

محتوى الوحدة

مكتسبات ومعارف قبلية

كمية المادة ، الغاز المثالي، الناقلية وقوانين أخرى.

تفاعلات الأكسدة - ارجاع

- 1- تعريف المؤكسد، المرجع، عملية الأكسدة، عملية الارجاع وكيفية كتابة معادلة تفاعل أكسدة-إرجاع.
- 2- جدول الثنائية ox/red والمعادلة النصفية الإلكترونية الواردة في البكالوريات السابقة.

المدة المستغرقة في تحول كيميائي

- 1- التحولات السريعة.
- 2- التحولات البطيئة.
- 3- التحولات البطيئة جدا.

تقدم التفاعل

- 1- التقدم، التقدم النهائي، التقدم الأعظمي، المتفاعل المحد و جدول تقدم التفاعل.

المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي.

- 1- المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية.
- 2- المتابعة الزمنية عن طريق المعايرة اللونية.
- 3- المتابعة الزمنية عن طريق قياس الضغط.
- 4- المتابعة الزمنية عن طريق قياس الحجم.

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

سرعة التفاعل

- سرعة التفاعل، السرعة الحجمية
- للتفاعل، سرعة الاختفاء وسرعة التشكل.

العوامل الحركية المؤثرة على سرعة التفاعل.

- 1- درجة الحرارة.
- 2- التركيز الابتدائي للمتفاعلات.
- 3- عامل سطح التلامس.
- 4- عامل الوسيط.

التفسير المجهرى لتأثير العوامل الحركية

التعريفات والأسئلة النظرية

1- مكتسبات ومعارف قبلية

كمية المادة n				
كثافة محلول d:		كمية المادة مقدرة بالمول (mol).	n	$n = \frac{m}{M}$
$d = \frac{\rho_s}{\rho_{eau}}$		الكتلة مقدرة بالग्रام (g).	m	
الكتلة الحجمية للسائل (g.l ⁻¹)	ρ_s	الكتلة المولية (g.mol ⁻¹).	M	$n = \frac{V_g}{V_M}$
الكتلة الحجمية للماء	ρ_e	حجم الغاز مقدر باللتر (l).	V _g	
كثافة غاز d:		الحجم المولي في الشرطين النظاميين: في حالة: P = 1atm , T = 0°C $V_M = 22,4l.mol^{-1}$	V _M	
$d = \frac{\rho_g}{\rho_{air}} = \frac{m_g}{m_{air}}$		في حالة: P = 1atm , T = 20°C $V_M = 24l.mol^{-1}$		
الكتلة الحجمية للغاز	ρ_g	عدد الدقائق أو الذرات أو النويات	N	$n = \frac{N}{N_A}$
الكتلة الحجمية للهواء	ρ_a	عدد أفوجادرو $N_A = 6,023.10^{23}$	N _A	
كتلة حجم من الغاز	m _g	حجم المحلول مقدر باللتر (l).	V	$n = C.V$
كتلة نفس الحجم من الهواء.	m _{air}	التركيز المولي مقدر بـ (mol.l ⁻¹)	C	
الكتلة الحجمية ρ:		التركيز الكتلي مقدر بـ (g.l ⁻¹)	C _m	$C_m = \frac{m}{V}$
$\rho = \frac{m}{V}$				
الكتلة مقدرة بالग्रام (g).	m			

الغاز المثالي

ضغط الغاز مقدر بالبسكال (Pa)	P	قانون الغازات المثالية $P.V = n.R.T$
حجم الغاز مقدر بالمتر مكعب (m ³)	V	
كمية المادة مقدرة بالمول (mol).	n	
ثابت الغازات المثالية (R = 8,314j.mol ⁻¹ .K ⁻¹)	R	
درجة الحرارة بالكلفن (K) (T = θ(°C) + 273K)	T	

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

الناقلية	
الناقلية مقدره بالسيمنس (S)	G
شدة التيار الكهربائي بالأمبير (A)	I
التوتر الكهربائي مقدر بالفولط (V)	U
المقاومة الكهربائية مقدره بالأوم (Ω)	R
الناقلية النوعية مقدره بـ (S.m ⁻¹)	σ
ثابت الخلية بالمتر (m).	K
مساحة سطح أحد لبوسى الخلية مقدر بالمتر مربع (m ²)	S
البعد بين لبوسى الخلية مقدر بالمتر (m).	L
الناقلية النوعية المولية الشاردية مقدره بـ (S.m ² .mol ⁻¹)	λ

الناقلية G:

$$G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R} = \sigma \cdot K = \sigma \cdot \frac{S}{L}$$

الناقلية النوعية σ:

$$\sigma = \lambda_{X^+} [X^+] + \lambda_{Y^-} [Y^-] + \dots$$

ثابت الخلية K:

$$K = \frac{S}{L}$$

قوانين أخرى	
تركيز المحلول قبل التمديد (mol.l ⁻¹)	C ₁
حجم المحلول قبل التمديد (l)	V ₁
تركيز المحلول بعد التمديد (mol.l ⁻¹)	C ₂
حجم المحلول بعد التمديد (l)	V ₂
درجة النقاوة P	
<p>توجد m(g) من المادة (النقية) في m'(g) من محلول تجاري ويوجد P(g) من المادة في 100(g) من المحلول التجاري أي أن:</p> $m = \frac{P \cdot m'}{100}$ <p>علاقة التركيز C بدلالة الكتلة المولية M والكثافة d و P (درجة النقاوة %):</p> $C = 10 \cdot \frac{P}{M} \cdot d$	

قانون التمديد أو التخفيف:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

تمديد محلول تركيزه المولي C₁ أو تخفيفه هو إضافة الماء المقطر اليه للحصول على محلول جديد تركيزه C₂ أقل من تركيزه الأصلي أي (C₂ < C₁) و (V₂ > V₁)

معامل التمديد F:

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

2- تفاعلات الأكسدة-إرجاع

☞ **المؤكسد:** فرد كيميائي قادر على اكتساب الكترون (e^-) او أكثر خلال تحول كيميائي.

أمثلة: Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cl_2 و I_2 .

☞ **المرجع:** فرد كيميائي قادر على فقدان الكترون (e^-) او أكثر خلال تحول كيميائي.

أمثلة: Cu , Zn , Cl^- و I^-

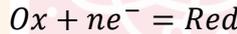
☞ **تفاعل الأكسدة:** تفاعل كيميائي يحدث فيه فقدان الكترون (e^-) او أكثر من طرف فرد كيميائي (تكوين مؤكسد).

أمثلة: $Cu = Cu^{2+} + 2e^-$ ، $2I^- = I_2 + 2e^-$

☞ **تفاعل الارجاع:** تفاعل كيميائي يحدث فيه اكتساب الكترون (e^-) او أكثر من طرف فرد كيميائي (تكوين مرجع).

أمثلة: $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ ، $I_2 + 2e^- = 2I^-$

بصفة عامة: تكتب المعادلة النصفية الالكترونية على الشكل:



(حيث: Ox هو المؤكسد و Red هو المرجع)

☞ **تفاعل أكسدة-ارجاع:** هو انتقال إلكترون أو أكثر من مرجع Red_1 لثنائية Ox_2/Red_2 إلى مؤكسد Ox_1/Red_1 أخرى لثنائية Ox_2/Red_2 .

مثال: نعتبر المعادلتين النصفيتين:



طريقة كتابة معادلة الأكسدة - إرجاع:

1- موازنة العدد الستوكيومترى للعنصر الأساسي (Cl, Cr, Zn, \dots).

2- نوازن ذرات الأكسجين O بإضافة الماء H_2O .

3- نوازن ذرات الهيدروجين H بإضافة H^+ أو H_3O^+ أو HO^- (وسط قاعدي).

4- نوازن الشحنة وذلك بإضافة الالكترونات e^- .

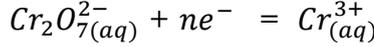
5- نقوم بجمع المعادلتين.

ملاحظة: المعادلة الإجمالية تكون فيها الأعداد الستوكيومترية الأصغرية .

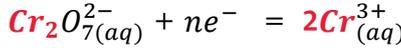
أمثلة لكيفية كتابة المعادلة النصفية الإلكترونية:

مثال 01: الثنائية $Cr_2O_7^{2-}(aq) / Cr^{3+}(aq)$

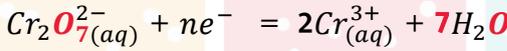
1- المعادلة النصفية $Cr_2O_7^{2-}(aq) / Cr^{3+}(aq)$:



2 - انحفاظ عنصر الكروم (Cr) :



3 - انحفاظ عنصر الأوكسجين (O) (بإضافة جزيئات الماء H_2O):



4 - انحفاظ عنصر الهيدروجين (H) (بإضافة بروتونات H^+):

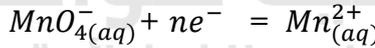


5 - انحفاظ الشحنة (بإضافة الإلكترونات):



مثال 02: الثنائية $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$

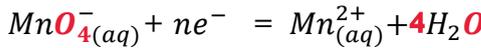
1- المعادلة النصفية $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$:



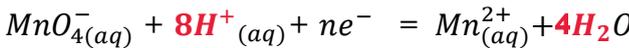
2 - انحفاظ عنصر المنغنيز (Mn):



3 - انحفاظ عنصر الأوكسجين (O) (بإضافة جزيئات الماء H_2O) :



4 - انحفاظ عنصر الهيدروجين (H) (بإضافة بروتونات H^+) :



5 - انحفاظ الشحنة (بواسطة الالكترونات) :



الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

بصفة عامة:

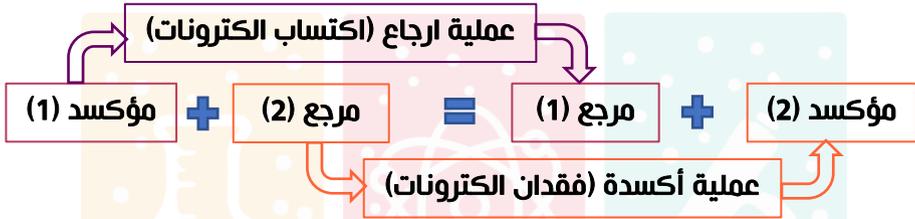
المعادلة النصفية (1):



المعادلة النصفية (2):



المعادلة الاجمالية أكسدة - ارجاع:



جدول الثنائية ox/red والمعادلة النصفية الإلكترونية الواردة في البكالوريات السابقة:

المعادلة الإلكترونية النصفية (للارجاع)	الثنائية Ox/Red
$I_2 + 2e^- = 2I^-$	I_2/I^-
$O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$	O_2/H_2O
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	$Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$
$S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$	$S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$
$S_4O_6^{2-} + 2e^- = 2S_2O_3^{2-}$	$S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$
$2SO_2 + 2H^+ + 4e^- = S_2O_3^{2-} + H_2O$	$SO_2/S_2O_3^{2-}$
$ClO^- + 2H^+ + 2e^- = Cl^- + H_2O$	ClO^-/Cl^-
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$	MnO_4^-/Mn^{2+}
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- = MnO_2 + 2H_2O$	MnO_4^-/MnO_2
$2CO_2 + 2H^+ + 2e^- = H_2C_2O_4$	$CO_2/H_2C_2O_4$
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$	H_2O_2/H_2O
$O_2 + 2H^+ + 2e^- = H_2O_2$	O_2/H_2O_2

3- المدّة المستغرقة في تحول كيميائي

تحتاج أي ظاهرة كيميائية إلى وقت لتحدث، قد يكون هذا الزمن قصيرا جدا وقد يكون طويلا جدا، تصنف التحولات الكيميائية إلى:

1- التحولات السريعة: تطور الجملة الكيميائية يصل الى حالته النهائية مباشرة عند التماس بين التفاعلات (تفاعلات الانفجار، تفاعلات المعايرة).

2- التحولات البطيئة: تطور الجملة الكيميائية يصل الى حالته النهائية بعد عدّة ثواني، دقائق أو ساعات ويمكن تتبعها في المختبر (معظم تفاعلات أكسدة ارجاع).

1- التحولات البطيئة جدا: تطور الجملة الكيميائية يصل الى حالته النهائية بعد عدّة أيام أو شهور ونقول عنها عاطلة حركيا (تفاعلات التخمر، الأسترة).

4- تقدم التفاعل

التقدم x : مقدار يعبر عنه بالمول (كمية مادة المتفاعلات والنواتج في كل لحظة) والذي يسمح بوصف حالة جملة أثناء التحول الكيميائي وهو عدد مرات حدوث التفاعل الكيميائي.

التقدم النهائي x_f : التقدم الملاحظ عند توقف تطور الجملة الكيميائية.

التقدم الأعظمي x_{max} : هو التقدم الذي من أجله ينتهي التفاعل بانتهاء أحد المتفاعلات أو كلها.

المتفاعل المحد: هو المتفاعل الذي يتم استهلاكه قبل كل المتفاعلات.

التحولات التامة والتحويلات غير التامة:

لما: $x_f < x_{max}$ يكون التحول غير تام. لما: $x_f = x_{max}$ يكون التحول تام.

ملاحظة: معظم التفاعلات المدروسة في هذه الوحدة هي تفاعلات تامة.

جدول تقدم التفاعل:

B و A متفاعلان، C و D ناتجا التفاعل $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$ معاملات ستوكيومترية

معادلة التفاعل		$\alpha A + \beta B = \gamma C + \delta D$			
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول (mol)			
الابتدائية	0	$n_0(A)$	$n_0(B)$	0	0
الانتقالية	x_t	$n_0(A) - \alpha x_t$	$n_0(B) - \beta x_t$	γx_t	δx_t
النهائية	x_{max}	$n_0(A) - \alpha x_{max}$	$n_0(B) - \beta x_{max}$	γx_{max}	δx_{max}

المزيج الستوكيومتري معنا: $\frac{n_0(A)}{\alpha} = \frac{n_0(B)}{\beta}$

5- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

نربط المقدار المقاس ($\sigma, pH, m, P, V \dots$) بتقدم التفاعل $x(t)$ ثم ندرس التطور الزمني لهذا الأخير ونستنتج تركيب المزيج التفاعلي عند كل لحظة وذلك بالاعتماد على جدول تقدم التفاعل .

الحركية الكيميائية هي دراسة التطور الزمني لتفاعل كيميائي وتهدف بالخصوص إلى تحديد تقدم التفاعل بدلالة الزمن $x = f(t)$ ولهذا الغرض نستعمل طرقاً فيزيائية وأخرى كيميائية:

☞ **طرق فيزيائية:** كقياس الناقلية وقياس الضغط وقياس الحجم وقياس الكتلة وقياس $pH \dots$

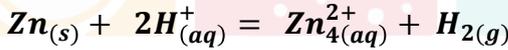
☞ **طرق كيميائية:** وتشمل المعايرة اللونية لأحد الأنواع الكيميائية الداخلة في التفاعل.

أ- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الناقلية:

متى نستعمل المتابعة بقياس الناقلية؟

☞ نستعمل هذه الطريقة إذا استهلكت أو نتجت **شوارد** خلال التحول.

مثال: تفاعل حمض كلور الهيدروجين ($H_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$) مع معدن الزنك ($Zn_{(s)}$) وفق المعادلة التالية:



البروتوكول التجريبي للمتابعة عن طريق قياس الناقلية:

- **الهدف من التجربة:** متابعة تطور تركيز الشوارد الموجودة في المحلول عن طريق قياس قيمة الناقلية لهذا المحلول.

- **الأدوات والمحاليل المستعملة:**

- خلية قياس الناقلية، ثابتها $m \dots K = \frac{S}{l}$

- محلول S_1 لحمض كلور الهيدروجين ($H_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$) حجمه $ml \dots V_1$ وتركيزه المولي $mol.l^{-1} \dots C_1$. نذكر أنّ هذا المحلول لا يتغير لونه.

- كتلة $m = \dots g$ من معدن الزنك $Zn_{(s)}$.

- بيشر .

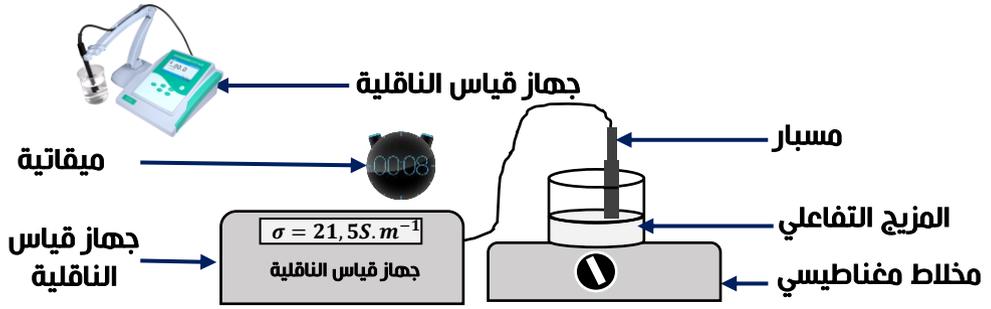
- ميقاتية.

- **وصف التجربة:**

- نضع في بيشر كتلة الزنك ثم نضيف لها المحلول S_1 .

- مباشرة عند مزج المتفاعلين نضع خلية قياس الناقلية في البيشر و نشغل الميقاتية. نقيس ناقلية المزيج خلال لحظات زمنية مختلفة.

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي



رسم تخطيطي للمتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية

في عبارة الناقلية **يجب** إدخال **كل الشوارد الموجودة في المحلول** وحتى الشوارد الخاملة منها (نقصد بالشوارد الخاملة الشوارد التي يبقى تركيزها ثابت خلال هذا التفاعل وتسمى أيضا بالشوارد المتفرجة).

ب- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق المعايرة اللونية:

متى نستعمل المتابعة بالمعايرة اللونية؟

ترتكز على معايرة أحد الأنواع الكيميائية الذي يتميز **بلونه** (قد نستعمل كاشفا لونها).
المعايرة: هي عملية كيميائية تحدث بين الأنواع الكيميائية الهدف منها تحديد تركيز مجهول لمحلول ما.

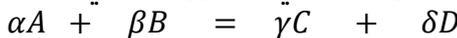
الخواص الأساسية لتفاعل المعايرة:

- 1- أن يكون التفاعل تاما وسريعا.
- 2- أن يكون وحيدا أي عدم تدخل التفاعلات الثانوية فيه.
- 3- أن نتمكن من تحديد نقطة التكافؤ بدقة.

خطوات إيجاد كميات المادة بهذه الطريقة:

- 1- نعاير في لحظات مختلفة حجما ثابتا من المزيج التفاعلي، بتفاعل سريع (تفاعل المعايرة) خلال لحظات مختلفة.
- 2- ننجز جدول التقدم للتفاعل الرئيسي (المدرس).
- 3- نستخرج علاقة التقدم $x(t)$ في أي لحظة بدلالة كمية النوع الكيميائي المعايير.
- 4- نستنتج تركيب المزيج التفاعلي في كل لحظة.

نقطة التكافؤ: ليكن التفاعل الكيميائي للمعايرة كالتالي:

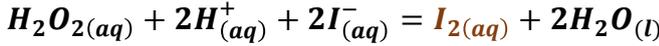


عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستوكيومتريا:

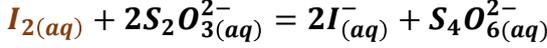
$$\frac{C_A \cdot V_A}{\alpha} = \frac{C_B \cdot V_E}{\beta} \quad (\text{المعاير})$$

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

مثال: يتفاعل محلول الماء الأكسجيني ($H_2O_{2(aq)}$) مع محلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) فيتلون المزيج باللون **البنّي** دليل على تشكل ثنائي اليود وفق المعادلة التالية:



نعاير ثنائي اليود المتشكل بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$) يعطى تفاعل المعايرة بالمعادلة التالية:



البروتوكول التجريبي للمتابعة عن طريق المعايرة اللونية:

- الهدف من التجربة:

متابعة تطور ثنائي اليود المتشكل عن طريق المعايرة اللونية.

- الأدوات والمحاليل المستعملة:

- مباشر، أنبوب مدرج، دورق، ميقاتية، جليد، حوض، سحاحة، مخلط مغناطيسي.
 - محلول بيروكسيد كبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$)، محلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$).
 - كاشف ثيودان (أو صمغ النشاء)، محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$).
- #### - وصف التجربة:

أ- نأخذ V من محلول الماء الأكسجيني ($H_2O_{2(aq)}$) تركيزه المولي $C_1 = .. mol.l^{-1}$ ، ومحلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) تركيزه المولي $C_2 = .. mol.l^{-1}$ ، نضع المزيج في الدورق عند اللحظة $t=0$ و نشغل الكرونومتر، ثم نجزئ المزيج بواسطة الأنبوب المدرج الى حجوم متماثلة $V_p = .. ml$ في مباشر.

ب- نسكب محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$) ذو التركيز المولي $C = .. mol.l^{-1}$ في السحاحة حتى التدريجية $0ml$.

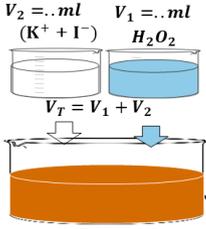
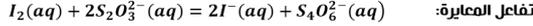
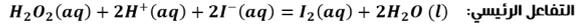
في اللحظة t نأخذ مباشر ثم نضيف له الماء البارد والجليد بعدها نضيف له تدريجيا محلول ثيوكبريتات الصوديوم قبل اختفاء **اللون البنّي** بقليل نضيف كاشف الثيودان (صمغ النشاء) ويعطي اللون الأزرق للمحلول. نتوقف عند بداية تغير لون المحلول من الأزرق الى الشفاف و نحدد حجم ثيوكبريتات الصوديوم المضافة V_E ، نكرر المعايرة في لحظات مختلفة وندون النتائج في جدول.

عملية السقي: هي عملية إضافة الماء البارد والجليد للمزيج التفاعلي أو وضعه في حمام جليدي لإيقاف تطور التفاعل أثناء عملية المعايرة.

حجم التكافؤ: حجم المحلول المعاير المضاف عند تغير لون الكاشف.

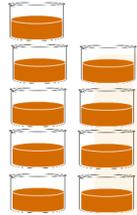
الكواشف الملونة: هي مركبات تعطي تغيرا فيزيائيا ملحوظا (اللون) عند تغير الوسط بسبب تغير تركيبها الكيميائي.

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي



تشكل ثنائي I₂ ذي اللون البني

$10 \times (V_p = \dots ml)$



إضافة الماء البارد + الجليد

عند نقطة التكافؤ يكون المزيج يخضع للشروط

$$C(I_2) \cdot V_p = \frac{C(S_2O_3^{2-}) \cdot V_E}{2} \Rightarrow C(I_2) = \frac{C(S_2O_3^{2-}) \cdot V_E}{2V_p}$$

المعايرة

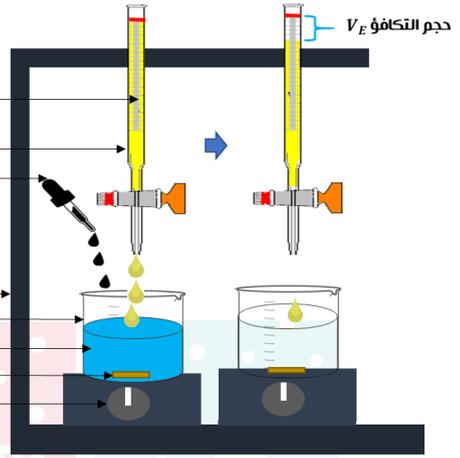
حامل

كأس بيشر

المزيج التفاعلي

قضيب مغناطيسي

مخلط مغناطيسي



رسم تخطيطي للمتابعة الزمنية عن طريق المعايرة اللونية

ج- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الضغط:

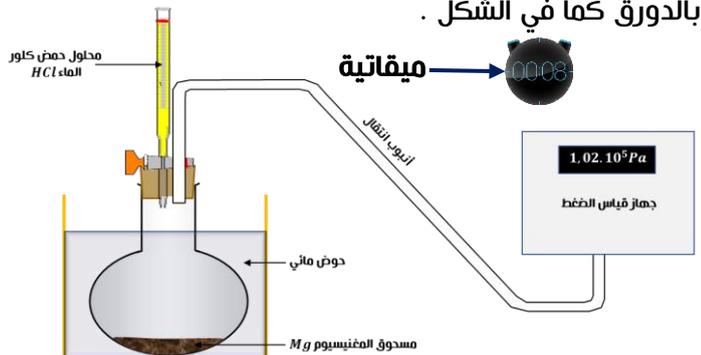
متى نستعمل المتابعة بقياس الضغط؟

نستعمل هذه الطريقة إذا استهلكت أو نتجت غازات خلال التحول.

مثال: يوضع شريط من المغنيزيوم داخل دورق زجاجي (حجم ودرجة حرارة ثابتين) ثم يضاف له في اللحظة $t = 0$ حجم معين من محلول حمض كلور الهيدروجين بتركيز معلوم ليبدأ التفاعل في اللحظة $t = 0$ حسب المعادلة الآتية :



يقاس في كل لحظة الضغط P لثنائي الهيدروجين المنطلق بواسطة مقياس ضغط موصل بالدورق كما في الشكل .



رسم تخطيطي للمتابعة الزمنية عن طريق قياس الضغط

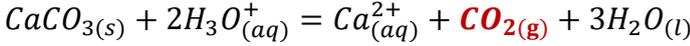
الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

د- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الحجم:

متى نستعمل المتابعة بقياس الحجم؟

نستعمل هذه الطريقة إذا استهلكت أو نتجت **غازات** خلال التحول.

مثال: تفاعل حمض كلور الماء ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) مع كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ عطيًا غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_{2(g)}$:



البروتوكول التجريبي للمتابعة بقياس الحجم:

- الهدف من التجربة:

متابعة تقدم التفاعل عن طريق قياس حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق.

- الأدوات والمحاليل المستعملة:

- دورق مزود بسدادة يخترقها أنبوب رفيع، حوض مائي، أنبوب اختبار.

- حمض كلور الماء (H_3O^+ , Cl^-) حجمه $V_a = .. ml$ ، تركيزه المولي $C_a = .. mol/l$.

- مسحوق كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ كتلته $m = .. g$

- وصف التجربة:

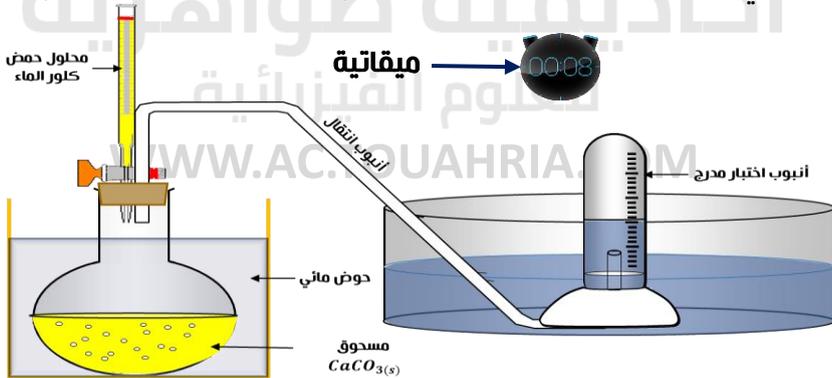
- تأتي بأنبوب مدرج مملوء بالماء حتى الفوهة ونقلب الأنبوب داخل حوض الماء، نضع

حمض كلور الماء ومسحوق كربونات الكالسيوم في اللحظة $t=0$ في الدورق، نسد

الدورق وفق التركيب المقابل ونشغل كرونومتر، نقيس في كل لحظة زمنية t حجم انزياح

الماء في الأنبوب المدرج أي حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق CO_2 في شروط

التجربة (في ضغط ودرجة حرارة ثابتين) حيث: $(P = 1atm, \theta = 25^\circ C)$



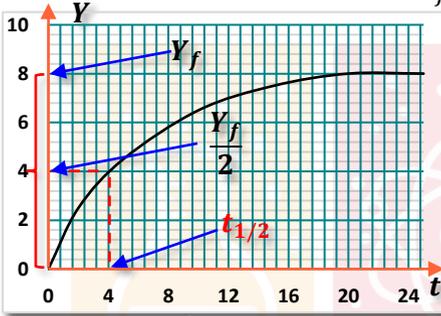
رسم تخطيطي للمتابعة الزمنية عن طريق قياس الحجم

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

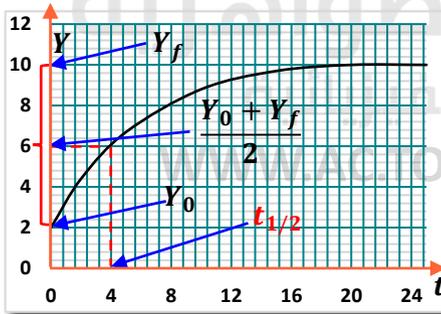
6- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

أهميته: معرفة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يمكننا من مقارنة تفاعلين من حيث السرعة وكذلك التحكم في التحول الكيميائي.

الحالة 03: المنحنى يبدأ في اللحظة $t = 0$ من الصفر ويزداد ليثبت عند قيمة أكبر Y_f .

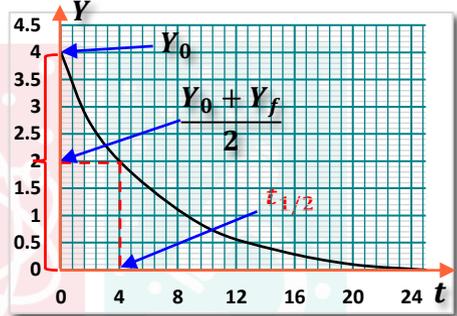


الحالة 04: المنحنى يبدأ في اللحظة $t = 0$ من قيمة أكبر الصفر Y_0 ويزداد ليثبت عند قيمة أكبر Y_f .

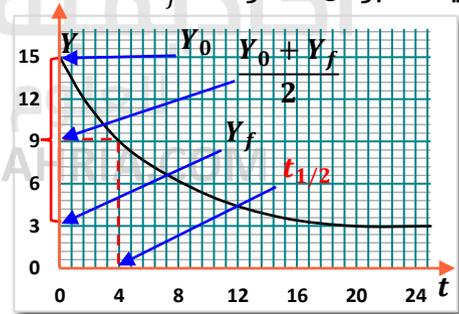


زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي: $(x_{t_{1/2}} = \frac{x_f}{2})$. (ملاحظة: Y مقدار قد يكون $n, [x], [n], \sigma, \dots$)

الحالة 01: المنحنى يبدأ في اللحظة $t = 0$ من قيمة معينة Y_0 ويتناقص حتى ينعدم.



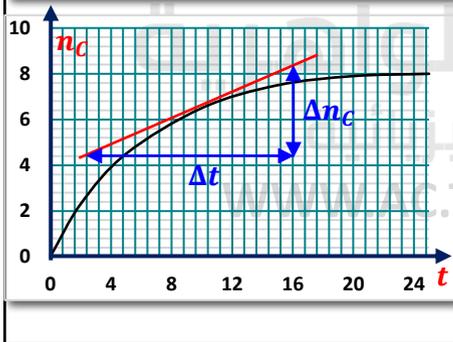
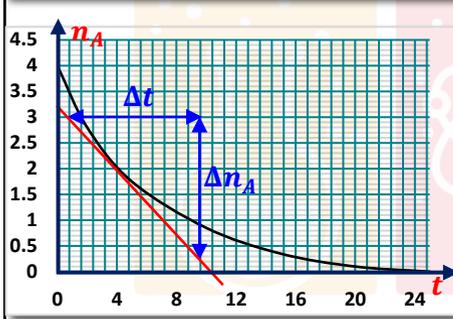
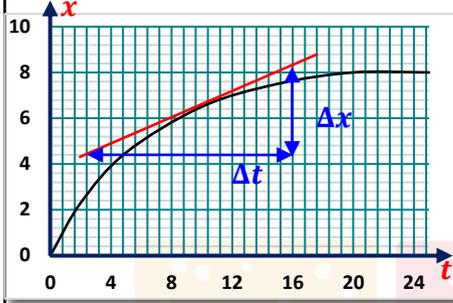
الحالة 02: المنحنى يبدأ في اللحظة $t = 0$ من قيمة معينة Y_0 ويتناقص ليثبت عند قيمة أكبر من الصفر $Y_f > 0$.



الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

7- السرعة الحجمية للتفاعل

السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل من أجل وحدة الحجم للوسط التفاعلي. (حجم المزيج التفاعلي نعتبره ثابتا).



ليكن التفاعل التالي: $\alpha A + \beta B = \gamma C + \delta D$

السرعة المتوسطة		
للتفاعل	لاختفاء نوع كيميائي	لتشكل نوع كيميائي
$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_m(A) = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$	$v_m(C) = \frac{\Delta n_C}{\Delta t}$
السرعة اللحظية		
للتفاعل	لاختفاء نوع كيميائي	لتشكل نوع كيميائي
$v = \frac{dx}{dt}$	$v_A = -\frac{dn_A}{dt}$	$v_C = \frac{dn_C}{dt}$
السرعة الحجمية		
للتفاعل	لاختفاء نوع كيميائي	لتشكل نوع كيميائي
$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$	$v_{vol}(A) = -\frac{1}{V} \frac{dn_A}{dt}$	$v_{vol}(C) = \frac{1}{V} \frac{dn_C}{dt}$
العلاقة بين سرعة التفاعل وسرعة الاختفاء والتشكل:		
$v = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$		
العلاقة بين السرعة الحجمية للتفاعل والسرعة الحجمية للاختفاء والتشكل:		
$v_{vol} = \frac{v_V(A)}{\alpha} = \frac{v_V(B)}{\beta} = \frac{v_V(C)}{\gamma} = \frac{v_V(D)}{\delta}$		
العلاقة بين سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل:		
$v_{vol} = \frac{v}{V}$		

8- العوامل الحركية المؤثرة على سرعة التفاعل

العامل الحركي: نسمي عاملا حركيا كل ما يغير في سرعة التفاعل.

1- درجة الحرارة: الجملة الكيميائية تتطور أسرع كلما ارتفعت درجة الحرارة (إن إضافة الماء البارد لتفاعل كيميائي يؤدي الى توقيف أو ببطء كبير في التفاعل الكيميائي).

- تزداد سرعة تطور جملة كيميائية كلما ارتفعت درجة الحرارة.
- يتم تسريع التحولات البطيئة برفع درجة حرارتها.

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

- يمكن جعل تطور جملة كيميائية بطيئاً بخفض درجة حرارتها.
- يمكن توقيف التفاعل وذلك بوضع الجملة الكيميائية في حمام جليدي.
2- التركيز الابتدائي للمتفاعلات: كلما زاد التركيز الابتدائي للمتفاعلات، كلما كان التفاعل أسرع وكانت المدة المستغرقة أقل.

- كلما زاد التركيز الابتدائي للمتفاعلات، كلما كان التفاعل أسرع.

- عند اضافة الماء المقطر الى المزيج التفاعلي الابتدائي تتناقص سرعة التفاعل.

3- عامل سطح التلامس: إن زيادة سطح التلامس بين المتفاعلات يجعل التفاعل يتم بسرعة أكبر حيث تختلف سرعة التفاعل عند استعمال قطعة متماسكة من الحديد عن سرعة التفاعل عند استعمال برادة الحديد.

4- عامل الوسيط: هو نوع كيميائي يسرع التفاعل الكيميائي دون أن يظهر في معادلة التفاعل ولا يغير الحالة النهائية للجملة الكيميائية.

9- التفسير المجهري لتأثير العوامل الحركية

ينتج التفاعل الكيميائي عن الاصطدامات الفعالة للأفراد الكيميائية (ذرات، جزيئات، شوارد) المتفاعلة حيث تنكسر الروابط لتشكل روابط أخرى بسبب الطاقة الحركية الكافية للأفراد وكذلك لتوجهها المناسب.

التصادم الفعال: هو التصادم الذي ينتج عنه تفاعل كيميائي.

تأثير العوامل الحركية على التصادم:

01 - عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة تكون حركة الأفراد الكيميائية كبيرة ويكون تواتر الاصطدامات الفعالة أكبر ويكون التحول أسرع.

02 - كلما كان عدد الأفراد الكيميائية في وحدة الحجم أكبر (التركيز المولي الابتدائي) كان تواتر الاصطدامات الفعالة أكبر، وكان التحول أسرع.

شروط التصادم الفعال (المثمر):

01 - أن تتخذ الجزيئات المتصادمة الوضع المناسب من حيث المسافة والاتجاه.

02 - أن لا تقل طاقة الجزيئات المتصادمة عن الطاقة المنشطة .

10- التعريفات والأسئلة النظرية

عملية السقي: هي عملية إضافة الماء البارد والجليد للمزيج التفاعلي أو وضعه في حمام جليدي لإيقاف تطور التفاعل أثناء عملية المعايرة .

الشوارد الخاملة (أو المتفرجة): هي الشوارد التي لا تدخل في التفاعل ويبقى تركيزها ثابتاً حتى نهاية التفاعل .

الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي

لماذا نضيف الماء البارد والجليد للمزيج التفاعلي أثناء المعايرة؟
لايقاف التفاعل وتطور الجملة الكيميائية لتحديد حجم التكافؤ بدقة.
ماذا تسمى هذه العملية (إضافة الماء البارد والجليد)؟
عملية السقي.

لماذا تتزايد قيم الناقلية النوعية مع مرور الزمن أثناء تحول كيميائي؟
لتزايد تركيز الشوارد الناتجة أكثر من تركيز الشوارد المتفاعلة (إن وجدت).

لماذا تكون قيمة الناقلية النوعية معدومة في اللحظة $t = 0$ ؟

تكون معدومة لعدم وجود شوارد بداية التفاعل الكيميائي.

ماهي الأداة المخبرية المستعملة لأخذ حجم من المزيج التفاعلي؟

نستعمل ماصة على حسب الحجم المراد أخذه (20 مل، 15 مل...).

كيف نتعرف تجريبيا على نقطة التكافؤ؟

لحظة تغير لون الكاشف المستخدم.

ماهي خواص تفاعل المعايرة؟

سريع، وحيد وتام.

لماذا أو متى يمكننا متابعة تحول كيميائي عن طريق قياس الناقلية؟

لوجود شوارد مشاركة في التفاعل الكيميائي (مستهلكة أو ناتجة).

عند إضافة الماء المقطر للمزيج التفاعلي ما هو المتغير والثابت؟

المتغير:

WWW.AC.TOUAHRIA.COM

- تركيز مختلف الأنواع الكيميائية المشاركة في التفاعل الكيميائي.

- سرعة التفاعل (تتناقص بسبب تناقص تراكيز المتفاعلات وبالتالي تناقص التصادم الفعال).

- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ (يزيد لتناقص سرعة التفاعل).

الثابت:

- التقدم الأعظمي x_{max} تبقى قيمته ثابتة.

- تركيب المزيج التفاعلي (كمية المادة) في الحالة النهائية .