

## مكتسبات قبلية : موازنة معادلة اكسدة . ارجاع

## 1. الأوكسدة والارجاع

<p><b>مثال :</b></p> $2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$ <p style="text-align: center;">Red<sub>1</sub>      Ox<sub>1</sub></p> $I_2 + 2e^- = 2I^-$ <p style="text-align: center;">Ox<sub>2</sub>      Red<sub>2</sub></p> <p>تفاعل اكسدة ارجاعيه : <math>2S_2O_3^{2-} + I_2 = 2I^- + S_4O_6^{2-}</math></p> <p>التنائيتين : <math>(I_2 / I^-)</math> و <math>(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ الأوكسدة : هو تغير كيميائي يتم فيه فقدان إلكترون أو أكثر .</li> <li>■ الإرجاع : هو تغير كيميائي يتم فيه اكتساب إلكترون أو أكثر .</li> <li>■ المؤكسد Ox : هو فرد كيميائي قادر على اكتساب الكترون او أكثر .</li> <li>■ المرجع Red : هو فرد كيميائي قادر على فقدان الكترون او أكثر .</li> <li>■ تفاعل الأوكسدة الارجاعية : هو تحول كيميائي يتم فيه انتقال للإلكترونات</li> <li>■ التنائية ( مرجع / مؤكسد) : ( Ox / Red) .</li> </ul>
--	--

## 2. موازنة المعادلة النصفية للأوكسدة او الارجاع في وسط حمضي.

1. نوازن كل الذرات ماعدا ذرتي O و H. بضرب المتفاعلات و النواتج في اعداد ستوكيومترية .
2. نوازن ذرة الاوكسجين O بإضافة جزيئات الماء H<sub>2</sub>O الى المتفاعلات او النواتج حسب عدد ذرات الاوكسجين O .
3. نوازن ذرة الهيدروجين H بإضافة بروتونات H<sup>+</sup> الى المتفاعلات او النواتج حسب عدد ذرات H .
4. نوازن الشحن بإضافة إلكترونات e<sup>-</sup> الى المتفاعلات او النواتج. بتطبيق قانون انحفاظ الشحنة (النواتج شحن Σ = المتفاعلات شحن Σ)

<b>مثال2:</b> التنائية (CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	<b>مثال1:</b> التنائية (Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> /Cr <sup>3+</sup> )
$H_2C_2O_4 = CO_2$ <p style="text-align: right;">الخطوة 1 :</p> $H_2C_2O_4 = 2CO_2$ <p style="text-align: right;">الخطوة 2 :</p> $H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+$ <p style="text-align: right;">الخطوة 3 :</p> <p style="text-align: right;">الخطوة الأخيرة :</p> $H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- \dots \dots \dots (2)$	$Cr_2O_7^{2-} = Cr^{3+}$ <p style="text-align: right;">الخطوة 1 :</p> $Cr_2O_7^{2-} = 2Cr^{3+}$ <p style="text-align: right;">الخطوة 2 :</p> $Cr_2O_7^{2-} = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ <p style="text-align: right;">الخطوة 3 :</p> $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ <p style="text-align: right;">الخطوة 4 :</p> <p style="text-align: right;">الخطوة الأخيرة :</p> $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O \dots \dots \dots (1)$

## 3. كتابة معادلة الاجمالية (معادلة الاكسدة الارجاعية)

1. نوازن عدد الالكترونات في المعادلتين النصفيتين بضرب المعادلتين في اعداد أصغرية.
2. نجمع المعادلتين النصفيتين للأوكسدة والارجاع طرفا لطرف.
- خطوة إضافية:
3. نضيف جزيئات الماء H<sub>2</sub>O الى طرفي المعادلة الاجمالية حسب عدد شوارد H<sup>+</sup>.

**مثال:**

$1 \times [Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O] \dots (1)$ $3 \times [H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-] \dots \dots \dots (2)$ $Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$ $Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H_3O^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 15H_2O$	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ الخطوة 1 :</li> <li>■ الخطوة 2 :</li> <li>■ الخطوة الأخيرة :</li> <li>■ خطوة إضافية :</li> </ul>
--	---

## 4. أهم التنايات (Ox/Red)

المرجع Red	المؤكسد Ox	التنائية (Ox/Red)
Mn <sup>2+</sup> : شاردة المنغنيز (لا لون له)	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> : شاردة البرمغنات (بنفسجي)	(MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /Mn <sup>2+</sup> )
Cr <sup>3+</sup> : شاردة الكروم (خضراء زمردية)	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> : شاردة البيكرومات (برتقالي)	(Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> /Cr <sup>3+</sup> )
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : شاردة الكبريتات (لا لون له)	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> : شاردة البيروكسوديكبريتات (لا لون له)	(S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> : شاردة ثيوكبريتات (لا لون له)	S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> : شاردة تيتراثيونات (لا لون له)	(S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> /S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )
Cl <sup>-</sup> : شاردة الكلور (لا لون له)	ClO <sup>-</sup> : شاردة الهيوكلوريت (خضراء مصفرة)	(ClO <sup>-</sup> /Cl <sup>-</sup> )
H <sub>2</sub> O : الماء (لا لون له)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> : الماء الاوكسجيني (لا لون له)	(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O)
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : حمض الاوكساليك (لا لون له)	CO <sub>2</sub> : ثنائي اوكسيد الكربون (لا لون له)	(CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )
I <sup>-</sup> : شاردة اليود (لا لون له)	I <sub>2</sub> : ثنائي اليود(اسمر)	(I <sub>2</sub> /I <sup>-</sup> )

## مكتسبات قبلية : جدول تقدم التفاعل

1. تقدم التفاعل  $x$ 

- أ . تقدم التفاعل  $x$  : هو عدد مرات حدوث التفاعل الكيميائي و يعبر عنه بالمول  $\text{mol}$  .  
 ب . التقدم الاعظمي  $x_{\text{max}}$  : هو التقدم الموافق لاستهلاك المتفاعل المحد او لاستهلاك كل المتفاعلات (قيمة نظرية) .  
 ج . التقدم النهائي  $x_f$  : هو التقدم الموافق لتوقف الجملة عن التطور (قيمة عملية) .

## 2. جدول تقدم التفاعل

المعادلة	$a A$	$+ b B$	$= c C$	$+ d D$
الحالة الابتدائية	$n_1$	$n_2$	0	0
الحالة الانتقالية	$n_1 - a \cdot x$	$n_2 - b \cdot x$	$c \cdot x$	$d \cdot x$
الحالة النهائية	$n_1 - a \cdot x_{\text{max}}$	$n_2 - b \cdot x_{\text{max}}$	$c \cdot x_{\text{max}}$	$d \cdot x_{\text{max}}$

حيث :  $A, B, C, D$  : الأنواع الكيميائية ;  $a, b, c, d$  : المعاملات الستوكيومترية .

مثال : نمزج في لحظة  $t = 0$  حجما من محلول بيكرومات البوتاسيوم  $(2K^+(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq))$  مع حجم من محلول حمض الاوكساليك  $C_2H_2O_4(aq)$  . الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما :  $CO_2(aq)/C_2H_2O_4(aq)$  و  $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$  .

المعادلة	$Cr_2O_7^{2-}$	$+ 3H_2C_2O_4$	$+ 8H_3O^+$	$= 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 15H_2O$
الحالة الابتدائية	$n(Cr_2O_7^{2-})$	$n(H_2C_2O_4)$	0	0
الحالة الانتقالية	$n(Cr_2O_7^{2-}) - x$	$n(H_2C_2O_4) - 3 \cdot x$	بالزيادة $2 \cdot x$	بالزيادة $6 \cdot x$
الحالة النهائية	$n(Cr_2O_7^{2-}) - x_{\text{max}}$	$n(H_2C_2O_4) - 3 \cdot x_{\text{max}}$	$2 \cdot x_{\text{max}}$	$6 \cdot x_{\text{max}}$

## 3. إيجاد المتفاعل المحد .

- المتفاعل المحد : المتفاعل الذي تستهلك كمية مادته قبل بقية المتفاعلات و يتسبب في توقف التفاعل .  
 ■ إيجاد المتفاعل المحد : نأخذ اصغر قيمة لـ  $x_f$  و المتفاعل المحد هو المتفاعل المقابل لهذه القيمة .  
 ■ إيجاد التقدم الاعظمي  $x_{\text{max}}$  :  
 (1) نفرض ان كمية مادة المتفاعلات في الحالة النهائية تساوي الصفر .  
 (2) نأخذ اصغر قيمة لـ  $x_{\text{max}}$  .

$$\begin{cases} n_1 - a x_f = 0 \Rightarrow x_f = \frac{n_1}{a} \\ n_2 - b x_f = 0 \Rightarrow x_f = \frac{n_2}{b} \end{cases} \text{ او}$$

## 4. هل المزيج ستوكيومترى ؟

حتى يكون المزيج ستوكيومترى يجب ان يكون :

$$\frac{n_1(A)}{a} = \frac{n_2(B)}{b}$$

- $n_1(A)$  : كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الأول .  
 $n_2(B)$  : كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الثاني .  
 $a$  : المعامل الستوكيومترى للمتفاعل الأول .  
 $b$  : المعامل الستوكيومترى للمتفاعل الثاني .

## 5. جدول تقدم تفاعل المعايرة

المعادلة	$a A$	$+ b B$	$= c C$	$+ d D$
الحالة الابتدائية	$n_1$	$n_2$	0	0
الحالة النهائية	$n_1 - a \cdot x_E$	$n_2 - b \cdot x_E$	$c \cdot x_E$	$d \cdot x_E$

حيث :  $A, B, C, D$  : الأنواع الكيميائية ;  $a, b, c, d$  : المعاملات الستوكيومترية .

مثال : نعاير ثنائي اليود  $I_2(aq)$  بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq))$  .  
 في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيتان :  $I_2(aq)/I^-(aq)$  ،  $S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$  .

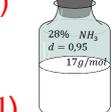
المعادلة	$I_2$	$+ 2S_2O_3^{2-}$	$= 2I^-$	$+ S_4O_6^{2-}$
الحالة الابتدائية	$n(I_2)$	$n(S_2O_3^{2-})$	0	0
الحالة النهائية	$n(I_2) - x_E$	$n(S_2O_3^{2-}) - 2 \cdot x_E$	$2 \cdot x_E$	$x_E$

## مكتسبات قبلية : اهم القوانين و العلاقات

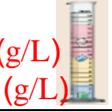
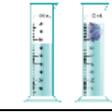
1. كمية المادة "عدد المولات" :  $n$ 

<p><math>n</math> : كمية المادة (mol)  <math>C</math> : التركيز المولي (mol/L)  <math>V</math> : حجم المذيب (L)</p> 	<p>كمية المادة بدلالة التركيز</p> $n = C \times V$	<p><math>n</math> : كمية المادة (mol)  <math>m</math> : الكتلة (g)  <math>M</math> : الكتلة المولية (g/mol)</p> 	<p>كمية المادة بدلالة الكتلة</p> $n = \frac{m}{M}$
<p><math>n</math> : كمية المادة (mol)  <math>T</math> : درجة الحرارة (°K)  <math>V_g</math> : حجم الغاز (m<sup>3</sup>) 1L = 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>  <math>P</math> : الضغط (Pa) 1bar = 10<sup>5</sup> Pa  <math>R</math> : ثابت الغازات المثالية: R = 8.314 SI</p> 	<p>كمية المادة بدلالة ضغط غاز</p> $n = \frac{P \times V_g}{R \times T}$ <p><math>T(^{\circ}K) = T(^{\circ}C) + 273</math></p>	<p><math>n</math> : كمية المادة (mol)  <math>V_g</math> : حجم الغاز (L)  <math>V_M</math> : الحجم المولي (L/mol)          في الشروط النظامية :  <math>V_M = 22.4 \text{ L/mol}</math></p> 	<p>كمية المادة بدلالة حجم غاز</p> $n = \frac{V_g}{V_M}$

2. التركيز المولي  $C$  و التركيز الكتلي  $C_m$ 

<p><math>C_m</math> : التركيز الكتلي (g/L)  <math>m</math> : كتلة المذاب (g)  <math>V</math> : حجم المذيب (L)</p> 	<p>التركيز الكتلي</p> $C_m = \frac{m}{V}$	<p><math>C</math> : التركيز المولي (mol/L)  <math>n</math> : كمية مادة المذاب (mol)  <math>V</math> : حجم المذيب (L)</p> 	<p>التركيز المولي</p> $C = \frac{n}{V}$
<p><math>p\%</math> : درجة النقاوة (%)  <math>m</math> : كتلة المذاب النقي (g)  <math>m_0</math> : كتلة المذاب الخام (g)</p> 	<p>درجة النقاوة</p> $P \% = \frac{m}{m_0} \cdot 100$	<p><math>C</math> : التركيز المولي (mol/L)  <math>p\%</math> : درجة النقاوة (%)  <math>d</math> : الكثافة  <math>M</math> : الكتلة المولية (g/mol)</p> 	<p>التركيز المولي لمحلول تجاري</p> $C = \frac{10 \times p \times d}{M}$

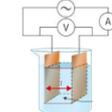
3. الكثافة  $d$  و الكتلة الحجمية  $\rho$ 

<p><math>d</math> : الكثافة  <math>\rho_1</math> : الكثافة الحجمية للجسم 1 (g/L)  <math>\rho_2</math> : الكثافة الحجمية للجسم 2 (g/L)</p> 	<p>الكثافة</p> $d = \frac{\rho_1}{\rho_2}$	<p><math>\rho</math> : الكتلة الحجمية (g/L)  <math>V</math> : حجم المذيب (L)  <math>m</math> : كتلة المذاب (g)</p> 	<p>الكتلة الحجمية</p> $\rho = \frac{m}{V}$
<p><math>d</math> : الكثافة  <math>M</math> : الكتلة المولية (g/mol)  <math>M_{\text{هواء}} = 29 \text{ g/mol}</math></p>	<p>كثافة غاز بالنسبة للهواء</p> $d = \frac{M}{29}$	<p><math>d</math> : الكثافة  <math>\rho</math> : الكتلة الحجمية (g/L)  <math>\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ g/l}</math></p>	<p>كثافة سائل بالنسبة للماء</p> $d = \frac{\rho}{1000}$

## 4. التمديد " التخفيف "

<p><math>V_2</math> : الحجم بعد التمديد (L)  <math>V_1</math> : الحجم قبل التمديد (L)  <math>V_{H_2O}</math> : حجم الماء المضاف (L)</p>	<p>حجم الماء المضاف</p> $V_2 = V_1 + V_{H_2O}$	<p><math>V_2</math> : الحجم بعد التمديد (L)  <math>V_1</math> : الحجم قبل التمديد (L)  <math>C_1</math> : التركيز قبل التمديد (mol/L)  <math>C_2</math> : التركيز بعد التمديد (mol/L)</p> 	<p>قانونه التمديد</p> $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$
<p><math>F</math> : معامل التمديد  <math>V_2</math> : الحجم بعد التمديد (L)  <math>V_1</math> : الحجم قبل التمديد (L)</p>	<p>معامل التمديد</p> $F = \frac{V_2}{V_1}$	<p><math>F</math> : معامل التمديد  <math>C_1</math> : التركيز قبل التمديد (mol/L)  <math>C_2</math> : التركيز بعد التمديد (mol/L)</p>	<p>معامل التمديد</p> $F = \frac{C_1}{C_2}$

5. الناقلية  $G$  و الناقلية النوعية  $\sigma$ 

<p><math>K</math> : ثابت الخلية (m)  <math>L</math> : المسافة بين لبوسي الخلية (m)  <math>S</math> : مساحة لبوس الخلية (m<sup>2</sup>)</p>	<p>ثابت الخلية</p> $K = \frac{S}{L}$	<p><math>G</math> : الناقلية (S)  <math>\sigma</math> : الناقلية النوعية (S/m)  <math>K</math> : ثابت الخلية (m)</p> 	<p>الناقلية</p> $G = K \cdot \sigma$
<p><math>\lambda</math> : الناقلية النوعية الشاردية (S.m<sup>2</sup>/mol)  <math>\sigma</math> : الناقلية النوعية (S/m)  <math>C</math> : التركيز المولي (mol/L)</p> 	<p>الناقلية النوعية</p> $\sigma = \lambda \cdot C$ $\sigma = \lambda_{X^+} \cdot [X^+] + \lambda_{X^-} \cdot [X^-]$	<p><math>G</math> : الناقلية (S)  <math>I</math> : شدة التيار (A)  <math>R</math> : المقاومة (<math>\Omega</math>)  <math>U</math> : فرق الكمون (التوتر) (V)</p>	<p>الناقلية</p> $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$

## 6. نقطة التكاثر

<p><math>C_A</math> : تركيز المتفاعل A (mol/L)  <math>V_A</math> : حجم المتفاعل A (L)  <math>C_B</math> : تركيز المتفاعل B (mol/L)  <math>V_B</math> : حجم المتفاعل B (L)</p>	<p>عدد نقطة التكاثر</p> $\frac{C_A \times V_A}{\alpha} = \frac{C_B \times V_B}{\beta}$	<p>معادلة التفاعل</p> $\alpha \cdot A + \beta \cdot B = \gamma \cdot C + \delta \cdot D$ <p><math>\alpha ; \beta ; \gamma ; \delta</math> : ستوكيومترية معاملات</p>	
---	--	---	---

المدة المستغرقة و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

## 1. المدة المستغرقة في تحول كيميائي

- التحولات السريعة : تحولات كيميائية تبلغ نهايتها مباشرة بعد تلامس المتفاعلات ومدتها اقل من 0.1s .
- التحولات البطيئة: تحولات كيميائية تبلغ نهايتها تدريجيا بعد تلامس المتفاعلات وتستغرق عدة ثواني او دقائق او ساعات.
- التحولات البطيئة جدا : تحولات كيميائية تستغرق عدة ايام او اشهر ... ومنه تعتبر عاطلة حركيا

2. تعريف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

$$x(t_{1/2}) = \frac{X_{max}}{2} \text{ فإه } t = t_{1/2} \text{ لما}$$

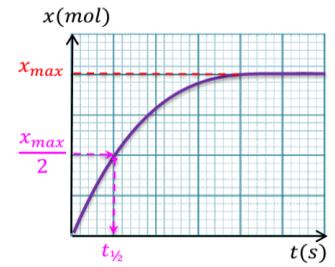
زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  : هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي وحدته الثانية s

3. أهمية زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

- يمكننا من المقارنة بين تفاعلين من حيث السرعة ، فكلما كان زمن نصف التفاعل اقل كان التفاعل اسرع
- يعطينا فكرة حول المدة الكلية المستغرقة في التفاعل ، تجريبيا تكون المدة الكلية المستغرقة في التفاعل محصورة بين  $4 t_{1/2}$  و  $7 t_{1/2}$
- يمكننا من اختيار الطريقة المناسبة للمتابعة الزمنية للتحول الكيميائي، حيث يجب ان تكون المدة الزمنية بين قياسين اقل بكثير من  $t_{1/2}$ .

4. كيفية تعيين زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  بيانيا

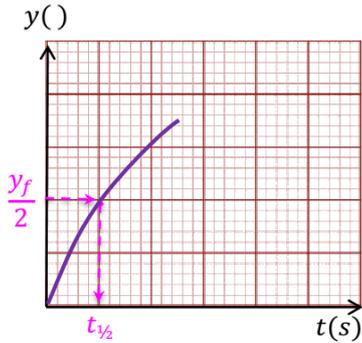
1. نحدد قيمة التقدم الأعظمي  $X_{max}$ .
2. نحدد نصف قيمة التقدم الأعظمي  $\frac{X_{max}}{2}$ .
3. نقوم بإسقاط نصف قيمة التقدم الأعظمي  $\frac{X_{max}}{2}$  على المنحنى .
4. نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .



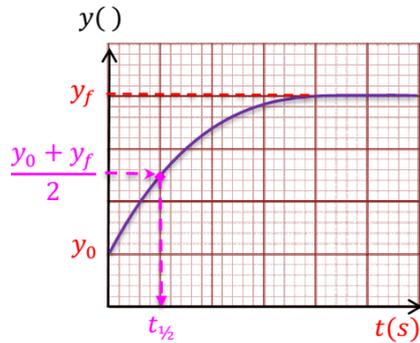
## 5. مختلف حالات تعيين زمن نصف التفاعل بيانيا

## أ. تشكل ناتج

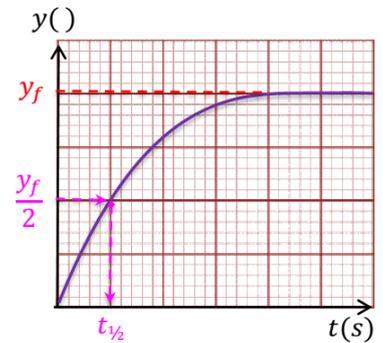
الحالة 3 : نحدد  $y_f$  باستعمال جدول التقدم



الحالة 2 : نحدد  $y_f$  مباشرة من البيان



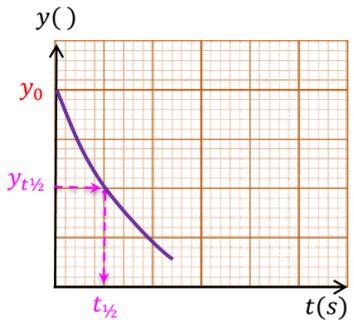
الحالة 1 : نحدد  $y_f$  مباشرة من البيان



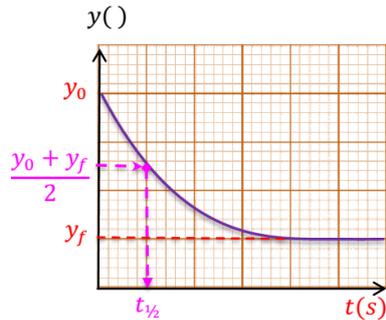
$y()$  عبارة عن :  $x(\text{mol})$  أو  $n(\text{mol})$  أو  $m(\text{g})$  أو  $[X](\text{mol/l})$  أو  $V_E(l)$  أو  $\sigma(S/m)$  أو  $G(S)$  أو ...

## ب. اختفاء متفاعل

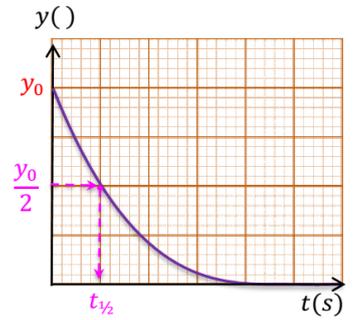
الحالة 3 : نحدد  $y_{t_{1/2}}$  باستعمال جدول التقدم



الحالة 2 : نحدد  $y_0$  و  $y_f$  مباشرة من البيان



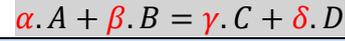
الحالة 1 : نحدد  $y_0$  مباشرة من البيان



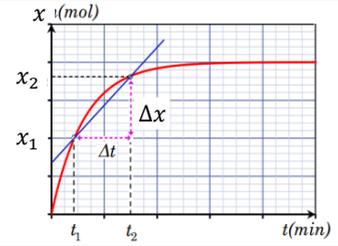
$y()$  عبارة عن :  $n(\text{mol})$  أو  $m(\text{g})$  أو  $[X](\text{mol/l})$  أو  $V_E(l)$  أو  $\sigma(S/m)$  أو  $G(S)$  أو ...

## سرعة التفاعل

معادلة التفاعل

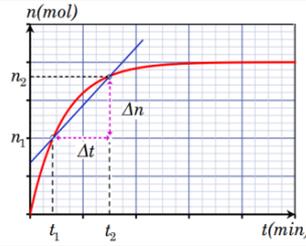
حيث :  $\alpha; \beta; \gamma; \delta$  : معاملات ستوكيومترية1. السرعة المتوسطة  $v_m$ تعريف السرعة المتوسطة للتفاعل  $v_m$ : تطور تقدم التفاعل بين لحظتين زمنيتين  $t_1$  و  $t_2$ .

## أ. السرعة المتوسطة للتفاعل



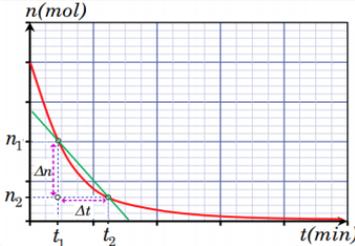
$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

## ب. السرعة المتوسطة لتشكل ناتج D



$$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

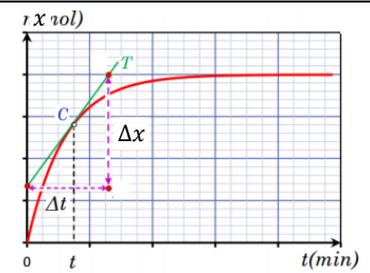
## ج. السرعة المتوسطة لاختفاء متفاعل A



$$v_m = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

2. السرعة اللحظية  $v$ تعريف السرعة اللحظية للتفاعل  $v$ : تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن.

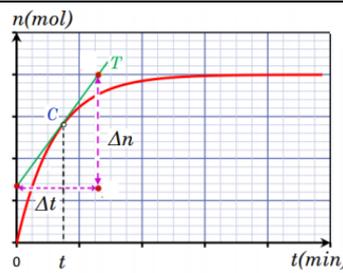
## أ. السرعة اللحظية للتفاعل



$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

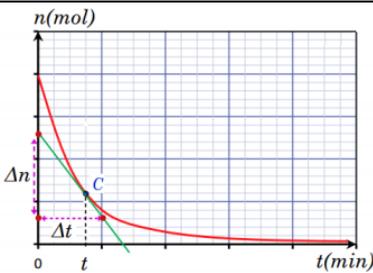
## ب. السرعة اللحظية لتشكل ناتج D



$$v = \frac{dn}{dt}$$

$$v = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

## ج. السرعة اللحظية لاختفاء متفاعل A

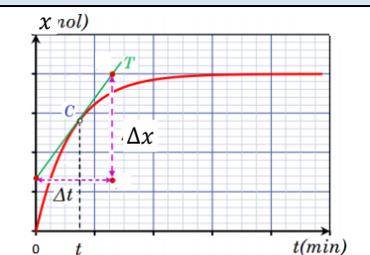


$$v = -\frac{dn}{dt}$$

$$v = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

3. السرعة الحجمية  $v_{vol}$ تعريف السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}$ : تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن بالنسبة لوحدة الحجم.

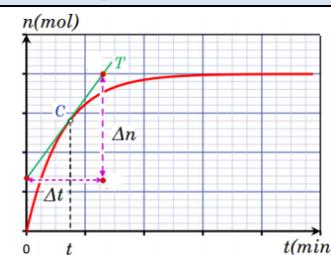
## أ. السرعة الحجمية للتفاعل



$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{V} \cdot \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

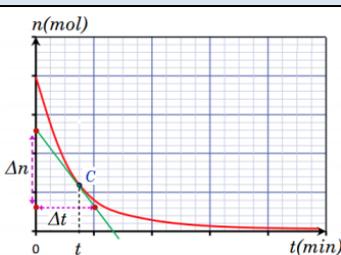
## ب. السرعة الحجمية لتشكل ناتج D



$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{1}{V} \cdot \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

## ج. السرعة الحجمية لاختفاء متفاعل A



$$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

## 4. العلاقة بين مختلف السرعات

## أ. العلاقة بين مختلف السرعات اللحظية

$$v = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$$

## ب. العلاقة بين مختلف السرعات الحجمية

$$v_{vol} = \frac{v_{volA}}{\alpha} = \frac{v_{volB}}{\beta} = \frac{v_{volC}}{\gamma} = \frac{v_{volD}}{\delta}$$

## ج. العلاقة بين السرعة اللحظية والحجمية

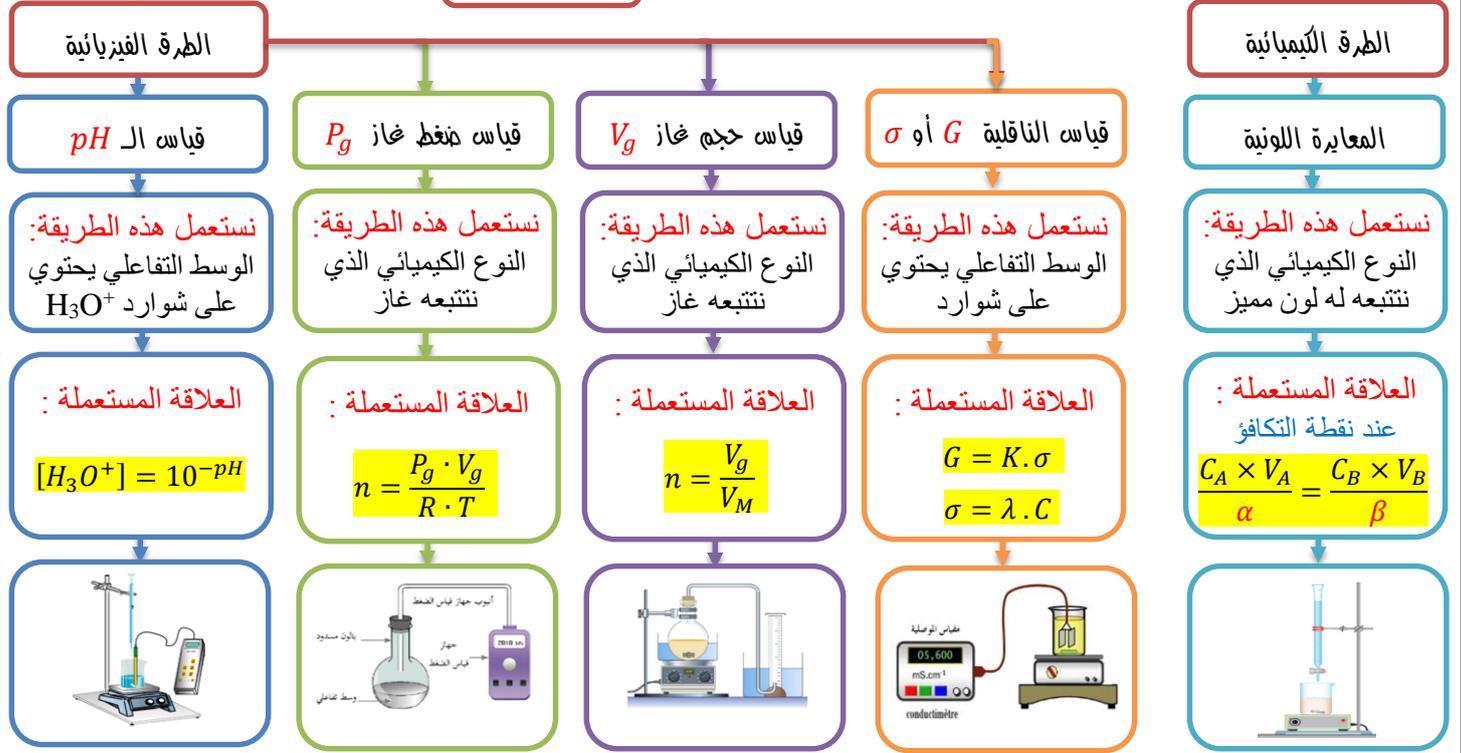
$$v_{vol} = \frac{v}{V}$$

## طرق المتابعة الزمنية و العوامل الحركية

## 1. طرق المتابعة الزمنية

■ المتابعة الزمنية : متابعة تطور كمية مادة متفاعل او ناتج بدلالة الزمن .

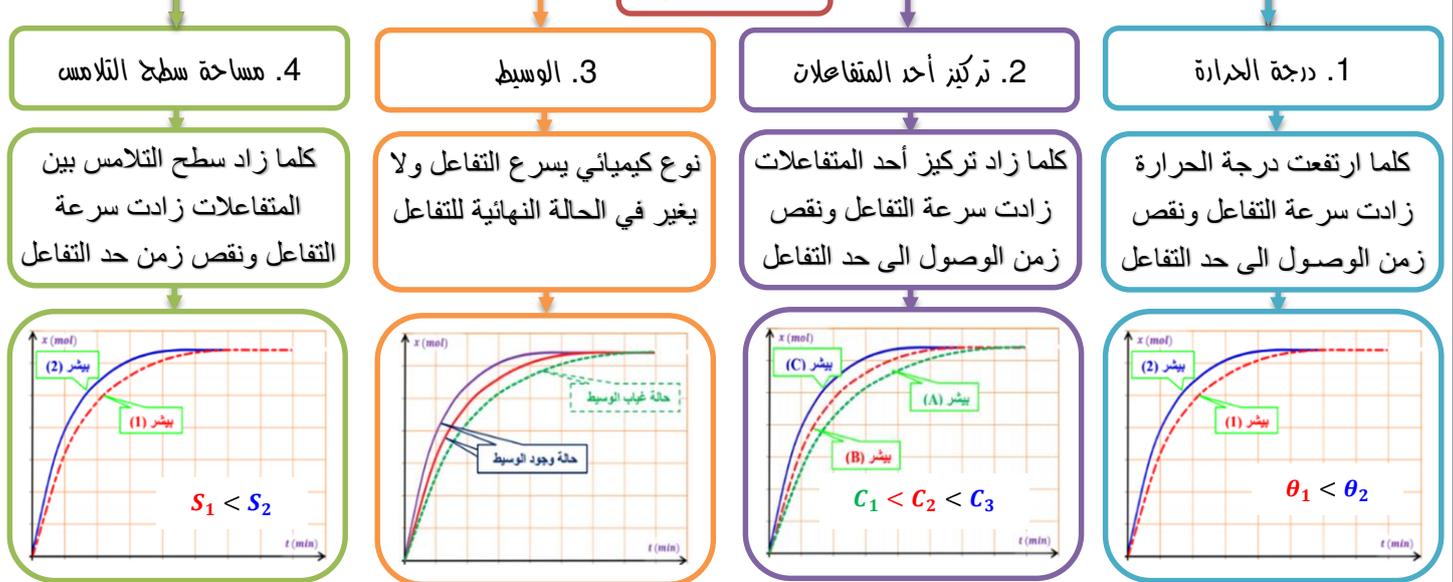
## طرق المتابعة



## 2. العوامل الحركية

العوامل الحركية : هي عوامل تؤثر على سرعة التفاعل .

## العوامل الحركية

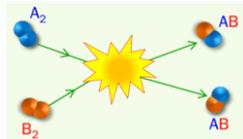


## 3. التفسير المجهرى

■ الحركة البرونية : هي الحركة العشوائية للأفراد الكيميائية .

■ الاصطدام الفعال : التصادم الذي ينتج عنه تفاعل كيميائي.

■ التفسير المجهرى : تتناقص سرعة التفاعل بسبب تناقص التصادمات الفعالة و هذا راجع لتناقص تراكيز المتفاعلات او تناقص درجة الحرارة او تناقص سطح التفاعل او غياب الوسيط او تناقص كميته والعكس صحيح.



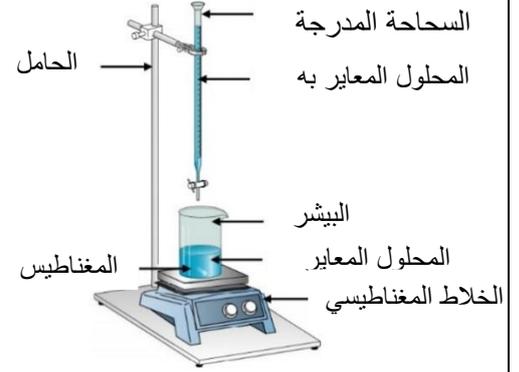
## البرتوكولات التجريبية : للمتابعة الزمنية لتحول كيميائي

## المعايرة

- نضيف الماء و الجليد : لإيقاف التفاعل .
- السقي الفيزيائي : تبريد الكأس الذي يحتوي على المزيج التفاعلي بوضعه في الجليد المهشم . السقي الكيميائي : إضافة الماء البارد إلى المزيج التفاعلي .
- نستعمل الخلاط المغناطيسي : للحصول على خليط متجانس .
- الهدف من المعايرة : المتابعة الزمنية لتطور جملة كيميائية و تعين التركيز المولي للمحلول المعايير . مميزات تفاعل المعايرة : سريع و تام .
- نقطة التكافؤ : نقطة التغير اللوني و المزيج التفاعلي يحقق الشروط الستوكيومترية .

## 1. المتابعة الزمنية عن طريق المعايرة اللونية

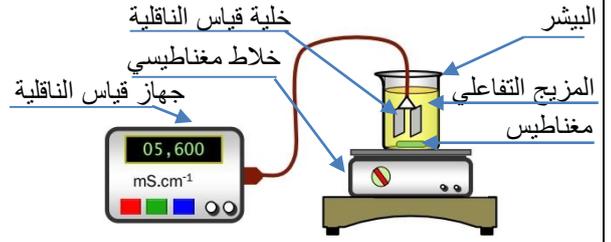
- البرتوكول التجريبي :**
1. **الادوات المستعملة : الزجاجيات :** سحاحة مدرجة ، بيشر ، ماصة عيارية ، انابيب اختبار . **المحاليل :** المحلول المعايير ، المحلول المعايير به ، الماء ، كاشف لوني .
  2. **الاجهزة :** الحامل ، الخلاط المغناطيسي ، ميقايتية .
  3. **الهدف من التجربة :** تعيين تركيز المحلول المجهول C.
  3. **خطوات العمل :**
1. نملأ السحاحة بالمحلول المعايير به تركيزه معلوم 'C' و نضبطه على خط الصفر.
  2. نأخذ حجم V بالماصة العيارية من المزيج التفاعلي ثم نضعه في البيشر و نضيف له الماء البارد و قطع الجليد و نضيف له قطرات من الكاشف اللوني ثم نضعه فوق الخلاط المغناطيسي .
  3. نبدأ المعايرة قطرة بقطرة و نوقف التفاعل عند نقطة التكافؤ و نسجل حجم التكافؤ  $V_E$  .
  4. نكرر التجربة عند لحظات مختلفة  $t_1, t_2, \dots, t_n$  و ندون النتائج في جدول .



التجهيز التجريبي للمعايرة اللونية

## 2. المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية

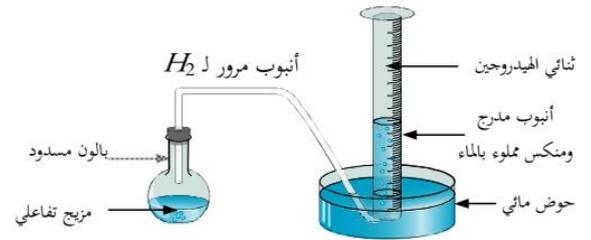
- البرتوكول التجريبي :**
1. **الادوات المستعملة : الزجاجيات :** بيشر ، ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي شاردني حجمه V ، الماء .
  2. **الاجهزة :** الحامل ، الخلاط المغناطيسي ، جهاز قياس الناقلية او الناقلية النوعية ، ميقايتية .
  3. **الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الشوارد .
  3. **خطوات العمل :**
1. نضع بيشر يحتوي على مزيج تفاعلي شاردني حجمه V فوق خلاط مغناطيسي.
  2. نغمر خلية قياس جهاز قياس الناقلية في البيشر .
  3. نقيس قيم الناقلية في لحظات مختلفة  $t_1, t_2, \dots, t_n$  و ندون النتائج في جدول .



التجهيز التجريبي لقياس الناقلية

## 3. المتابعة الزمنية عن طريق قياس حجم غاز

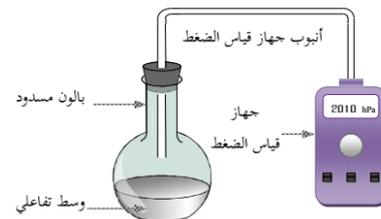
- البرتوكول التجريبي :**
1. **الادوات المستعملة : الزجاجيات :** أنبوب مدرج ، أنبوب مدرج ، انبوب على شكل حرف S ، حوجلة (بالون) مسدودة بسدادة ، حوض مائي ، ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي حجمه V ، الماء . **الاجهزة :** ميقايتية .
  2. **الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الغاز المنطلق .
  3. **خطوات العمل :** 1. نضع المزيج التفاعلي في حوجلة مسدودة بسدادة موصولة بأنبوب على شكل حرف S ، الطرف الثاني للأنبوب مغمور في حوض مملوء بالماء ننكس فوّهه انبوب مدرج مملوء بالماء .
  2. نقيس حجم الغاز المنطلق المحجوز في الانبوب المدرج في لحظات زمنية مختلفة  $t_1, t_2, \dots, t_n$  و ندون النتائج في جدول .



التجهيز التجريبي لقياس حجم غاز

## 4. المتابعة الزمنية عن طريق قياس ضغط غاز

- البرتوكول التجريبي :**
1. **الادوات المستعملة : الزجاجيات :** حوجلة (بالون) مسدودة بسدادة ، أنبوب جهاز قياس الضغط ، ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي حجمه V ، الماء .
  2. **الاجهزة :** جهاز قياس الضغط ، ميقايتية .
  3. **الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الغاز المنطلق .
  3. **خطوات العمل :** 1. نضع المزيج التفاعلي في حوجلة مسدودة بسدادة موصولة بأنبوب ، الطرف الثاني للأنبوب موصول بجهاز قياس الضغط .
  2. نقيس ضغط الغاز المنطلق في لحظات زمنية مختلفة  $t_1, t_2, \dots, t_n$  و ندون النتائج في جدول .



التجهيز التجريبي لقياس ضغط غاز

## البرتوكولات التجريبية : لتحضير المحاليل

## 1. عملية التمديد ( التخفيف )

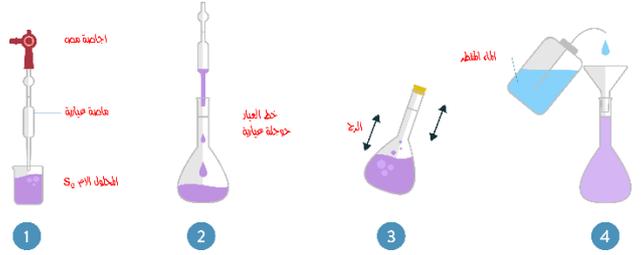
الهدف من التجربة : تحضير محلول مخفف حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقا من محلول مركز حجمه  $V_0$  وتركيزه  $C_0$ .  
مثال :

تحضير محلول حجمه  $V=100ml$  وتركيزه  $C=0,02 mol.l^{-1}$  انطلاقا من محلول برمنغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  تركيزه  $C_0=0,5 mol.l^{-1}$ .

## خطوات العمل :

- نقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذه

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V \Rightarrow V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,02 \cdot 100}{0,5} \Rightarrow V_0 = 1 ml$$



1. بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجما  $V_0$  من المحلول الام  $S_0$  تركيزه  $C_0$ .
2. نسكب الحجم  $V_0$  في حوجلة عيارية حجمها  $V$ .
3. نملاً ثلاث ارباع الحوجلة العيارية بالماء المقطر ثم نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها .
4. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار .

## 2. تحضير محلول انطلاقا من مادة صلبة نقية

الهدف من التجربة : تحضير محلول حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقا من مادة صلبة نقية كتلتها  $m$  وكتلتها المولية  $M$ .  
مثال :

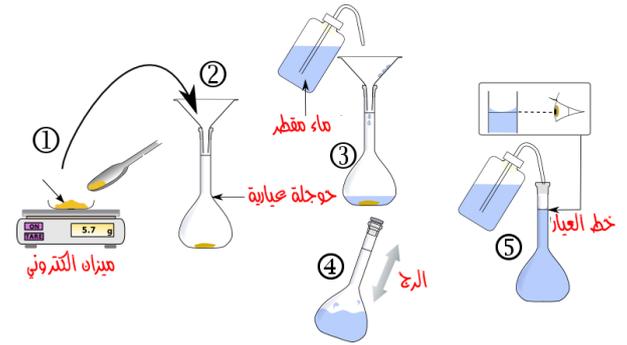
تحضير محلول حجمه  $V=100ml$  وتركيزه  $C=0,01 mol.l^{-1}$  انطلاقا من كبريتات النحاس الثنائي ( $CuSO_4,5H_2O$ ) كتلته المولية  $M=249,7g.mol^{-1}$

## خطوات العمل :

- نقوم بحساب الكتلة  $m$  الواجب اخذها

$$\begin{cases} n = \frac{m}{M} \\ n = C \cdot V \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M} = C \cdot V \Rightarrow m = C \cdot V \cdot M$$

$$\Rightarrow m = 0,01 \cdot 0,1 \cdot 249,7 \Rightarrow m = 0,25 g$$



1. بواسطة ميزان الكتروني نقوم بوزن الكتلة  $m$  باستعمال جفنة .
2. نفرغ محتوى الجفنة في حوجلة عيارية حجمها  $V$  .
3. نملاً ثلاث ارباع الحوجلة العيارية بالماء المقطر .
4. نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها .
5. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار .

## 3. تحضير محلول انطلاقا من محلول تجاري

الهدف من التجربة : تحضير محلول حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقا من محلول تجاري درجة نقاوته  $P\%$  وكثافته  $d$  وكتلته المولية  $M$ .  
مثال :

تحضير محلول حجمه  $V=100ml$  وتركيزه  $C=0,2 mol.l^{-1}$  انطلاقا من محلول تجاري لحمض كلور الهيدروجين ( $HCl$ ) درجة نقاوته  $P\% = 34\%$  وكثافته  $d=1,16$  كتلته المولية  $M=36,5 g.mol^{-1}$ .

## خطوات العمل :

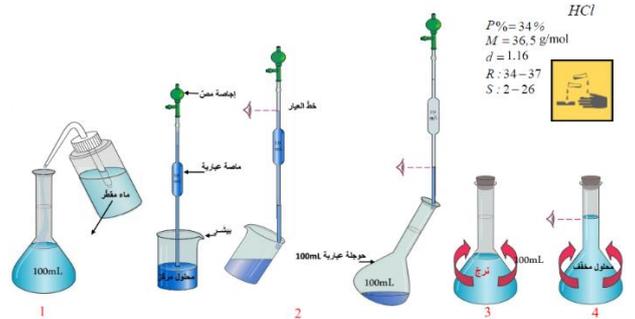
- نقوم بحساب تركيز المحلول التجاري  $C_0$  .

$$C_0 = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M} = \frac{10 \cdot 34 \cdot 1,16}{36,5} \Rightarrow C_0 = 10,81 mol.l^{-1}$$

- نقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذه .

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V \Rightarrow V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,2 \cdot 100}{10,81} \Rightarrow V_0 = 1,85 ml$$

1. نملاً ثلاث ارباع حوجلة عيارية حجمها  $V$  بالماء المقطر .
2. و بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجما  $V_0$  من المحلول التجاري تركيزه  $C_0$  ثم نسكبه في الحوجلة العيارية .
3. نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها .
4. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار .



## ملاحظة :

نستعمل القفازات و النظارات للحماية لان المحلول التجاري لحمض كلور الهيدروجين مركز و أكال .