

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل

Suivi temorel d'une transformation- vitesse de réaction

1 التتبع الزمني لتحول كيميائي

يقتضي تتبع التطور الزمني لتحول كيميائي تحديد تركيب المجموعة في لحظات مختلفة. ويمكن أن نستعمل لهذا الغرض طرقا كيميائية أو فيزيائية.

1.1 الطريقة الكيميائية

ترتكز هذه الطريقة على معايرة نوع كيميائي ذي لون مميز (نشاط 1). وتتم عبر المراحل التالية:

- عند لحظة تاريخها $t = 0$ نخلط المتفاعلات، ونجزئ الخليط المتفاعل إلى عدة أجزاء.
- نأخذ تباعا وفي لحظات مختلفة جزءا من الخليط المتفاعل، ونعاير كمية مادة أحد المتفاعلات أو النواتج.
- يجب أن يكون تفاعل المعايرة تاما وسريعا وانتقائيا.
- نستنتج تقدم التفاعل ونحدد تركيب المجموعة.

ملحوظة:

- الطريقة الكيميائية سهلة لكن لها عيوب نذكر منها:
- تتم متابعة التحول بطريقة متقطعة؛
- تتطلب كميات مادة كبيرة؛
- يجب أن يكون تفاعل المعايرة سريعا جدا مقارنة مع التحول المدروس.

2.1 الطرق الفيزيائية

لتتبع تحول كيميائي بالطرق الفيزيائية تتبع المراحل التالية:

- نقيس تغيرات مقدار فيزيائي يرتبط بعلاقة بسيطة بكمية مادة أحد متفاعلات أو نواتج المجموعة.
- نستنتج كمية مادة المتفاعل أو الناتج، ونحدد تقدم التفاعل.
- نحدد تركيب المجموعة.

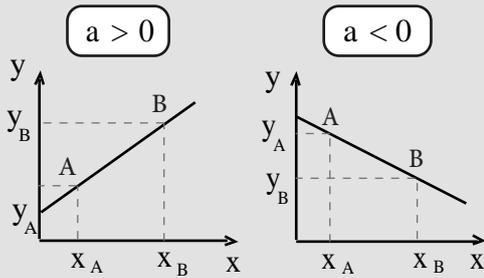
بعض الطرق الفيزيائية

- **التتبع بقياس الضغط:** تُستعمل هذه الطريقة عندما يكون أحد المتفاعلات أو النواتج في الحالة الغازية (تمرين 1).
- **التتبع بقياس الحجم:** تُستعمل هذه الطريقة عندما يكون أحد النواتج في الحالة الغازية (تمرين 2).
- **التتبع بقياس الموصلية:** تُستعمل هذه الطريقة عندما تتغير موصلية المحلول نتيجة اختفاء أو ظهور أيونات (تمرين 3).



نختار نقطتين- متباعدتين- A و B من المستقيم؛
نحدد الأفصولين $(X_B - X_A)$ ، والأرتوبين $(Y_B - Y_A)$
و $(Y_B - Y_A)$ للنقطتين A و B دون إغفال سلمي المحورين.
نحدد المعامل الموجه باستعمال العلاقة:

$$a = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$



ملحوظة: الطرق الفيزيائية أكثر نجاعة من الطريقة الكيميائية للأسباب التالية:

- الطرق الفيزيائية سريعة.
- تتطلب كميات مادة قليلة.
- تكون القياسات أكثر دقة.

2 السرعة الحجمية للتفاعل

1.2- تعريف

السرعة الحجمية للتفاعل v هي المشتقة الأولى بالنسبة للزمن لتقدم التفاعل x على حجم المحلول V_s ، وتعبيرها هو:

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

معادلة الأبعاد للعلاقة السابقة هي:

$$[v] = \frac{1}{L^3} \cdot \frac{N}{T} \quad \text{أي:} \quad [v] = \frac{1}{[V_s]} \cdot \frac{[x]}{T}$$

وحدة السرعة الحجمية للتفاعل في النظام العالمي للوحدات هي: $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$

2.2- تحديد السرعة الحجمية للتفاعل

لتحديد سرعة التفاعل عند لحظة t انطلاقاً من منحنى تغيرات تقدم التفاعل x

بدلالة الزمن نتبع المراحل التالية:

- نرسم المماس للمنحنى $x=f(t)$ عند اللحظة t ، ونحدد معامل الموجه.
- نحصل على قيمة السرعة الحجمية للتفاعل بقسمة قيمة المعامل على حجم المحلول.

تطبيق 1

يمثل منحنى الشكل 1 تغيرات تقدم تحول كيميائي بدلالة الزمن.

- 1- حدد السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=5\text{min}$ علماً أن حجم المحلول يساوي 100mL .
- 2- كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل مع الزمن؟ علل جوابك.
- 3- ما العامل الحراري المسؤول عن تغير سرعة التفاعل مع الزمن؟

ملحوظة: تتناقص السرعة الحجمية لتفاعل مع الزمن نتيجة تناقص تركيز المتفاعلات مع الزمن.

3 زمن نصف التفاعل

تعريف

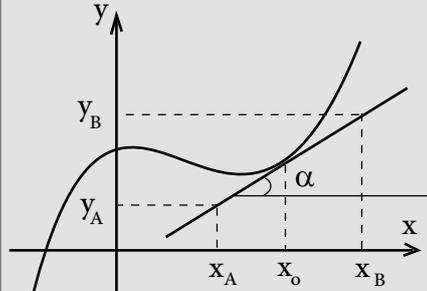
زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو المدة الزمنية اللازمة ليصبح تقدم التفاعل مساوياً

$$\text{لنصف قيمته النهائية} \left(x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \right)$$

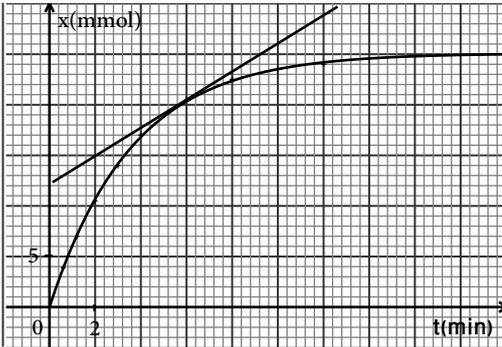
بالنسبة لتفاعل تام (كلي) يكون التقدم النهائي مساوياً للتقدم الأقصى ($x_f = x_{\max}$).

ماذا يمثل $f'(x_0)$ اشتقاق الدالة $f(x)$ عند النقطة ذات الأفصول x_0 ???

$f'(x_0)$ يمثل قيمة المعامل الموجه للمماس لمنحنى الدالة $y=f(x)$ عند النقطة ذات الأفصول $x = x_0$.



$$f'(x_0) = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \tan \alpha$$



شكل 1

ما الفائدة من معرفة زمن نصف التفاعل ???

- معرفة زمن نصف التفاعل تمكن من اختيار طريقة لتتبع التحول. تكون طريقة مناسبة لتتبع تحول كيميائي إذا كانت مدة القياس أصغر من $t_{1/2}$.
- زمن نصف التفاعل يعطي فكرة عن مدة التحول. تدوم التحولات الكيميائية مدة تساوي تقريباً $5t_{1/2}$.