

**الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.**

**المستوى:** السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات. **المجال:** التحولات الرتيبة. **الوحدة:** المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الإجمالية:** 6 سا + 3 أ م.

**مؤشرات الكفاءة:**

✎ يصنف التحولات الكيميائية حسب مدتها الزمنية.  
✎ يتحكم في استعمال جهاز قياس الناقلية الكهربائية لمعرفة تركيز محلول.  
✎ يستعمل منحنيات التطور الزمني لتعيين الزمن المميز والسرعة الحجمية.  
✎ يختار ويوظف عاملا حركيا لتسريع أو إبطاء تحول كيميائي.  
✎ يفسر دور الوسيط اعتمادا على بعض المفاهيم المدروسة.

**النشاطات المقترحة:**

✎ تجارب في المخبر للتمييز ولتصنيف التفاعلات من حيث مدة استغراقها.  
✎ عمل مخبري معايرة تفاعل حمض كلور الهيدروجين  $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$  مع معدن الزنك  $Zn_{(s)}$ .  
✎ عمل مخبري معايرة تفاعل الماء الاكسجيني  $H_2O_2$  مع محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ .

**مراحل سير الوحدة:****1- المدة المستغرقة لتحول كيميائي**

1-1 التحولات السريعة.

2-1 التحولات البطيئة.

3-1 التحولات البطيئة جدا.

**2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.**

1-2 بعض طرق المتابعة:

أ- عن طريق قياس الناقلية.

ب- عن طريق المعايرة اللونية.

2-2 سرعة التفاعل:

أ- سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل.

ب- زمن نصف التفاعل.

**3- العوامل الحركية.**

1-3 العوامل الحركية المؤثرة على سرعة التفاعل.

2-3 التفسير المجهرى.

**الوسائل المستعملة:**

✎ جهاز الكمبيوتر المحمول.  
✎ جهاز العرض.  
✎ مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

**المراجع:**

✎ الكتاب المدرسي.  
✎ الوثيقة المرافقة.  
✎ المنهاج.  
✎ وثائق من شبكة الأنترنت.

**التقويم:**

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

**ملاحظات:**

أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

WWW.TOUAHRIA.COM

**البطاقة التربوية رقم 01: المدة المستغرقة لتحول كيميائي.**

<b>المستوى:</b> السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.	<b>الأستاذ:</b> طواهرية عبد العزيز.
<b>المجال:</b> التحولات الرتيبة.	<b>نوع النشاط:</b> عمل مخبري.
<b>الوحدة:</b> المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.	<b>المدة الإجمالية:</b> 6 سا + 3 أ.م.
<b>الموضوع:</b> المدة المستغرقة لتحول كيميائي.	<b>المدة:</b> 2 سا.

**مؤشرات الكفاءة:**

يصف التحولات الكيميائية حسب مدتها الزمنية (تحولات سريعة، بطيئة و بطيئة جدا).

**النشاطات المقترحة:**

تجارب في المخبر للتمييز ولتصنيف التفاعلات من حيث مدة استغراقها:

**التجربة 01:** مزج محلول من برمنغنات البوتاسيوم (  $K^+$  ,  $MnO_4^-$  ) مع محلول من كبريتات الحديد الثنائي (  $Fe^{+2}$  ,  $SO_4^{-2}$  ) المحمض (موجود في وسط حمضي).

**التجربة 02:** إضافة بعض القطرات من محلول كرومات البوتاسيوم (  $2K^+$  ,  $CrO_4^{-2}$  ) الأصفر الى محلول شفاف من نترات الرصاص الثنائي (  $Pb^{+2}$  ,  $2NO_3^-$  ).

**التجربة 03:** إضافة محلول كلوريد الباريوم (  $Ba^{+2} + 2Cl^-$  )<sub>(aq)</sub> إلى محلول كبريتات الصوديوم (  $2Na^+ + SO_4^{-2}$  )<sub>(aq)</sub>.

**التجربة 04:** إضافة قطعة نحاس  $Cu_{(s)}$  الى محلول نترات الفضة (  $2Ag^+ + 2NO_3^-$  )<sub>(aq)</sub> عديم اللون (شفاف).

**التجربة 05:** إضافة قطعة من الزنك  $Zn_{(s)}$  الى محلول كبريتات النحاس الثنائي (  $Cu^{+2} + SO_4^{-2}$  )<sub>(aq)</sub>.

**التجربة 06:** نقوم بسكب محلول يود البوتاسيوم (  $K^+$  ,  $I^-$  )<sub>(aq)</sub> في اناء به محلول من الماء الاكسجيني (  $H_2O_{2(aq)}$  ).

**الوسائل المستعملة:**

- جهاز الكمبيوتر المحمول.
- جهاز العرض.

**المراجع:**

- الكتاب المدرسي.
- الوثيقة المرافقة.
- المنهاج.
- وثائق من شبكة الأنترنت.

**مراحل سير الدرس:****1- المدة المستغرقة لتحول كيميائي**

1.1- التحولات السريعة.

2.1- التحولات البطيئة.

3.1- التحولات البطيئة جدا.

**التقويم:**

- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.

**ملاحظات:**

أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية  
WWW.TOUAHRIA.COM

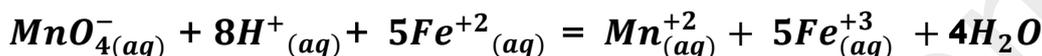
## - بطاقة التلميذ -

### 1- المدة المستغرقة لتحول كيميائي:

#### 1.1- التحولات السريعة:

##### تجربة 01:

نقوم بمزج محلول من برمنغنات البوتاسيوم (  $K^+$  ,  $MnO_4^-$  ) مع محلول من كبريتات الحديد الثنائي (  $Fe^{+2}$  ,  $SO_4^{-2}$  ) المحمض (موجود في وسط حمضي).



- ما لون محلول برمنغنات البوتاسيوم؟

- ما لون كبريتات الحديد الثنائي؟

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

**تجربة 02:** نضيف بعض القطرات من محلول كرومات البوتاسيوم (  $2K^+$  ,  $CrO_4^{-2}$  ) الى محلول من نترات

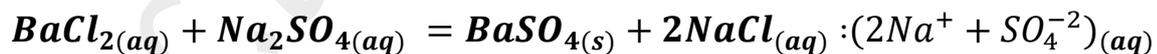


- ما لون محلول كرومات البوتاسيوم؟

- ما لون نترات الرصاص الثنائي؟

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

**تجربة 03:** نضيف محلول كلوريد الباريوم (  $Ba^{+2} + 2Cl^-$  ) الى محلول كبريتات الصوديوم



- ما لون محلول كلوريد الباريوم؟

- ما لون نترات كبريتات الصوديوم؟

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

### الاستنتاج:

## 2.1- التحولات البطيئة:

**تجربة 01:** إضافة قطعة نحاس  $Cu_{(s)}$  الى محلول نترات الفضة  $(2Ag^+ + 2NO_3^-)_{(aq)}$ .  

$$Cu_{(s)} + (2Ag^+ + 2NO_3^-)_{(aq)} = 2Ag_{(s)} + (Cu^{+2} + 2NO_3^-)_{(aq)}$$

- ما لون قطعة النحاس المستعملة؟
- ما لون محلول نترات الفضة؟
- ماذا تلاحظ بعد اضافة قطعة النحاس الى محلول نترات الفضة؟

**تجربة 02:** نضيف قطعة من الزنك  $Zn_{(s)}$  الى محلول كبريتات النحاس الثنائي  $(Cu^{+2} + SO_4^{-2})_{(aq)}$ .  

$$Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(s)} = Cu_{(s)} + Zn^{+2}_{(aq)}$$

- ما لون قطعة الزنك؟
- ما لون كبريتات النحاس الثنائي؟
- ماذا تلاحظ بعد مزج قطعة النحاس مع محلول كبريتات النحاس الثنائي؟

**تجربة 03:** نقوم بسكب محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)}, I^-_{(aq)})$  في اناء به محلول من الماء الاكسجيني  $(H_2O_{2(aq)})$ .



- ما لون محلول يود البوتاسيوم؟
- ما لون محلول الماء الأكسجيني؟
- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

**الاستنتاج:**

## 3.1- التحولات البطيئة جدا:

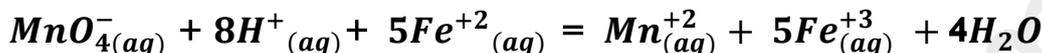
**واجب منزلي:** أوجد جميع الثنائيات الداخلة في التفاعلات السابقة.

## - بطاقة الأستاذ -

### 1- المدة المستغرقة لتحول كيميائي:

#### 1.1- التحولات السريعة:

**تجربة 01:** نقوم بمزج محلول من برمنغنات البوتاسيوم (  $K^+$  ,  $MnO_4^-$  ) مع محلول من كبريتات الحديد الثنائي (  $Fe^{+2}$  ,  $SO_4^{-2}$  ) المحمض (موجود في وسط حمضي).



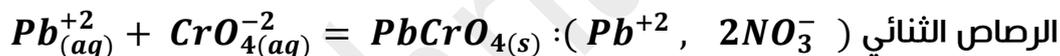
- ما لون محلول برمنغنات البوتاسيوم؟ **لونه بنفسجي.**

- ما لون كبريتات الحديد الثنائي؟ **لونه أخضر فاتح.**

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

**نلاحظ أن اللون البنفسجي لمحلول برمنغنات البوتاسيوم يزول عند مزج المحلولين مباشرة.**

**تجربة 02:** نضيف بعض القطرات من محلول كرومات البوتاسيوم (  $2K^+$  ,  $CrO_4^{-2}$  ) الى محلول من نترات

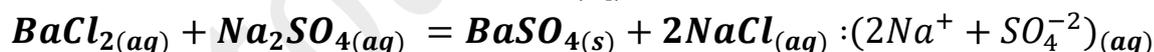


- ما لون محلول كرومات البوتاسيوم؟ **لونه أصفر.**

- ما لون نترات الرصاص الثنائي؟ **عديم اللون (شفاف).**

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟ **تشكل راسب أصفر مباشرة عند تلامس المحلولين.**

**تجربة 03:** نضيف محلول كلوريد الباريوم (  $Ba^{+2} + 2Cl^-$  ) الى محلول كبريتات الصوديوم



- ما لون محلول كلوريد الباريوم؟ **عديم اللون (شفاف).**

- ما لون نترات كبريتات الصوديوم؟ **عديم اللون (شفاف).**

- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟ **تشكل راسب أبيض مباشرة عند تلامس المحلولين.**

**الاستنتاج:** التحولات السريعة هي التحولات التي تحدث بمجرد **التلامس بين المتفاعلات**؛ بحيث لا يمكننا تتبع

تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس المعتادة والمتوفرة في المخبر.

**بالإضافة الى:** تفاعلات المعايرة، تفاعلات الترسيب، بعض التفاعلات أكسدة-إرجاع، احتراق الميثان وتفاعلات الانفجار.

**ملاحظة مهمة:** يستدل على سرعة التفاعل من سرعة تغير لون الدليل المستخدم في الدراسة.



أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

WWW.TOUAHRIA.COM

## 2.1- التحولات البطيئة:

**تجربة 01:** إضافة قطعة نحاس  $Cu_{(s)}$  الى محلول نترات الفضة  $(2Ag^+ + 2NO_3^-)_{(aq)}$ .

$$Cu_{(s)} + (2Ag^+ + 2NO_3^-)_{(aq)} = 2Ag_{(s)} + (Cu^{+2} + 2NO_3^-)_{(aq)}$$

- ما لون قطعة النحاس المستعملة؟ **حمراء.**
- ما لون محلول نترات الفضة؟ **عديم اللون.**
- ماذا تلاحظ بعد اضافة قطعة النحاس الى محلول نترات الفضة؟

**تشكل راسب من معدن الفضة  $Ag_{(s)}$  (في مدّة قدرها 30 دقيقة).**

**تجربة 02:** نضيف قطعة من الزنك  $Zn_{(s)}$  الى محلول كبريتات النحاس الثنائي  $(Cu^{+2} + SO_4^{-2})_{(aq)}$ .

$$Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(s)} = Cu_{(s)} + Zn^{+2}_{(aq)}$$

- ما لون قطعة الزنك؟ **بيضاء.**
- ما لون كبريتات النحاس الثنائي؟ **أزرق.**
- ماذا تلاحظ بعد مزج قطعة النحاس مع محلول كبريتات النحاس الثنائي؟

**تشكل تدريجي لراسب من النحاس  $(Cu_{(s)})$ .**

**تجربة 03:** نقوم بسكب محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)}, I^-_{(aq)})$  في اناء به محلول من الماء الاكسجيني  $(H_2O_{2(aq)})$ .



- ما لون محلول يود البوتاسيوم؟ **عديم اللون (شفاف).**
- ما لون محلول الماء الأكسجيني؟ **أزرق فاتح.**
- ماذا تلاحظ بعد مزج المحلولين؟

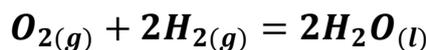
**يظهر تدريجيا اللون البني الناتج عن تشكل ثنائي اليود  $(I_2)$ .**

**الاستنتاج:** التحولات البطيئة هي التي تستغرق من **عدة ثوان إلى عدة ساعات**، بحيث يمكن تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس المتوفرة في المخبر.

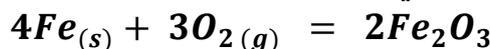
## 3.1- التحولات البطيئة جدا:

هي التحولات التي يدوم تطورها **عدة أيام أو عدة أشهر**، نقول حينئذ أن الجملة عاطلة حركيا.  
مثل:

- تفاعل غاز الأكسجين مع غاز الهيدروجين لتكوين الماء لا يحصل في الأحوال العادية حتى ولو بقيا في وعاء واحد أياما عديدة.



- تكون الصدأ الذي ينتج عن تآكل الحديد (في وجود الرطوبة).



**بالإضافة الى:** تحولات التخمر، تحولات الأسترة. والتحليل الذاتي للماء الاكسجيني.  
**واجب منزلي:** أوجد جميع الثنائيات الداخلة في التفاعلات السابقة.

**البطاقة التربوية رقم 02: المدة المستغرقة لتحول كيميائي.**

<b>المستوى:</b> السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.	<b>الأستاذ:</b> طواهرية عبد العزيز.
<b>المجال:</b> التحولات الرتيبة.	<b>نوع النشاط:</b> عمل مخبري.
<b>الوحدة:</b> المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.	<b>المدة الاجمالية:</b> 6 سا + 3 أ م.
<b>الموضوع:</b> المدة المستغرقة لتحول كيميائي.	<b>المدة:</b> 2 سا.

**مؤشرات الكفاءة:**

يتحكم في استعمال جهاز قياس الناقلية الكهربائية لمعرفة تركيز محلول.

**النشاطات المقترحة:**

- تفاعل حمض كلور الهيدروجين  $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$  مع معدن الزنك  $Zn_{(s)}$ . (قياس الناقلية)
- تفاعل الماء الاكسجيني  $H_2O_2$  مع محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ . (معايرة لونية)

**الوسائل المستعملة:**

- جهاز الكمبيوتر المحمول.
- جهاز العرض.
- مختلف أدوات المخبر.
- المراجع:
  - الكتاب المدرسي.
  - الوثيقة المرافقة.
  - المنهاج.
  - وثائق من شبكة الأنترنت.

**مراحل سير الدرس:****2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.****1.2- بعض طرق المتابعة:**

- أ- عن طريق قياس الناقلية.
- ب- عن طريق المعايرة اللونية.

**التقويم:**

- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.

**ملاحظات:**

أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية  
WWW.TOUAHRIA.COM

## - بطاقة التلميذ -

### 2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي:

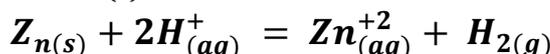
تهدف الحركة الكيميائية إلى المتابعة الزمنية لتحول كيميائي بمراقبة كميات المادة المتبقية للمتفاعلات أو المتشكلة للنواتج في لحظات مختلفة، لتحديد التقدم  $x(t)$  لغرض معرفة تركيب الجلمة في أية لحظة.

#### 1.2- بعض طرق المتابعة:

**أ- الطريقة الفيزيائية:** تستعمل هذه الطريقة عندما تكون إحدى المقادير الفيزيائية القابلة للقياس في الوسط التفاعلي تتعلق بتركيز بعض الأنواع الكيميائية الموجودة في الوسط التفاعلي:

#### - المتابعة عن طريق قياس الناقلية:

يتفاعل حمض كلور الهيدروجين  $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$  مع معدن الزنك  $Zn_{(s)}$  وفق تحول تام ينمذج وفق المعادلة التالية :



في اللحظة  $t = 0$  نضع كتلة  $m = 1g$  من الزنك ونضيف لها  $v = 40ml$  من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي  $C = 0,5 mol.l^{-1}$  ولمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث نقيس الناقلية النوعية للمزيج ، النتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول التالي:

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$\sigma (S.m^{-1})$	21,5	17,5	14,25	12	10,5	9,1	8,2	7,5	7,25	7
$x(mmol)$										

1 - برّر لماذا يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي بطريقة قياس الناقلية؟

2- أرسم البروتوكول التجريبي الذي مكنا من الحصول على نتائج الجدول السابق.

3 - لماذا تتناقص الناقلية النوعية مع مرور الزمن.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4 - أحسب الكمية الابتدائية للمتفاعلات.

كمية مادة الزنك:

كمية مادة حمض كلور الماء:

5 - أنجز جدول التقدم للتفاعل ثم أحسب التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المحد.

معادلة التفاعل					
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة mol			
الابتدائية	$x(t) = 0$				
الانتقالية	$x(t) = x_t$				
النهائية	$x(t) = x_f$				

6 - بين أن عبارة الناقلية النوعية للمزيج تعطى بالعلاقة :  $\sigma = -1550x + 21,5$

7 - أكمل الجدول ثم ارسم البيان  $x = f(t)$ .

8- هل انتهى التفاعل عند اللحظة  $t = 900s$  ؟

9- حدد تركيب المزيج التفاعل لها  $t = 700s$ .

**الاستنتاج:**

**المعطيات:**

$$M(\text{Zn}) = 65,4g \cdot \text{mol}^{-1} \quad \lambda(\text{H}^+) = 35,5ms \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{Zn}^{+2}) = 9ms \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad \lambda(\text{Cl}^-) = 7,5ms \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

## ب- الطريقة الكيميائية:

## - المتابعة عن طريق المعايرة اللونية :

ترتكز على معايرة أحد الأنواع الكيميائية الذي يتميز بلونه . وهي طريقة سهلة.

- خطوات إيجاد كمية المادة بهذه الطريقة:

1- نعاير في لحظات مختلفة حجما من المزيج التفاعلي حجمه ثابت ، بتفاعل سريع لتحديد كمية مادة النوع الكيميائي الناتج.

2- ننجز جدول التقدم. ثم نستخرج علاقة التقدم  $x(t)$  في أية لحظة بدلالة كمية مادة النوع الكيميائي المعاير.

3- نستنتج تركيب الجملة الكيميائية في أية لحظة.

- الخواص الأساسية لتفاعل المعايرة:

1- أن يكون التفاعل تاماً وسريعاً.

2- أن يكون وحيدا أي عدم تتدخل التفاعلات الثانوية فيه.

3- أن نتمكن من تحديد نقطة التكافؤ بدقة.

نحضر محلولاً (s) بمزج  $V_1 = 100m$  من الماء الأكسجيني  $H_2O_2$  تركيزه المولي  $C_1 = 4,5.10^{-2} mol.l^{-1}$

مع حجم  $V_2 = 100ml$  من محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C_2 =$

$2.10^{-1} mol.l^{-1}$ . تعطى الثنائيتان:  $(I_2/I^-)$  ،  $(H_2O_2/H_2O)$

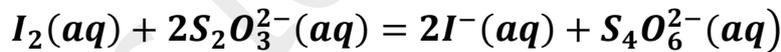


نقسم المحلول (s) على عدة أنابيب متماثلة كل منها يحتوي على حجم  $V = 20ml$  وفي اللحظة  $t = 4min$

نضيف إلى الأنبوب الأول الماء وقطع من الجليد ثم نعاير ثنائي اليود  $I_{2(aq)}$  المتشكل بواسطة ثيوكبريتات

الصوديوم  $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C = 1,0mol.l^{-1}$  نكرر التجربة السابقة كل أربع دقائق مع

بقية الأنابيب، علما أن حجم الثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ هو  $V_E$ .



1- أكمل بيانات البروتوكول التجريبي:

التفاعل الرئيسي:

تفاعل المعايرة:

$V_2$   $V_1$

$(K^+ + I^-)$   $H_2O_2$

$V_T =$

$\dots \times (V_p = 20ml)$

تكرر العملية مع الأنابيب العشرة كل أربع دقائق فنحصل على القيم في الجدول التالي:

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
$V_E ml$	/	5	7,5	8,5	8,8	9	9	9	9	9
$n'(I_2) mmol$										
$n(I_2) mmol$										
$x (mmol)$										
$n(H_2O_2) mmol$										
$n(I^-) mmol$										

2- انشئ جدول التقدم للتفاعل المدروس.

معادلة التفاعل		كميات المادة بوحدة mol			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل				
الابتدائية	$x(t) = 0$				
الانتقالية	$x(t) = x_t$				
النهائية	$x(t) = x_f$				

3- العلاقة بين كمية مادة ثنائي اليود  $n'(I_2)$  في اناء المعايرة وكمية مادة ثنائي اليود  $n(I_2)$  الموجودة في المزيج ككل:

4- أكمل جدول النتائج السابق. ماذا تستنتج؟

الاستنتاج:

لهذه الطريقة بعض العيوب من أهمها:

- 1- يجب أن يكون تفاعل المعايرة سريعا أمام التحول الكيميائي المدروس .
- 2- تنجز الدراسة بصفة متقطعة كما أننا نتعامل مع كميات كبيرة .
- 3- تتم العملية علي عينات تأخذ من الوسط التفاعلي .

## - بطاقة الأستاذ -

### -2 المتابعة الزمنية لتحول كيميائي:

تهدف الحركية الكيميائية إلى المتابعة الزمنية لتحول كيميائي بمراقبة كميات المادة المتبقية للمتفاعلات أو المتشكلة للنواتج في لحظات مختلفة، لتحديد التقدم  $x(t)$  لغرض معرفة تركيب الجلمة في أية لحظة.

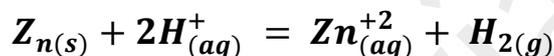
#### 1.2- بعض طرق المتابعة:

##### أ- الطريقة الفيزيائية:

تستعمل هذه الطريقة عندما تكون إحدى المقادير الفيزيائية القابلة للقياس في الوسط التفاعلي تتعلق بتركيز بعض الأنواع الكيميائية الموجودة في الوسط التفاعلي:

##### - المتابعة عن طريق قياس الناقلية:

يتفاعل حمض كلور الهيدروجين  $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$  مع معدن الزنك  $Zn_{(s)}$  وفق تحول تام ينمذج وفق المعادلة التالية :



في اللحظة  $t = 0$  نضع كتلة  $m = 1g$  من الزنك ونضيف لها  $v = 40ml$  من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي  $C = 0,5 mol.l^{-1}$  ولمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث نقيس الناقلية النوعية للمزيج ، النتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول التالي:

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$\sigma$ ( $S.m^{-1}$ )	21,5	17,5	14,25	12	10,5	9,1	8,2	7,5	7,25	7
$x(mmol)$	0	2,58	4,67	6,13	7.1	8	8,6	9,03	9,2	9,35

1- برّر لماذا يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي بطريقة قياس الناقلية؟

وجود شوارد في المحلول:  $H^+_{(aq)}$  ،  $Zn^{2+}_{(aq)}$  ،  $Cl^-_{(aq)}$

2- أرسم البروتوكول التجريبي الذي مكنا من الحصول على نتائج الجدول السابق.

3- لماذا تتناقص الناقلية النوعية مع مرور الزمن.

بسبب أن الناقلية النوعية المولية للشوارد المختلفة

$H^+$  أكبر من الناقلية النوعية المولية للشوارد  $Zn^{2+}$

النتيجة أي :

$$\lambda_{H^+_{(aq)}} > \lambda_{Zn^{2+}_{(aq)}}$$

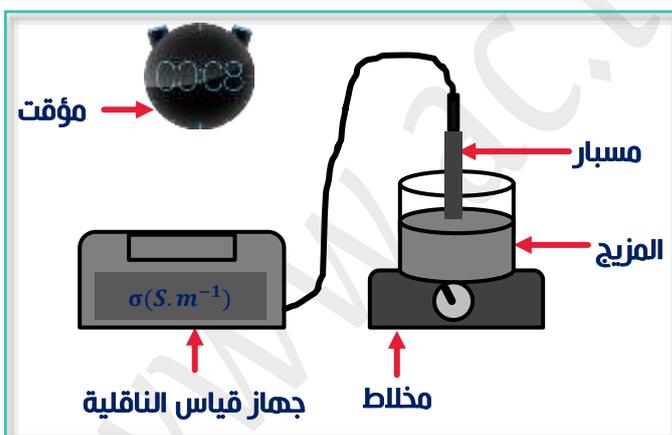
كما أنه يخفي 2 مول من  $H^+$  ليتشكل 1 مول من  $Zn^{2+}$  .

4- أحسب الكمية الابتدائية للمتفاعلات .

$$n_0(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{1}{65,4} = 1,53.10^{-2} mol$$

$$n_1(HCl) = C.V = (0,5). (0,04) = 2.10^{-2} mol$$

5- أنجز جدول التقدم للتفاعل ثم أحسب التقدم الأعظمي واستنتج المتفاعل المحد.



معادلة التفاعل		$Zn_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ = Zn_{(aq)}^{+2} + H_{2(g)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة mol			
الابتدائية	$x(t) = 0$	$n_0$	$n_1$	0	0
الانتقالية	$x(t) = x_t$	$n_0 - x_t$	$n_1 - 2x_t$	$x_t$	$x_t$
النهائية	$x(t) = x_f$	$n_0 - x_f$	$n_1 - 2x_f$	$x_f$	$x_f$

من الحالة النهائية وبما أن التفاعل تام:

$$n_0 - x_{max} = 0 \Rightarrow n_0 = x_{max} = 1,53 \cdot 10^{-2} mol$$

$$n_1 - 2x_{max} = 0 \Rightarrow n_1 = 2x_{max} \Rightarrow x_{max} = \frac{n_1}{2} = 10^{-2} mol$$

ومنه  $x_{max} = 10^{-2} mol$  المتفاعل المحد هو شوارد الهيدروجين  $H^+$

6- بين أن عبارة الناقلية النوعية للمزيج تعطى بالعلاقة:  $\sigma = -1550x + 21,5$

$$\sigma = \lambda_{Zn_{(aq)}^{+2}} \cdot [Zn_{(aq)}^{+2}] + \lambda_{H_{(aq)}^+} \cdot [H_{(aq)}^+] + \lambda_{Cl_{(aq)}^-} \cdot [Cl_{(aq)}^-]$$

$$[H_{(aq)}^+] = \frac{n(H_{(aq)}^+)}{V} \Rightarrow [H_{(aq)}^+] = \frac{n_1 - 2X_t}{V}$$

$$[Zn_{(aq)}^{+2}] = \frac{n(Zn_{(aq)}^{+2})}{V} \Rightarrow [Zn_{(aq)}^{+2}] = \frac{X_t}{V}$$

$$[Cl_{(aq)}^-] = \frac{n(Cl_{(aq)}^-)}{V} \Rightarrow [Cl_{(aq)}^-] = \frac{n_1}{V}$$

$$\sigma = \lambda_{Zn_{(aq)}^{+2}} \cdot \frac{X_t}{V} + \lambda_{H_{(aq)}^+} \cdot \frac{n_1 - 2X_t}{V} + \lambda_{Cl_{(aq)}^-} \cdot \frac{n_1}{V}$$

$$\sigma = \lambda_{Zn_{(aq)}^{+2}} \cdot \frac{X_t}{V} + \lambda_{H_{(aq)}^+} \cdot \frac{n_1}{V} - \lambda_{H_{(aq)}^+} \cdot \frac{2X_t}{V} + \lambda_{Cl_{(aq)}^-} \cdot \frac{n_1}{V}$$

$$\sigma = \frac{X_t}{V} (\lambda_{Zn_{(aq)}^{+2}} - 2\lambda_{H_{(aq)}^+}) + \frac{n_1}{V} (\lambda_{H_{(aq)}^+} + \lambda_{Cl_{(aq)}^-})$$

$$\sigma = \frac{X_t}{4 \cdot 10^{-2}} (9 - 2(35,5)) + \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} (35,5 + 7,5)$$

$$\sigma = -1550x + 21,5$$

7- أكمل الجدول ثم ارسم البيان  $x = f(t)$

من العلاقة السابقة نجد أن:  $x = \frac{21,5 - \sigma}{1550}$

8- هل انتهى التفاعل عند اللحظة  $t = 900s$ ؟

التفاعل لم ينتهي لأن  $x_f = 9,35 \cdot 10^{-3} mol$  و  $x_f < x_{max}$

9- حدد تركيب المزيج التفاعل لها  $t = 700s$ .

من جدول التقدم في الحالة الانتقالية: حيث  $x_{t=700s} = 9,03 \cdot 10^{-3} mol$

$$n_t(Zn) = n_0 - X_t = 1,53 \cdot 10^{-2} - 9 \cdot 10^{-3} = 6,2 \cdot 10^{-3} mol$$

$$n_t(H^+) = n_1 - 2X_t = 2 \cdot 10^{-2} - 2(9 \cdot 10^{-3}) = 2 \cdot 10^{-2} mol$$

$$n_t(Zn^{+2}) = n_t(H_2) = x_t = 9 \cdot 10^{-3} mol$$

الاستنتاج: نستنتج أن قياس الناقلية النوعية  $\sigma$  للوسط التفاعلي عند كل لحظة يمكننا من المتابعة المستمرة

لتطور جملة كيميائية تحتوي على شوارد.

المعطيات:  $M(Zn) = 65,4 g \cdot mol^{-1}$  ،  $\lambda(H^+) = 35,5 ms \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$

$$\lambda(Zn^{+2}) = 9 ms \cdot m^2 \cdot mol^{-1} ، \lambda(Cl^-) = 7,5 ms \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$$

## ب- الطريقة الكيميائية:

- المتابعة عن طريق المعايرة اللونية : تركز على معايرة أحد الأنواع الكيميائية الذي يتميز بلونه.

## - خطوات إيجاد كمية المادة بهذه الطريقة:

1- نعاير في لحظات مختلفة حجما من الوسط التفاعلي حجمه ثابت ، بتفاعل سريع لتحديد كمية مادة النوع الكيميائي الناتج.

2- نجز جدول التقدم ثم نستخرج علاقة التقدم  $x(t)$  في أية لحظة بدلالة كمية مادة النوع الكيميائي المعاير.

3- نستنتج تركيب الجملة الكيميائية في أية لحظة.

## - الخواص الأساسية لتفاعل المعايرة:

1- أن يكون التفاعل تآمماً وسريعاً.

2- أن يكون وحيداً أي عدم تدخل التفاعلات الثانوية فيه.

3- أن نتمكن من تحديد نقطة التكافؤ بدقة.

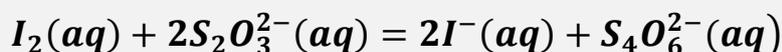
نحضر محلولاً (s) بمزج  $V_1 = 100ml$  من الماء الأكسجيني  $H_2O_2$  تركيزه المولي  $C_1 = 4,5 \cdot 10^{-2} mol.l^{-1}$  مع حجم  $V_2 = 100ml$  من محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C_2 = 2 \cdot 10^{-1} mol.l^{-1}$ . تعطى الثنائيتان:  $(I_2/I^-)$  ،  $(H_2O_2/H_2O)$



نقسم المحلول (s) على عدة أنابيب متماثلة كل منها يحتوي على حجم  $V = 20ml$  وفي اللحظة  $t = 4min$

نضيف إلى الأنبوب الأول الماء وقطع من الجليد ثم نعاير ثنائي اليود  $I_2(aq)$  المتشكل بواسطة ثيوكبريتات

الصوديوم  $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C = 1,0 mol.l^{-1}$  نكرر التجربة السابقة كل أربع دقائق مع بقية الأنابيب، علماً أن حجم الثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ هو  $V_E$ .



1- أكمل بيانات البروتوكول التجريبي:

**التفاعل الرئيسي:**

$$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2I^-(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$$

**تفاعل المعايرة:**

$$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) = 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

محلول ثيوكبريتات الصوديوم C  
 $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$

سحاحة حامل  
قطرات من مطبوخ النشأ  
كأس بيشر  
المزيج التفاعلي  
قضيب مغناطيسي  
مخلط

**حجم التكافؤ**

**حجم**

$V_2$	$V_1$
100ml	100ml

**تفاعل المعايرة:**

$(K^+ + I^-)$      $H_2O_2$

$V_T = 200ml$

**تشكل ثنائي  $I_2$  ذي اللون البني**

**إضافة الماء البارد والجليد**

$10 \times (V_p = 20ml)$

**المعايرة**

تكرر العملية مع الأنابيب العشرة كل أربع دقائق فنحصل على القيم في الجدول التالي:

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
$V_E ml$	/	5	7,5	8,5	8,8	9	9	9	9	9
$n'(I_2) mmol$	0	0,25	0,37	0,42	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
$n(I_2) mmol$	0	2,5	3,7	4,2	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$x (mmol)$	0	2,5	3,7	4,2	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$n(H_2O_2) mmol$	4,5	2	0,8	0,3	0,1	0	0	0	0	0
$n(I^-) mmol$	20	15	12,6	11,6	11,2	11	11	11	11	11

2- انشئ جدول التقدم للتفاعل المدروس.

معادلة التفاعل		$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2I^-(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$				
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة mol				
الابتدائية	$x(t) = 0$	$n_1$	بوفرة	$n_2$	0	بوفرة
الانتقالية	$x(t) = x_t$	$n_1 - x_t$	بوفرة	$n_2 - 2x_t$	$x_t$	بوفرة
النهائية	$x(t) = x_f$	$n_1 - x_f$	بوفرة	$n_2 - 2x_f$	$x_f$	بوفرة

الموجودة في  $n(I_2)$  في اثناء المعايرة وكمية مادة ثنائي اليود  $3n'(I_2)$  - العلاقة بين كمية مادة ثنائي اليود

المزيج ككل:

$$C(I_2) = C'(I_2) \Rightarrow \frac{n(I_2)}{V_T} = \frac{n'(I_2)}{V_p} \Rightarrow \frac{n(I_2)}{10V_p} = \frac{n'(I_2)}{V_p} \Rightarrow n_t(I_2) = 10n_t'(I_2)$$

$(V_T = 200ml, V_p = 20ml)$

4- أكمل جدول السابق. ماذا تستنتج؟ حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات:

$$n_1 = C_1 \cdot V_1 \quad n_1 = (4,5 \cdot 10^{-2}) \cdot (0,1) \quad n_1 = 4,5 \text{ mmol}$$

$$n_2 = C_2 \cdot V_2 \quad n_2 = (2 \cdot 10^{-1}) \cdot (0,1) \quad n_2 = 20 \text{ mmol}$$

مثال: مكونات المزيج التفاعلي عن اللحظة  $t = 8 \text{ min}$

$$n_t(I_2) = x_t \quad n_t(I_2) = 3,7 \text{ mmol}$$

(لاحظ الجدول السابق عن  $t = 8 \text{ min}$ )

$$n_t(H_2O_2) = n_1 - x_t \quad n_t(H_2O_2) = 4,5 - 3,7 \quad n_t(H_2O_2) = 0,8 \text{ mmol}$$

$$n_t(I^-) = n_2 - 2x_t \quad n_t(I^-) = 20 - 2(3,7) \quad n_t(I^-) = 12,6 \text{ mmol}$$

الاستنتاج:

يمكننا متابعة تطور تحول كيميائي يتميز أحد مكوناته (متفاعل أو ناتج) بلونه عن طريق المعايرة اللونية.

لهذه الطريقة بعض العيوب من أهمها:

- 1- يجب أن يكون تفاعل المعايرة سريعا أمام التحول الكيميائي المدروس .
- 2- تنجز الدراسة بصفة متقطعة كما أننا نتعامل مع كميات كبيرة .
- 3- تتم العملية علي عينات تأخذ من الوسط التفاعلي .

**البطاقة التربوية رقم 03: سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل.**

<p><b>المستوى:</b> السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.</p> <p><b>المجال:</b> التحولات الرتيبة.</p> <p><b>الوحدة:</b> المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.</p> <p><b>الموضوع:</b> سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل.</p>	<p><b>الأستاذ:</b> طواهرية عبد العزيز.</p> <p><b>نوع النشاط:</b> نظري.</p> <p><b>المدة الاجمالية:</b> 6 سا + 3 أ م.</p> <p><b>المدة:</b> 2 سا.</p>
<p><b>مؤشرات الكفاءة:</b></p> <p>☞ يستعمل منحنيات التطور الزمني لتعيين الزمن المميز والسرعة الحجمية.</p> <p>☞ يعرف زمن نصف التفاعل.</p>	
<p><b>النشاطات المقترحة:</b></p> <p>☞ استغلال منحنيات المتابعة بالمعايرة اللونية في حساب سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل.</p> <p>☞ استغلال منحنيات المتابعة بالمعايرة اللونية في تحديد زمن نصف التفاعل <math>t_{1/2}</math>.</p>	
<p><b>المراجع:</b></p> <p>☞ الكتاب المدرسي.</p> <p>☞ الوثيقة المرافقة.</p> <p>☞ المنهاج.</p> <p>☞ وثائق من شبكة الأنترنت.</p>	<p><b>الوسائل المستعملة:</b></p> <p>☞ جهاز الكمبيوتر المحمول.</p> <p>☞ جهاز العرض.</p>
<p><b>التقويم:</b></p> <p>- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.</p>	<p><b>مراحل سير الدرس:</b></p> <p><b>2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.</b></p> <p><b>2.2- سرعة التفاعل:</b></p>
<p><b>ملاحظات:</b></p>	<p>أ- سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل.</p> <p>ب- زمن نصف التفاعل.</p>



## 2- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي:

## 2.2- سرعة التفاعل:

## أ- سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل:

ب- زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ : هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي:  $x_{t_{1/2}} = \frac{x_f}{2}$

## نشاط:

اعتمادا نتائج الجدول النشاط السابق (المتابعة بالمعايرة اللونية) نتحصل على المنحنيات التالية:

1- أحسب سرعة التفاعل  $v$  وسرعة اختفاء الماء الأكسجيني  $v_{H_2O_2}$  وسرعة اختفاء شوارد اليود  $v_{I^-}$  عند اللحظة  $t = 4 \text{ min}$

2- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}$  والسرعة الحجمية لاختفاء الماء الأكسجيني  $v_{vol(H_2O_2)}$  والسرعة الحجمية لاختفاء شوارد اليود  $v_{vol(I^-)}$  عند نفس اللحظة.

3- اوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  باستعمال مختلف المنحنيات.

## حل النشاط:

$$1- \text{ سرعة التفاعل } v: v = \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2,5-0,7}{4-0} = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

- سرعة اختفاء الماء الأكسجيني  $v_{H_2O_2}$ :

$$v_{H_2O_2} = -\frac{dn_{H_2O_2}}{dt} = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{2-3,8}{4-0} = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$- \text{ سرعة اختفاء شوارد اليود } v_{I^-}: v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{14,8-18,4}{4-0} = 9 \cdot 10^{-1} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$2- \text{ السرعة الحجمية للتفاعل } v_{vol}: v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{0,2} \cdot \frac{2,5-0,7}{4-0} = 2,25 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$$

- السرعة الحجمية لاختفاء الماء الأكسجيني  $v_{vol(H_2O_2)}$ :

$$v_{vol(H_2O_2)} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn_{H_2O_2}}{dt} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{1}{0,2} \cdot \frac{2-3,8}{4-0} = 2,25 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$$

- السرعة الحجمية لاختفاء شوارد اليود  $v_{vol(I^-)}$ :

$$v_{vol(I^-)} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn_{I^-}}{dt} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{1}{0,2} \cdot \frac{14,8-18,4}{4-0} = 4,5 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$$

3- من أي بيان نجد:  $t_{1/2} \approx 3,2 \text{ min}$

## واجب منزلي:

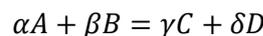
من بيان تطور الناقلية النوعية  $\sigma = f(t)$  أحسب سرعة التفاعل  $v$  في اللحظة  $t = 200 \text{ s}$ .

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$\sigma$ ( $s \cdot m^{-1}$ )	21,5	17,5	14,25	12	10,5	9,1	8,2	7,5	7,25	7
$x(\text{mmol})$	0	2,58	4,67	6,13	7,1	8	8,6	9,03	9,2	9,35

## 2.2- سرعة التفاعل:

## أ- سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل:

نعتبر التحول الكيميائي المنمذج بمعادلة التفاعل التالية:



- **سرعة التفاعل  $v$** : هي مشتق تقدم التفاعل بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

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

حيث  $\frac{dx}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $x = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **سرعة تشكل نوع كيميائي  $v_C$** : هي مشتق كمية مادة النوع الكيميائي المتشكل بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_C = \frac{dn_C}{dt}$$

حيث  $\frac{dn_C}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $n_C = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **سرعة اختفاء نوع كيميائي  $v_A$** : هي مشتق كمية مادة النوع الكيميائي المختفي بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_A = -\frac{dn_A}{dt}$$

حيث  $\frac{dn_A}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $n_A = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}$** : هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

حيث  $\frac{dx}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $x = f(t)$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

- **السرعة الحجمية لتشكيل نوع كيميائي  $v_{V(C)}$** : هي سرعة تشكل النوع الكيميائي  $C$  في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_{vol(C)} = \frac{1}{V} \frac{dn_C}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$$

حيث  $[C]$  يمثل تركيز النوع الكيميائي  $C$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

- **سرعة اختفاء نوع كيميائي  $v_{V(A)}$** : هي سرعة اختفاء النوع الكيميائي  $A$  في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

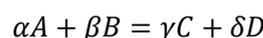
$$v_{vol(A)} = -\frac{1}{V} \frac{dn_A}{dt} = -\frac{d[A]}{dt}$$

حيث  $[A]$  يمثل تركيز النوع الكيميائي  $A$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

## 2.2- سرعة التفاعل:

## أ- سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل:

نعتبر التحول الكيميائي المنمذج بمعادلة التفاعل التالية:



- **سرعة التفاعل  $v$** : هي مشتق تقدم التفاعل بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

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

حيث  $\frac{dx}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $x = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **سرعة تشكل نوع كيميائي  $v_C$** : هي مشتق كمية مادة النوع الكيميائي المتشكل بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_C = \frac{dn_C}{dt}$$

حيث  $\frac{dn_C}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $n_C = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **سرعة اختفاء نوع كيميائي  $v_A$** : هي مشتق كمية مادة النوع الكيميائي المختفي بالنسبة للزمن وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_A = -\frac{dn_A}{dt}$$

حيث  $\frac{dn_A}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $n_A = f(t)$  عند لحظة  $t$ .

- **السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}$** : هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

حيث  $\frac{dx}{dt}$  يمثل مماس المنحنى  $x = f(t)$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

- **السرعة الحجمية لتشكيل نوع كيميائي  $v_{V(C)}$** : هي سرعة تشكل النوع الكيميائي  $C$  في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

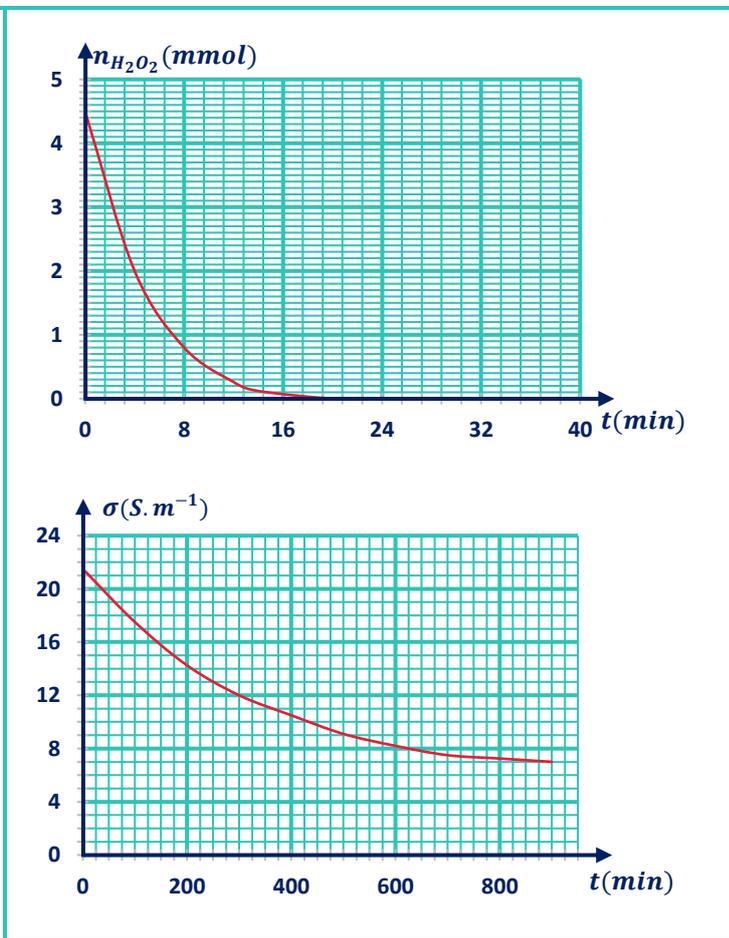
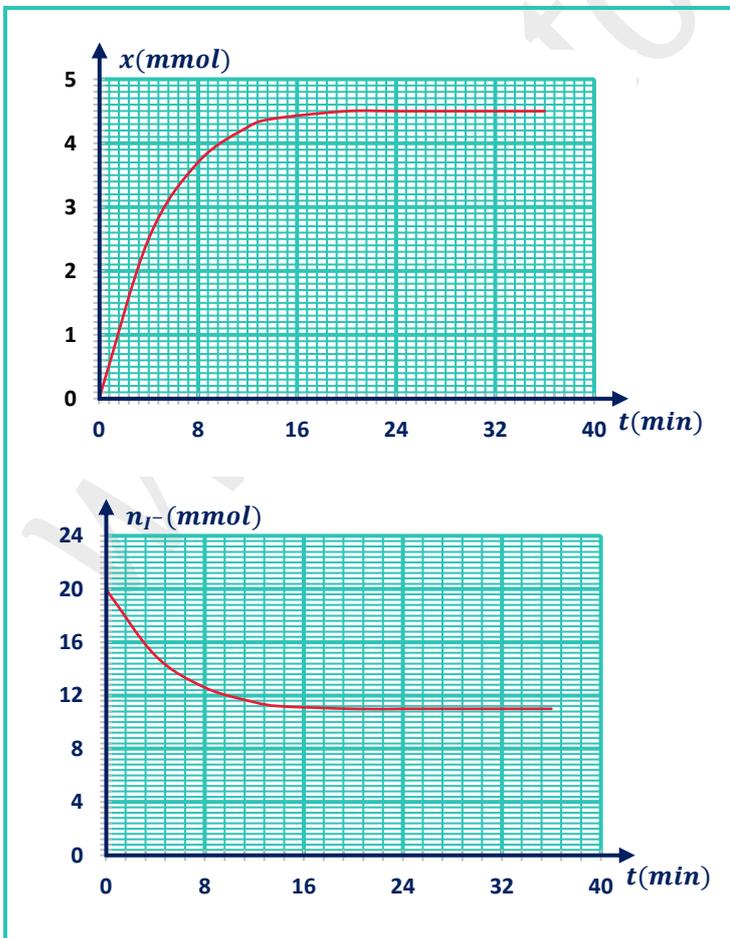
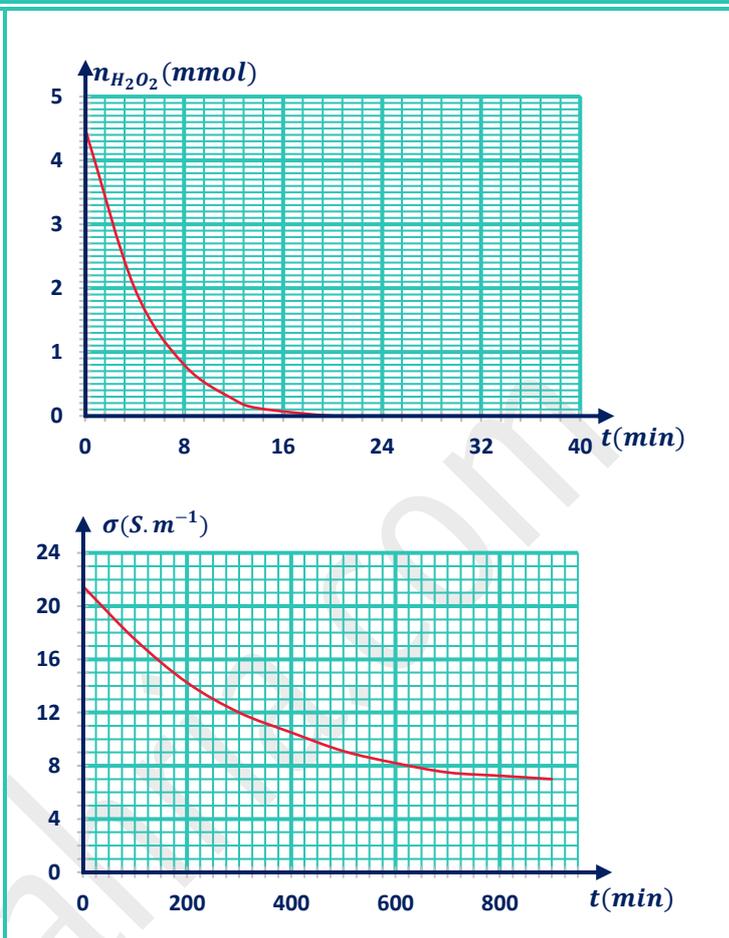
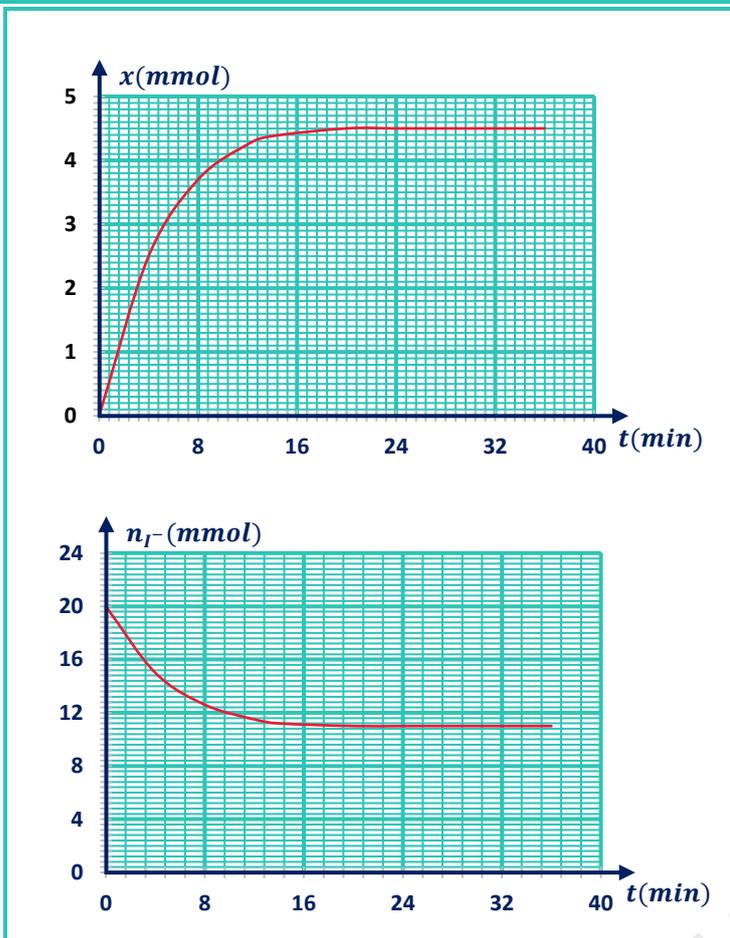
$$v_{vol(C)} = \frac{1}{V} \frac{dn_C}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$$

حيث  $[C]$  يمثل تركيز النوع الكيميائي  $C$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.

- **سرعة اختفاء نوع كيميائي  $v_{V(A)}$** : هي سرعة اختفاء النوع الكيميائي  $A$  في وحدة الحجم وتعطى بالعلاقة التالية:

$$v_{vol(A)} = -\frac{1}{V} \frac{dn_A}{dt} = -\frac{d[A]}{dt}$$

حيث  $[A]$  يمثل تركيز النوع الكيميائي  $A$  عند لحظة  $t$  و  $V$  حجم المزيج التفاعلي.



**البطاقة التربوية رقم 04: العوامل الحركية.**

<p><b>المستوى:</b> السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.</p> <p><b>المجال:</b> التحولات الرتيبة.</p> <p><b>الوحدة:</b> المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.</p> <p><b>الموضوع:</b> العوامل الحركية.</p>	<p><b>الأستاذ:</b> طواهرية عبد العزيز.</p> <p><b>نوع النشاط:</b> عمل مخبري.</p> <p><b>المدة الاجمالية:</b> 6 سا + 3 أ م.</p> <p><b>المدة:</b> 2 سا.</p>
<p><b>مؤشرات الكفاءة:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>يختار ويوظف عاملا حركيا لتسريع أو ابطاء تحول كيميائي.</li> <li>يفسر دور الوسيط اعتمادا على بعض المفاهيم المدروسة.</li> </ul>	
<p><b>النشاطات المقترحة:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>تجارب في المخبر أو محاكاة لمعرفة مدى تأثير العوامل الحركية على سرعة التفاعل.</li> </ul>	
<p><b>المراجع:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>الكتاب المدرسي.</li> <li>الوثيقة المرافقة.</li> <li>المنهاج.</li> <li>وثائق من شبكة الأنترنت.</li> </ul>	<p><b>الوسائل المستعملة:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>جهاز الكمبيوتر المحمول.</li> <li>جهاز العرض.</li> </ul>
<p><b>التقويم:</b></p> <p>- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.</p>	<p><b>مراحل سير الدرس:</b></p> <p><b>3- العوامل الحركية:</b></p> <p>1.3- العوامل الحركية المؤثرة على سرعة التفاعل.</p>
<p><b>ملاحظات:</b></p>	<p>أ- درجة الحرارة.</p> <p>ب- التركيز الابتدائي للمتفاعلات.</p> <p>ج- مساحة سطح التلامس.</p> <p>د- الوسيط.</p> <p>هـ- عوامل أخرى.</p> <p>2.3- التفسير المجبري.</p>



**أكاديمية طواهرية**  
للعلوم الفيزيائية  
WWW.TOUAHRIA.COM

**3- العوامل الحركية:****1.3- العوامل الحركية المؤثرة على سرعة التفاعل:**

**العامل الحركي:** نسمي عاملا حركيا كل ما يغير في سرعة التفاعل.

**أ- درجة الحرارة:** عامل حركي له تأثير كبير على مدة تحول جملة كيميائية.

- تزداد سرعة تطور جملة كيميائية كلما ارتفعت درجة الحرارة.

- يمكن جعل تطور جملة كيميائية بطيئا بخفض درجة حرارتها كما يمكن جعله سريعا برفع درجة حرارتها.

- يمكن توقيف التفاعل وذلك بوضع الجملة الكيميائية في حمام جليدي.

**ب- تركيز المتفاعلات:** وهو أيضا عامل حركي له تأثير كبير على مدة تحول جملة كيميائية.

- كلما زاد التركيز الابتدائي للمتفاعلات، كلما كان التفاعل أسرع وكانت المدة المستغرقة أقل.

- عند اضافة الماء المقطر الى المزيج التفاعلي الابتدائي (عملية التخفيف) تتناقص سرعة التفاعل.

**ج- عامل سطح التلامس:** إن زيادة سطح التلامس بين المتفاعلات يجعل التفاعل يتم بسرعة أكبر.

- تختلف سرعة التفاعل عند استعمال قطعة ممتاسكة من الحديد عن سرعة التفاعل عند استعمال برادة الحديد.

**د- الوسيط:** نوع كيميائي يسرع التفاعل الكيميائي دون أن يظهر في معادلة التفاعل ولا يغير في الحالة

النهائية للجملة الكيميائية (كمية النواتج والمتفاعلات في نهاية التفاعل).

**هـ- عوامل اخرى:**

**-عامل الضغط:** زيادة الضغط تنقص المسافة بين الجزيئات مما يؤدي إلى حدوث تصادمات مثل صناعة غاز النشادر

ان اتحاد الهيدروجين مع الازوت يتم بصعوبة لذا يستخدم من اجل ذلك ضغط شديد.

**- عامل الضوء:** تحتاج بعض التفاعلات الكيميائية إلى الضوء لحدوثها أو تسريعها مثل : عملية التركيب الضوئي.

**2.3- التفسير المجهرى:**

ينتج التفاعل الكيميائي عن الاصطدامات الفعالة للأفراد الكيميائية ( ذرات ، جزيئات ، شوارد) المتفاعلة حيث

تنكسر الروابط لتشكل روابط أخرى بسبب الطاقة الحركية الكافية للأفراد وكذلك لتوجيهها المناسب.

**تأثير العوامل الحركية على التصادم:**

**1- عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة تكون حركة الأفراد الكيميائية كبيرة ويكون تواتر الاصطدامات الفعالة**

أكبر بحيث يكون التحول أسرع.

**2- كلما كان عدد الافراد الكيميائية في وحدة الحجم اكبر ( التركيز المولي الابتدائي) كان تواتر الاصطدامات**

الفعالة أكبر، وكان التحول أسرع.

**التصادم الفعال:** هو التصادم الذي ينتج عنه تفاعل كيميائي.

**شروط التصادم الفعال (المثمر):**

**1- أن تتخذ الجزيئات المتصادمة الوضع المناسب من حيث المسافة والاتجاه.**

**2- أن لا تقل طاقة الجزيئات المتصادمة عن الطاقة المنشطة.**