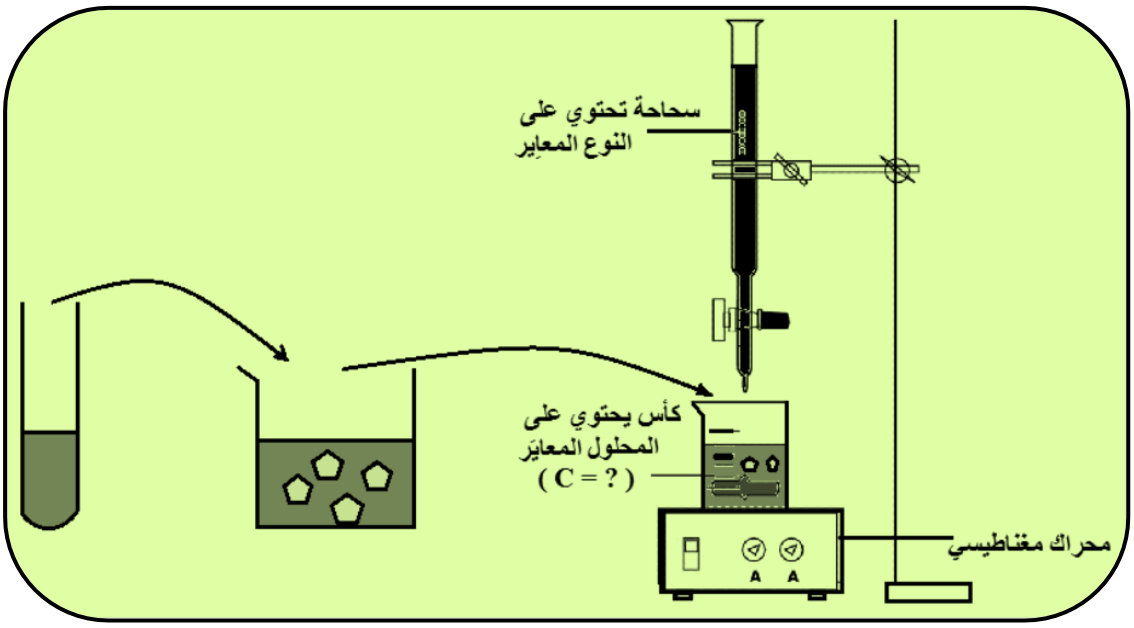
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

التتبع الزمني لتحول كيميائي ـ سرعة التفاعل

لتتبع التطور الزمني لتحول مجموعة كيميائية ، يجب معرفة كمية مادة الأنواع الكيميائية للمجموعة في كل لحظة .
هناك عدة تقنيات ، بعضها كيميائية كالمعايرة و أخرى فيزيائية (قياس الكتلة أو الحجم أو الضغط أو الموصلية .....) .

1 ـ التتبع الزمني لتطور مجموعة كيميائية بواسطة المعايرة :

نتتبع كمية مادة أحد الأنواع الكيميائية للمجموعة (ناتج أو متفاعل) بدلالة الزمن . إذا كان هذا النوع قابلا للمعايرة ، يمكن معايرته عند لحظات متوالية خلال تطور المجموعة .
في البداية نحضر الخليط التفاعلي ، و خلال مدد زمنية متوالية نأخذ عينة من الخليط و نعايرها بعد توقيف التفاعل بعملية الغطس (وضع العينة في الماء المثلج) .



1 ـ 1) مثال : التتبع الزمني لتفاعل أيونات اليودور $I^-_{(aq)}$ و الماء الأوكسجيني $H_2O_{2(aq)}$:

معادلة التفاعل هي : $H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)} + I_{2(aq)}$

ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ المتكون يجعل الخليط يأخذ لونا بنيا تتزايد شدته مع تقدم التفاعل .

$I_{2(aq)}$ قابل للمعايرة بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{3(aq)})$. تفاعل المعايرة ، السريع ، له المعادلة :

$$I_{2(aq)} + S_2O^{2-}_{3(aq)} \rightarrow 2I^-_{(aq)} + S_4O^{2-}_{6(aq)}$$

محلول لونه بني — محلول عديم اللون

لنعتبر $n_{I_2}(t)$ كمية مادة ثنائي اليود المتواجدة في العينة المأخوذة عند لحظة معينة t من أجل معايرتها . C التركيز المولي ، المعروف ، لمحلول ثيوكبريتات الصوديوم و V_E الحجم المضاف من هذا المحلول عند التكافؤ .

لدينا اذن : $$n_{I_2}(t) = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C.V_E}{2}$$

لننشأ جدولا للتقدم يصف كميا حالة المجموعة خلال التفاعل . لنعتبر $x(t)$ تقدم التفاعل عند اللحظة t :

معادلة التفاعل	$I_{2(aq)}$	$2H_2O_{(\ell)}$	$2H^+_{(aq)}$	$2I^-_{(aq)}$	$H_2O_{2(aq)}$
كمية المادة البدئية $(mo\ell)$	0	وافرة	$n_{H^+}(0)$	$n_{I^-}(0)$	$n_{H_2O_2}(0)$
كمية المادة عند اللحظة t $(mo\ell)$	$x(t)$	وافرة	$n_{H^+}(0) - 2x(t)$	$n_{I^-}(0) - 2x(t)$	$n_{H_2O_2}(0) - x(t)$

تقدم التفاعل عند لحظة t يساوي كمية مادة ثنائي اليود المتكون عند هذه اللحظة :
$$n_{I_2}(t) = x(t)$$

معرفة $n_{I_2}(t)$ تكفي اذن لتحديد حصيلة المادة للخليط التفاعلي عند اللحظة المعنية .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

1 ـ 2) تمرين تطبيقي :

نحضر الخليط التفاعلي عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $t=0$ و المتكون من :

ـ $50,0m\ell$ من محلول للماء الأوكسيجيني تركيزه المولي $5,6.10^{-2}mo\ell.\ell^{-1}$.

ـ $1,0m\ell$ من محلول حمض الكبريتك تركيزه المولي $3,0mo\ell.\ell^{-1}$.

ـ $50,0m\ell$ من محلول ليودور البوتاسيوم تركيزه المولي $0,20mo\ell.\ell^{-1}$.

نوزع الخليط بالتساوي على عشرة أنابيب اختبار ، حيث كل أنبوب به الحجم $V_0=10m\ell$ (نهمل الحجم $1m\ell$ لحمض الكبريتك أمام حجوم المحاليل الأخرى) .

العينة الرابعة تخضع لعملية الغطس (trempe) عند اللحظة $t=360s$ ، ثم نعاير ثنائي اليود المتكون بواسطة محلول لثيوكبريتات الصوديوم ذي التركيز المولي $C=4,0.10^{-2}mo\ell.\ell^{-1}$.

يختفي اللون الأزرق الناتج عن إضافة النشا للعينة عند إضافة الحجم $V_E=7,5m\ell$.

1) أحسب كمية مادة ثنائي اليود المتواجد في العينة عند اللحظة $t=360s$.

2) استنتج كميات المادة لكل من الماء الأوكسيجيني ، أيونات اليودور و أيونات الهيدروجين المتواجدة في أنبوب الاختبار عند هذه اللحظة .

الحل

$n_{I_2}(360)=0,15mmo\ell$

$n_{H_2O_2}(360)=0,26mmo\ell$; $n_{I^-}(360)=9,70mmo\ell$; $n_{H^+}(360)=2,70mmo\ell$

1 ـ 3) مكونات الخليط التفاعلي في كل لحظة :

للحصول على كمية مادة كل نوع كيميائي عند لحظات مختلفة ، يجب أن نعيد العمليات الحسابية التي قمنا بها في التمرين التطبيقي بالنسبة لمختلف هذه اللحظات .

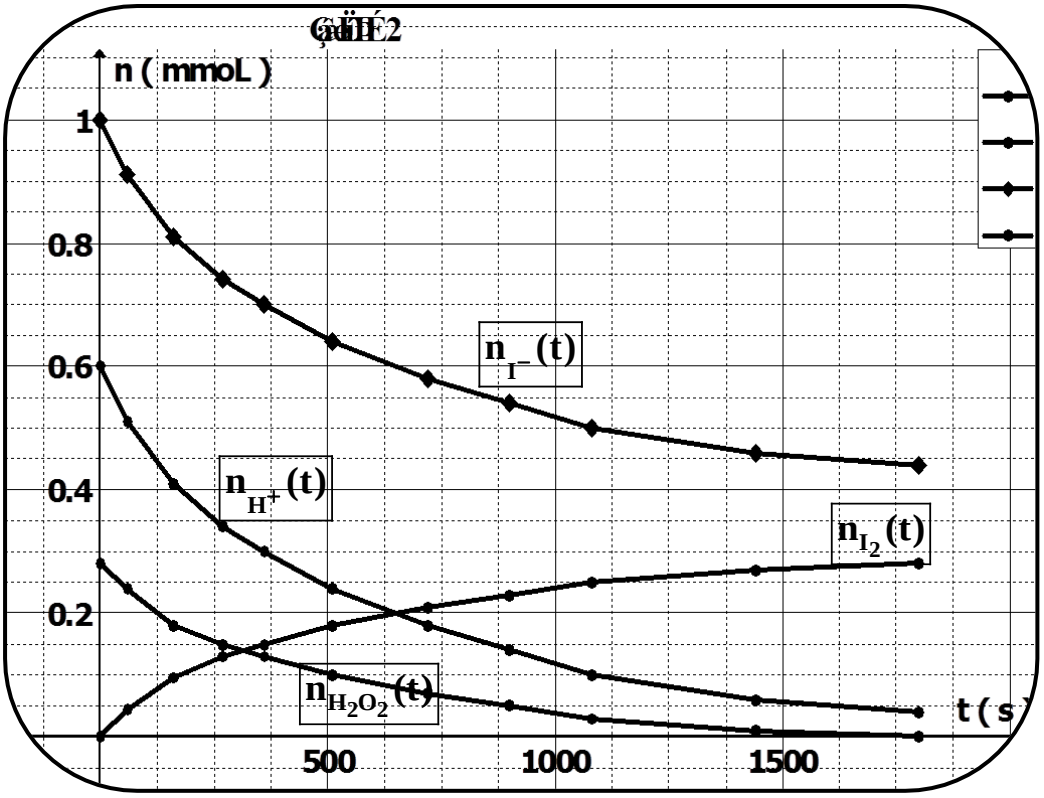
انطلاقا من قيم $V_E(t)$ نحصل على جدول القيم التالية (الوثيقة 1) ، حيث يمكن رسم المنحنيات الموافقة (الوثيقة 2) .

t(s)	$V_E(t)$ $m\ell$	$n_{I_2}(t)$ $(mmo\ell)$	$n_{H_2O_2}(t)$ $(mmo\ell)$	$n_{I^-}(t)$ $(mmo\ell)$	$n_{H^+}(t)$ $(mmo\ell)$
0	0	0	0,28	1,00	0,60
60	2,2	0,044	0,24	0,91	0,51
160	4,8	0,096	0,18	0,81	0,41
270	6,5	0,13	0,15	0,74	0,34
360	7,5	0,15	0,13	0,70	0,30
510	9,0	0,18	0,10	0,64	0,24
720	10,5	0,21	0,07	0,58	0,18
900	11,5	0,23	0,05	0,54	0,14
1080	12,5	0,25	0,03	0,50	0,10
1440	13,5	0,27	0,01	0,46	0,06
1800	14,0	0,28	0,00	0,44	0,04

الوثيقة 1

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma



2) التتبع الزمني لتطور مجموعة كيميائية بواسطة قياسات فيزيائية :

عندما تكون أحد المقادير الفيزيائية (بصرية ، ميكانيكية ، كهربائية) مرتبطة بواسطة علاقة بسيطة بالتركيز المولي لأحد أو عدة أنواع كيميائية للخليط التفاعلي . فإن قياس هذه المقادير يمكن من تحديد التركيز و بذلك تتبع التغيرات الزمنية .

من أهم هذه المقادير المرتبطة بكمية مادة ناتج أو متفاعل هناك :

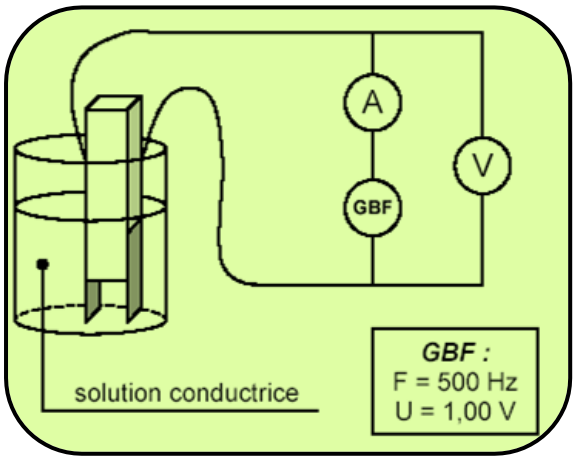
ـ المواصلة إذا كان التفاعل ينتج أو يستهلك أيونات .

ـ pH إذا كان التفاعل ينتج أو يستهلك أيونات H_3O^+ أو HO^- .

ـ الضغط أو الحجم بالنسبة لغاز .

2 ـ 1) التتبع باستعمال المواصلة :

إذا كان الوسط التفاعلي ذا طبيعة أيونية ، يمكن تتبع قيم المواصلة G خلال تطور المجموعة :



$$G = \frac{I}{U}$$

I شدة التيار الفعالة المارفي الوسط التفاعلي بوحدة الامبير (A) .

U التوتر الفعال الموجود بين مربطي إلكرودي خلية القياس بوحدة الفولط (V) .

G مواصلة الوسط التفاعلي بوحدة السيمنس (S) .

مواصلة محلول إلكتروليتي مرتبطة بطبيعة المحلول وكذا خلية القياس ، حيث تحقق العلاقة :

$$G = k.\sigma \quad \text{مع} \quad k = \frac{S}{\ell}$$

k ثابتة خلية القياس ، S المساحة المغمورة من الإلكترودين و ℓ المسافة بينهما .

$\sigma = \sum \lambda_i.[X_i]$ موصلية الخليط التفاعلي بوحدة $(S.m^{-1})$ مع :

λ_i الموصلية المولية الأيونية للأيون X_i بوحدة $(S.m^2.mo\ell^{-1})$ و $[X_i]$ التركيز المولي للأيون X_i بوحدة $(mo\ell.m^{-3})$.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

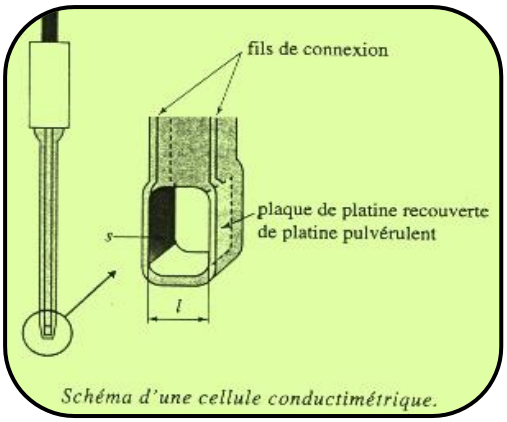
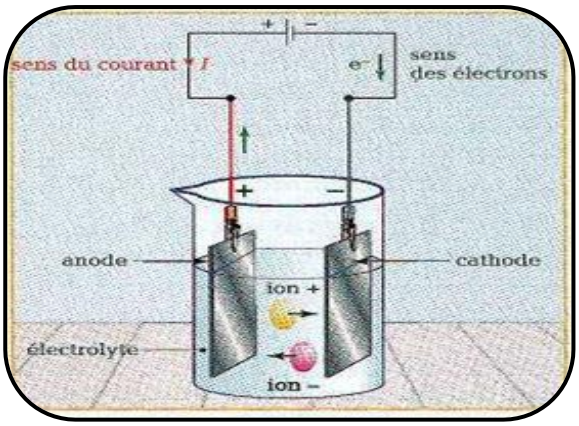
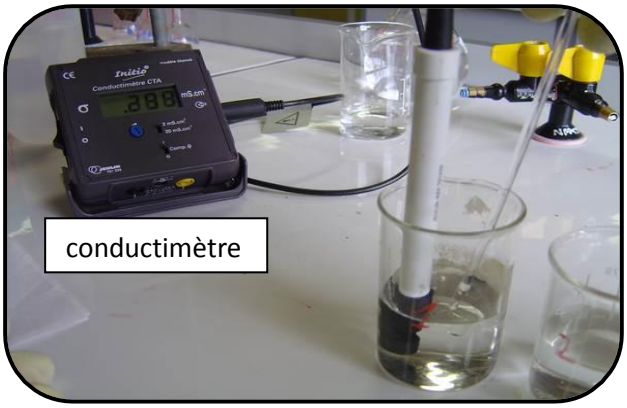


Schéma d'une cellule conductimétrique.





***نشاط تجريبي :**

في محلول يتكون من الماء و الإيتانول ، 2 ـ كلورو ـ 2 ـ مثيل بروبان $(CH_3)_3CC\ell$ الذي نرمز له ب $RC\ell$ ، يخضع لتفاعل حلمأة معادلته هي :

$$RC\ell_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow ROH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

التفاعل ينتج أيونات $H^+_{(aq)}$ و $C\ell^-_{(aq)}$ ، مما يؤدي إلى تزايد الموصلية σ للوسط التفاعلي .

. ندخل في كأس $225m\ell$ لخليط يتكون من $200m\ell$ من الماء المقطر و $25m\ell$ من الإيتانول ثم نضعه في حمام مريم درجة حرارته $20°C$.

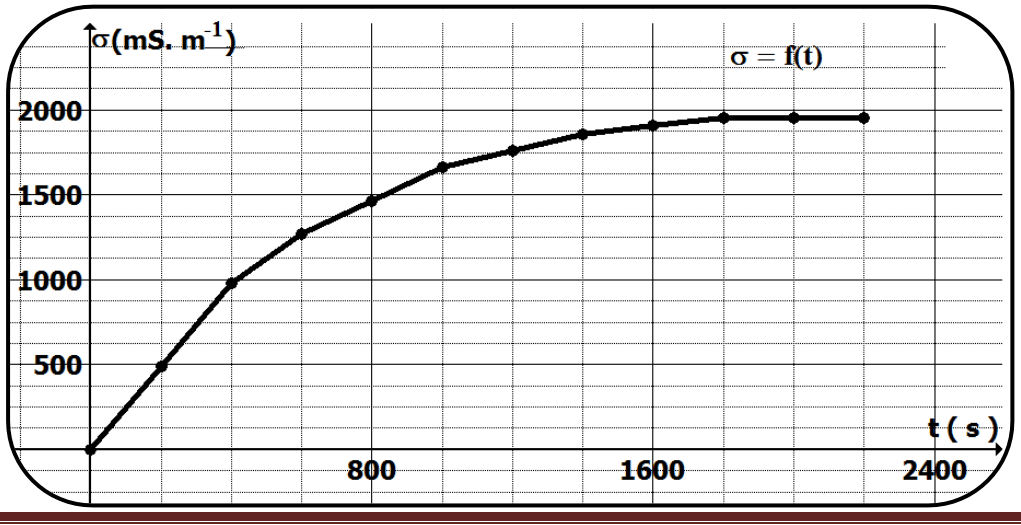
. نضيف للخليط $1m\ell$ (أي كمية المادة $n_0 = 9,2mmo\ell$) من $RC\ell$.

. نعيِّر مقياس الموصيلة $(\sigma(0) = 0)$ ثم نغمر خلية القياس في الخليط التفاعلي بعد تحريكه ليصبح متجانسا .

. ندون في الجدول التالي نتائج قياسات موصلية الوسط التفاعلي بعد تمام كل $200s$:

التاريخ t(s)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
الموصلية σ(t) $(mS.m^{-1})$	0	489	977	1270	1466	1661	1759	1856	1905	1955	1955

خط المبيان الممثل للمنحنى $\sigma = f(t)$:



للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

عند ضبط مقياس الموصلية ، هذا الأخير يشير مباشرة إلى الموصلية $\sigma(t)$ للوسط التفاعلي . الأيونات المتواجدة في الخليط هي $H^+_{(aq)}$ و $C\ell^-_{(aq)}$ و بذلك فإن الموصلية $\sigma(t)$ تحقق العلاقة :

$$\sigma(t) = \lambda_{(H^+)}.\left[H^+\right]_{(t)} + \lambda_{(C\ell^-)}.\left[C\ell^-\right]_{(t)}$$

لننشئ جدولا لتقدم التفاعل :

المعادلة	$RC\ell_{(aq)}$	+	$H_2O_{(\ell)}$	→	$ROH_{(aq)}$	+	$H^+_{(aq)}$	+	$C\ell^-_{(aq)}$
كمية المادة عند $t=0$	n_0		وافرة		0		0		0
كمية المادة عند $t>0$	$n_0 - x(t)$		وافرة		$x(t)$		$x(t)$		$x(t)$
كمية المادة في الحالة النهائية	0		وافرة		n_0		n_0		n_0

اعتمادا على الجدول الوصفي نكتب : $\left[H^+\right]_{(t)} = \left[C\ell^-\right]_{(t)} = \dfrac{x(t)}{V}$ مع V حجم الخليط التفاعلي .

ومنه : $\sigma(t) = (\lambda_{H^+} + \lambda_{C\ell^-}).\dfrac{x(t)}{V}$

في خليط من الماء و الإيتانول الموصليات المولية الايونية λ_{H^+} و $\lambda_{C\ell^-}$ غير معروفة ، لذا لا يمكن تحديد التقدم x انطلاقا من العلاقة السابقة .

لنقيس موصلية خليط تفاعلي مماثل تم تحضيره عدة أيام من قبل ، بحيث يمكن اعتبار أن التحول قد توقف كليا و أن تقدم التفاعل النهائي هو : $x_f = n_0$

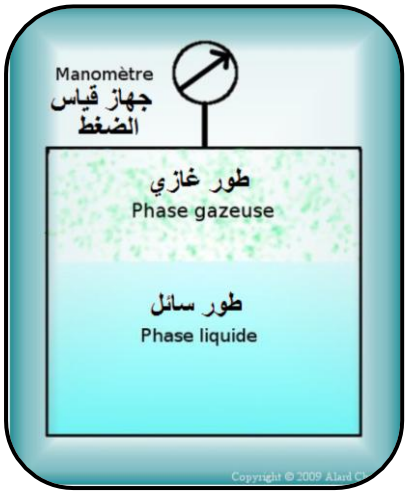
إذن لدينا : $\sigma_f = (\lambda_{H^+} + \lambda_{C\ell^-}).\dfrac{n_0}{V}$ و $\sigma(t) = (\lambda_{H^+} + \lambda_{C\ell^-}).\dfrac{x(t)}{V}$

و منه نتوصل إلى : $\boxed{\dfrac{\sigma(t)}{\sigma_f} = \dfrac{x(t)}{n_0}}$

بقياس الموصلية $\sigma(t)$ نتمكن من تتبع، و باستمرار تقدم تفاعل الحلمأة

2 ـ 2 التتبع بقياس ضغط غاز او الحجم :

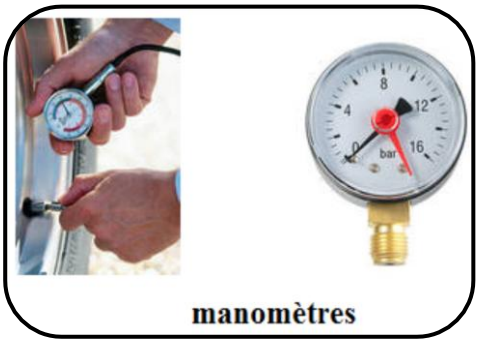
عندما تتدخل في التفاعل أنواع كيميائية غازية ويصاحب هذا التفاعل تغير كمية المادة الغازية للمجموعة ، فإن دراسة ضغط الخليط الغازي عند درجة حرارة و حجم ثابتين (أو دراسة الحجم عند درجة الحرارة و ضغط ثابتين) ، يمكن من تتبع تطور الخليط التفاعلي .



Lors de l'étude d'une transformation chimique,
on assimile chaque gaz à un **gaz parfait** qui répond à la loi:

$PV=nRT$

P : pression en Pa
V : volume en m^3
n : quantité de matière en mol
R : constante des gaz parfait = 8,31 S.I
T : température en K



للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

التمرين التطبيقي الاول :

عند درجة الحرارة $20°C$ و في حوجلة حجمها $V=500m\ell$ و محكمة السد . نتتبع باستعمال مانومتر لقياس الضغط ، التحول الذي يحدث بين

حجم $V'=200m\ell$ من محلول حمض الكلوريدريك $(H_3O^+_{(aq)}+C\ell^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C=1,0.10^{-1}mo\ell.\ell^{-1}$ و كتلة $m(Mg)=0,9g$ من المغنيزيوم .

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي هي : $\boxed{Mg_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}}$

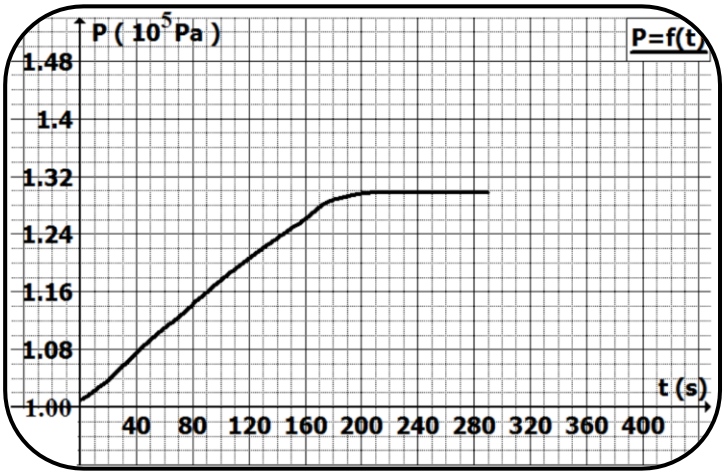
نعطي : $M(mg)=24g.mo\ell^{-1}$ ، ثابتة الغازات الكاملة : $R=8,31\ J.K^{-1}.mo\ell^{-1}$

1) أحسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات .

2) حدد المتاعل المحد ؟ علل جوابك .

3) الضغط الجوي في الشروط التجريبية هو $P_{atm}=1,009.10^5\ Pa$. نقيس الضغط للغاز الموجود في الحوجلة لحظات مختلفة ، و نعطي قيمته بالعلاقة : $P=P_{atm}+P_{H_2}$.

فنحصل على المنحنى التالي الممثل لتغيرات الضغط P بدلالة الزمن : $P=f(t)$.

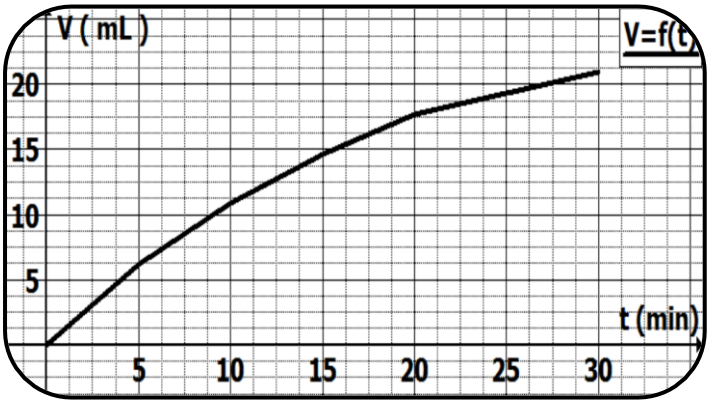


3 ـ 1) أوجد التعبير الحرفي للتقدم x بدلالة P_{H_2} .

3 ـ 2) استنتج التقدم الأقصى x_{max} للتفاعل .

التمرين التطبيقي الثاني :

ندرس التطور الزمني لتفكك الماء الأوكسيجيني إلى الماء و ثنائي الأوكسيجين بوجود حفاز ز عند لحظة $t=0$ التركيز المولي من الماء الأوكسيجيني هو $[H_2O_2]_0=60mmo\ell.\ell^{-1}$ ز درجة حرارة المجموعة الكيميائية تبقى ثابتة طيلة التفكك . نقيس الحجم $V(t)$ لثنائي الأوكسيجين المتصاعد ، تحت ضغط ثابت يساوي $P=1,013.10^5\ Pa$. بالنسبة لحجم $V_S=20m\ell$ من المحلول ، نحصل على المنحنى التالي الممثل لتغيرات $V(t)$ بدلالة الزمن .



1 ـ) معادلة تفاعل تفكك الماء الأوكسيجيني .

2 ـ) حدد تقدم التفاعل في اللحظات :

$t_4=20\,min$ ، $t_3=15\,min$ ، $t_2=10\,min$ ، $t_1=5\,min$

$t_5=30\,min$

نعطي الحجم المولي للغازات في شروط التجربة :

$V_m=24,0\ell.mo\ell^{-1}$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

التمرين التطبيقي الثالث :

نضع في حوجلة الكتلة $m_0 = 2,00g$ من كربونات الكالسيوم ثم نصب عليها الحجم $V_S = 100m\ell$ من محلول حمض الكلوريدريك $(H_3O^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C = 100mmo\ell.\ell^{-1}$. فنلاحظ تصاعد غاز ثنائي أوكسيد الكربون ، المتكون نتيجة التفاعل ذي المعادلة :

$$CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$$

V_S حجم المحلول لا يتغير ؛ نحصل على الغاز المتصاعد بواسطة تركيب مناسب ثم نقيس حجمه V_{CO_2} ، عند درجة الحرارة $20°C$ و تحت الضغط $P = 101,3kPa$.

بعد مرور المدة $\Delta t = 46s$ V_{CO_2} يساوي $51,2m\ell$. حدد حصيلة المادة للمجموعة الكيميائية عند هذه اللحظة .

نعطي : $M(CaCO_3) = 100g.mo\ell^{-1}$, $R = 8,314\ J.K^{-1}.mo\ell^{-1}$

اتبع المراحل التالية :

أ) أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل .

ب) أوجد تعبير تقدم التفاعل $x(t)$ بدلالة $V_{CO_2}(t)$.

ج) أنجز التطبيق العددي باستعمال الوحدات المناسبة .

د) حدد كميات المادة للأنواع المشاركة في التفاعل .

ه) فكر في الأنواع التي لم تشارك في التفاعل .

التمرين التطبيقي الرابع : تحديد كميات المادة لمجموعة متفاعلة عند لحظة معينة .

أحادي أوكسيد الكربون CO غاز يتفاعل مع الحديد ليكون مركبا صيغته $Fe(CO)_5$ ، الذي يسمى خماسي كربونيل الحديد .

عند $T = 200°C$ ، و في الظلام ، خماسي كربونيل الحديد الغازي يتفكك ببطئ إلى حديد صلب و أحادي أوكسيد الكربون الغازي

نضع في حوجلة سعتها $V = 250m\ell$ بدئيا فارغة كمية المادة $n_0 = 2,0mmo\ell$ من خماسي كربونيل الحديد . نسد فوهة الحوجلة ثم نسخنها حتى تصل درجة الحرارة القيمة $200°C$ و نحافظ على هذه القيمة .

نسجل الضغط الكلي P داخل الحوجلة بدلالة الزمن ، فنجد عند اللحظة $t = 20min$ الضغط $P = 105,0kPa$.

نعتبر الغازات كاملة و نعطي : $R = 8,314J.K^{-1}.mo\ell^{-1}$.

1) أثبت أن تقدم التفاعل $x(t)$ يحقق العلاقة : $x(t) = \frac{1}{4}(\frac{P(t).V}{R.T} - n_0)$

2) حدد كميات المادة للأنواع الكيميائية للمجموعة .

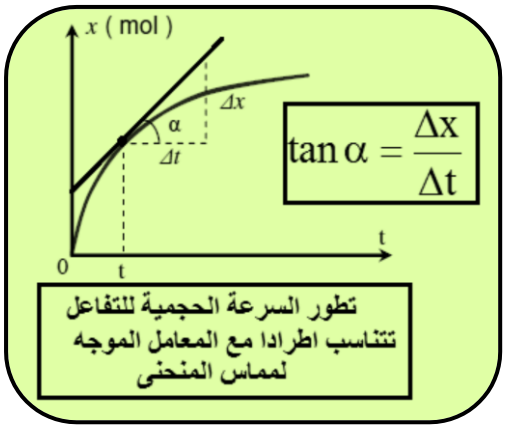
3 ـ) سرعة تفاعل كيميائي :

3 ـ 1) تعريف :

ليكن $x(t)$ تقدم التفاعل عند لحظة t ، إذا كان التفاعل يحدث في وسط مائي حجمه V ، نعرف السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t بالعلاقة :

$$v(t) = \frac{1}{V}.\frac{dx(t)}{dt}$$

$\frac{dx(t)}{dt}$ تمثل المعامل الموجه لمماس المنحنى $x = f(t)$ عند اللحظة المعنية t .



ملحوظات :

ـ سرعة التفاعل مقدار موجب

ـ غالبا يعبر عن حجم المحلول بوحدة اللتر (ℓ) ، لذايعبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بوحدة : $mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$

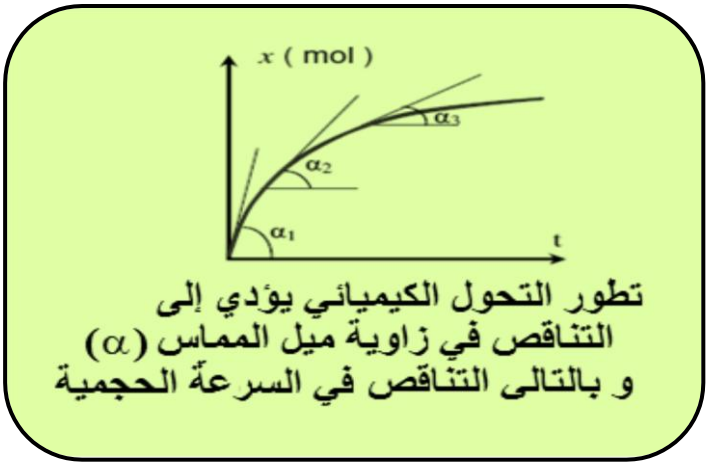
ـ إذا كان التفاعل بطيئا جدا ، يعبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بوحدة : $mo\ell.\ell^{-1}.min^{-1}$ أو $mo\ell.\ell^{-1}.h^{-1}$.

3 ـ 2) تطور سرعة التفاعل المنمذج لتحول كيميائي :

إن المعامل الموجه لمماس المنحنى $x = f(t)$ يتناقص من لحظة إلى أخرى مع مرور الزمن ، و هذا يعني أن سرعة التفاعل تتناقص حتى تنعدم عند نهاية التفاعل .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

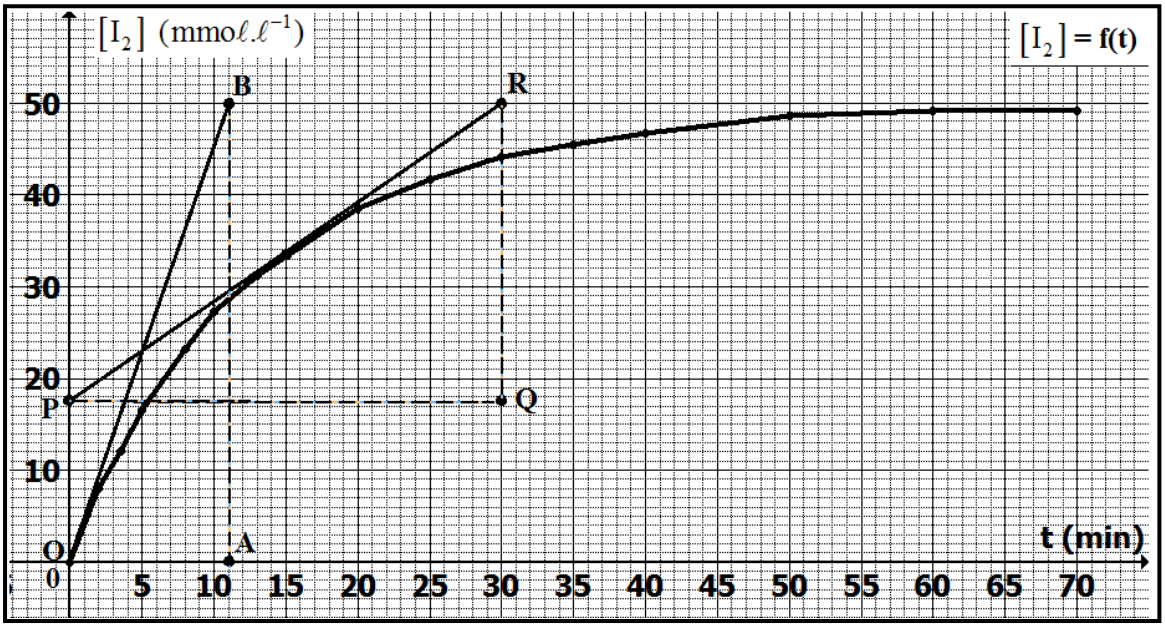
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma



مثال : لنعتبر تفاعل أيونات اليودور $I^-_{(aq)}$ مع أيونات بيروكسوثنائي كبريتات $S_2O^{2-}_{8(aq)}$. حيث هذه الأخيرة تؤكسد الأولى حسب معادلة التفاعل التالية :

$$2I^-_{(aq)} + S_2O^{2-}_{8(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)}$$

هذا التفاعل بطيء لذا يمكن تتبعه بمعايرة ثنائي اليود المتكون ، حيث نحصل على المبيان الممثل في الشكل التالي :



لننشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

المعادلة الكيميائية	$2I^-_{(aq)}$ +	$S_2O^{2-}_{8(aq)}$ →	$I_{2(aq)}$ +	$2SO^{2-}_{4(aq)}$
كمية المادة البدئية	0	0	$n_{S_2O_8^{2-}}(0)$	$n_{I^-}(0)$
كمية المادة عند لحظة t	$2x(t)$	$x(t)$	$n_{S_2O_8^{2-}}(0)-x(t)$	$n_{I^-}(0)-2x(t)$

نلاحظ أن تقدم التفاعل عند لحظة t يساوي كمية مادة ثنائي اليود المتكونة عند هذه اللحظة : $x(t) = n_{I_2}(t)$

و بذلك فإن : $x(t) = [I_2]_t . V$

اعتمادا على تعريف السرعة الحجمية للتفاعل نكتب :

$$v(t) = \frac{1}{V}.\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{1}{V}.\left(\frac{d(V.[I_2])}{dt}\right)$$

حجم المحلول ثابت ، ومنه :

$$v(t) = \frac{1}{V}.\left(\frac{d(V.[I_2])}{dt}\right)_t = \frac{V}{V}.\left(\frac{d[I_2]}{dt}\right)_t = \left(\frac{d[I_2]}{dt}\right)_t$$

لنعتبر α ثابتة و f(t) دالة ذات المتغير t
مشتقة ثابتة منعدمة ، لدينا :

$$\frac{d(\alpha.f)}{dt} = \alpha.\frac{df}{dt}$$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

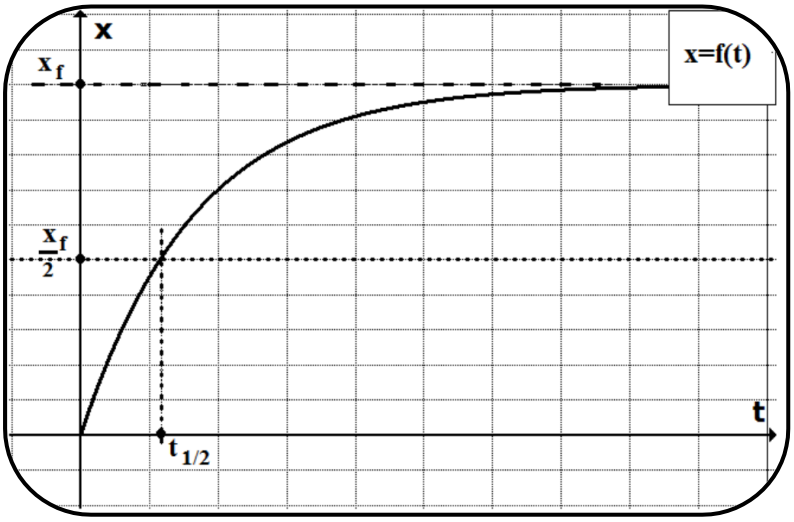
Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

إذن السرعة الحجمية للتفاعل في هذا المثال تساوي المشتقة بالنسبة للزمن للتركيز المولي لثنائي اليود .
مبيانيا السرعة الحجمية للتفاعل عند لحظة t_1 تساوي المعامل الموجه (أو ميل) لمماس المنحنى $f(t)=[I_2]_t$ عند النقطة ذات الأفصول t_1 .

$$v(t=0)=\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}=\frac{50}{11} \quad \Rightarrow \quad v(0)=4,5mmo\ell.\ell^{-1}.min^{-1}$$

$$v(t=15)=\frac{\overline{QR}}{\overline{PQ}}=\frac{(50-17,5)}{30} \quad \Rightarrow \quad v(15)=1,1mmo\ell.\ell^{-1}.min^{-1}$$

3 ـ 3) زمن نصف التفاعل :



زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو المدة الزمنية الضرورية لكي يبلغ التفاعل نصف تقدمه النهائي $x=\frac{x_f}{2}$.
إذا كان التفاعل كليا أي $x_f=x_{max}$ ، فإن $t_{1/2}$ يمثل المدة الضرورية نصف كمية مادة المتفاعل المحد .
مبيانيا نعين $\frac{x_f}{2}$ ثم نقرأ على محور الزمن قيمة $t_{1/2}$ الموافقة لذلك (الشكل جانبه) .
إن معرفة زمن نصف التفاعل يمكن من مقارنة تفاعلين من حيث السرعة و كذلك التحكم في التحول الكيميائي الموافق .

***ملحوظات :**

ـ يمكن اعتبار التحول الكيميائي في حالته النهائية بعد مرور تقريبا المدة $7t_{1/2}$.

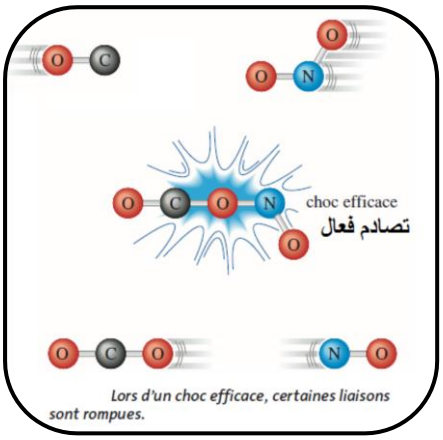
ـ أثناء التتبع الزمني لتحول كيميائي يجب أن تكون المدة الزمنية بين كل قياسين أصغر بكثير من زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، لضمان سلامة الدراسة .

4 ـ) كيف نفسر مختلف العوامل الحركية على المستوى الميكروسكوبي :

4 ـ 1) الحركة البروونية : (Mouvement Brownien) و الإرتجاج الناتج عن الحرارة (Agitation thermique):

الحركة البروونية هي الحركة العشوائية لدقائق صلبة صغيرة تحت تأثير مائع (سائل أو غاز) . حيث أن حركة الأنواع الكيميائية (ذرات ، جزيئات أو أيونات) المتواجدة في مائع لها حركة عشوائية سريعة ، و نتيجة لهذه الحركة تكتسب هذه الأنواع طاقة حركية مجهرية (ميكروسكوبية) متعلقة بدرجة الحرارة .
إن التغير في درجة حرارة مائع يغير من الطاقة الحركية لهذه الأنواع الكيميائية و لذالك تسمى هذه الحركة بالإرتجاج الحراري (agitation thermique) .

4 ـ 2) التصادم الفعال :



لنعتبر التفاعل الكيميائي المنمذج بالمعادلة التالية : $A+B \rightarrow C+D$
القول بأن هناك تفاعل كيميائي بين A و B يعني أنه وقع تماس بينهما في الوسط التفاعلي فيتكون النوعين الكيميائين C و D . و بالتالي تتحطم الروابط الكيميائية للإنتقال من الحالة البدئية $(A+B)$ إلى الحالة النهائية $(C+D)$.
يكون للنوعين A و B طاقة حركية ميكروسكوبية ، إذا كانت هذه الطاقة ضعيفة فإن إلتقاء A و B يحدث بتصادم مرن و في هذه الحالة لا تتكسر الروابط الكيميائية و بالتالي لايحدث تفاعل كيميائي . نقول في هذه الحالة أن التصادم **غير فعال** .
إذا كانت هذه الطاقة كافية فإن إلتقاء A و B يؤدي إلى تحطم الروابط الكيميائية و حدوث تفاعل كيميائي بينهما . نقول في هذه الحالة بأن **التصادم فعال** و بالتالي ينتج عن ذلك النوعين C و D .
نسبة فقط من التصادمات هي التي تكون فعالة .

ينتج التحول الكيميائي بسبب التصادمات الفعالة للأنواع المتفاعلة ، حيث تتحطم روابطها لتتكون روابط جديدة و ذلك راجع لطاقتها الحركية الكافية و توجهها المناسب .

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

4 ـ 3) الحفز :

***تجربة :**

نضع في أربعة كؤوس : (1) ، (2) ، (3) (4) حجما $V = 20m\ell$ من الماء الأوكسيجيني H_2O_2 حيث :

ـ الكأس (1) يستعمل كشاهد .

ـ نضع في الكأس (2) قطعة من البلاتين .

ـ نضيف إلى الكأس (3) محلولا من كلورور الحديد III $(Fe^{3+}_{(aq)} + 3C\ell^-_{(aq)})$.

ـ نضيف إلى الكأس (4) قطعة صغيرة من كبد حيوان كمصدر لل " كاتالاز : catalase " .

نذكر أن الماء الأوكسيجيني يتحلل إلى ماء و ثنائي الأوكسيجين وفق التفاعل المنمذج بالمعادلة التالية ك

$$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

نلاحظ أن الماء الأوكسيجيني يلعب دور مؤكسد و مختزل في نفس الوقت ، هذه الظاهرة تعرف ب " التفكك الذاتي " (dismutation) .

***ملاحظة :**

ـ لا نلاحظ انطلاق غاز ثنائي الأوكسيجين في الكأس رقم (1) لأن الماء الأوكسيجيني يتفكك بشكل بطيئ في الظروف العادية.

ـ بعد لحظات في الكأس (2) نلاحظ تصاعد غاز ثنائي الأوكسيجين O_2 الذي يمكن التعرف عليه قرب قطعة البلاتين .

ـ نلاحظ في الكأس (3) تصاعد غاز O_2 ، و زوال اللون المميز لأيونات Fe^{3+} (لون الصدأ)، ثم عندما ينتهي التفاعل نلاحظ ظهور اللون المميز لأيونات Fe^{3+} من جديد .

ـ نلاحظ في الكأس (4) انطلاق غاز O_2 بسبب و جود أنزيم الكاتالاز و الذي يحتوي على أيونات Fe^{3+} .

***استنتاج :**

كل من البلاتين ، أيونات Fe^{3+} و أنزيم الكاتالاز أنواع تساعد على تسريع التفاعل ، فهي **حفازات** و الظاهرة تسمى **الحفز** .

تبيَّن التجارب السابقة بأن الحفازات أنواع كيميائية تستعمل بكميات قليلة من أجل تسريع التفاعل (الذي يكون بطيئا في الحالة العادية). و رغم أنها تساهم في التفاعل إلا أنها تظهر في الحالة النهائية كما كانت عليه في الحالة البدئية . و لهذا لا تكتب في معادلة التفاعل .

4 ـ 4) خلاصة :

تتعلق سرعة التفاعل بعدد التصادمات الفعالة في وحدة الحجم و في وحدة الزمن .
كلما ارتفعت درجة الحرارة أو تراكيز المتفاعلات أو بوجود حفاز ، زاد تردد التصادم الفعال ، مؤديا بذلك إلى ارتفاع سرعة التفاعل .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma