هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل
Suivi temporel d'une transformation - vitesse de réaction

I - التتبع الزمني لتحول كيميائي

لتتبع تحول كيميائي كميا، نحدد كمية مادة أحد النواتج المتكونة أو أحد المتفاعلات المختفية خلال الزمن، بطريقة كيميائية **كالمعايرة** أو باعتماد طرائق فيزيائية مثل **قياس الضغط** و**قياس المواصلة** و**قياس الكتلة** و**قياس pH** .... ثم نربط المقدار المقاس بتقدم التفاعل x(t) ثم ندرس التطور الزمني لهذا الأخير، ونستنتج تركيب المجموعة الكيميائية عند كل لحظة.

II - تتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية بواسطة المعايرة

1 - تفاعل أيونات اليودور مع الماء الأوكسيجيني

خلال هذا التفاعل تتدخل المزدوجتان: $H_2O_{2aq} / H_2O_{(\ell)}$ و I_{2aq} / I^-_{aq}

إذن معادلة التفاعل هي:

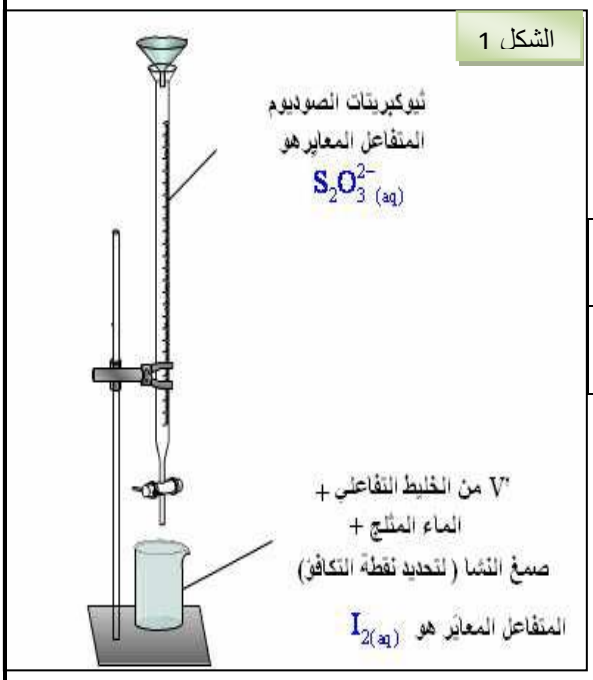
$$2I^-_{aq} \rightleftharpoons I_{2aq} + 2e^-$$

$$H_2O_{2aq} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(\ell)}$$

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

لتتبع تطور هذا التفاعل، نعاير **ثنائي اليود** المتكون عند كل لحظات t مختلفة بمحلول **ثيوكبريتات الصوديوم** $\left(2Na^+_{aq} + S_2O^{2-}_{3aq}\right)$ تركيزه المولي $C = 1{,}0.10^{-1} mol.L^{-1}$ وذلك بأخذ عينات V' من الخليط التفاعلي ، وتخفيفها بالماء المثلج بهدف توقيف التفاعل بالتخفيف والتبريد أثناء المعايرة.

2 - تحديد كمية مادة ثنائي اليود عند لحظات مختلفة



أ - العدة التجريبية (الشكل 1)

ب - جدول القياسات:

نسجل قيمة V_E (حجم التكافؤ) عند لحظات t مختلفة:

t (min)	0	2	6	10	15	20	30	40	50	60
V_E (mL)	0	1,2	2,7	3,5	4,2	4,7	5,1	5,3	5,4	5,4

ج - استثمار:

1 - نعطي المزدوجتين I_{2aq} / I^-_{aq} و $S_4O^{2-}_{6aq} / S_2O^{2-}_{3aq}$

اكتب المعادلة الحصيلة لتفاعل المعايرة.

2 - أنشئ الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة.

3 - عبّر عن كمية مادة ثنائي اليود $n(I_2)$ بدلالة الحجم المكافئ V_E والتركيز المولي C لمحلول ثيوكبريتات الصوديوم.

4 - أنشئ جدول تطور المجموعة الكيميائية وعبر بدلالة X التقدم عن كمية مادة ثنائي اليود $n(I_2)$ المتكونة عند اللحظات t .

5 - احسب x عند كل لحظة t من الخليط التفاعلي.

6 - خط التمثيل المبياني x = f(t) .

الأجوبة:

1 - معادلة تفاعل المعايرة

المزدوجتان المتواجدتان: I_{2aq} / I^-_{aq} و $S_4O^{2-}_{6aq} / S_2O^{2-}_{3aq}$

معادلة التفاعل:

$$I_{2aq} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-_{aq}$$

$$2S_2O^{2-}_{3aq} \rightleftharpoons S_4O^{2-}_{6aq} + 2e^-$$

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

EL FAKIR & BOUADDI

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2 ـ تعبير كمية مادة ثنائي اليود المتكون

بإنشاء الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة عبر عن كمية مادة ثنائي اليود I_2 المتكون بدلالة الحجم المكافئ والتركيز المولي C لمحلول ثيوكبريتات الصوديوم.

المعادلة الكيميائية					
$I_{2aq} + 2S_2O_{3aq}^{2-} \rightarrow 2I_{aq}^{-} + S_4O_{6aq}^{2-}$					
كميات المادة بالمول				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
$n(I_2)$	$n(S_2O_{3aq}^{2-})$	0	0	0	الحالة البدئية
$n(I_2)$ - x	$n(S_2O_{3aq}^{2-})$ -2 x	2 x	x	x	الحالة البينية
$n(I_2)$ - x_E	$n(S_2O_{3aq}^{2-})$ -2 x_E	2 x_E	x_E	x_E	الحالة النهائية

x : تقدم التفاعل؛

x_E : تقدم التفاعل عند التكافؤ: $n(S_2O_{3aq}^{2-}) = CV_E$

3 ـ حسب الجدول نكتب عند التكافؤ:

$$\left.\begin{array}{l} n(I_2) - x_E = 0 \\ n(S_2O_{3aq}^{2-}) - 2x_E = 0 \end{array}\right\} \Longleftarrow \left\{\begin{array}{l} n(I_2) = x_E \\ \dfrac{n(S_2O_{3aq}^{2-})}{2} = x_E = \dfrac{CV_E}{2} \end{array}\right.$$

ومنه: $n(I_2) = \dfrac{CV_E}{2}$ **(1)**

4 ـ تحديد تقدم التفاعل وتركيب المجموعة الكيميائية

بمعرفة أحد النواتج المتكونة أو أحد المتفاعلات المتبقية عند لحظة معينة t ، يمكن حساب تقدم التفاعل x وذلك بإنشاء الجدول الوصفي:

المعادلة الكيميائية						
$H_2O_{2aq} + 2I_{aq}^{-} + 2H_{aq}^{+} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)} + I_{2aq}$						
كميات المادة بالمول					تقدم التفاعل	حالة المجموعة
$n(H_2O_2)$	$n(I^-)$	وفير	وفير	0	0	ح ب t = 0
$n(H_2O_2)$-X	$n(I^-)$ -2 X	وفير	وفير	X	X	ح عند اللحظة t

5 ـ في اللحظة t ، يساوي تقدم التفاعل X كمية مادة ثنائي اليود المتكون $n(I_2)$: $n(I_2) = x$ **(2)**

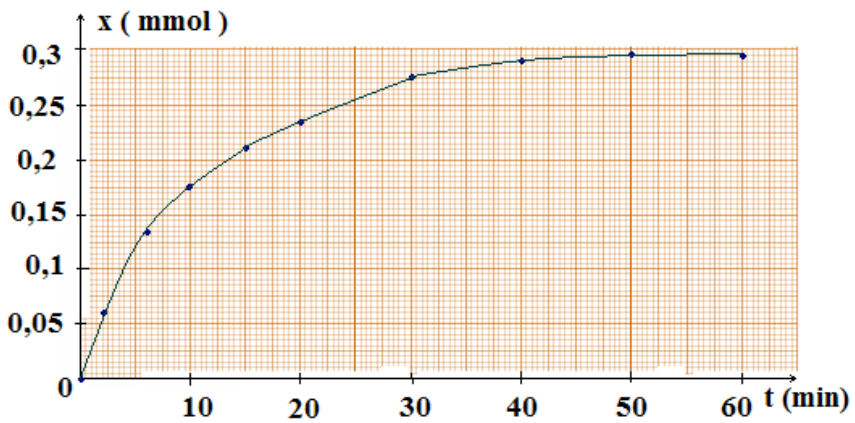
ومن العلاقتين (1) و(2) نكتب: $X = \dfrac{CV_E}{2}$

$C = 1{,}0.10^{-1} mol.\ell.L^{-1}$ و $x = n(I_2)$ و $n(I_2) = \dfrac{CV_E}{2}$

نحصل إذن على النتائج التالية:

t (min)	0	2	6	10	15	20	30	40	50	60
V_E (mL)	0	1,2	2,7	3,5	4,2	4,7	5,1	5,3	5,4	5,4
$n_t(I_2)$(mmol)	0	0,6	1,.35	1,75	2,1	2,35	2,55	2,65	2,70	2,70
x (mmol)	0	0,6	1,35	1,75	2,1	2,35	2,55	2,65	2,70	2,70

تمثيل منحنى تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن : x = f(t)



للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

III ـ السرعة الحجمية لتفاعل: Vitesse volumique de réaction

1 ـ تعريف

تعرف السرعة الحجمية لتفاعل كيميائي بالعلاقة: $V(t)=\frac{1}{V_S}\left(\frac{dx}{dt}\right)(t)$

حيث:

V(t) : السرعة الحجمية لتفاعل عند اللحظة t ب $mol.m^{-3}.s^{-1}$ ؛

dx : تغير تقدم التفاعل ب mol؛

dt : مدة التغيرات ب s ؛

V_S : حجم المحلول ب cm^3 .

ملحوظة: يعبر غالبا عن السرعة ب $mol.L^{-1}.s^{-1}$ أو $mol.L^{-1}.min^{-1}$ أو $mol.L^{-1}.h^{-1}$ بالنسبة للتحولات جد البطيئة.

2 ـ تحديد السرعة الحجمية

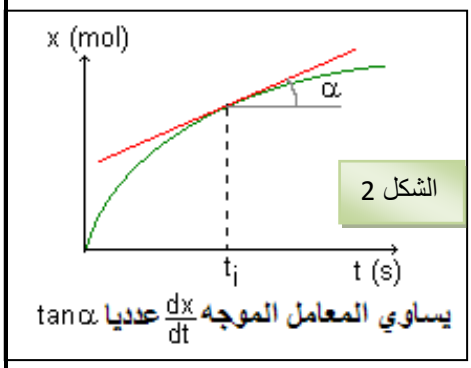
أ ـ الطريقة المبيانية

ـ نخط منحنى تقدم التفاعل بدلالة الزمن t؛

ـ نخط مماس هذا المنحنى، عند اللحظة t_i؛

ـ نحدد المعامل الموجه لهذا المماس الذي يمثل : $a=\left[\frac{dx}{dt}\right](t_i)$

ـ نقسم هذا المعامل على حجم الخليط عند اللحظة t_i .



الشكل 2

يساوي المعامل الموجه $\frac{dx}{dt}$ عدديا $\tan\alpha$

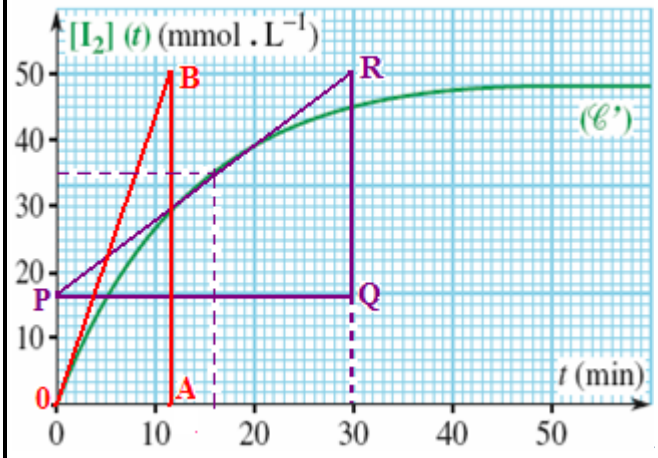
ب ـ الطريقة الحسابية

يمكن مباشرة حساب السرعة $V(t_i)$ انطلاقا من القيم V_S و t_i و x_i .

تمرين تطبيقي

تتفاعل أيونات يودور I^-_{aq} مع أيونات بيروكسوثنائي كبريتات $S_2O^{2-}_{8aq}$ في محلول مائي وفق تفاعل بطيء معادلته:

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



1 ـ باستعمال منحنى (t) $[I_2]$ جانبه حدد السرعة الحجمية للتفاعل عند t = 0s و t = 15min

2 ـ علل تطور السرعة بين هاتين اللحظتين.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV ـ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ temps de demi réaction

1 ـ تعريف

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هي المدة الزمنية اللازمة لكي يصل التقدم X نصف قيمته النهائية X_f : $x(t_{1/2})=\frac{x_f}{2}$

ملحوظة:

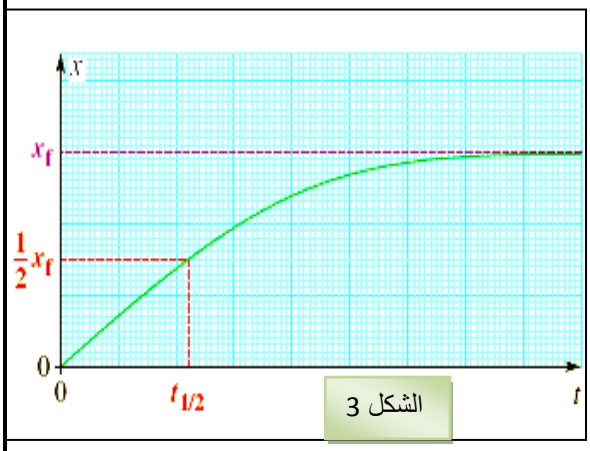
في حالة تفاعل كلي، يساوي التقدم النهائي قيمة التقدم الأقصى للتفاعل: $x(t_{1/2})=\frac{x_{max}}{2}$

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2 ـ تعيين زمن نصف التفاعل:

لتحديد زمن نصف التفاعل مبيانيا، نحدد قيمة التقدم الأقصى للتفاعل x_{max} بخط مقارب المنحنى x(t) ، ويمثل أفصول النقطة ذات الأرتوب $\frac{x_{max}}{2}$ زمن نصف التفاعل.



الشكل 3

من المنحنى السابق حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ الذي يوافق $x = \frac{x_{max}}{2}$

3 ـ فائدة زمن نصف التفاعل

يمكن زمن نصف التفاعل من اختيار الطريقة الملائمة لتطور المجموعة المدروسة، بحيث يجب أن تكون المدة الزمنية بين كل قياسين أصغر بكثير من زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ لضمان سلامة الدراسة.

V ـ تتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية بإنجاز قياس فيزيائي.

1 ـ تتبع تحول كيميائي بقياس الضغط.

يعتبر غاز ثنائي الهيدروجين من المحروقات التي تتوفر على طاقة عالية غير ملوثة، ويمكن تحضيره في المختبر بتفاعل الأحماض مع بعض الفلزات.

يهدف هذا الجزء إلى تتبع تطور تفاعل حمض الكبريتيك مع الزنك بقياس الضغط.

نعتبر جميع الغازات كاملة.

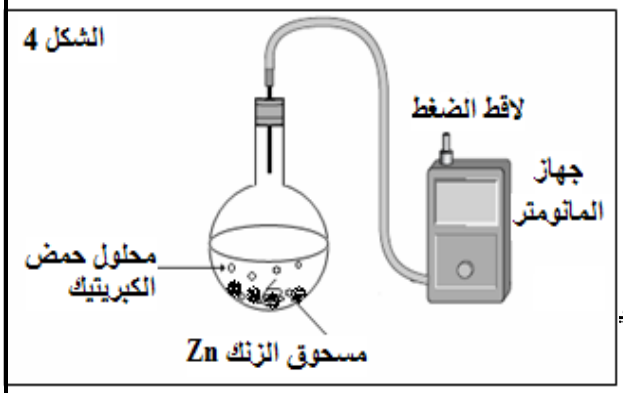
تمت جميع القياسات عند 25°C .

نذكر بمعادلة الحالة للغازات الكاملة: P.V = n.R.T

الكتلة المولية الذرية للزنك: $M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}$.

ننمذج تفاعل الزنك $Zn_{(S)}$ مع محلول حمض الكبريتيك $2H_3O^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$Zn_{(S)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$$



لدراسة حركية هذا التفاعل، ندخل في حوجلة حجمها ثابت V = 1L الكتلة m = 0,6g من مسحوق الزنك $Zn_{(S)}$ ونصب فيها عند اللحظة $t_0 = 0$ حجما $V_a = 75mL$ من محلول مائي لحمض الكبريتيك تركيز أيونات الأوكسونيوم فيه هو: $[H_3O^+] = 0,4 mol.\ell^{-1}$.

نقيس في كل لحظة t الضغط P داخل الحوجلة بواسطة لاقط للضغط فنحصل على النتائج التالية، حيث $\Delta P = P - P_0$ مع P_0 الضغط البدئي المقاس عند اللحظة $t_0 = 0$ و P الضغط المقاس عند اللحظة t .

t(min)	0	50	100	150	200	250
ΔP(hPa)	0	430	650	730	740	740

1 ـ أتمم الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل.

المعادلة الكيميائية	$Zn_{(S)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$				
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	x = 0	وافر			$n_i(H_3O^+)$	$n_i(Zn)$
خلال التحول	x	وافر				
عند تحول كلي	$x = x_{max}$	وافر				

2 ـ احسب $n_i(H_3O^+)$ و $n_i(Zn)$.

EL FAKIR & BOUADDI

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

3 ـ حدد المتفاعل المحد واستنتج التقدم الأقصى x_{max} للتفاعل.

4 ـ بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة واعتمادا على الجدول الوصفي السابق، أوجد تعبير التقدم x(t) للتفاعل عند لحظة t بدلالة R و T و V و ΔP .

5 ـ ليكن $\Delta P_{max} = P_{max} - P_0$ تغير الضغط الأقصى و x_{max} التقدم الأقصى للتفاعل، أثبت العلاقة: $x(t) = x_{max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}$

6 ـ احسب x(t) في لحظات مختلفة ودونها في الجدول أسفله:

t(min)	0	50	100	150	200	250
x (mmoℓ)						

عناصر الإجابة:

1 ـ الجدول الوصفي.

2 ـ $n_i(Zn) = 9{,}17.10^{-3} mo\ell$

$n_i(H_3O^+) = 3.10^{-2} mo\ell$

3 ـ المتفاعل المحد هو Zn

$X_{max} = 9{,}17.10^{-3} mo\ell$

4 ـ $x(t) = V.\frac{\Delta P}{RT}$

5 ـ $x(t) = x_{max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}$

2 ـ تتبع تحول كيميائي بقياس الموصلية

تذكير:

يعبر عن مواصلة محلول بالعلاقة: $G = K.\sigma$

K : ثابتة خلية قياس المواصلة؛

σ: موصلية المحلول.

بالنسبة لمحلول: $MX \rightarrow M^+_{(aq)} + X^-_{(aq)}$

نعبر عن الموصلية σ بـ : $\sigma = \lambda_{M^+}[M^+] + \lambda_{X^-}[X^-]$

λ_{M^+} و λ_{X^-} : الموصليتان المولیتان الأيونيتان.

نشاط تجريبي

نعتبر التفاعل بين 2 ـ كلورو ـ 2 ـ مثيل بروبان $(CH_3)_3CC\ell$ و الماء .

معادلة التفاعل: $(CH_3)_3CC\ell + H_2O \rightarrow (CH_3)_3COH + H^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$

استثمار:

1 ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل.

2 ـ بين أنه يمكن التعبير عن موصلية المحلول في كل لحظة بالعلاقة: $\sigma(t) = \sigma_f \cdot \frac{x(t)}{x_{max}}$

σ_f : موصلية المحلول عند نهاية التفاعل.

1 ـ الجدول الوصفي:

المعادلة الكيميائية	$(CH_3)_3CC\ell + H_2O \rightarrow (CH_3)_3COH + H^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$					
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول				
الحالة البدئية	0	0	0	0		n_0
الحالة البينية	X	x(t)	x(t)	x(t)		$n_0 - x(t)$
الحالة النهائية	X_E	$x_{max} = n_0$	$x_{max} = n_0$	$x_{max} = n_0$		$n_0 - x_{max}$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2 ـ نعبر عن موصلية المحلول σ عند اللحظة t : $\sigma(t) = \lambda_{H^+}\left[H^+\right] + \lambda_{C\ell^-}\left[C\ell^-\right]$

حسب جدول التقدم : $\left[H^+\right]_t = \left[C\ell^-\right]_t = \frac{X(t)}{V_S}$

يبقى حجم المحلول V ثابتا إذن: $\sigma(t) = \left(\lambda_{H^+} + \lambda_{C\ell^-}\right)\frac{X(t)}{V_S}$ (1)

في النهاية: $x_f = x_{max} = n_0$

فنكتب: $\sigma(t_f) = \sigma_{max} = \left(\lambda_{H^+} + \lambda_{C\ell^-}\right)\frac{X_{max}}{V_S}$ (2)

من (1) و(2) نستنتج: $\frac{\sigma(t)}{\sigma_{max}} = \frac{X(t)}{X_{max}}$

ومنه فإن: $X(t) = X_{max}\frac{\sigma(t)}{\sigma_{max}}$

خلاصة:

يمكن قياس الموصلية σ(t) لمحلول أيوني من تتبع بكيفية مستمرة تقدم التفاعل.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma