هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

بسم الله الرحمن الرحيم الإسلام حليفي ورحمة الله وبركاته الثانية باكالوريا الكيمياء	التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل Suivi temporel d'une transformation - Vitesse de réaction	الجزء الأول : التحولات السريعة والبطيئة لمجموعة كيميائية الوحدة 2 4 س

1- التتبع الزمني لتحول كيميائي:

تهدف **الحركية الكيميائية** إلى تتبع تطور تحول كيميائي ، وخاصة إلى تحديد التقدم $x = f(t)$.

لهذا الغرض تعتمد طرق فيزيائية وكيميائية :

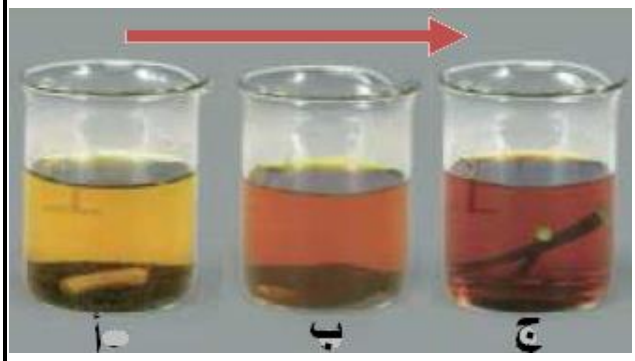
الطرق الفيزيائية تستعمل عندما تكون بعض المقادير الفيزيائية القابلة للقياس في وسط تفاعلي مرتبطة بتركيز بعض الأنواع الكيميائية المتواجدة في هذا الوسط ، نذكر منها : ***قياس المواصلة*** – ***قياس*** pH - ***قياس الحجم أو الضغط*** – ***قياس الطيف الضوئي*** . تتميز هذه الطرق بتسجيل مستمر لتطور كمية مادة أو تراكيز متفاعل أو ناتج خلال الزمن ، وهي سريعة ودون التشويش على الوسط التفاعلي .

وهناك **طرق كيميائية** ***كالمعايرة*** . وهذه الطرق لا تسمح بتسجيل مستمر لتطور كمية مادة أو تركيز متفاعل أو ناتج خلال الزمن .

2- تتبع التطور الزمني لتحول كيميائي :

2-1- تتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية بواسطة المعايرة :

2-1-1-التفاعل بين أيونات اليودور والماء الأوكسجيني :



نصب في كأس ، حجما من **محلول الماء الأوكسجيني** H_2O_2 (عديم اللون) تركيزه $C = 0,20\ mol.L^{-1}$ وبضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز، ثم نضيف إليه حجما من **محلول يودور البوتاسيوم** $K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$ (عديم اللون) تركيزه $C' = 0,20\ mol.L^{-1}$ ، بعد التحريك ، نلاحظ أن الخليط يأخذ تدريجيا لون أصفر (أ) ، ثم بنيا (ب) ليصبح بعد بضع دقائق داكنا (ج) .

أ- ما هو النوع الكيميائي المسؤول عن اللون الملاحظ ؟ كيف تفسر تطور اللون ؟

اللون الذي يظهر يميز $I_{2(aq)}$ ، ويفسر تزايد شدة اللون بتزايد تركيز $I_{2(aq)}$.

ب- عين المزدوجتين **مختزل / مؤكسد** المتدخلتين في التفاعل الحاصل .

المزدوجتان **مختزل / مؤكسد** المتدخلتان في التفاعل الحاصل هما : $H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(l)}$ و $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$.

ج- اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

$$H_2O_{2(aq)} + 2\,H^+_{(aq)} + 2\,e^- \rightleftharpoons 2\,H_2O_{(l)}$$

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

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

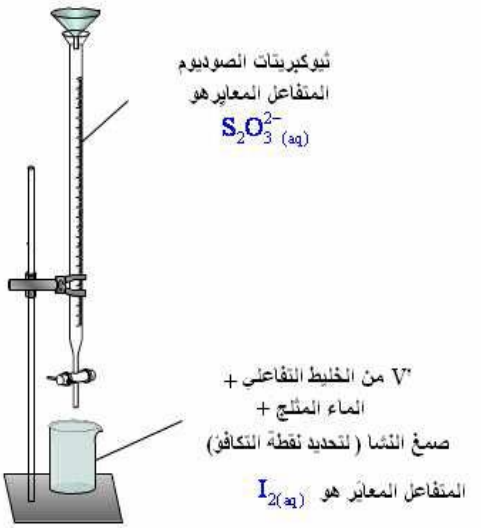
د- ماهو النوع الكيميائي المذاب الذي يمكن معايرته ؟

يمكن معايرة $I_{2(aq)}$ عند لحظة معينة .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

2-1-2- تحديد كمية مادة ثنائي اليود عند لحظة معينة :



نصب في كأس $V = 100\ mL$ من محلول **يودور البوتاسيوم** تركيزه $C_1 = 0,400\ mol.L^{-1}$ ، ونضيف إليه $V = 100\ mL$ من محلول **بيروكسو ثنائي كبريتات البوتاسيوم** $2K_{(aq)}^{+} + S_2O_{8(aq)}^{2-}$ تركيزه $C_2 = 0,036\ mol.L^{-1}$ محمض ب $1\ mL$ من **محمض الكبريتيك المركز** .

فورا ، عند تحضير الخليط ، نأخذ منه $V' = 10\ mL$ ونصبها في كأس عند اللحظة $t = 0$ ، ونضيف إلى هذه الكأس $50\ mL$ من الماء المثلج $(0\ °C)$.

نعاير **ثنائي اليود** المتكون عند لحظة t بمحلول **ثيوكبريتات الصوديوم** $2Na_{(aq)}^{+} + S_2O_{3(aq)}^{2-}$ تركيزه المولي $C_3 = 0,020\ mol.L^{-1}$.

نعيد نفس العمليات السابقة بالنسبة للحظات أخرى ، كما يوضح الجدول التالي :

t(min)	0	3	6	9	12	16	20	30	40	50	60
$n(I_2)_t$ mmol	0,0	0,5	1,0	1,4	1,7	2,1	2,3	2,8	3,1	3,2	3,3

أ- لماذا نصب العينة من الخليط التفاعلي في الماء المثلج قبل كل معايرة ؟

تسمى هذه العملية **الغطس** ، والهدف منها هو **توقيف التفاعل** بالتخفيف والتبريد .

ب- أنشئ جدول التقدم لتفاعل أيونات بيروكسو ثنائي كبريتات وأيونات اليودور .

$$2\ I_{(aq)}^{-} \rightleftharpoons I_{2(aq)} + 2\ e^{-}$$
$$S_2O_{8(aq)}^{2-} + 2\ e^{-} \rightleftharpoons 2\ SO_{4\,(aq)}^{2-}$$
المعادلة الحصيلة : $$2\ I_{(aq)}^{-} + S_2O_{8(aq)}^{2-} \rightarrow I_{2(aq)} + 2\ SO_{4\,(aq)}^{2-}$$

جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$2\ I_{(aq)}^{-} + S_2O_{8(aq)}^{2-} \rightarrow I_{2(aq)} + 2\ SO_{4\,(aq)}^{2-}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	0	0	$n_2 = c_2.v$	$n_1 = c_1.v$
خلال التحول	x(t)	2x	x	$c_2.v - x$	$c_1.v - 2x$
الحالة النهائية	x_f	$2\ x_f$	x_f	$c_2.v - x_f$	$c_1.v - 2x_f$

ج- ماهي العلاقة بين كمية ثنائي اليود المتكونة عند لحظة t وتقدم التفاعل x عند نفس اللحظة ؟

من خلال جدول التقدم ، نجد $n(I_2)_t = x(t)$.

د- كيف يمكن تتبع التطور الزمني لهذا التحول الكيميائي ؟

تمكن معايرة ثنائي اليود I_2 بأيونات ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ من تتبع تطور تقدم التفاعل x خلال الزمن t ، وبالتالي حساب كميات مادة المكونات الأخرى للوسط التفاعلي عند كل لحظة t ، حيث :

$$n(SO_{4\,(aq)}^{2-}) = 2x \ ; \ n(S_2O_{8(aq)}^{2-}) = C_2.V - x \ ; \ n(I_{(aq)}^{-}) = C_1.V - 2x$$

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

ه- أنشئ جدول التقدم لتفاعل المعايَرة بين أيونات ثيو كبريتات وأيونات ثنائي اليود .

$$2\,S_2O_{3\,(aq)}^{2-} \rightleftharpoons S_4O_{6(aq)}^{2-} + 2\,e^-$$
$$I_{2(aq)} + 2\,e^- \rightleftharpoons 2\,I_{(aq)}^-$$
$$I_{2(aq)} + 2\,S_2O_{3\,(aq)}^{2-} \rightarrow 2\,I_{(aq)}^- + S_4O_{6(aq)}^{2-}$$

جدول التقدم :

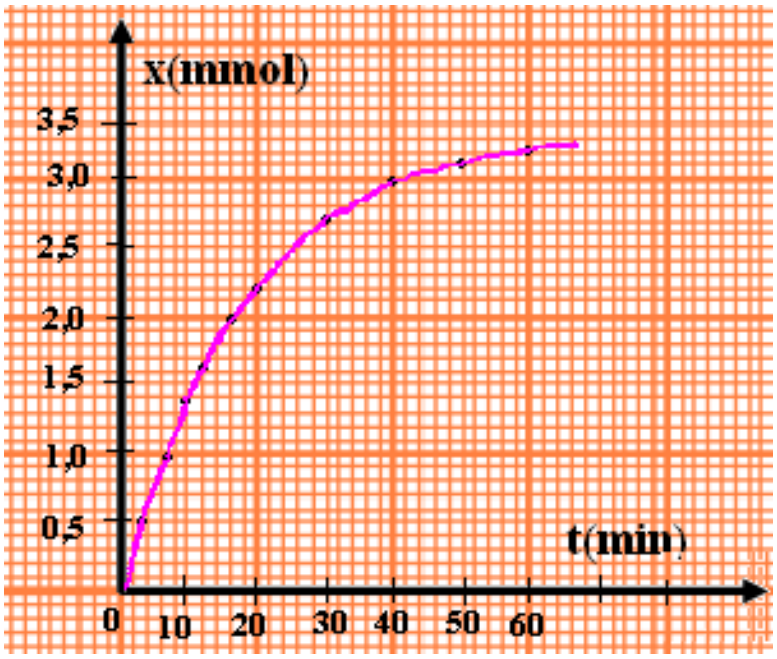
معادلة التفاعل		$I_{2(aq)} + 2\,S_2O_{3\,(aq)}^{2-} \rightarrow 2\,I_{(aq)}^- + S_4O_{6(aq)}^{2-}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	0	n_0	$n_3 = c_3.v_E$	$n'_p(I_2)$
خلال التحول	x(t)	x	$n_0 + 2x$	$c_3.v_E - 2x$	$n'_p(I_2) - x$
الحالة النهائية	x_E	x_E	$n_0 + 2x_E$	$c_3.v_E - 2x_E$	$n'_p(I_2) - x_E$

حيث n_0 كمية مادة $I_{(aq)}^-$ الموجودة في العينة المعايَرة .

و- عبر عن كمية مادة ثنائي اليود المتكونة $n'_p(I_2)$ بدلالة الحجم المكافئ V_E والتركيز المولي C_3 لمحلول ثيوكبريتات الصوديوم .

عند التكافؤ ، لدينا $x_E = n'_p(I_2) = \frac{C_3 V_E}{2}$ ، وبما أن حجم الخليط التفاعلي يساوي عشر مرات حجم العينة المأخوذة (المعايَرة) ، فإن كمية مادة ثنائي اليود المتكونة عند لحظة معينة في الخليط التفاعلي هي : $n_p(I_2) = 10\,n'_p(I_2) = 5C_3V_E$

ز- خط المنحى $x = f(t)$:



خلاصة :

تمكن المعايرة من تتبع تطور تقدم تفاعل x خلال الزمن ، حيث يمكن حساب x في كل لحظة انطلاقا من معرفة كمية مادة أحد المتفاعلات أو النواتج المتكونة عند هذه اللحظة .

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2-2- تتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية بانجاز قياس فيزيائي :

2-2-1- تتبع تحول كيميائي بقياس ضغط غاز :



ندخل في حوجلة متصلة بمانومتر حجما $V = 50,0\ mL$ من محلول **حمض الكلوريدريك** تركيزه $C = 0,5\ mol.L^{-1}$ وكتلة $m = 0,020\ g$ من المغنيزيوم .

نعطي $M(Mg) = 24,3 g.mol^{-1}$.

نسجل قيمة الضغط بعد تمام كل $30\ s$.

P (hPa)	t (s)
1013	0
1025	30
1036	60
1048	90
1060	120
1068	150
1079	180
1081	210
1087	240
1091	270
1093	300
1093	330

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما : $Mg_{(s)} / Mg^{2+}_{(aq)}$ و $H_2{}_{(g)} / H_3O^+_{(aq)}$. إذن معادلة التفاعل الحاصل :

$$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

ب- احسب كميات المادة البدئية للمتفاعلات .

$$n_i(H_3O^+) = [H_3O^+].V = c.V = 0,5 \times 0,05$$

$$n_i(H_3O^+) = 25\ mmol$$

$$n_i(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} = \frac{0,020}{24,3} = 0,82\ mmol$$

ج- حدد المتفاعل المحد و قيمة التقدم الأقصى .

لدينا $\frac{n_i(H_3O^+)}{2} > \frac{n_i(Mg)}{1}$ ، إذن المتفاعل المحد هو $Mg_{(s)}$

والتقدم الأقصى هو $x_m = \frac{n_i(Mg)}{1} = 0,82\ mmol$.

د- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

معادلة التفاعل	$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$				
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mmol)			
الحالة البدئية	0	بوفرة	0	0	25	0,82
خلال التحول	x(t)	بوفرة	x(t)	x(t)	25 - 2x(t)	0,82– x(t)
الحالة النهائية	x_{max}	بوفرة	0,82	0,82	23,4	0

ه- ينتج عن هذا التفاعل ، غاز ثنائي الهيدروجين ، مما يؤدي إلى تزايد الضغط داخل حوجلة حجمها ثابت.

يقيس المانومتر الضغط داخل الحوجلة : $P = P_{atm} + \Delta P$ حيث P_{atm} يمثل الضغط الجوي

أوجد العلاقة بين تغير الضغط ΔP للغاز داخل الحوجلة وتقدم التفاعل x (نعتبر الغاز كاملا) .

في الحالة البدئية ، لدينا $P_{atm} = n_0.\frac{R.T}{V}$ حيث n_0 كمية المادة للأنواع المتواجدة في الهواء .

خلال التحول $P = (n_0 + n(H_2)).\frac{R.T}{V} = n_0.\frac{R.T}{V} + n(H_2).\frac{R.T}{V} = P_{atm} + n(H_2).\frac{R.T}{V}$

وبما أن $n(H_2) = x(t)$ إذن $\Delta P = n(H_2).\frac{R.T}{V} = x(t).\frac{R.T}{V}$ (1)

في الحالة النهائية ، لدينا $\Delta P_{max} = x_{max}.\frac{R.T}{V}$ (2)

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

من (1) و (2) نستنتج $\frac{(1)}{(2)}$ $\frac{\Delta P}{\Delta_{max}} = \frac{x(t).\frac{R.T}{V}}{x_{max}.\frac{R.T}{V}} = \frac{x(t)}{x_{max}}$

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

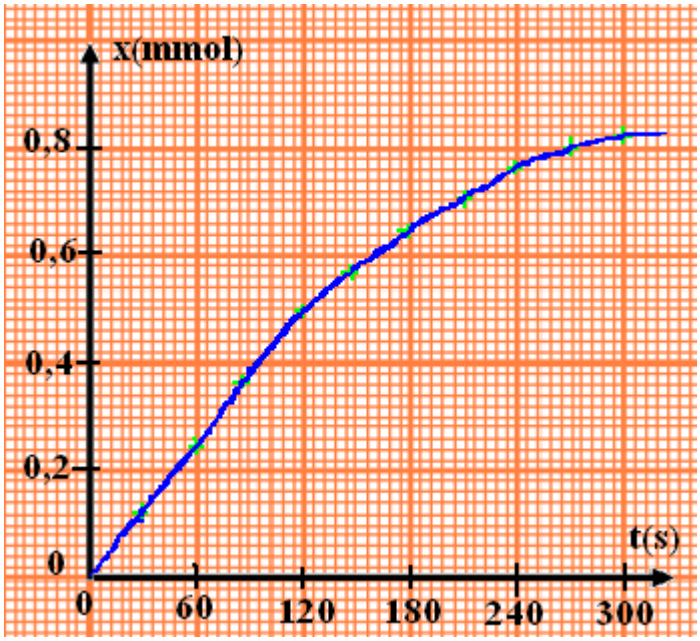
مع $x_m = 0,82\ mmol$ و $P_{atm} = 1013\ hPa$ و $\Delta P_{max} = P - P_{atm} = 80\ hPa$

و- احسب $x(t)$ في مختلف اللحظات .

انظر جانبه

x (mmol)	t (s)
0	0
0,12	30
0,24	60
0,36	90
0,48	120
0,56	150
0,64	180
0,70	210
0,76	240
0,80	270
0,82	300
0,82	330

ز- خط المنحنى $x = f(t)$.



مثال : حدد تركيب الخليط عند اللحظة $t = 150\ s$.

لدينا $\Delta P = 1068 - 1013 = 55\ hPa$ إذن $(150) = 0,82.10^{-3}.\frac{55}{80} = 0,56\ mmol$

و بالتالي :

$n(H_2) = n(Mg^{2+}) = 0,56\ mmol$

$n(H_3O^+) = (25 - 2 \times 0,56).10^{-3} = 23,88\ mmol$

$n(Mg) = (0,82 - 0,56).10^{-3} = 0,26\ mmol$

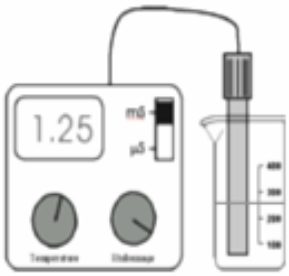
خلاصة :

يمكن قياس ضغط غاز من تتبع بكيفية مستمرة ، تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2-2-2- تتبع تحول كيميائي بقياس الموصلية :



نصب في كأس ، $50\ mL$ من الماء المقطر و $25\ mL$ من الكحول ، ونضع الكأس في حمام مريم درجة حرارته $20°C$. ثم نضيف إليه $1\ mL$ من 2- كلورو-2- مثيل بروبان ($n_0 = 9,2.10^{-3} mol$) ونرمز له بـ RCl . نعير مقياس المواصلة و نغمر خلية القياس في الخليط بعد تحريكه . ونسجل بعد تمام كل $200\ s$ ، الموصلية $\sigma(t)$ للمحلول كما يبين الجدول أسفله.

t(s)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
σ(S/m)	0	0,489	0,977	1,270	1,466	1,661	1,759	1,856	1,905	1,955	1,955

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

$$RCl + H_2O_{(l)} \rightarrow ROH + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ب- أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحاصل .

معادلة التفاعل	$RCl + H_2O_{(l)} \rightarrow ROH + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$				
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	0	0	0	بوفرة	n_0
خلال التحول	x(t)	x(t)	x(t)	x(t)	بوفرة	$n_0 - x(t)$
الحالة النهائية	x_{max}	x_{max}	x_{max}	x_{max}	بوفرة	$n_0 - x_{max}$

بما أن الماء موجود بوفرة ، فإن المتفاعل المحد هو RCl والتقدم الأقصى هو $x_{max} = n_0 = 9,2\ mmol$

ج- هل تتغير موصلية المحلول .

يؤدي التفاعل إلى تكون الأيونات $H^+_{(aq)}$ و $Cl^-_{(aq)}$ التي تزيد من موصلية الوسط التفاعلي .

د- أوجد العلاقة بين $x(t)$ و $\sigma(t)$.

يعبر عن موصلية المحلول عند اللحظة t بالعلاقة : $\sigma(t) = \lambda_{H^+}.[H^+]_t + \lambda_{Cl^-}.[Cl^-]_t$

حسب جدول التقدم لدينا : $[H^+]_t = [Cl^-]_t = \frac{x(t)}{V}$

يبقى حجم المحلول ثابتا ، إذن $\sigma(t) = (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}).\frac{x(t)}{V}$ (1)

عندما يصل التحول إلى الحالة النهائية ، لدينا : $\sigma(t_f) = \sigma_{max} = (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}).\frac{x_{max}}{V}$ (2)

من خلال العلاقتين نجد : $\frac{\sigma(t)}{\sigma_{max}} = \frac{x(t)}{x_{max}}$ $\frac{(1)}{(2)}$

إذن $x(t) = x_{max}.\frac{\sigma(t)}{\sigma_{max}}$ مع $x_{max} = n_0 = 9,2\ mmol$ و $\sigma_{max} = 1,955\ S.m^{-1}$

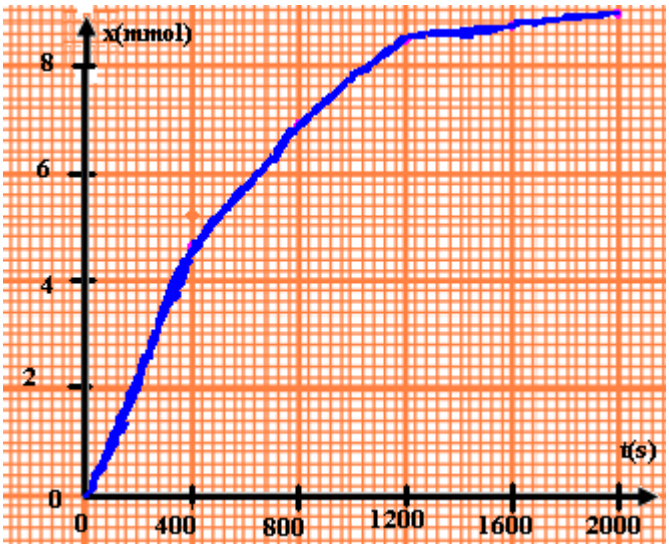
ه- احسب x عند مختلف اللحظات .

t(s)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
x(mmol)	0	2,30	4,60	5,98	6,90	7,82	8,62	8,73	8,96	9,20	9,20

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

و- خط المنحنى $x = f(t)$.



خلاصة :

يمكن قياس الموصلية σ (t) لمحلول أيوني ، من تتبع ، بكيفية مستمرة ، تقدم التفاعل بالنسبة للتفاعلات التي يكون خلالها الفرق بين الموصلية المولية للنواتج والموصلية المولية للمتفاعلات مهما .

3- سرعة التفاعل وزمن نصف التفاعل :

3-1- سرعة التفاعل :

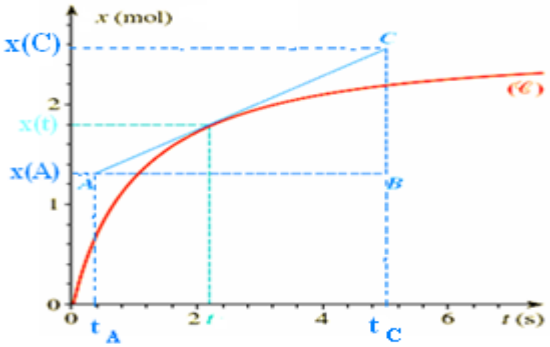
3-1-1- تعريف :

السرعة الحجمية ν لتفاعل عند اللحظة t_i هي : $\nu(t_i) = \frac{1}{V}\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t_i}$

مع V حجم المحلول (m^3) و $\frac{dx}{dt}$ تغير تقدم التفاعل بالنسبة للزمن $(mol.s^{-1})$

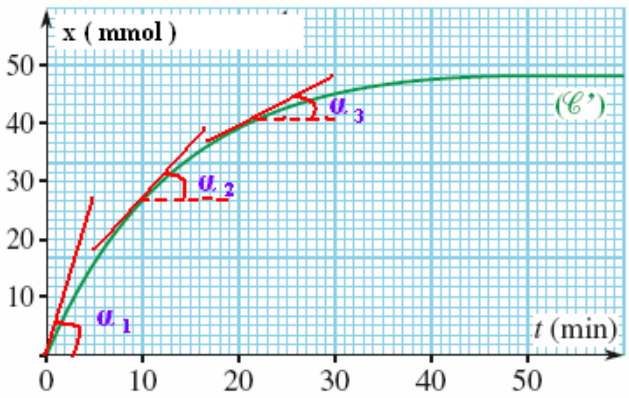
وحدة السرعة الحجمية للتفاعل في (ن.ع) هي $mol.m^{-3}.s^{-1}$

3-1-2- تحديد السرعة الحجمية :



- **الطريقة المبيانية** : نخط المنحنى $x = f(t)$ ثم نرسم المماس للمنحنى $x = f(t)$ عند اللحظة t ثم نحسب المعامل الموجه لهذا المماس ثم نقسمه على حجم المحلول .
- **استعمال مجدول** : انطلاقا من قيم x و t و ν عند مختلف اللحظات .

3-1-3- تطور سرعة التفاعل :



نلاحظ تناقص الزاوية α فتتناقص قيم المعامل الموجه للمماس $\tan\alpha$ أثناء تطور التحول خلال الزمن ، وبما أن التحول يتم في حجم ثابت فإن **سرعة التفاعل تتناقص خلال الزمن** .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

3-2- زمن نصف التفاعل :

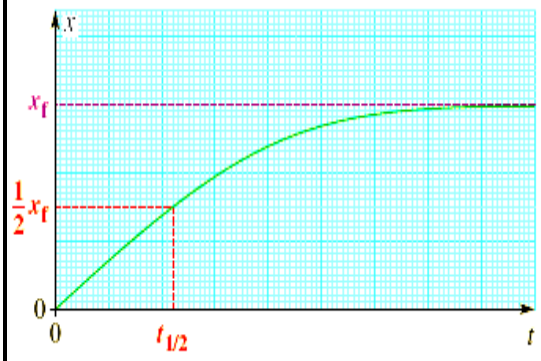
3-2-1- تعريف :

نسمي **زمن نصف التفاعل** $t_{1/2}$ ، المدة الزمنية اللازمة ليأخذ تقدم التفاعل x نصف قيمته النهائية x_f أي : $x\left(t_{1/2}\right) = \frac{x_f}{2}$.

ملحوظة :

في حالة التفاعل الكلي ، يكون زمن نصف التفاعل هو المدة الزمنية اللازمة لاختفاء نصف الكمية البدئية للمتفاعل المحد . أي : $x\left(t_{1/2}\right) = \frac{x_{max}}{2}$.

3-2-1- تحديد زمن نصف التفاعل :



نحدده مبيانيا انطلاقا من منحنى تغيرات تقدم التفاعل :

- نحدد قيمة التقدم النهائي x_f بخط مقارب للمنحنى .
- تحديد $\frac{x_f}{2}$.
- تحديد نقطة تقاطع الخط الأفقي للأرتوب $\frac{x_f}{2}$ مع المنحنى .
- تحديد أفصول نقطة التقاطع .

ملحوظة :

- أثناء التتبع الزمني للتحول ، يجب أن تكون المدة الزمنية بين كل قياسين أصغر بكثير من زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ لضمان سلامة الدراسة .
- يمكن زمن نصف التفاعل من تقييم المدة الزمنية اللازمة لانتهاء التحول الكيميائي المدروس (حوالي **10** مرات $t_{1/2}$ أي $t_f = 10\ t_{1/2}$) .

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

4- التفسير الميكروسكوبي : (خاص ع . ف و ع . ر)

4-1- الارتجاج الحراري :

إن الكيانات الكيميائية (ذرات ، جزيئات ، أيونات) المتواجدة في مائع تتحرك بسرعة وبصفة دائمة وعشوائية ، مما يجعلها تتصادم بتردد مرتفع ، وينتج عن هذه التصادمات تحول كيميائي . فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما زادت قيم سرعات الأنواع الكيميائية و تردد تصادماتها .

مثال : نعتبر الخليط متكونا من جزيئات A_2 و B_2 ، تمكن التصادمات المتعددة بين هذه الجزيئات من تحويلها إلى جزيئات AB . لكي يكون التصادم فعالا أي لكي تتكون الجزيئات AB ، يجب كسر الرابطة $A-A$ والرابطة $B-B$ لتكون رابطتين $A-B$. إن كسر هذه الروابط يستلزم توفير كمية كافية من الطاقة . وإذا كانت كمية الطاقة المتوفرة غير كافية يكون التصادم غير فعال .



تصادم فعال : الطاقة المتوفرة كافية لكسر الرابطتين A—A و B—B .

تصادم غير فعال : الطاقة المتوفرة غير كافية لكسر الرابطتين A—A و B—B .

تتكون المادة من كيانات مجهرية في حركة دائمة . إنها ظاهرة الارتجاج الحراري . لكي يتفاعل كيانان متصادمان ، يجب أن يتوفرا على طاقة كافية . نقول إن التصادم فعال .

4-2- سرعة التحول و العوامل الحركية :

تتعلق سرعة التفاعل باحتمال حدوث تصادم فعال بين الكيانات المتفاعلة خلال مدة زمنية معينة . كلما كان هذا الاحتمال كبيرا كلما كانت سرعة التفاعل مرتفعة .

4-2-1- تأثير التركيز البدئي :

يزيد تردد التصادمات عندما يزيد عدد الكيانات الكيميائية المتواجدة في حجم معين ، وبالتالي يزيد احتمال حدوث تصادم فعال . وهكذا **كلما كان تركيز المتفاعلات مرتفعا كلما كانت سرعة التفاعل كبيرة** .

4-2-2- تأثير درجة الحرارة :

يرتفع الارتجاج الحراري ، عند ارتفاع درجة حرارة مجموعة كيميائية ، مما يؤدي إلى تزايد تردد التصادمات بين الكيانات الكيميائية ، بالإضافة إلى ارتفاع سرعة هذه الكيانات أي إلى الزيادة في طاقتها الحركية ، الشيء الذي يزيد من احتمال حدوث تصادمات فعالة . وهكذا **كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة كلما كانت سرعة التفاعل كبيرة** .

Talamid.ma : للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع