتلة من الغاز عند درجتين (  $t_1, t_2$  ) عند ضغط معين فأن

$$V_1 = V_0 (1 + \alpha_v t_1) \longrightarrow (3)$$

$$V_2 = V_0 (1 + \alpha_v t_2) \longrightarrow (4)$$

وبقسمة المعادلة 3 على المعادلة 4 نحصل على:

$$V_1 / V_2 = V_0 (1 + \alpha_v t_1) / V_0 (1 + \alpha_v t_2) \longrightarrow (5)$$

وباختصار قيمة  $V_0$  تصبح المعادلتين:

$$V_1 / V_2 = (1 + \alpha_v t_1) / (1 + \alpha_v t_2) \longrightarrow (6)$$

وبتعويض قيمة  $\alpha = 273/1$  نحصل على:

$$V_1 / V_2 = (1 + t_1/273) / (1 + t_2/273) \longrightarrow (7)$$

$$V_1 / V_2 = (273 + t_1) / (273 + t_2) \longrightarrow (8)$$

درجة الحرارة  
المطلقة

$$\left[ \begin{array}{l} T_1 = (273 + t_1) \\ T_2 = (273 + t_2) \end{array} \right. \text{حيث ان :}$$

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} \longrightarrow (9)$$

وفق معادلة (9) يتناسب حجم أي كمية من الغاز عند ضغط ثابت تناسباً طردياً مع درجة الحرارة هذا هو قانون غاي لوساك.

وحسب المعادلة (8) الصفر المطلق بالمقياس الجديد يكون عند  $t = -273$

حيث ان  $T = 0$

وحسب قانون شارل غاي لوساك نحصل على :

$$V \propto T$$

$$V = K_p T \longrightarrow (10)$$

تشير المعادلة (10) انه اذا كان  $T$  المطلقة = صفر عند درجة حرارية مئوية

$$t = -273$$

فان الحجم  $v=0$  بينما في الواقع لايمكن الحصول على هذه الحالة وذلك لان اي غاز يتحول الى سائل ثم يتصلب قبل الوصول الى الصفر المطلق والقانون يفشل ويصبح عند درجة حرارة معينة .

### طريقة العمل:

1- يستخدم جهاز متكون من ساحتين تسمى (ساحتي همبل ) فتكون نهايتي الساحتين مكسورة ومربوطة مع بعضها البعض بواسطة انبوب مطاطي يستخدم لغلق الدورق الزجاجي حيث تملأ السحاحة بالماء حيث يكون مستوى الماء في السحاحة (A) عند 50 (السحاحة المفتوحة) والسحاحة (B) عند الصفر (السحاحة المغلقة).

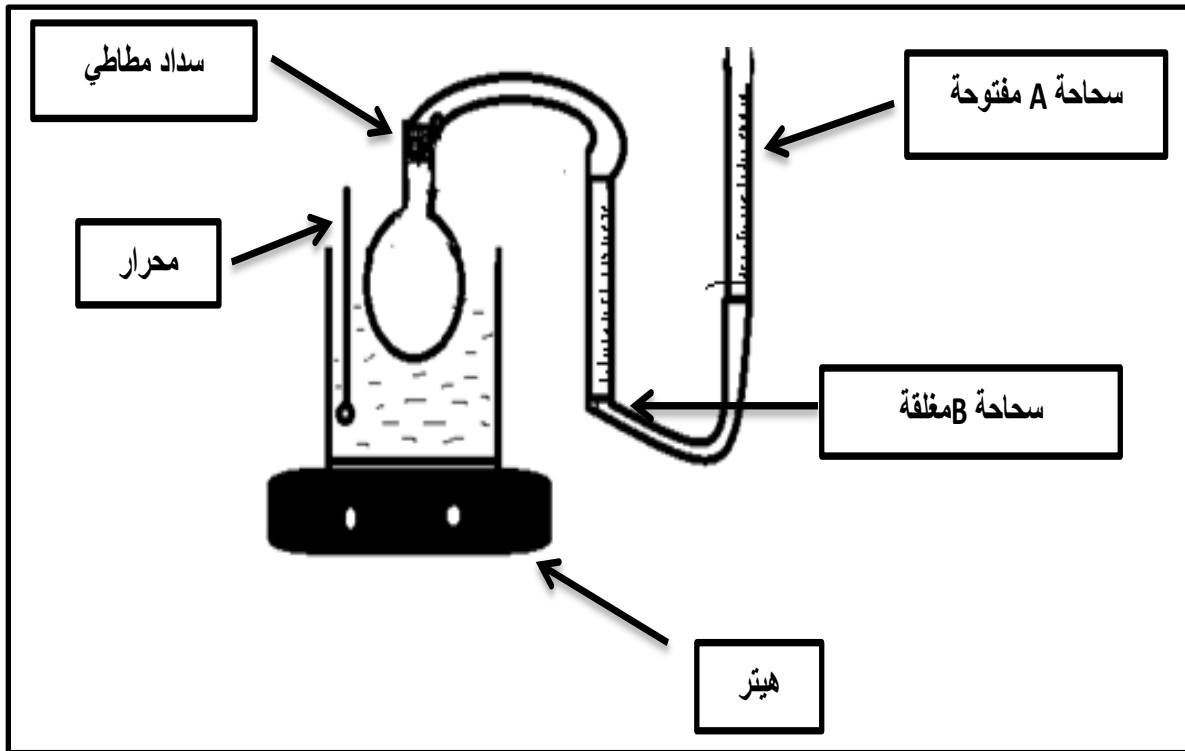
2- نغلق الدورق المدور النظيف والجاف بالسداد المطاطي ونلاحظ انخفاض الماء في السحاحة المغلقة، نساوي مستوى الماء في الساحتين ونقرأ الحجم من السحاحة (B) ( الحجم المقاس يمثل التسرب الحاصل في الجهاز. ( V ) الحجم المتسرب

3- نضع الدورق في حمام مائي ونسخن ببطء مع تحريك الماء بواسطة محرك زجاجي الى ان ترتفع درجة الحرارة الى (  $30C^0$  ) نساوي مستوى

الماء في الساحتين أي تحريك الساحة (A) و (B) وتقرأ في الساحة (B) ويسجل الحجم (V) والذي يمثل مقدار الزيادة في حجم الهواء المحصور وتطرح قيمة

(V حجم التسرب - V) وتكرر العملية عند درجات (40,50,60,70,80,90).

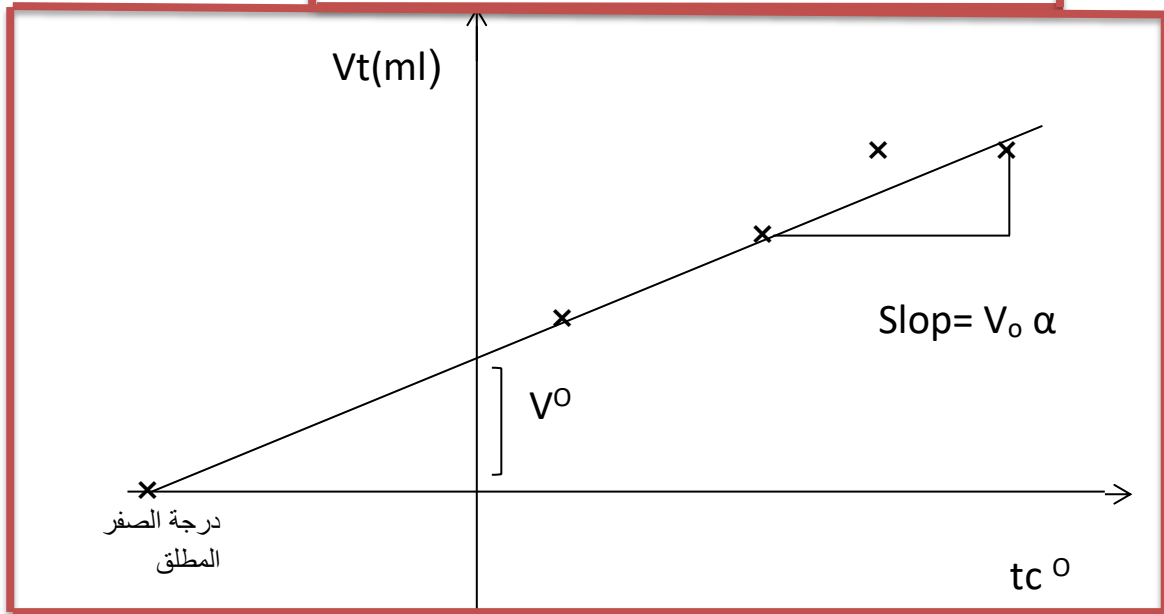
4- وفي نهاية التجربة يأخذ الدورق الدائري ويملاً بالماء لحد دخول السداد المطاطي ويسكب الماء في الاسطوانة المدرجة ويقراً الحجم الذي يمثل حجم الهواء.



## الحسابات:

t°C	Vt= ( حجم الهواء + حجم التسرب - V )
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	

الرسم البياني للمعادلة  $V_t = V_0 + V_0 \alpha_v t$



$$\text{Slop} = V_0 \alpha_v$$

معلوم من الرسم  
معلوم من الرسم

تحسب قيمة  $\alpha_v$  (معامل التمدد الحجمي)

$$\alpha_v = \frac{\text{Slop}}{V_0} = \left( \frac{1}{\text{degree}} \right)$$

## التجربة الثالثة

### ايجاد لزوجة سائل متطاير وايجاد الكثافة المطلقة والنسبية لسائل متطاير

#### الجزء النظري:

تعرف اللزوجة (viscosity) بانها الممانعة التي يبديها السائل اثناء جريانه وتقاس بواسطة اداة بسيطة تسمى بالفسكوميتير (viscometer).

حتى يصبح مفهوم اللزوجة واضحا لدينا نأخذ الانسياب الطبقي للنهر حيث نلاحظ أن طبقات الماء القريبة أو المجاورة للشاطئ تكون ساكنة ولكن عندما يزداد البعد عن الشاطئ تزداد السرعة لجريان الماء وتصبح في النهاية العظمى عند مركز النهر. تحاول الطبقة التي تتحرك أبطاء حركة الطبقة المجاورة وهكذا يكون هناك نوع من القوة الاحتكاك بين الطبقتين .

على هذا الاساس يمكن اعتبار السائل الذي يتحرك خلال أنبوب على أنه يتكون من طبقات موحدة المحور تتحرك بسرور مختلفة ويمكن اعتبار الطبقات الملتصقة الى جوانب الانبوب مستقرة وتزداد السرعة كلما اقتربنا من مركز الانبوب وهكذا سيكون انحدار في السرعة بين الطبقات نتيجة لقوة الاحتكاك الفاعلة بين مختلف الطبقات هذه القوة هي المسؤولة عن لزوجة السائل وقد تبين بالتجربة بأن القوة (F) اللازمة للحصول على فرق ثابت بين سرعة الطبقات المتوازية لسائل يتحرك بنفس الاتجاه يتغير طرديا مع الفرق في السرعة ( $\Delta u$ ) والمساحة (A) لسطح تماس الطبقتين وعكسيا مع المسافة (d) بين الطبقتين

أي :-

$$F \propto \frac{A \Delta u}{d} \longrightarrow (1)$$

$$F = \eta \frac{A \Delta u}{d} \longrightarrow (2)$$

حيث ان:

( $\eta$ ) هو ثابت التناسب وتلفظ (إيتا) وتسمى معامل اللزوجة (Coefficient of Viscosity)

ان وحدة قياس اللزوجة هي البواز (poise) والتي تساوي

( $\text{dyn.cm}^{-2}.\text{sec}$ ) وهي القوة اللازمة لتحريك طبقة سائل مساحته ( $\text{cm}^2$ ) وسرعته ( $1\text{cm/sec}$ ) لجوار طبقة اخرى على بعد ( $1\text{cm}$ ). جاءت تسمية البواز نسبة الى اسم العالم (بوازيلي) الذي اوجد فكرة اللزوجة.

تعين اللزوجة بطريقتين عامتان وقد استندت هاتان الطريقتان الى معادلة (Stokes) و(معادلة بوازيلي) سوف يتم قياس اللزوجة عمليا استنادا الى معادلة بوازيلي حيث اعطى معادلته التي تبين العلاقة بين اللزوجة وسرعة جريان السائل خلال أنبوب رفيع وطويل نصف قطرة ( $r$ ) في زمن ( $t$ ) تحت ضغط ثابت ( $p$ ) وطولها ( $L$ )1cm.

$$\eta = \frac{\pi p r^4 t}{8 L V} \longrightarrow (3)$$

حيث (V) يعبر عن حجم السائل المناسب خلال الأنبوب الشعري لو كانت  
 أزمان انسياب حجوم متساوية من سائلين خلال نفس الانبوبة الشعرية  
 وقيست تحت نفس الظروف سيكون :

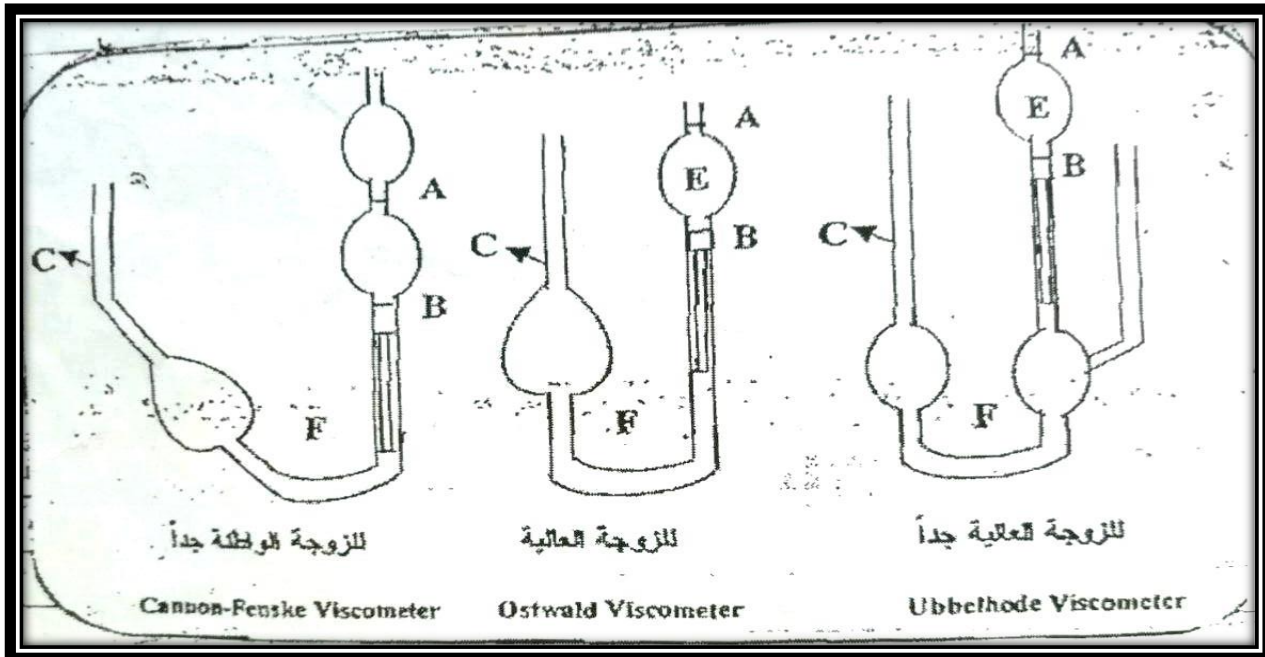
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{p_1 t_1}{p_2 t_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2} \longrightarrow (4)$$

حيث ان:

$$P \propto d$$

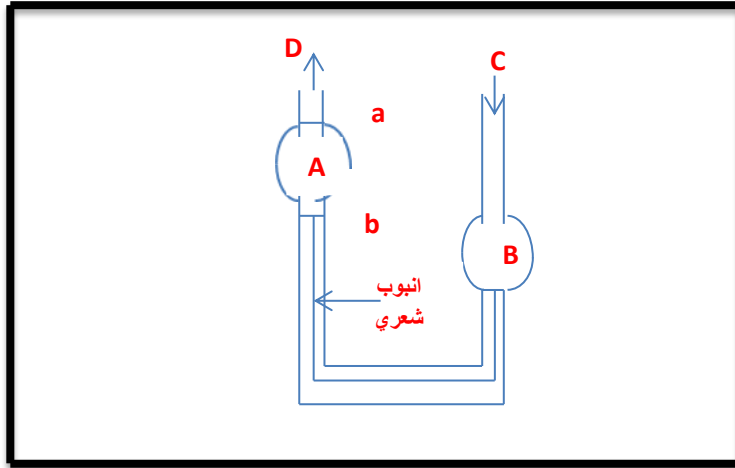
تقاس اللزوجة كما ذكر سابقا باستخدام جهاز يسمى المزلاج (الفسكوميتير)  
 Viscometer ويستخدم أيضا لقياس لزوجة المحاليل البوليمرية ومنها  
 لإيجاد أوزانها الجزيئية وعلية هناك ثلاثة أنواع من أجهزة المزلاج وهي:

- 1- مزلاج لقياس اللزوجة العالية جدا
- 2- مزلاج لقياس اللزوجة العالية
- 3- مزلاج لقياس اللزوجة الواطئة جدا



## طريقة العمل

- 1- يؤخذ فسكوميتر جاف ونظيف ويوضع فيه من الطرف (C) السائل المتطاير بحيث يملئ الانتفاخ (B).
- 2- يسحب السائل بواسطة انبوب مطاطي من الطرف (B) بحيث يصل الى حد العلامة (a) ثم نحسب زمن نزول السائل من العلامة (a) الى العلامة (b) وتعاد الخطوة عدة مرات حتى نتأكد من زمن النزول ( $t_1$ ) مقاس بوحدة (sec).
- 3- تعاد الخطوة رقم (2) بعد ان يجف الفسكوميتر ونحسب زمن نزول الماء بنفس الطريقة ( $t_2$ ) مقاس بوحدة (sec)



قانون اللزوجة

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\text{السائل المتطاير } (d_1 t_1)}{\text{الماء المقطر } (d_2 t_2)}$$

حيث ان:-

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \text{لزوجة السائل المتطاير } (\text{N/m}^2 \cdot \text{sec}) \\ \eta_2 &= \text{لزوجة الماء المقطر } = 8.909 * 10^{-4} (\text{N/m}^2 \cdot \text{sec}) \end{aligned}$$

$t_1 =$  زمن نزول السائل (sec)  
 $t_2 =$  زمن نزول الماء (sec)  
 $d_1 =$  كثافة السائل ( $\text{Kg/m}^3$ )  
 $d_2 =$  كثافة الماء المقطر ( $\text{kg/m}^3$ )  
يجب تحويل الكثافة من ( $\text{g/cm}^3$ ) الى ( $\text{kg/m}^3$ ).

### ايجاد الكثافة المطلقة والكثافة النسبية لسائل متطاير

تعرف الكثافة المطلقة بانها كتلة وحدة الحجم وتقاس بوحدة ( $\text{kg/m}^3$ ) او ( $\text{g/cm}^3$ ).

الكثافة المطلقة = الكتلة/الحجم

الكثافة النسبية : كثافة المادة (السائل المتطاير) نسبة الى كثافة مادة معلومة (الماء المقطر) وهي مجردة من الوحدات.

الكثافة النسبية = كثافة السائل المتطاير / كثافة الماء المقطر

تقاس الكثافة باستخدام اداة بسيطة تسمى البكنوميتر او قنينة الكثافة

### **طريقة العمل:**

1- نأخذ قنينة الكثافة (جافة ونظيفة ) ونزنها مع السداد ونسجل

الوزن. (وزن القنينة فارغة مع السداد)

2- تملأ القنينة بالسائل المتطاير اولا الى حد الفوهة وتغلق بواسطة

السداد وتجفف من الخارج وتوزن القنينة مع السائل المتطاير ويسجل

الوزن. (وزن القنينة مع السائل)

[(وزن القنينة مع السائل) - (وزن القنينة فارغة مع السداد)] = وزن السائل

3- يسكب السائل المتطاير وتترك القنينة حتى تجف ثم تعاد الخطوة

رقم(2) لكن باستخدام الماء المقطر ويسجل الوزن.

## الحسابات:

قانون الكثافة المطلقة والكثافة النسبية

الكثافة المطلقة للسائل المتطاير =  $w_1 / v$  (  $g/cm^3$  )

الكثافة المطلقة للماء =  $w_2 / v$  (  $g/cm^3$  )

$w_1$  = وزن السائل المتطاير

$w_2$  = وزن الماء المقطر

$v$  = حجم السائل والذي يساوي حجم القنينة

الكثافة النسبية للسائل المتطاير =  $d_1/d_2$  او  $w_1/w_2$

ملاحظة / يجب ان تحول الكثافة من  $g/cm^3$  ←  $kg/m^3$

وذلك بالضرب في 1000 ؟؟؟؟

بعد حساب الكثافة المطلقة والكثافة النسبية يجب ان تكون القيم متساوية او قريبة من بعضها البعض.

## التجربة الرابعة

### أيجاد ثابت المسعر

#### الجزء النظري:

تصاحب معظم التفاعلات الكيميائية انبعاث او امتصاص كمية من الحرارة تتناسب هذه الكمية مع :

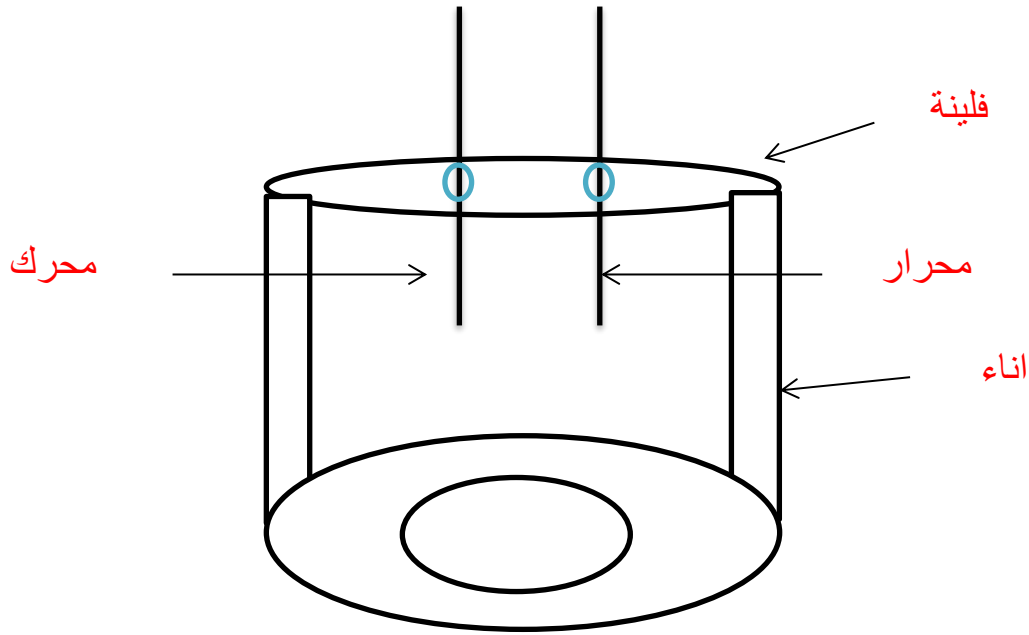
- 1- كمية المادة المستعملة
- 2- الحالة الفيزيائية للمادة
- 3- لايعتمد على مسار التفاعل

كمية الحرارة تدعى **(بالانثالي او بالمحتوى الحراري)** وهي دالة حالة اي انها تعتمد على حالة المواد المستعملة (المتفاعلات والنواتج) ولا تعتمد على مسار التفاعل. ولقياس هذا النوع من الحرارة نستخدم وعاء يسمى **المسعر (calorimeter)** وهو وعاء معدني اجوف ذي طبقتين من الزجاج مفرغتين من الهواء ومظلية من الداخل بالفضة وموضوعتين في اناء حديدي يحوي على مادة الخشب العازلة.

يتم قياس حرارة التفاعل من خلال اجراء تفاعل بين مزيج من كميات معلومة من المواد المتفاعلة في المسعر حيث تكون كمية الحرارة المنبعثة او

الممتصة من جراء التفاعل = كمية الحرارة المنبعثة او الممتصة من  
المسعر.

لكل مسعر ثابت خاص به يسمى **بثابت المسعر** او **(السعة الحرارية)** وهي  
**كمية الحرارة التي تؤدي الى زيادة او نقصان بمقدارها درجة مئوية واحدة**  
ويستعمل الثابت لجميع التجارب شرط استخدام نفس المسعر.



الحرارة النوعية = السعة الحرارية / الكتلة

كمية الحرارة = (كتلة المادة × الحرارة النوعية) × الفرق بدرجات الحرارة

كمية الحرارة = السعة الحرارية × الفرق بدرجات الحرارة

السعة الحرارية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها (m غرام)  
درجة حرارية مئوية واحدة.

ويمكن كتابة اعلاه رياضيا

$$q = c \cdot \Delta t \longrightarrow (1)$$

حيث ان:

$$q = \text{كمية الحرارة}$$

$$C = \text{السعة الحرارية}$$

$$\Delta t = \text{الفرق بدرجات الحرارة}$$

وبما ان القياس يجري عند ضغط ثابت فان المحتوى الحراري أو الانتالبي :

$$\Delta H = q_p \longrightarrow (2)$$

وبتعويض المعادلة (2) في المعادلة (1) فان:

$$\Delta H = c \cdot \Delta t$$

$$C = \frac{\Delta H}{\Delta t}$$

حيث ان:

$$c = \text{ثابت المسعر ووحده ( cal/c° or kcal/ K)}$$

$$\Delta H = \text{الانتالبي او المحتوى الحراري (cal or kcal)}$$

$$\Delta t = \text{الفرق بدرجات الحرارة (c°) او (K)}$$

## طريقة العمل

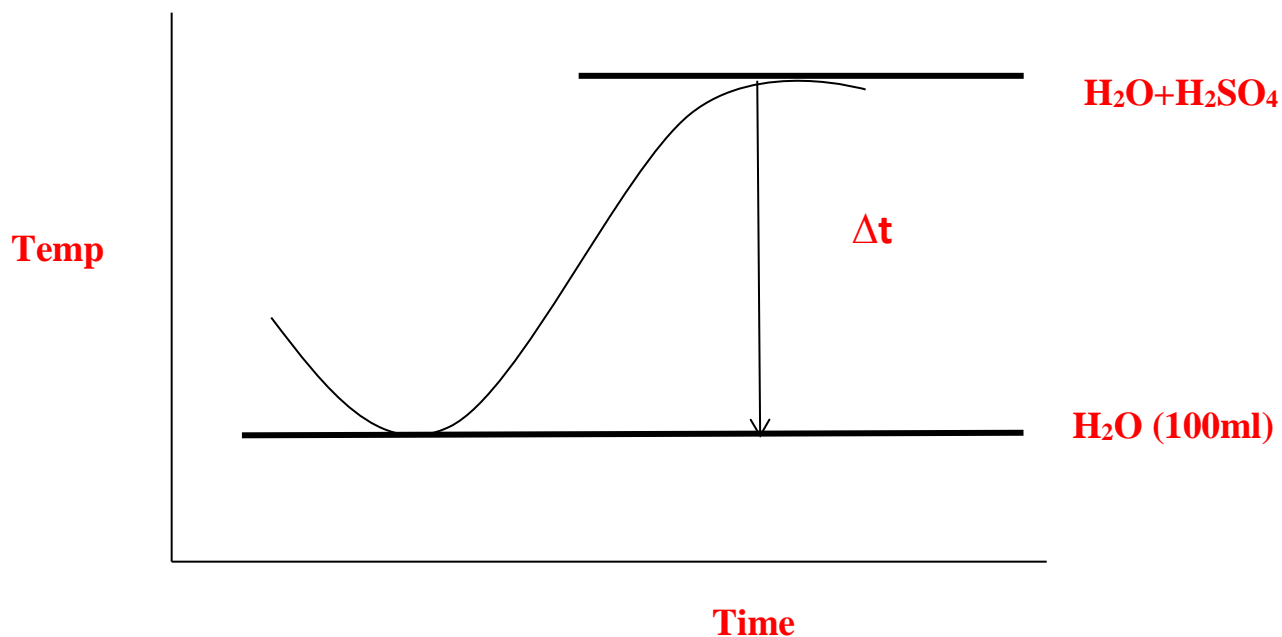
1- ينظف المسعر جيدا ويوضع فيه (100ml) من الماء المقطر ويحرك باستمرار بواسطة محرك زجاجي وتقرأ درجة الحرارة كل (30sec) لحين الثبوت.

2- يضاف (3ml) من حامض الكبريتيك المركز الى الماء المقطر نلاحظ ارتفاع درجة الحرارة لحظة اضافة الحامض ثم انخفاضها نسجل درجة الحرارة كل (30sec) لحين الثبوت.

3- نسحب بالماصة (pipette) (10ml) من المحلول ونضعه في دورق مخروطي (conical flask) ونضيف قطرتين من دليل الفينو نفتالين ويسح مع (1N NaOH) لحين ظهور اللون الوردي ويسجل الحجم.

## الحسابات

1- نرسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (temp) والزمن (time) في حالة الماء المقطر فقط وفي حالة اضافة ( $H_2SO_4$ ) اليه



2- نحسب عيارية ( $H_2SO_4$ ) من عملية التسحيح مع ( $NaOH$ ) من خلال قانون التخفيف

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

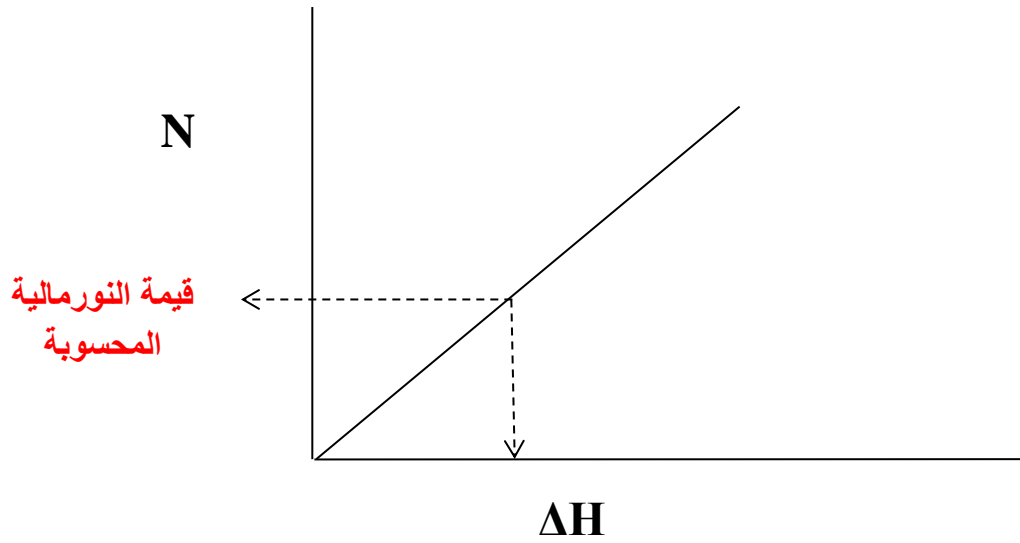
$$(NaOH) = (H_2SO_4)$$

$$1N * V(\text{من السحاحة}) = N_2(?) * 10ml$$

3- تحسب ( $\Delta H$ ) من الجدول اعتمادا على قيمة النورمالية المحسوبة فاذا كانت موجودة في الجدول تؤخذ قيمة ( $\Delta H$ ) المقابلة لها وتعوض في قانون ثابت المسعر.

كمية الحرارة المتحررة ( $\Delta H$ ) (Kcal)	عيارية المحلول النهائي (N) (Eq . L <sup>-1</sup> )
0.945	1.100
0.784	0.918
0.718	0.842
0.473	0.552
0.242	0.227
0.191	0.217

اما اذا كانت غير ذلك ترسم العلاقة بين قيم ( $\Delta H$ ) والنورمالية الموجودة في الجدول ويتم تحديد قيمة ( $\Delta H$ ) من خلال الرسم وتعوض في قانون ثابت المسعر لاجاد الثابت.



4- يتم حساب ثابت المسعر

$$C = \Delta H / \Delta t$$

$$C = \text{kcal/ K or } c^{\circ}$$

يتم استخراج ( $\Delta H$ ) من الجدول او الرسم البياني اما ( $\Delta t$ ) تستخرج من الرسم البياني بين ( $H_2O$ ) و ( $H_2SO_4$ ).

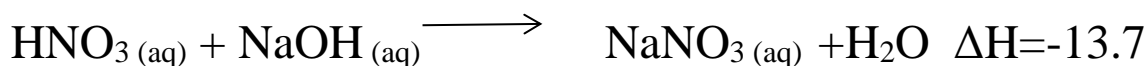
## التجربة الخامسة

### ايجاد حرارة تعادل لحامض قوي وقاعدة قوية

#### الجزء النظري:

حرارة التعادل : يعرف التغير في الانثاليبي عند تعادل واحد مكافئ غرامي من الحامض مع واحد مكافئ غرامي من القاعدة في محلول مخفف بحرارة التعادل للحامض.

لقد تبين ان حرارة التعادل لأي حامض قوي مع قاعدة قوية عمليا تكون نفسها كما هو مبين في التفاعلات الآتية :

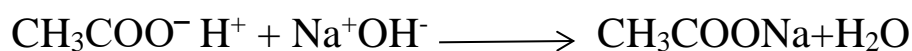


تمثل (-13.7) كيلو سعرة حرارة التعادل لحامض قوي وقاعدة قوية وهذه القيمة ثابتة وذلك لانها تمثل تعادل لجميع الحوامض:

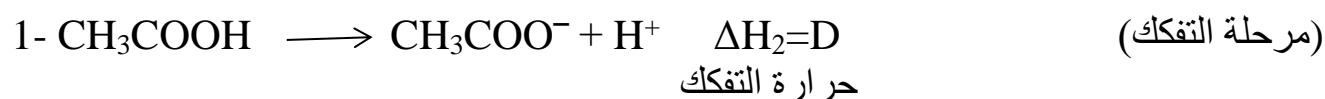


لهذا السبب كل تفاعل تعادل يشمل اتحاد ايونات  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  لتكوين ماء غير متأين هذا بالنسبة للحامض القوي.

اما بالنسبة للحامض الضعيف مع القاعدة فتكون قيمة حرارة التعادل مختلفة عن الحامض القوي وذلك لان الحامض الضعيف يعاني تفكك اولا ثم اتحاد الايون الموجب  $H^+$  مع الايون السالب  $OH^-$  وكما هو موضح ادناه :



في الواقع تكون العملية بمرحلتين هي:



وبجمع هاتين المعادلتين (مرحلة التفكك ومرحلة التعادل) نحصل على  $\Delta H_1$

$$\Delta H_{1 \text{ nut}}= \Delta H_{2 \text{ ion}} + \Delta H_3$$

$$\Delta H_{1 \text{ nut}}= D + (-13.7)$$

اذن يمكن حساب حرارة التفكك (التأين)  $D$  للحامض الضعيف من معرفة حرارة التعادل أي ان :

$$\text{Heat of Neutralization} = \text{Heat of Ionization} \pm 13.7$$

## طريقة العمل

1-نمزج ( 3.5 ml من الماء المقطر مع 6.5 ml من حامض النتريك المركز) وذلك لتحضير ( 10 ml ) من محلول حامض النتريك.

هذه اهم خطوة في طريقة العمل ويجب استخدام اسطوانة مدرجة لان الحامض قوي جدا (الحامض المحضر يحتوي على 50 % ماء).

2-ينظف المسعر جيدا ويوضع فيه ( 33 ml ) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (1N)NaOH و (66 ml) من الماء المقطر  $H_2O$  ويمزج جيدا بواسطة المحرك الزجاجي وتسجل درجة الحرارة كل ( sec 30) لحين الثبوت.

3-يضاف الى محتويات المسعر ( 3.3 ml ) من محلول حامض النتريك المخفف المحضر في الخطوة (1) وتسجل درجة الحرارة كل (sec 30) لحين الثبوت.

4- يضاف قطرتين من المثل البرتقالي الى محتويات المسعر ويلاحظ مايلي:

(a) اذا كان لون محتويات المسعر أصفر هذا يعني ان قسم من القاعدة غير متعادل مع حامض النتريك وفي هذه الحالة نأخذ ( 10 ml) من المحتويات وتسحح مع حامض ( 0.1 N ) Hcl لحين الوصول الى نقطة التعادل.

(b) إذا كان لون محتويات المسعر أحمر فإن هذا يعني ان جميع القاعدة متعادلة مع الحامض ولا نحتاج التسحيح مع  $\text{HCl} (0.1\text{N})$ .

**ملاحظة:- ان التفاعل السابق هو عبارة عن تفاعلين في نفس الوقت:-**

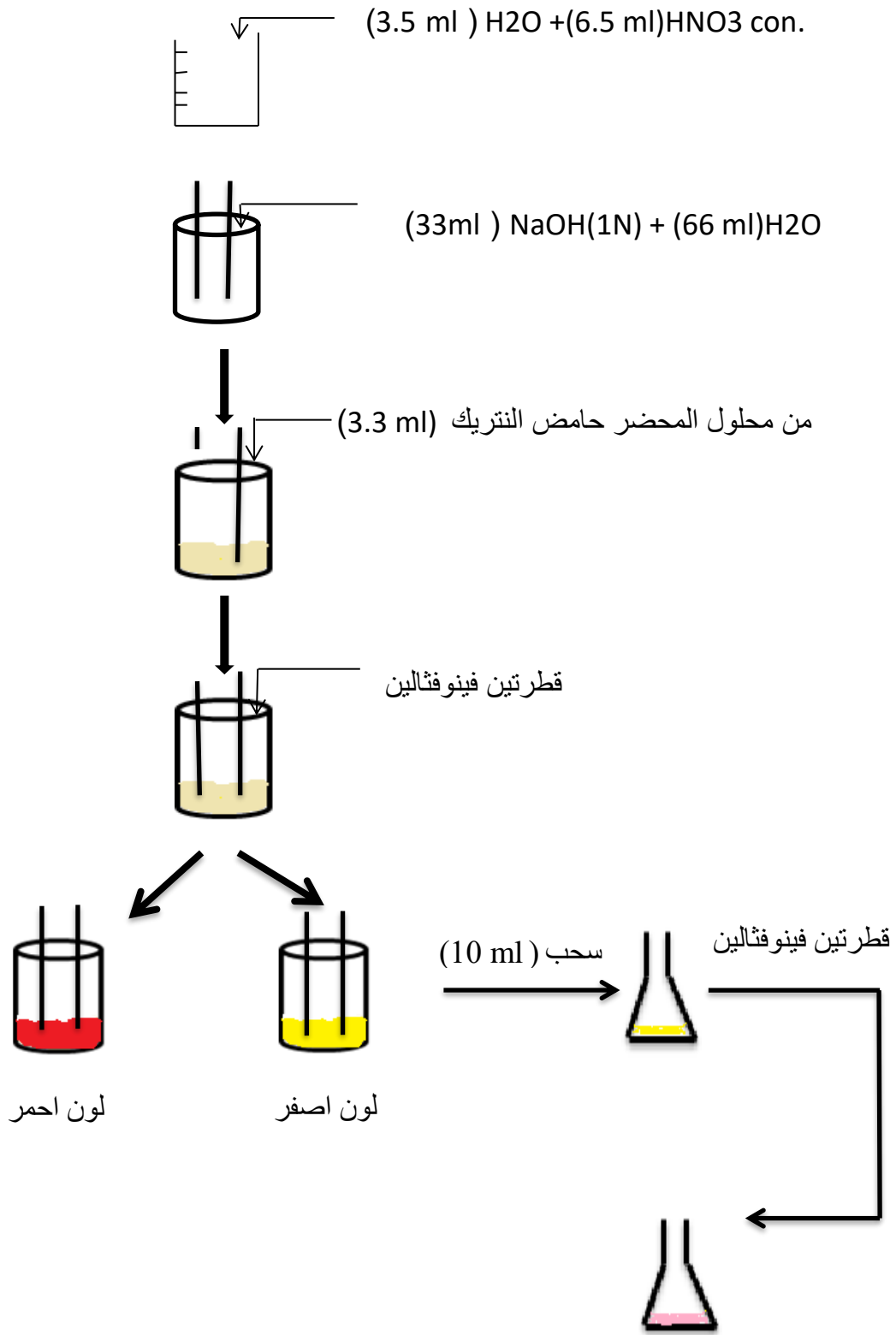
التفاعل الاول هو(حامض + الماء) فنحصل على حرارة تخفيف

التفاعل الثاني هو(حامض +قاعدة) فنحصل على حرارة التعادل

لذلك يجب ايجاد حرارة التخفيف(حرارة المحلول) وطرحها من القيمة الكلية حتى نحصل على حرارة التعادل فقط.

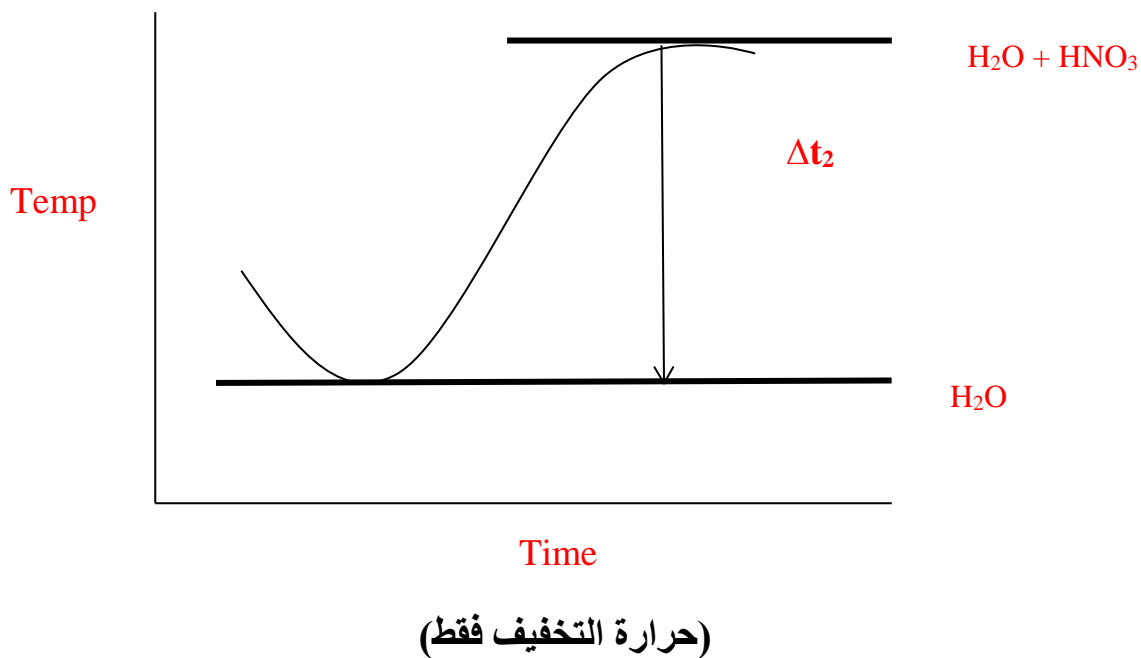
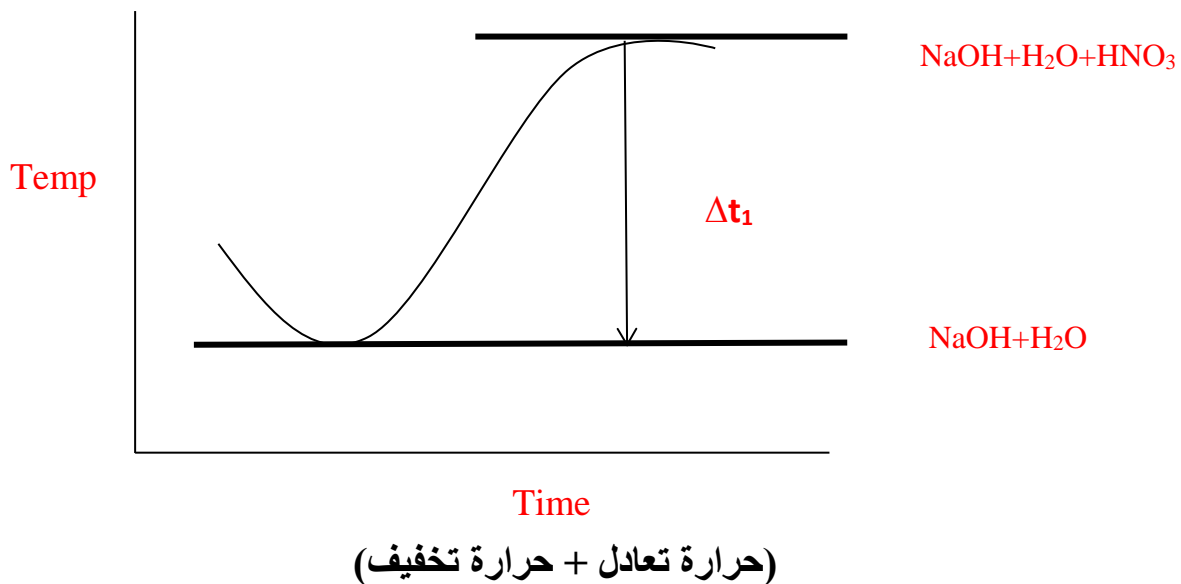
**القيمة الكلية = حرارة التخفيف + حرارة التعادل**

5- لحساب حرارة التخفيف تسكب محتويات المسعر وينظف جيدا ويوضع فيه (99 ml) ماء مقطر وتسجل درجة الحرارة كل (30 sec) لحين الثبوت. بعد ذلك يضاف (3.3 ml) من حامض النتريك المحضر في الخطوة (1) وتحرك محتويات المسعر وتسجل درجة الحرارة كل (30sec) (لحين الثبوت).



## الحسابات:

1- في طريقة العمل الخطوة 2 و 3 نرسم علاقة بيانية بين الزمن (time) ودرجة الحرارة (temp)



نحسب الارتفاع بدرجة الحرارة نتيجة التعادل والمساوية الى :-

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$$

3- في الخطوة رقم (4) :-

نحسب عدد المكافئات القاعدة (y)

اذا كان لون محتويات المسعر احمر

$$y = \frac{N \times V_{(NaOH)}}{1000}$$
$$y = \frac{33}{1000} \times (1N)$$
$$y = eq$$

اذا كان لون محتويات المسعر اصفر

نحسب حجم القاعدة غير المتعادلة

مع حامض النتريك بالتسحيح مع Hcl ( 0.1N )

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

(Hcl) (NaOH)

$$0.1 \times V = 1 \times V_2$$

حجم النازل  
من السحاحة

$$V_2 = 0.1 \times V = \frac{V}{10}$$

(NaOH)

$$y = \frac{N \times V_{(NaOH)}}{1000}$$

$$y = \frac{33 - \frac{V}{10}}{1000} \times (1N)$$

#### 4- نحسب حرارة التعادل

$$\Delta H = \frac{C \cdot \Delta t}{y}$$

$\Delta H$  = حرارة التعادل Kcal / eq

$C$  = ثابت المسعر 0.1 Kcal/°C

$\gamma$  = عدد مكافئات القاعدة (eq)

$\Delta t$  = الفرق في درجات الحرارة نتيجة التعادل

## التجربة السادسة

إيجاد حرارة التعادل لحامض ضعيف وقاعدة قوية  
وإيجاد حرارة التفكك الحامض الضعيف

الجزء النظري:

الجزء النظري للتجربة مشابهة للجزء النظري في التجربة الخامسة

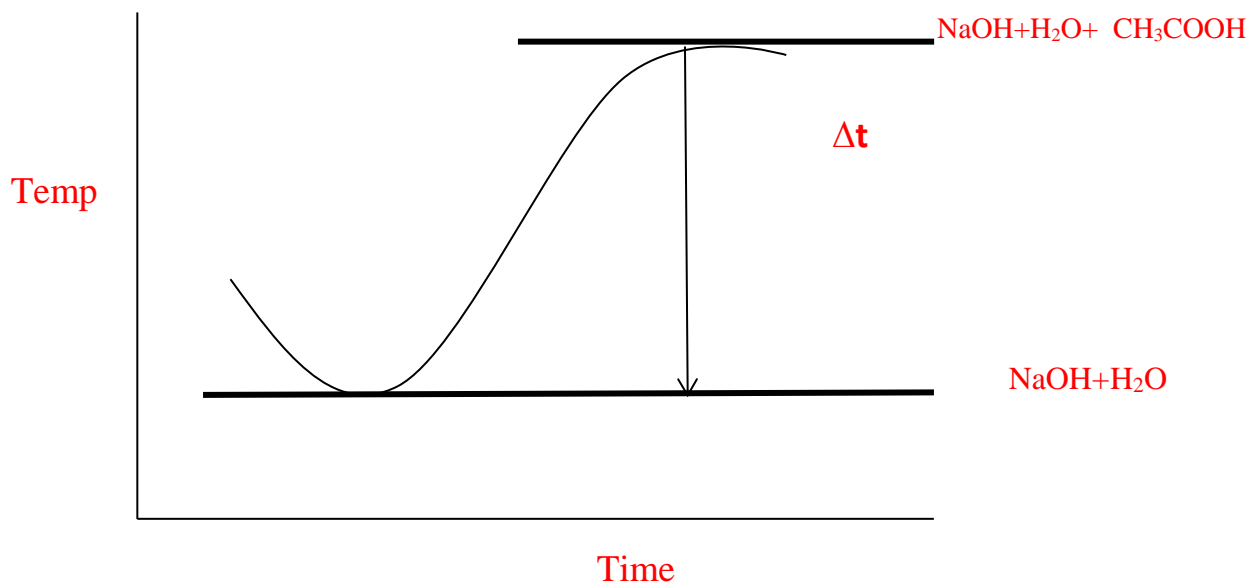
طريقة العمل:

1- نأخذ مسعر ذو ثابت معلوم ونضع فيه (25ml) من  $\text{NaOH}(1\text{N})$  ثم يمزج مع (75ml) من الماء المقطر وتسجل درجة الحرارة كل Sec 30 لحين الثبوت .

2- يفتح سدادة المسعر ويضاف الى المحلول القاعدي أعلا (25ml) من  $\text{CH}_3\text{COOH}(1\text{N})$  وتقاس درجة الحرارة كل Sec 30 لحين الثبوت.

الحسابات

1- نرسم العلاقة البيانية بين Temp درجة الحرارة بالمئوي و time الزمن بالثواني حتى نحصل على  $\Delta t$  .



2- نحسب حرارة التعادل ( $\Delta H$ ) للحامض الضعيف

$$\Delta H = \frac{C \cdot \Delta t}{y}$$

حيث ان:-

$C =$  ثابت المسعر  $0.1 \text{ Kcal} / ^\circ\text{C}$

$\Delta H =$  حرارة التعادل  $\text{Kcal/eq}$

$\Delta t =$  الفرق بدرجات الحرارة

$y =$  عدد مكافئات القاعدة التي عادت الحامض (eq)

$$y = \frac{1\text{N} \cdot 25\text{ml}}{1000} = (\text{eq})$$

### 3- نستخرج حرارة التفكك ويرمز لها (D)

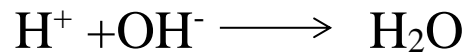
$$- \Delta H = D + (-13.7)$$

$$D = ( ? )$$

علما ان :

$$\Delta H = -13.7 \text{ هي حرارة تعادل أو اتحاد}$$

$$D = \text{حرارة التفكك الحامض}$$

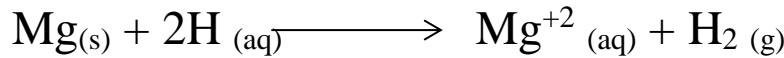


## التجربة السابعة

### ايجاد جهد قطب المغنيسيوم بطريقة ثرموديناميكية

#### الجزء النظري:

يمكن ان يستخرج جهد القطب بالطريق الكهربية في اسهل من أي طريقة أخرى لأنها طريقة مباشرة لكن في تجربتنا هذه سوف يتم قياس الجهد بطريقة ثرموديناميكية وذلك باستخدام القيم وقوانين الثرموديناميكي التفاعل هو:



ولإيجاد جهد القطب ( $E^\circ$ ) يتطلب أيجاد ( $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ )

#### طريقة العمل:

1- في مسعر نظيف يتم وضع (100 ml) من حامض الكبريتيك بتركيز

(1N) ويحرك بواسطة محرك زجاجي وتسجل درجة الحرارة كل

(30Sec) لحين الثبوت.

2- يوزن (0.25 gm) من شريط المغنيسيوم ويضاف الى الحامض

نلاحظ ارتفاع بدرجة الحرارة بعد اضافته مباشرة تسجل (درجة

حرارة الارتفاع) وثم بعد ذلك تقاس درجة الحرارة كل (30 Sec)

لحين الثبوت.

## الحسابات :

نستخرج حرارة التفاعل القياسية ( $\Delta H^\circ$ ) لكل مول من المغنيسيوم والتي تمثل كمية الحرارة المنبعثة من إضافة شريط المغنيسيوم الى حامض الكبريتيك

$$\Delta H^\circ = \frac{C \cdot \Delta t}{y}$$

حيث ان:-

C = ثابت المسعر  $0.1 \text{ Kcal/C}^\circ$

$\Delta H^\circ$  = حرارة التفاعل القياسية (  $\text{Kcal/mol}$  )

$\Delta t$  = الفرق بدرجات الحرارة قبل وبعد اضافة المغنيسيوم

$$y = \text{عدد مولات Mg} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الذري}} = \frac{0.25}{24.3} \text{ (mol)}$$

2- يتم أستعمال الأنتروبي المولية المحسوبة عند درجة  $(298 \text{ K}^\circ)$  والمساوية الى 20.5  $\text{Jol/ Mol.K}$

حيث أن:

$$\Delta S^\circ = ( S^\circ_{\text{Product}} - S^\circ_{\text{Reactans}} )$$

$$\Delta S^\circ = ( S^\circ_{\text{H}_2} + S^\circ_{\text{Mg}^{+2}} ) - ( S^\circ_{\text{Mg}} - 2 S^\circ_{\text{H}^+} )$$

3- نحسب التغير في الطاقة الحرة القياسية

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

حيث ان (T) هي أعلى درجة حرارية يصلها المحرار عند إضافة الشريط (  $t_c+237$  )  
بالمطلقة

تحويل  $\Delta H^\circ$  من (Kcal/mol) الى (J/mol) وذلك  $4.18 \text{ J} = 1 \text{ cal}$

أي تحويل من Kcal  $\leftarrow$  cal  $\leftarrow$  J

وحدات تحويل  $\Delta G^\circ = \text{J/mol}$

4- نحسب قيمة جهد القطب ( $E^\circ$ ) بوحدات الفولت.

$$E^\circ = \frac{-\Delta G^\circ}{nF}$$

حيث ان:

$n = 2$  عدد التأكسدي  $Mg^{+2}$

$F = 96500$  ثابت فردي كولومب

$E^\circ =$  جهد القطب Mg (بالفولت)

5- نرسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة والزمن .

