

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل

www.svt-assilah.com

I - تقديم:

لنتبع التطور الزمني لتحول كيميائي وتحديد سرعة التفاعل نعتهد على طرق فيزيائية وطرق كيميائية.

1- الطرق الفيزيائية :

- ❖ قياس PH الوسط التفاعلي والذي يمكننا من تحديد تركيز أيونات H_3O^+ .
- ❖ قياس الضغط اذا كان التفاعل يترتب عنه استهلاك او انتاج غاز.
- ❖ قياس الطيف الضوئي ويستعمل عندما يكون أحد المتفاعلات المشاركة في التفاعل ملونا ز
- ❖ قياس G مواصلة الخليط المتفاعل وتستعمل هذه الطريقة عندما يكون الخليط التفاعلي يحتوي على أيونات تشارك في التفاعل سواءا كانت متفاعلة ام ناتجة.

2- الطرق الكيميائية :

تعتمد هذه الطريقة على معايرة أحد الأنواع الكيميائية المشاركة في التفاعل كانت متفاعلات ام نواتج .

II - التتبع الزمني بواسطة المعايرة :

1- تذكير:

تمكن المعايرة من تحديد كمية مادة نوع كيميائي في محلول وذلك بالاعتماد على التفاعل الكيميائي بينه وبين نوع كيميائي آخر.

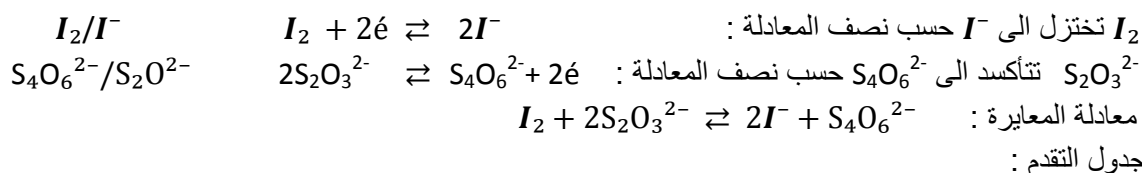
النوع الذي نعايره يسمى النوع المعايير (بالفتحة).

النوع الذي نعاير به يسمى النوع المعايير (بالكسرة). ويكون تركيزه معروف

عند التكافؤ يخفتي النوع المعايير و النوع المعايير كليا. كما أ، تفاعل المعايرة يجب ان يكون سريعا وتاما .

مثال: معايرة ثنائي اليود I_2 بواسطة أيون ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$.

نضيف تدريجيا ، الى محلول ثنائي اليود حجمه V_1 وتركيزه C_1 مجهول ،كمية من محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ تركيزه C_2 . فنلاحظ أنه عند اضافة الحجم V_2 اللون البني المميز لـ I_2 يخفتي نقول اننا حصلنا على التكافؤ .



معادلة التفاعل		$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-(aq)} \rightleftharpoons 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المواد (mol)			
الحالة البدئية	0	$n(I_2) = C_1V_1 = ?$	C_2V	0	0
خلال التحول	x	$n(I_2) - x$	$C_2V - 2x$	2x	x
الحالة النهائية	x	$n(I_2) - x_E$	$C_2V - 2x_E$	$2x_E$	x_E

تحديد كمية مادة I_2 عند التكافؤ :

$$n(I_2) - x_E = 0 \quad \text{لدينا :}$$

$$n(I_2) = \frac{C_2V_2}{2} \quad \text{نستنتج :} \quad C_2V_2 - 2x_E = 0$$

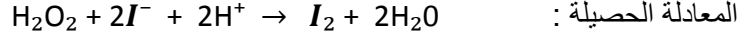
2- تطبيق : التتبع الزمني بواسطة المعايرة :

في هذه الفقرة نتتبع التفاعل من خلال تحديد كمية مادة اليود المتكون في كل لحظة وذلك بأخذ عينات من الوسط التفاعلي ومعايرتها .

2-1 النشاط التجريبي :

نضيف $V_2=50\text{ml}$ من محلول يودور البوتاسيوم (K^++I^-) تركيزه $C_2=0,1\text{mol}\cdot\ell^{-1}$ الى $V_1=50\text{ml}$ من الماء الأوكسجينى تركيزه $C_1=5,4\cdot 10^{-2}\text{mol}\cdot\ell^{-1}$ المحمض بـ 2ml من حمض الكبريتيك تركيزه $C=3\text{mol}\cdot\ell^{-1}$ ونشغل المقيت .

المزدوجتان المتفاعلتان هما :



2-2 معايرة I_2 المتكون :

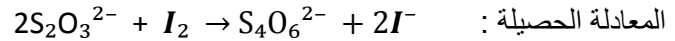
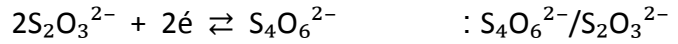
عند اللحظة t_1 نأخذ حجما $V=10\text{ml}$ من الخليط التفاعلي ونصبها في الكأس (1) ثم نضيف اليها الماء المثلج لكي نوقف تطور التفاعل ثم نعاير ثنائي اليود المتكون بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^++S_2O_3^{2-}$) ذي التركيز $C=0,1\text{mol}\cdot\ell^{-1}$.

نستعمل صبغ النشا الذي يعطي لونا أزقا فاقما بسبب وجود ثنائي اليود للكشف عن نقطة التكافؤ.

نسجل قيمة الحجم V_E اللزم صبه للحصول على التكافؤ .

نعيد نفس العملية لعينة أخرى من الخليط في تواريخ مختلفة .

معادلة التفاعل التي تحدث أثناء المعايرة :



70	60	50	40	30	20	15	10	6	2	t(min)
5,4	5,4	5,4	5,3	5,1	4,7	4,2	3,5	2,7	1,2	$V_E(\text{ml})$
										$X_t(\text{mmol})$

استثمار :

- 1- لماذا نخفف العينة المأخوذة مباشرة قبل معايرتها.
- 2- أنشئ جدول تطور لتفاعل المعايرة .
- 3- عبر عن كمية مادة ثنائي اليود المتكونة في العينة بدلالة الحجم V_E .
- 4- أنشئ جدول التطور للعينة بدلالة التقدم x وعن كمية مادة ثنائي اليود n_1 عند اللحظة t .
- 5- أحسب التقدم x_t عند كل لحظة في الخليط ، أتمم الجدول السابق واستنتج التقدم الأقصى x_{max} ،
- 6- خط المنحنى $x=f(t)$.

الحل

- 1- التخفيف ينقص التركيز والتبريد يخفض درجة الحرارة ، بالاعتماد على عاملين حركيين درجة الحرارة والتركيز نتوصل الى توقف تطور التفاعل .
- 2- انظر الفقرة السابقة.

$$n(I_2) = \frac{n(S_2O_3)}{2} = \frac{C_1 V_1 - x}{2} \quad \text{في الفقرة السابقة وجدنا :}$$

$$n(I_2) = \frac{C_2 V_2 - x}{2} \quad \text{جدول التطور لعينة حجمها } V=10\text{ml}$$

معايرة التفاعل		$H_2O_2(\text{aq}) + 2I^-(\text{aq}) + 2H^+(\text{aq}) \rightarrow I_2(\text{aq}) + 2H_2O(\ell)$				
حالة المجموعة		كميات المواد (mol)				
الحالة البدئية	0	$C_1 V_1$	$C_2 V_2$	بوفرة	0	بوفرة
خلال التطور	x	$C_1 V_1 - x$	$C_2 V_2 - x$	بوفرة	x	بوفرة
الحالة النهائية	x_{max}	$C_1 V_1 - x_{\text{max}}$	$C_2 V_2 - x_{\text{max}}$	بوفرة	x_{max}	بوفرة

نلاحظ من خلال الجدول أن $n(I_2)=x$ كمية مادة ثنائي اليود المتكون في العينة (أي في 10ml).

- 5- بالنسبة للخليط التفاعلي حجمه 100ml الذي يضم عشر عينات (10ml لكل عينة) نكتب:

$$x_t = 10x = 10n(I_2)$$

$$n(I_2) = \frac{C.VE}{2} \text{ نعلم أن:}$$

تصبح العلاقة السابقة:

$$x_t = 10 \times \frac{C.VE}{2} = 5C.VE$$

نتمم الجدول بتطبيق العلاقة السابقة :

70	60	50	40	30	20	15	10	6	2	t(min)
5,4	5,4	5,4	5,3	5,1	4,7	4,2	3,5	2,7	1,2	V _E (mℓ)
2,7	2,7	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1	1,7	1,3	0,6	x _t (mmol)

تبين نتائج الجدول أن التقدم النهائي يبقى ثابتاً ($x_{\max} = 2,7 \text{ mmol}$) انطلاقاً من اللحظة 50min.

6- x تمثل كمية مادة ثنائي اليود المتكون عند اللحظة t وهي تتغير بدلالة الزمن .

نمثل المنحنى $x=f(t)$ الذي يعطي تغيرات x بدلالة الزمن t.

III- السرعة الحجمية للتفاعل:

1- تعريف:

نعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة التالية :

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

v السرعة الحجمية يعبر عنها ب $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$

V حجم المحلول ويعبر عنه ب m^3 .

dx تغير التقدم x ويعبر عنه ب mol .

dt المدة الزمنية التي يستغرقها التغير ويعبر عنها ب s .

ملحوظة :

يمكن أن نعبر عن السرعة الحجمية باللتر ، يعبر عن السرعة الحجمية في هذه الحالة ب $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

إذا كان التحول بطئاً أو جد بطئاً يعبر عن السرعة الحجمية ب $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ أو $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

منتديات علوم الحياة و الأرض بأصيلة

www.svt-assilah.com