

## البطاقة التربوية للوحدة

الأستاذ: .....

الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول  
كيميائي ( 12 ساعة )

المجال: التطورات الرتيبة

## مؤشرات الكفاءة:

- ♦ يصنف التحولات حسب مدتها الزمنية
- ♦ يوظف منحنيات المتابعة تحول كيميائي ويعرف زمن نصف التفاعل
- ♦ يختار ويوظف عاملا حركيا لتسريع أو إبطاء تحول كيميائي

## تدرج تعلمات الوحدة:

- ♦ تصنيف التحولات الكيميائية زمنيا
- ♦ طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي
- ♦ العوامل الحركية

## توزيع المحتوى المفاهيمي و المعرفي على الحصص التربوية:

عدد الحصص	المحتوى المفاهيمي و المعرفي	المراجع والوسائل المستعملة	التقويم
حصتين 2سا	1- أنواع التحولات 1-1 التحول السريع 2-1 التحول البطئ 3-1 التحول البطيء جدا	<b>المراجع:</b> الكتاب المدرسي . الوثيقة المرافقة . المنهاج . دليل الأستاذ . الإنترنت . كتب خارجية .	
6 حصص 6سا	2- طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي 1-2 المتابعة عن طريق المعايرة اللونية 2-2 المتابعة عن طريق قياس الناقلية 3-2 سرعة التفاعل و زمن نصف التفاعل.	<b>الوسائل المستعملة:</b> محاكاة جهاز العرض . زجاجيات مختلفة مواد كيميائية	تأمين من سلسلة الوحدة
2 سا	3- العوامل الحركية 1-3 التركيز الابتدائي 2-3 درجة الحرارة 3-3 الوسيط 4-3 التفسير المجهرى		
2 سا	تقويم الوحدة (مناقشة النقائص باختصاص)		

## تذكير بالمكتسبات القبلية

### 1. قوانين كمية المادة $n(mol)$

في الحالة الغازية

$$n = \frac{V_g}{V_M}$$

$V_g$  : حجم الغاز (L)  
 $V_M$  : الحجم المولي، (L/mol)

في حالة محلول

$$n = C.V$$

C: التركيز المولي ( $L^{-1} \cdot mol$ )  
V: حجم المحلول (L)

في جميع حالات المادة

$$n = \frac{m}{M}$$

m: كتلة العينة بـ (g)  
M: الكتلة المولية الجزيئية ( $g \cdot mol^{-1}$ )

### 2. التركيز والكتلة الحجمية

الكتلة الحجمية

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m: كتلة المادة ككل (g)  
V: حجم المادة (L)

التركيز الكتلي

$$C_m = \frac{m}{V}$$

m: كتلة المادة المنحلة (g)  
V: حجم المحلول (L)

التركيز المولي لمحلول تجاري

$$C = \frac{10.P.d}{M}$$

P: درجة النقاوة %  
d: كثافة المحلول التجاري.

### 3. جدول التقدم

ليكن التفاعل الكيميائي الممنهج بالمعادلة:  $\alpha A + \beta B = \delta C + \gamma D$

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x (mol)$	$\alpha A + \beta B = \delta C + \gamma D$			
		كميات المادة بالمول (mol)			
الحالة الابتدائية	$x = 0$	$n_o(A)$	$n_o(B)$	0	0
الحالة الإنتقالية	$x(t)$	$n_o(A) - \alpha x$	$n_o(B) - \beta x$	$\delta x$	$\gamma x$
الحالة النهائية	$x_f$	$n_o(A) - \alpha x_f$	$n_o(B) - \beta x_f$	$\delta x_f$	$\gamma x_f$

- ✓ تقدم التفاعل هو عدد مرات حدوث التفاعل الكيميائي
- ✓ المتفاعل المحد: هو المتفاعل الذي تستهلك كمية مادته قبل كل المتفاعلات الأخرى.
- ✓ التقدم النهائي  $x_f$ : هو قيمة التقدم لما تتوقف الجملة الكيميائية عن التطور.
- ✓ التقدم الأعظمي  $x_{max}$ : هو قيمة التقدم الموافق لاستهلاك المتفاعل المحد.
- ✓ نقول عن المزيج أنه في شروط ستوكيومترية إذا انتهت كمية مادة المتفاعلات معا في الحالة النهائية و يتحقق هذا من أجل:  $\frac{n_o(A)}{\alpha} = \frac{n_o(B)}{\beta}$
- ✓ التقدم النهائي للتفاعل هو قيمة تجريبية أما التقدم الأعظمي فمأهو لإقيمة نظرية توافق إنتهاء كمية أحد المتفاعلين أو كلاهما.

ملاحظة: حالة التفاعل التام  $x_f = x_{max}$  / حالة التفاعل غير التام  $x_f < x_{max}$

#### 4. الناقلية في المحاليل الشاردية

↳ علاقة الناقلية بخلية القياس

$$G = \sigma \frac{S}{L} = \sigma K$$

K: ثابت خلية قياس الناقلية (m)

$\sigma$ : الناقلية النوعية (S/m)

↳ علاقة الناقلية بمقاومة المحلول:

هي قدرة المحلول الشاردي على نقل التيار الكهربائي، وهي عكس المقاومة.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

G: ناقلية المحلول (السيمنس S)

R: مقاومة المحلول الشاردي (الأوم  $\Omega$ )

I: شدة التيار (الأمبير A)

U: التوتر بين طرفي اللبوسين (الفولط V)

#### 5. الناقلية النوعية لمحاليل الشاردية

هي مقدار فيزيائي تميز المحلول الشاردي تتعلق بطبيعة (التركيز) ونوع المحلول (نوع الشوارد).

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$$

$\lambda$ : الناقلية النوعية الشاردية (المولية) ( $S \cdot m^2 / mol$ )

$[X_i]$ : تركيز الشاردة  $X_i$  ب ( $mol / m^3$ )

إذا كانت  $\lambda (mS \cdot m^2 / mol)$  نأخذ التركيز المولي ب ( $mol / L$ )

ملاحظة مهمة  
في الحسابات

#### 6. تفاعلات الأكسدة إرجاع

**مفهوم المؤكسد (Oxydant):** هو كل فرد كيميائي قادر على **اكتساب** إلكترون أو أكثر خلال التحول الكيميائي فنقول أنه حدث له **عملية إرجاع** ونعبر عنها بالمعادلة النصفية للإرجاع:



**مفهوم المرجع (Réducteur):** هو كل فرد كيميائي قادر على **فقدان** إلكترون أو أكثر خلال التحول الكيميائي فنقول أنه حدث له **عملية أكسدة** ونعبر عنها بالمعادلة النصفية للأكسدة:



**تفاعل الأكسدة إرجاع:** يحدث فيه انتقال إلكترون ( $e^-$ ) أو أكثر من **المرجع (1)** للثنائية الأولى

(  $Ox_1 / Red_1$  ) إلى **المؤكسد (2)** للثنائية الثانية: (  $Ox_2 / Red_2$  ) .

## 7. خطوات موازنة معادلة في تفاعلات الأكسدة إرجاع

- 1) نوازن كل العناصر الكيميائية بالضرب في المعاملات الستوكيومترية ماعدا الأوكسجين O و الهيدروجين H
- 2) نوازن ذرات الأوكسجين O بإضافة جزيئات الماء  $H_2O$
- 3) نوازن ذرات الهيدروجين H بإضافة شاردة الهيدروجين  $H^+$  أو  $H_3O^+$
- 4) نوازن الشحنة الكهربائية بإضافة الإلكترونات
- 5) نقوم بجمع المعادلتين النصفيتين.

### ملاحظات:

- لا تظهر الإلكترونات في معادلة التفاعل لتفاعل الأكسدة إرجاع بل تظهر في المعادلات النصفية فقط.
- المعادلة الإجمالية تكون فيها الأعداد الستوكيومترية أصغر.

متى نوازن المعادلات النصفية بشوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$  ؟ إذا وجدت حالة من الحالتين التاليتين:

- وجود شوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$  في الشائيات المشاركة في التفاعل ، مثل :  $(H_3O^+ / H_2)$ .
- في حالة وجود شوارد هيدرونيوم في معادلة التفاعل مسبقا.

كيف نوازن المعادلات النصفية بشوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$  ؟

أولا : نوازن المعادلة النصفية بشوارد  $H^+$  ثانيا : نستبدل شوارد  $H^+$  بـ  $H_3O^+$

ثالثا : نضيف جزيئات الماء للطرف الثاني بقدر عدد شوارد  $H^+$  المضافة

## 8. قانون التمديد

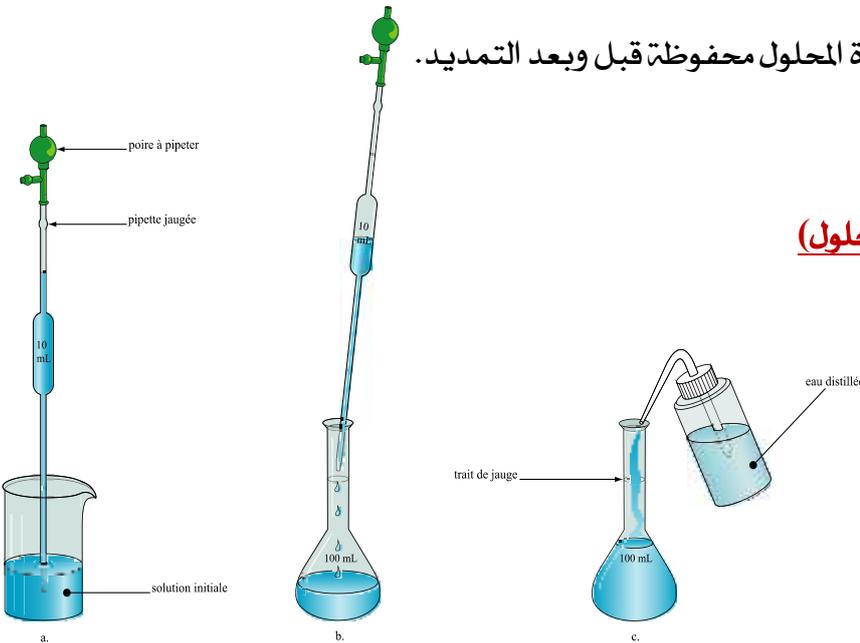
الهدف من عملية التمديد والتقليل من تركيز المحاليل المركز بإضافة الماء المقطر.

نص قانون التمديد: تبقى كمية مادة المحلول محفوظة قبل وبعد التمديد.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

معامل التمديد (عدد مرات تخفيف المحلول)

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$



## البطاقة التربوية للحصة التعليمية 01

الموضوع: أنواع التحولات الكيميائية

الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

المجال: التطورات الرتيبة

## مؤشرات الكفاءة:

◆ يتعرف على أنواع التحولات الكيميائية (سريعة، بطيئة، بطيئة جدا)

## فالموسائل /الأدوات و الوثائق المستعملة:

◆ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

◆ أنابيب اختبار- بيشر- محاليل محلول برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$  ، محلول كبريتات الحديد الثنائي  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  ، محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الكبريت المركز  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، محلول كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	مايقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
1سا	1- تذكير ببعض المكتسبات 2- أنواع التحولات 1-1. التحول السريع	نشاط تجريبي 01 (البطاقة 01)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	إثارة تشويق التلميذ وتوجيه الإجابات التركيز على احتياطات الأمن في المخبر	
30د	2-1. التحول البطئ	نشاط تجريبي 02 (البطاقة 02)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	توجيه الإجابات وتصحيحها والتركيز على هذه الفقرة	
30د	3-1. التحول البطيء جدا	نشاط تجريبي 02 (البطاقة 02)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	شرح باستعمال أشرطة فيديو لإختصار الوقت	

**الموضوع:** المدة الزمنية المستغرقة في تحول كيميائي

**الوحدة 01:** المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

**المجال:** التطورات الرتيبة



**الإشكالية:**

بواسطة العين أو بواسطة طرق قياس معينة يمكننا ملاحظة تشكل أو اختفاء نوع كيميائي معين خلال بعض التحولات كيميائية بين الحال الابتدائية والنهائية. فهل تستغرق التحولات الكيميائية نفس المدة الزمنية لتصل إلى حالتها النهائية؟

**الأدوات والمواد المستعملة:**

كؤوس بيشر ، أنابيب اختبار ، مخلوط مغناطيسي، محلول برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$  ، محلول كبريتات الحديد الثنائي  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  ، محلول ثيوكبيريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الكبريت المركز  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، محلول كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$

❖ **النشاط التجريبي 01:** تفاعل  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$  مع  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$ .

ضع فوق مخلوط مغناطيسي بشر به 20mL من محلول كبريتات الحديد الثنائي  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، ثم أضف له قطرات من حمض الكبريت المركز ، بعد تجانس المحلول أضف له دفعة واحدة 5mL من برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ .

1- ماذا تلاحظ؟

2- أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي. إذا علمت أن الثنائيات الدخلة في التفاعل هي:  $(MnO_4^- / Mn^{2+})$  (  $Fe^{3+} / Fe^{2+}$  ) (الإجابة تكون في الجدول المرفق)

❖ **النشاط التجريبي 02:** تفاعل  $H_2C_2O_4(aq)$  مع  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ .

ضع فوق مخلوط مغناطيسي بشر به 20mL من حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  ، ثم أضف له قطرات من حمض الكبريت المركز ثم أضف له دفعة واحدة 5mL من برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ .

1- ماذا تلاحظ؟

2- أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي.  $(CO_2 / H_2C_2O_4); (MnO_4^- / Mn^{2+})$ .

❖ **النشاط التجريبي 03:** تفاعل  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  مع  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ .

نسكب في كأس بيشر 10mL من محلول ثيوكبيريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  و 10mL من محلول حمض كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ .

1- ماذا تلاحظ؟

2- أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي.  $(SO_2 / S_2O_3^{2-}); (S_2O_3^{2-} / S)$ .

المعادلة الإجمالية المنمذجة للتحويل الكيميائي	الملاحظة	
..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	التجربة 01
..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	التجربة 02
..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	التجربة 03

❖ صنف التفاعلات السابقة إلى سرعة وبطيئة في الجدول التالي (ضع علامة x في الخانة المناسبة):

التجربة 03	التجربة 02	التجربة 01	
			تفاعل سريع
			تفاعل بطيء

### نتائج تجريبية:

تصنف التحولات الكيميائية إلى ثلاث أنواع حسب مدتها الزمنية :

1- **التحولات السريعة** : هو تحول .....متابعته بالعين وبأجهزة القياس نعتبره لحظيا، حيث يبلغ هذا التحول ..... مباشرة بعد تلامس.....

.....  
**أمثلة:**.....

2- **التحولات البطيئة**: هو تحول ..... متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق .....،.....  
.....

.....  
**أمثلة:**.....

3- **التحولات البطيئة جدا**: هو تحول ..... متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق .....  
..... ونقول في هذه الحالة أن الجملة .....

.....  
**أمثلة:**.....

**الموضوع:** المدة الزمنية المستغرقة في تحول كيميائي

**الوحدة 01:** المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

**المجال:** التطورات الرتيبة



**الإشكالية:**

بواسطة العين أو بواسطة طرق قياس معينة يمكننا ملاحظة تشكل أو إختفاء نوع كيميائي معين خلال بعض التحولات كيميائية بين الحال الابتدائية والنهائية. فهل تستغرق التحولات الكيميائية نفس المدة الزمنية لتصل إلى حالتها النهائية؟

**الأدوات والمواد المستعملة:**

كؤوس بيشر ، أنابيب اختبار ، مخلوط مغناطيسي، محلول برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$  ، محلول كبريتات الحديد الثنائي  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  ، محلول ثيوكبيريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  ، حمض الكبريت المركز  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، محلول كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$

❖ **النشاط التجريبي 01:** تفاعل  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$  مع  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$ .

ضع فوق مخلوط مغناطيسي بشر به 20mL من محلول كبريتات الحديد الثنائي  $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$  ، ثم أضف له قطرات من حمض الكبريت المركز ، بعد تجانس المحلول أضف له دفعة واحدة 5mL من برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ .

3 ماذا تلاحظ؟

4 أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي. إذا علمت أن الثنائيات الدخلة في التفاعل هي:  $(MnO_4^- / Mn^{2+}) (Fe^{3+} / Fe^{2+})$  (الإجابة تكون في الجدول المرفق)

❖ **النشاط التجريبي 02:** تفاعل  $H_2C_2O_4(aq)$  مع  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ .

ضع فوق مخلوط مغناطيسي بشر به 20mL من حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  ، ثم أضف له قطرات من حمض الكبريت المركز ثم أضف له دفعة واحدة 5mL من برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ .

3 ماذا تلاحظ؟

4 أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي.  $(CO_2 / H_2C_2O_4); (MnO_4^- / Mn^{2+})$

❖ **النشاط التجريبي 03:** تفاعل  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  مع  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ .

نسكب في كأس بيشر 10mL من محلول ثيوكبيريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  و 10mL من محلول حمض كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ .

3 ماذا تلاحظ؟

4 أكتب معادلة الإجمالي المنمذجة للتحول الكيميائي.  $(SO_2 / S_2O_3^{2-}); (S_2O_3^{2-} / S)$

المعادلة الإجمالية المنمذجة للتحويل الكيميائي	الملاحظة	
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O(l)$ $5 \times (Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-)$ <hr/> $MnO_4^- + 8H^+ + 5Fe^{2+} = Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O(l)$	<p>نلاحظ زوال اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات لحظة مزج المحلولين مباشرة.</p> 	التجربة 01
$5 \times (H_2C_2O_4 = 2CO_2(g) + 2H^+ + 2e^-)$ $2 \times (MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O(l))$ <hr/> $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$	<p>نلاحظ إختفاء اللون البنفسجي لمحلول برمنغنات البوتاسيوم تدريجياً مع مرور الزمن</p> 	التجربة 02
$S_2O_3^{2-} + H_2O(l) = 2SO_2(g) + 2H^+ + 4e^-$ $S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 4e^- = 2S(s) + 3H_2O(l)$ <hr/> $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = S(s) + SO_2(g) + H_2O(l)$	<p>نلاحظ أن المزيج يتلون تدريجياً بمرور الزمن ويبطئ بلون حليبي مصفر لتشكل الكبريت الصلب <math>S(s)</math>.</p> 	التجربة 03

❖ صنف التفاعلات السابقة إلى سرعة وبطيئة في الجدول التالي (ضع علامة × في الخانة المناسبة):

التجربة 03	التجربة 02	التجربة 01	
		×	تفاعل سريع
×	×		تفاعل بطيء

### نتائج تجريبية:

تصنف التحويلات الكيميائية إلى ثلاث أنواع حسب مدتها الزمنية :

4. **التحويلات السريعة:** هو تحول لا يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس نعتبره لحظياً، حيث

يبلغ هذا التحول نهايته مباشرة بعد تلامس المتفاعلات.

**أمثلة:** تفاعلات الانفجار - تفاعلات الترسيب - تفاعلات المعايرة.

5. **التحويلات البطيئة:** هو تحول يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق ثواني، دقائق

أو ساعات.

**أمثلة:** تفاعلات الأكسدة - التفكك الذاتي للماء الأوكسجيني  $H_2O_2$

6. **التحويلات البطيئة جداً:** هو تحول يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق أيام، أشهر

أو أعوام، ونقول في هذه الحالة أن الجملة عاطلة حركياً.

**أمثلة:** صدأ الحديد - تفاعلات الأسترنة ...

## البطاقة التربوية للحصة التعليمية 02

الموضوع: طرق المتابعة الزمنية  
لتحول كيميائي.الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول  
كيميائي

المجال: التطورات الرتيبة

مؤشرات الكفاءة:

- ◆ يتقن طرق المتابعة لتحول كيميائي.
- ◆ يرسم ويوظف المنحنيات في تحديد زمن نصف التفاعل و سرعة التفاعل.

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- ◆ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ + كتاب مدرسي
- ◆ أنابيب اختبار- بيشر- محاليل- مخلوط مغناطيسي - سحاحة .

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
45د	2- طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي 1- التعرف على طرق المتابعة الزمنية		مناقشة وتصنيف طرق المتابعة	إثارة تشويق وتذكيرهم بمكتسباتهم	
90د	1-2- المتابعة عن طريق المعايرة اللونية	نشاط تجريبي 01	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	التركيز على الأمن في المخبر توجيه الإجابات وتصحيحها	
90د	3-2- المتابعة عن طريق قياس الناقلية	نشاط تجريبي 02	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	توجيه الإجابات وتصحيحها	
90د	4-2- سرعة التفاعل و زمن نصف التفاعل.		التمرن	الشرح	

## البطاقة التربوية للحصة التعليمية 02

الموضوع: طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

المجال: التطورات الرتيبة

## 1- التعرف على طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

من أجل المتابعة الزمنية لتحول كيميائي يكون من الضروري معرفة تركيب المزيج (متفاعلات ونواتج) في كل لحظة، حيث توجد عدة طرق تمكننا من تتبع التحولات زمنيا تصنف إلى:

- ❖ طرق كيميائية: هذه الطرق نقوم فيها بهدم المزيج الأصلي من أجل تتبع تطوره زمنيا
- ❖ طرق فيزيائية: هذه الطرق تحافظ على المزيج الأصلي كما نستخدم فيها أجهزة قياس مختلفة.

نلخص هذه الطرق في المخطط الموالي: (يطبع يقدم للتلاميذ كملخص



## طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

## طرق فيزيائية

## طرق كيميائية

## قياس pH

## قياس الناقلية G

## المعايرة اللونية

تستعمل هذه الطريقة في حالة وجود شوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+$  تتطور في المزيج التفاعلي.

تستعمل هذه الطريقة في حالة وجود شوارد تتطور في المزيج التفاعلي

تستعمل هذه الطريقة لمتابعة نوع الكيميائي (متفاعل أو ناتج) باستعمال تفاعل معايرة مناسب

نعتمد على العلاقة

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

خاصة بالوحدة الرابعة

نعتمد على عبارة الناقلية النوعية  $\sigma$  لإيجاد علاقة مع تقدم التفاعل

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$$

عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستوكيومتري.

$$\frac{n_o(A)}{\alpha} = \frac{n_o(B)}{\beta}$$

**الموضوع:** المتابعة عن طريق المعايرة اللونية.

**الوحدة 01:** المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

**المجال:** التطورات الرتيبة



**الإشكالية:**

المعايرة اللونية تمكننا من إيجاد تركيز محلول مجهول وهذا ما رأيناه في العام الماضي . ولكن كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق المعايرة اللونية؟

**الأدوات والمواد المستعملة:**

سحاحة مدرجة- كؤوس بيشر- مخلوط مغناطيسي- محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  - محلول بيروكسوديكبريتات  $(2Na^+ + S_2O_8^{2-})_{(aq)}$  - محلول يود البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)_{(aq)}$  - صمغ النشاء - ماء مقطر- جليد.

**العمل التجريبي 01:**

**المرحلة الأولى:** التفاعل الرئيسي

في اللحظة  $t = 0$  نمزج في بيشرحما قدره  $V_1 = 100ml$  من محلول يود البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_1 = 0,4mol / L$  مع  $V_2 = 100ml$  من محلول بيروكسوديكبريتات  $(2Na^+ + S_2O_8^{2-})_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,036mol / L$  فوق مخلوط مغناطيسي. ماذا تلاحظ بمرور الزمن؟

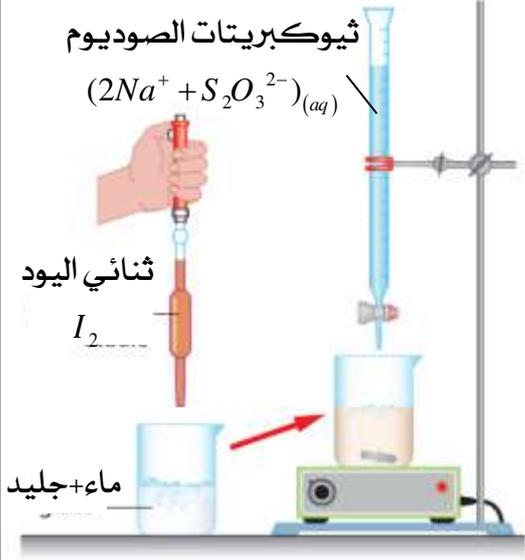
1- أكتب معادلة التفاعل الحادث إذا علمت أن الشنثيات الداخلة في التفاعل هي:  $(I_2 / I^-)$ ،  $(S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-})$ .

2- أنجز جدول تقدم التفاعل.


3- أوجد العلاقة بين كمية مادة اليود  $n_{I_2}(t)$  وتقدم التفاعل  $x(t)$ .

المرحلة الثانية: تفاعل المعايرة

من أجل متابعة التفاعل الكيميائي زمنيا يكفي أن نعرف كمية ثنائي اليود  $I_2$  المتشكل في كل لحظة  $t$ ، من أجل ذلك نأخذ في كل مرة  $V = 10ml$  ونضعه في وعاء بيشر يحتوي على ماء شديد البرودة ثم نقوم بعملية المعايرة باستعمال محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_3 = 0,02mol / L$ ، كما نضيف قطرات من صبغ النشاء حيث يظهر اللون الأزرق ويزول عند نقطة التكافؤ (إختفاء ثنائي اليود كليا).  
نسجل قيمة الحجم المضاف  $V_{eq}$  عند التكافؤ بالنسبة لكل عينة.



$t$ (min)	0	3	6	9	12	16	20	30	40	50	60
$V_{eq}$ (ml)											

1- لماذا نضيف الماء البارد إلى العينة المأخوذة قبل المعايرة؟

.....

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل:  $(I_2 / I^-)$ ،  $(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$ .

.....  
.....  
.....

3- انجز جدول تقدم تفاعل المعايرة.


4- أوجد العلاقة بين  $n_0(I_2)$  المتشكلة في كل حالة بدلالة الحجم  $V_{eq}$  والتركيز  $C_3 = 0,02mol / L$ .

.....

5- أوجد العلاقة بين  $n_{I_2}(t)$  والحجم  $V_{eq}$ . ثم إستنتج العلاقة بين تقدم التفاعل  $x(t)$  و  $V_{eq}$ .

.....  
.....  
.....

6- باستخدام العلاقة السابقة إملأ الجدول التالي:

$t$ (min)	0	3	6	9	12	16	20	30	40	50	60
$x$ (mmol)											

7- أرسم النحنى البياني  $x(t) = f(t)$



<b>المجال:</b> التطورات الرتيبة	<b>الوحدة 01:</b> المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	<b>الموضوع:</b> المتابعة عن طريق المعايرة اللونية.
---------------------------------	--	--



**الإشكالية:**

المعايرة اللونية تمكننا من إيجاد تركيز محلول مجهول وهذا ما رأيناه في العام الماضي . ولكن كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق المعايرة اللونية؟

**الأدوات والمواد المستعملة:**

سحاحة مدرجة- كؤوس بيشر- مخلوط مغناطيسي- محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  - محلول بيروكسوديكبريتات  $(2Na^+ + S_2O_8^{2-})_{(aq)}$  - محلول يود البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)_{(aq)}$  - صمغ النشاء - ماء مقطر- جليد.

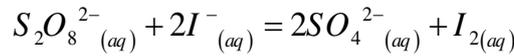
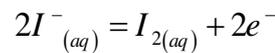
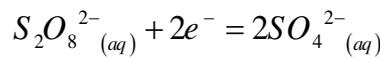
**العمل التجريبي:**

**المرحلة الأولى: التفاعل الرئيسي**

في اللحظة  $t = 0$  نمزج في بيشرحما قدره  $V_1 = 100ml$  من محلول يود البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_1 = 0,4 mol / L$  مع  $V_2 = 100ml$  من محلول بيروكسوديكبريتات  $(2Na^+ + S_2O_8^{2-})_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,036 mol / L$  فوق مخلوط مغناطيسي. ماذا تلاحظ بمرور الزمن؟

نلاحظ تغير لون المزيج ببطء إلى اللون الأسمر وهذا راجع لتشكل ثنائي اليود  $(I_2)$ .

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل هي:  $(I_2 / I^-)$ ،  $(S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-})$ .



2- أنجز جدول تقدم التفاعل.

<b>معادلة التفاعل</b>		$S_2O_8^{2-} (aq) + 2I^- (aq) = 2SO_4^{2-} (aq) + I_{2(aq)}$			
<b>حالة الجملة</b>	<b>التقدم (mol)</b>	<b>كميات المادة (mol)</b>			
<b>ح.الإبتدائية</b>	$x = 0$	$n_2 = 0.0036$	$n_1 = 0.04$	0	0
<b>ح.الانتقالية</b>	$x(t) > 0$	$n_2 - x(t)$	$n_1 - 2x(t)$	$2x(t)$	$x(t)$
<b>ح.النهائية</b>	$x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	$n_1 - 2x_{max}$	$2x_{max}$	$x_{max}$

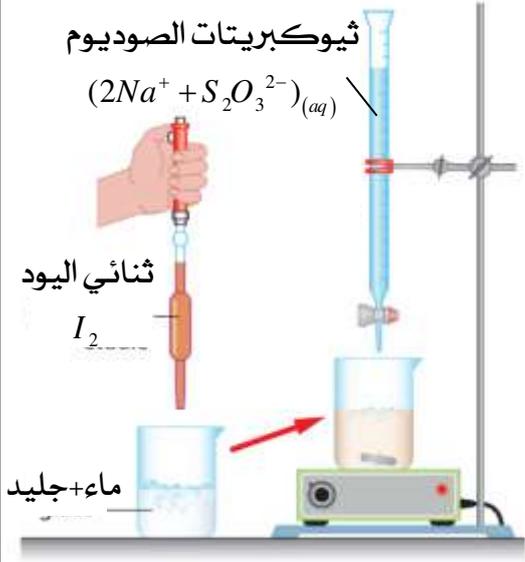
3- أوجد العلاقة بين كمية مادة اليود  $n_{I_2}(t)$  وتقدم التفاعل  $x(t)$ .

من جدول التقدم نجد أن:  $n_{I_2}(t) = x(t)$

**المرحلة الثانية: تفاعل المعايرة**

من أجل متابعة التفاعل الكيميائي زمنيا يكفي أن نعرف كمية ثنائي اليود  $I_2$  المتشكل في كل لحظة  $t$ ، من أجل ذلك نأخذ في كل مرة  $V = 10ml$  ونضعه في وعاء بيشر يحتوي على ماء شديد البرودة ثم نقوم بعملية المعايرة باستعمال محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_3 = 0,02mol / L$ ، كما نضيف قطرات من صبغ النشاء حيث يظهر اللون الأزرق ويزول عند نقطة التكافؤ (إختفاء ثنائي اليود كليا).

نسجل قيمة الحجم المضاف  $V_{eq}$  عند التكافؤ بالنسبة لكل عينة.

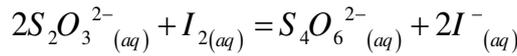
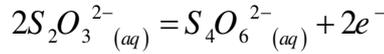


$t$ (min)	0	3	6	9	12	16	20	30	40	50	60
$V_{eq}$ (ml)	0	2,5	5,1	7,1	8,4	10,6	11,4	14,1	15,6	16,1	16,4

1- لماذا نضيف الماء البارد إلى العينة المأخوذة قبل المعايرة؟

الغرض من اضافة الماء البارد قبل كل معايرة هو توقيف التفاعل الحادث.

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل:  $(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$ ,  $(I_2 / I^-)$



3- انجز جدول تقدم تفاعل المعايرة.

معادلة التفاعل		$2S_2O_3^{2-} (aq) + I_{2(aq)} = S_4O_6^{2-} (aq) + 2I^- (aq)$			
التقدم (mol)	التقدم (mol)	كميات المادة (mol)			
ح.الإبتدائية	$x = 0$	$n_3(S_2O_3^{2-})$	$n_0(I_2)$	0	0
عند التكافؤ	$x_{eq}$	$n_2 - 2x_{eq}$	$n_1 - x_{eq}$	$x_{eq}$	$2x_{eq}$

4- أوجد العلاقة بين  $n_0(I_2)$  المتشكلة في كل حالة بدلالة الحجم  $V_{eq}$  والتركيز  $C_3 = 0,02mol / L$ .

عند التكافؤ يكون الميزج ستوكيومتري أي:  $n_0(I_2) = \frac{n_3}{2} = \frac{C_3 V_{eq}}{2}$

5- أوجد العلاقة بين  $n_{I_2}(t)$  والحجم  $V_{eq}$ . ثم إستنتج العلاقة بين تقدم التفاعل  $x(t)$  و  $V_{eq}$ .

$$\left. \begin{matrix} n_0(I_2) \rightarrow 10mL \\ n_{I_2}(t) \rightarrow 200mL \end{matrix} \right\} \Rightarrow n_{I_2}(t) = 10 \cdot C_3 \cdot V_{eq}$$

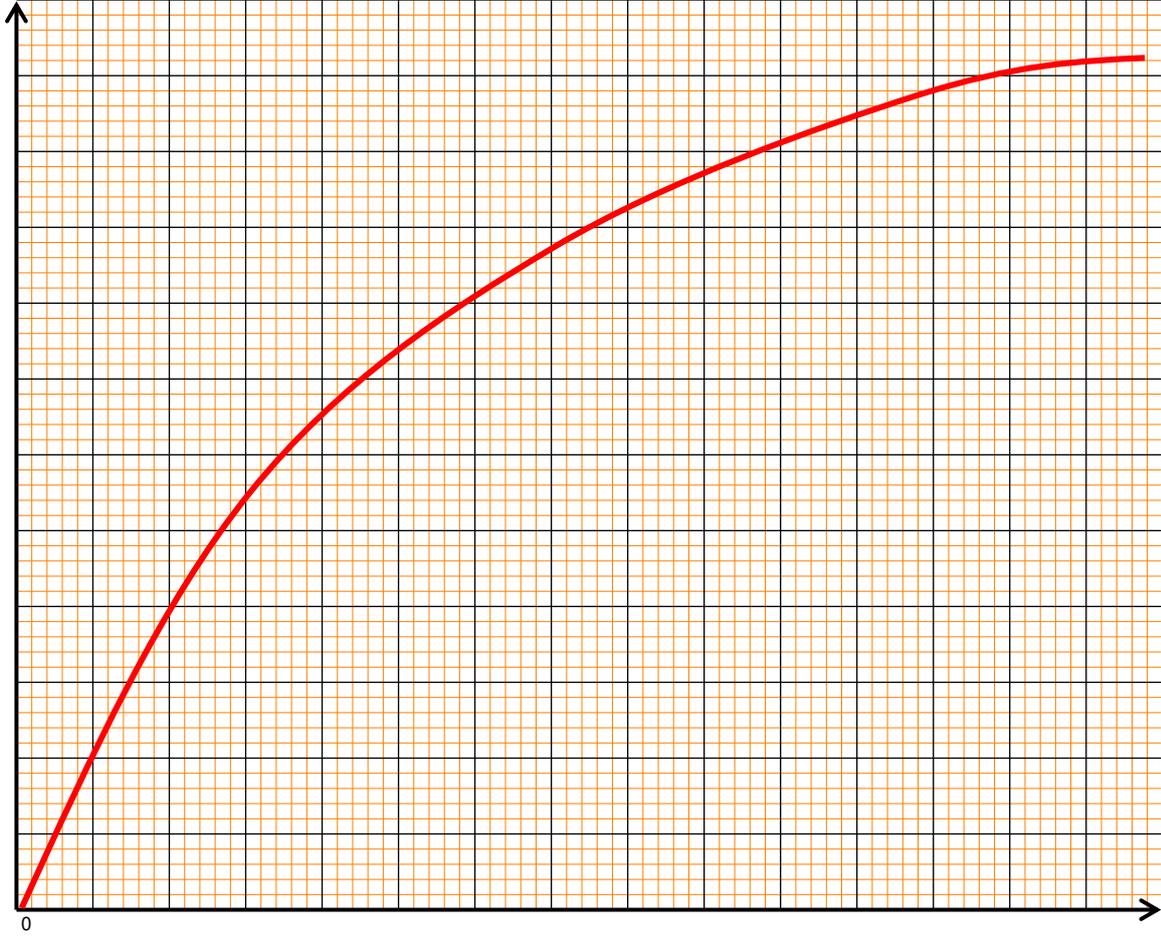
تعلم مما سبق أن  $n_{I_2}(t) = x(t)$  وعليه:  $x(t) = 0,2 \cdot V_{eq}$

6- باستخدام العلاقة السابقة إملأ الجدول التالي:

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

$x$ (mmol)

7- أرسم النحنى البياني  $x(t) = f(t)$



t(min)

المجال: التطورات الرتيبة

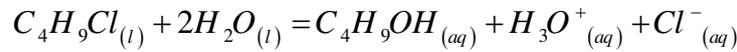
الوحدة 01: المتابعة الزمنية لتحول  
كيميائي في وسط مائيالموضوع: المتابعة عن طريق قياس  
الناقلية

الإشكالية:

كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

الأدوات المستعملة: جهاز قياس الناقلية - بيشر - مخلوط مغناطيسي - محلول  $C_4H_9Cl_{(l)}$ 

العمل التجريبي 02:

نضع في بيشر كمية من الماء المقطر والكحول ونضيف للخليط  $1\text{ mL}$  من  $2$  كلورو- $2$ ميثيل بروبان فيتفاعل هذا الأخير مع الماء في الخليط تفاعل تام حسب المعادلة التالية:

- لماذا نستطيع متابعة هذا التحول زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

.....

- أحسب كمية المادة الابتدائية لـ  $C_4H_9Cl_{(l)}$  إذا علمت أن كتلته الحجمية  $\rho = 0.85 (g/cm^3)$ .

.....

.....

من أجل متابعة هذا التحول زمنيا نغمر في البيشر مسبار جهاز الناقلية عند اللحظة  $t = 0$  كما هو مبين في الشكل المقابل. ونسجل قيمة الناقلية النوعية  $\sigma$  في لحظات مختلفة ونسجل النتائج في الجدول التالي:

$t$ (min)	2	6	10	14	16	20	22	24	26	28
$\sigma$ (S / m)	0.31	0.94	1.34	1.54	1.62	1.80	1.87	1.91	1.94	1.94

1- حل وفسر القيم المسجلة في الجدول.

.....

.....

2- أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث.


3 أكتب عبارة الناقلية النوعية الموافقة لهذا التفاعل .

.....  
 .....

4- بالاعتماد على جدول التقدم :

أ) أوجد العلاقة النظرية بين تقدم التفاعل  $x(t)$  والناقلية النوعية  $\sigma(t)$  .

.....  
 .....

ب) استنتج عبارة الناقلية النوعية النهائية  $\sigma_{\max}$  بدلالة كمية المادة الابتدائية  $n_0(C_4H_9Cl)$  .

.....  
 .....

ت) استنتج العلاقة النظرية بين المقادير التالية :  $\sigma(t)$  ،  $\sigma_{\max}$  و  $n_0(C_4H_9Cl)$  .

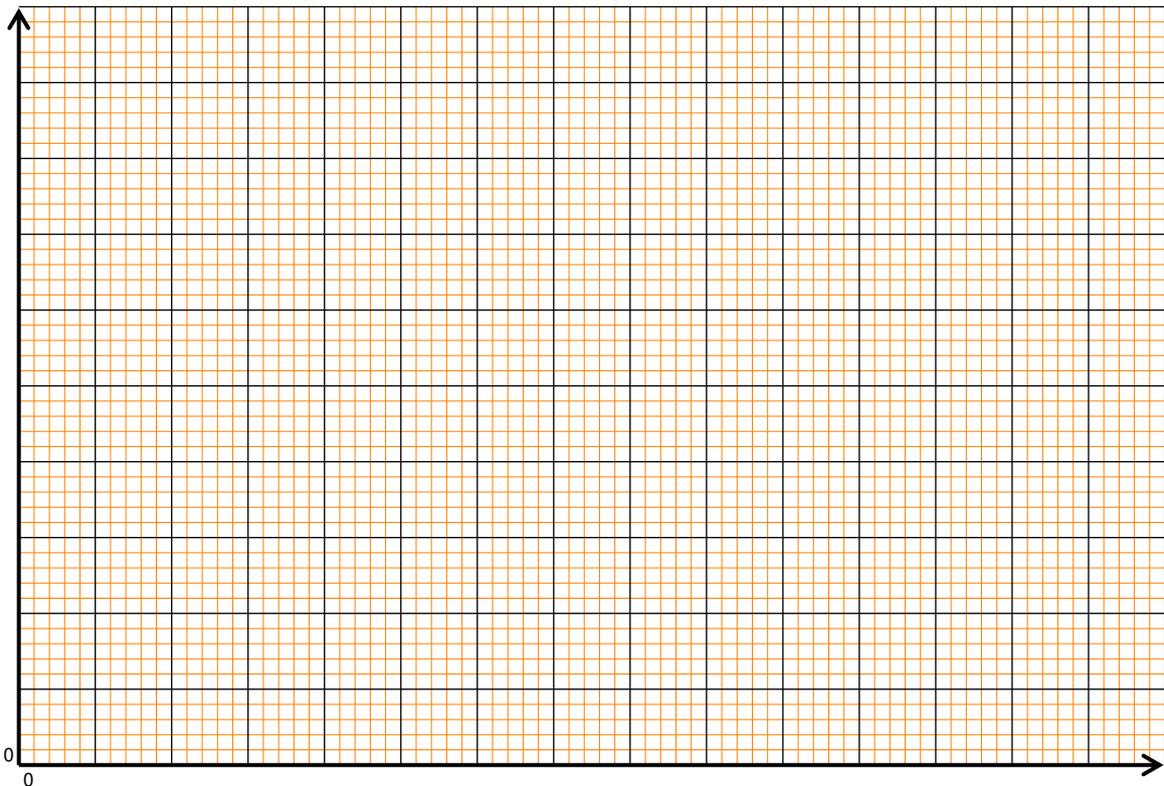
.....  
 .....

$$\Rightarrow x(t) = \dots\dots\dots\sigma(t)$$

أكمل الجدول الموالي ثم أرسم المنحنى البياني  $x = f(t)$

$t$ (min)	2	6	10	14	16	20	22	24	26	28
$x$ (mmol)										

x(mmol)





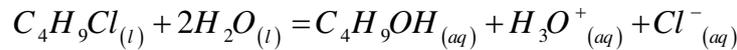
## الإشكالية:

كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

**الأدوات المستعملة:** جهاز قياس الناقلية - بيشر - مخلوط مغناطيسي - محلول  $C_4H_9Cl_{(l)}$

## العمل التجريبي 02:

نضع في بيشر كمية من الماء المقطر والكحول ونضيف للخليط  $1\text{ mL}$  من  $2\text{-كلورو-2-ميثيل بروبان}$  فيتفاعل هذا الأخير مع الماء في الخليط بتفاعل تام حسب المعادلة التالية:



• لماذا نستطيع متابعة هذا التحول زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

لأن هذا التفاعل ينتج شوارد وقياس الناقلية يكون في المحاليل الشاردية.

• أحسب كمية المادة الابتدائية لـ  $C_4H_9Cl_{(l)}$  إذا علمت أن كتلته الحجمية  $\rho = 0.85\text{ (g/cm}^3\text{)}$ .

$$n_0(C_4H_9Cl) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0.85 \times 1}{92.5}$$

$$n_0(C_4H_9Cl) = 9.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

من أجل متابعة هذا التحول زمنيا نغمر في البيشر مسبار جهاز الناقلية عند اللحظة  $t = 0$  كما هو مبين في الشكل المقابل. ونسجل قيمة الناقلية النوعية  $\sigma$  في لحظات مختلفة ونسجل النتائج في الجدول التالي:

$t$ (min)	2	6	10	14	16	20	22	24	26	28
$\sigma$ (S / m)	0.31	0.94	1.34	1.54	1.62	1.80	1.87	1.91	1.94	1.94

5- حلل وفسر القيم المسجلة في الجدول.

نلاحظ تزايد قيمة الناقلية النوعية بمرور الزمن وهذا راجع إلى زيادة تركيز الشوارد في الوسط التفاعلي.

6- أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث.

معادلة التفاعل		$C_4H_9Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = C_4H_9OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$				
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بـ (mol)				
	$x$ (mol)					
ح.الإبتدائية	$x = 0$	$n_0 = 0.0092$	بوفرة	0	0	0
ح.الانتقالية	$x(t) > 0$	$n_0 - x(t)$		$x(t)$	$x(t)$	$x(t)$

ح. النهائية	$x_{\max}$	$n_0 - x_{\max}$		$x_{\max}$	$x_{\max}$	$x_{\max}$
-------------	------------	------------------	--	------------	------------	------------

7- أكتب عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  الموافقة لهذا التفاعل .

$$\sigma(t) = \sum_i \lambda_i [X_i] = \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]$$

8- بالإعتماد على جدول التقدم :

(ث) أوجد العلاقة النظرية بين تقدم التفاعل  $x(t)$  والناقلية النوعية  $\sigma(t)$  .

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{x(t)}{V}$$

$$\sigma(t) = \left( \lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+} \right) \frac{x(t)}{V} \dots\dots\dots(1)$$

(ج) استنتج عبارة الناقلية النوعية النهائية  $\sigma_{\max}$  بدلالة كمية المادة الابتدائية  $n_0(C_4H_9Cl)$  .

$$\sigma_{\max} = \left( \lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+} \right) \frac{x_{\max}}{V} \quad / x_{\max} = n_0(C_4H_9Cl)$$

$$\sigma_{\max} = \left( \lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+} \right) \frac{n_0(C_4H_9Cl)}{V} \dots\dots\dots(2)$$

(ح) استنتج العلاقة النظرية بين المقادير التالية:  $\sigma(t)$  ،  $x(t)$  و  $\sigma_{\max}$  و  $n_0(C_4H_9Cl)$

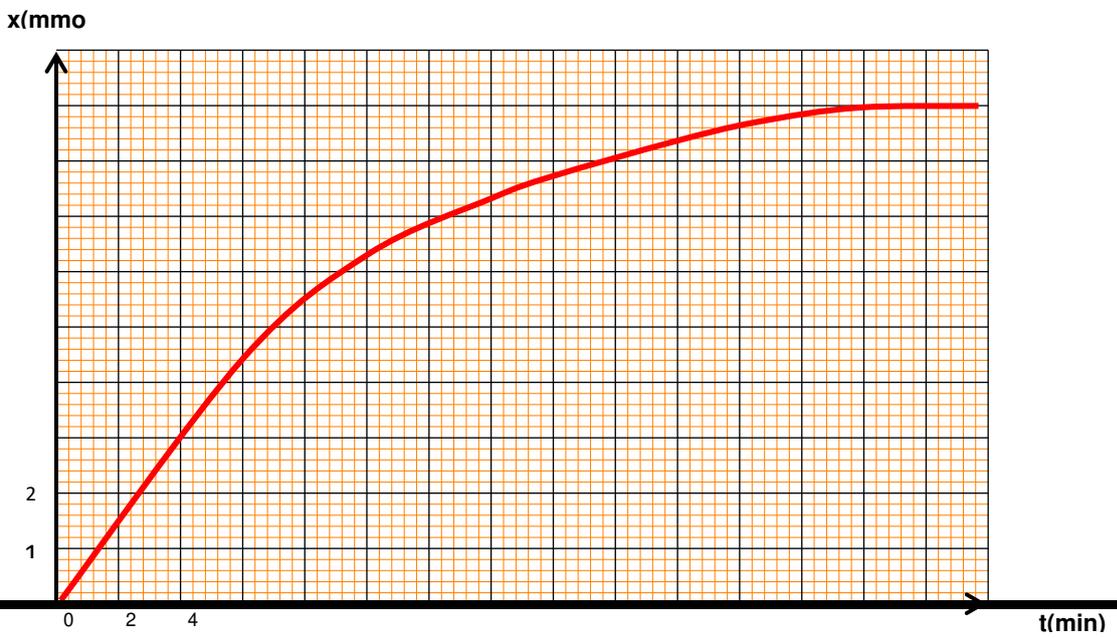
بقسمة العلاقة (1) على (2) نجد:

$$\frac{\sigma(t)}{\sigma_{\max}} = \frac{x(t)}{n_0(C_4H_9Cl)} \Rightarrow x(t) = \frac{n_0(C_4H_9Cl)}{\sigma_{\max}} \sigma(t)$$

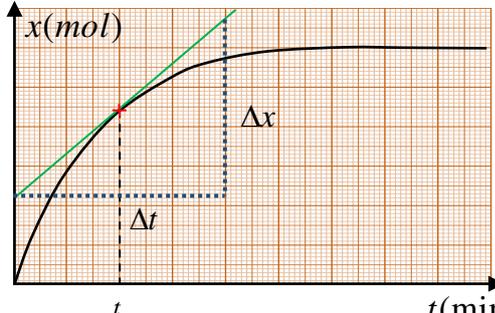
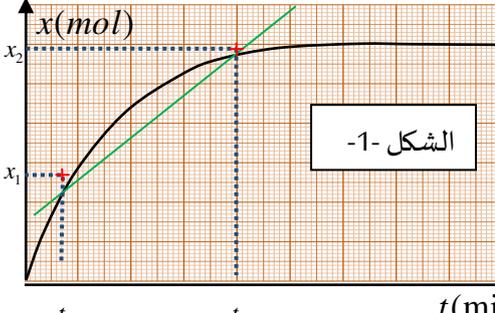
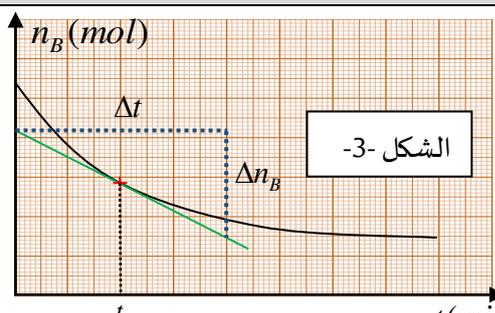
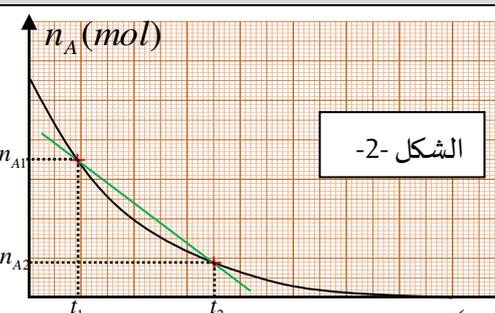
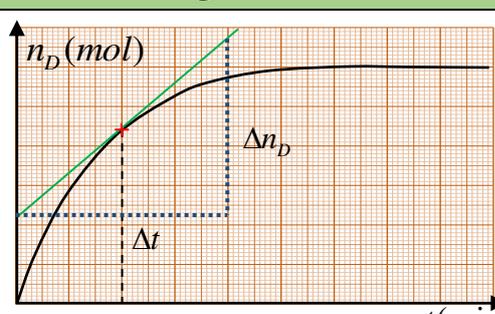
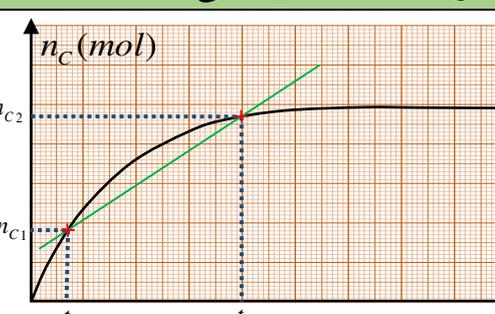
$$\Rightarrow x(t) = 4.7 \times 10^{-3} \sigma(t)$$

أكمل الجدول الموالي ثم أرسم المنحنى البياني  $x = f(t)$

$t$ (min)	2	6	10	14	16	20	22	24	26	28
$\sigma$ (S / m)	0.31	0.94	1.34	1.54	1.62	1.80	1.87	1.91	1.94	1.94
$x$ (mmol)	1,46	4,42	6,30	7,24	7,61	8,46	8,79	8,98	9,12	9,12



$\alpha A + \beta B = \delta C + \gamma D$  ليكن التفاعل الكيميائي التالي:

السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
السرعة اللحظية للتفاعل	السرعة المتوسطة للتفاعل
 <p>تعطى عبارة السرعة اللحظية للتفاعل للحظة <math>t</math> بالعلاقة:</p> $v = \frac{dx}{dt} \text{ (mol / min)}$ <p><b>بيانياً:</b> هي معامل توجيه للمماس عند اللحظة <math>t</math>: <math>v = \frac{\Delta x}{\Delta t}</math></p>	 <p>الشكل -1-</p> <p>تعطى عبارة السرعة المتوسطة للتفاعل بين لحظتين <math>t_1, t_2</math> بالعلاقة:</p> $v_{moy} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \text{ (mol / min)}$
<p>السرعة اللحظية لإختفاء المتفاعل B</p>  <p>الشكل -3-</p> <p>تعطى عبارة السرعة اللحظية لإختفاء المتفاعل B بالعلاقة:</p> $v_B = -\frac{dn_B}{dt} \text{ (mol / min)}$ <p><b>بيانياً:</b> هي معامل توجيه للمماس عند اللحظة <math>t</math>: <math>v_B = -\frac{\Delta n_B}{\Delta t}</math></p>	<p>السرعة المتوسطة لإختفاء المتفاعل A</p>  <p>الشكل -2-</p> <p>تعطى عبارة السرعة المتوسطة لإختفاء المتفاعل A بين لحظتين <math>t_2, t_1</math> بالعلاقة:</p> $v_{Amoy} = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{n_{A2} - n_{A1}}{t_2 - t_1} \text{ (mol / min)}$
<p>السرعة اللحظية لتشكيل الناتج D</p>  $v_D = \frac{dn_D}{dt} \text{ (mol / min)}$	<p>السرعة المتوسطة لتشكيل الناتج C</p>  $v_{Cmoy} = \frac{\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{n_{C2} - n_{C1}}{t_2 - t_1} \text{ (mol / min)}$

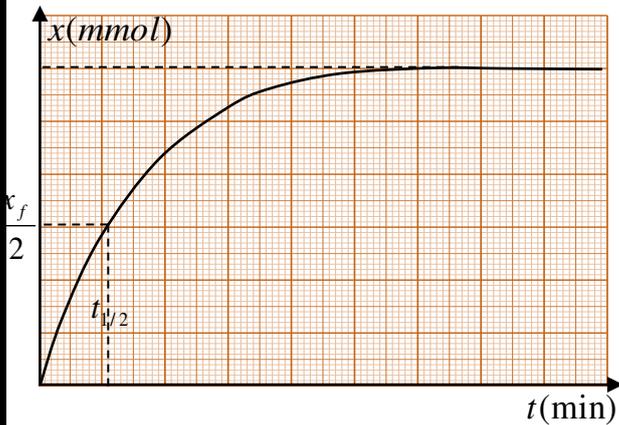
تمثل بيانيا معامل توجيه للمماس عند اللحظة  $t$ :  $v_D = \frac{\Delta n_D}{\Delta t}$

### السرعة الحجمية

السرعة الحجمية لتشكيل C	السرعة الحجمية لإختفاء B	السرعة الحجمية للتفاعل
$v_v(D) = \frac{1}{V} \frac{dn_D}{dt} (mol / L.s)$	$v_v(B) = -\frac{1}{V} \frac{dn_B}{dt} (mol / L.s)$	$v_v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} (mol / L.s)$
$v_v(D) = \frac{d[D]}{dt} (mol / L.s)$	$v_v(B) = -\frac{d[B]}{dt} (mol / L.s)$	

### زمن نصف التفاعل:

**تعريف:** هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته النهائي، أي:



$$t = t_{1/2} \Leftrightarrow x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$$

### أهمية زمن نصف التفاعل:

❖ نستطيع من خلاله المقارنة بين سرعة تفاعلين لنفس التفاعل الكيميائي، حيث سيكون التحول أسرع كلما كان زمن نصف التفاعل أصغر.

**تنويه:** هناك عدة منحنيات يمكن من خلالها إيجاد زمن نصف التفاعل (سنتطرق لها لاحقاً).

### تقويم:

بالإستعانة بالمنحنى البياني السابق (العمل التجريبي 01).

- 1- أحسب السرعة المتوسطة للتفاعل بين اللحظتين  $t_1 = 2 \text{ min}$  و  $t_1 = 14 \text{ min}$ .
- 2- أحسب السرعة اللحظية للتفاعل عند اللحظتين  $t_3 = 4 \text{ min}$  و  $t_4 = 30 \text{ min}$ .
- 3- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t_3$ .
- 4- استنتج بالإعتماد على جدول التقدم أوجد علاقة سرعة اللحظية لتفاعل مع السرعة اللحظية:-  
أ) إختفاء شوارد اليود  $v_{I^-}$   
ب) تشكل محلول ثنائي اليود  $v_{I_2}$ .
- 5- أجد زمن نصف هذا التفاعل.

## حل التقويم: (بعد رسم المنحنى البياني بدقة)

1- حساب السرعة المتوسطة للتفاعل بين اللحظتين  $t_1 = 2 \text{ min}$  و  $t_1 = 14 \text{ min}$ .

$$v_{\text{moy}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} (\text{mol} / \text{min})$$

نحسبها بيانيا بحساب معامل توجيه المستقيم الذي يشمل النقطتين  $(t_1, x_1)$ ،  $(t_2, x_2)$  من المنحنى البياني.

$$v_{\text{moy}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

2- حسب السرعة اللحظية للتفاعل عند اللحظتين  $t_3 = 4 \text{ min}$  و  $t_4 = 30 \text{ min}$ .

$$v = \frac{dx}{dt} (\text{mol} / \text{min})$$

نحسبها بيانيا بحساب معامل توجيه المماس عند النقطة  $t_3$  من المنحنى البياني.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-}{-}$$

3- استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t_3$ .

$$v_v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} (\text{mol} / \text{L} \cdot \text{min})$$

4- استنتج بالإعتماد على جدول التقدم أوجد علاقة سرعة اللحظية لتفاعل مع السرعة اللحظية لـ:

(أ) إختفاء شوارد اليود  $v_{I^-}$

سرعة إختفاء شوارد اليود في كل لحظة  $t$  تعرف بالعلاقة:  $v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt}$

من جدول التقدم:  $n_{I^-} = 0.04 - 2x(t)$

باشتقاق هذه العبارة بالنسبة للزمن نجد سرعة إختفاء شوارد اليود تساوي سرعة التفاعل.

$$v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = -\frac{d(0.04 - 2x(t))}{dt}$$

$$v_{I^-} = \frac{dx}{dt} = 2v \Leftrightarrow v = \frac{v_{I^-}}{2}$$

(ب) شكل محلول ثنائي اليود  $v_{I_2}$

بنفس الطريقة السابقة نجد أن:  $v = v_{I_2}$

بصفة عامة في حالة التفاعل الكيميائي:  $\alpha A + \beta B = \delta C + \gamma D$

علاقة سرعة التفاعل بسرعة إختفاء أو تشكل نوع كيميائي بمرتبطة بمعاملها الستوكيومتري كما يلي:

$$v = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\delta} = \frac{v_D}{\gamma}$$



**ملاحظات مهمة جدا: (انظر وثيقة سرعة التفاعل)**

- ❖ سرعة التفاعل في البداية تكون أعظمية ثم تبدأ بالتناقص إلى أن تنعدم عند نهاية التفاعل.
- ❖ سرعة التفاعل، إختفاء متفاعل أو تشكل ناتج كلها **موجبة** في القيمة **دوما**. فيما يخص **الإشارة (-)** في سرعة الإختفاء فهي بسبب ما يلي:

$$n_{\text{المتبقية}} = n_{\text{الابتدائية}} - n_{\text{المختفية}}$$

باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن نجد:

$$v_{\text{الإختفاء}} = \frac{dn_{\text{المختفية}}}{dt} = \frac{dn_{\text{الابتدائية}}}{dt} - \frac{dn_{\text{المتبقية}}}{dt}$$

$$v_{\text{الإختفاء}} = - \frac{dn_{\text{المتبقية}}}{dt}$$

**بالنسبة لمنحنيات وثيقة سرعة التفاعل:**

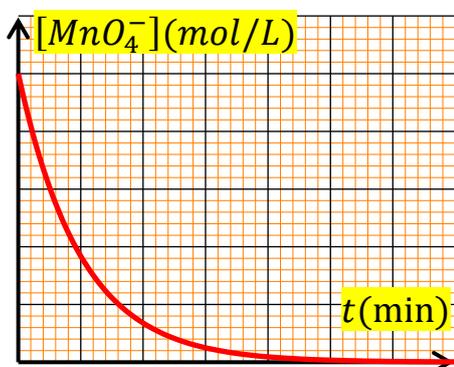
- ❖ عند ثبات قيمة التقدم x بعد مدة زمنية نقول أن التفاعل وصل إلى نهايته (الشكل-1). وهي توافق قيمة التقدم الأعظمي  $x_{\text{max}}$  في حالة التحولات التامة.
- ❖ في الشكل-2 نلاحظ أن كمية مادة المتفاعل A قد إنتهت كليا بعد مدة من الزمن وهذا دليل على أنه **المتفاعل المحد** بينما نرى في الشكل-3 أن كمية مادة المتفاعل B لم تنعدم بل ثبت في قيمة معينة.
- ❖ يوجد منحنيات أخرى (  $[X_i](t); G(t); \sigma(t); P(t)$  ) نستطيع من خلالها إيجاد قيمة السرعة وذلك بإيجاد العلاقة الرياضية المناسبة.
- ❖ يمكن إيجاد قيمة  $t_{1/2}$  من أي منحنى للمتغيرات  $X(t)$

(  $X(t) \equiv n(t); [A](t); P(t); V(t); \sigma(t) \dots$  ) وذلك بإسقاط القيمة  $\frac{X_0 + X_f}{2}$  على محور الأزمنة.

## كيف نبرهن على علاقات سرعة التفاعل؟

غالباً في التمارين لا يعطينا منحى تقدم التفاعل بدلالة الزمن لحساب سرعة التفاعل وهنا يجب علينا إيجاد علاقة خاصة بالمنحنى الموجود في التمرين . كيف ذلك؟؟ نحتاج جدول التقدم وبعض العلاقات المعروفة...  
مثال : ليكن التفاعل الكيميائي الممنذج بمعادلة التفاعل:

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x$ (mol)	كميات المادة بالمول (mol)					
		$2MnO_4^-$ (aq)	$5H_2C_2O_4$ (l)	$6H^+$ (aq)	$2Mn^{2+}$ (aq)	$10CO_2$ (g)	$8H_2O$ (l)
ح الابتدائية	$x = 0$	$n_1 = C_1V_1$	$n_2 = C_2V_2$	بوفرة	0	0	بوفرة
ح الإنتقالية	$x(t)$	$n_1 - 2x$	$n_2 - 5x$		$2x$	$10x$	
ح النهائية	$x_f$	$n_1 - 2x_f$	$n_2 - 5x_f$		$2x_f$	$10x_f$	



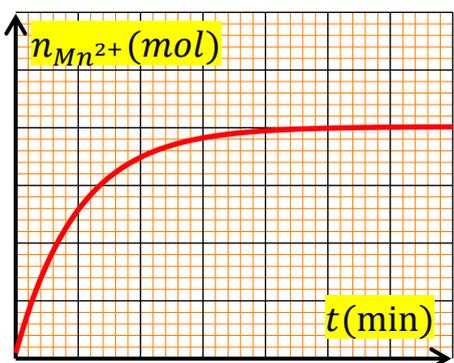
أثبت أن سرعة التفاعل تكتب على الشكل :  $v = -\frac{v_T}{2} \times \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$

الخطوة 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :  $[MnO_4^-] = \frac{n_1 - 2x}{V_T}$

الخطوة 02 : نقوم باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن :  $\frac{d[MnO_4^-]}{dt} = -\frac{2}{V_T} \frac{dx}{dt}$

الخطوة 03 : نعلم أن سرعة التفاعل تعرف على الشكل :  $v = \frac{dx}{dt}$

وبالتالي من العلاقة السابقة نجد :  $v = -\frac{v_T}{2} \times \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$



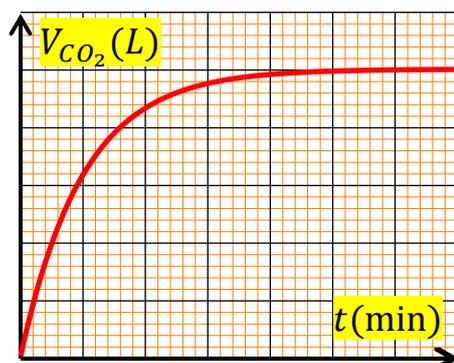
أثبت أن السرعة الحجمية التفاعل تكتب على الشكل :  $v_V = \frac{1}{2V_T} \times \frac{dn_{Mn^{2+}}}{dt}$

الخطوة 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :  $n_{Mn^{2+}} = 2x$

الخطوة 02 : نقوم باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن :  $\frac{dn_{Mn^{2+}}}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$

الخطوة 03 : نعلم أن السرعة الحجمية التفاعل تعرف على الشكل :  $v_V = \frac{1}{2V_T} \frac{dx}{dt}$

وبالتالي من العلاقة السابقة نجد :  $v_V = \frac{1}{2V_T} \times \frac{dn_{Mn^{2+}}}{dt}$



أثبت أن سرعة التفاعل تكتب على الشكل :  $v = \frac{1}{10V_M} \times \frac{dV_{CO_2}}{dt}$

الخطوة 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :  $n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_M} = 10x$

ومنه :  $V_{CO_2} = 10V_M x$

الخطوة 02 : نقوم باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن :  $\frac{dV_{CO_2}}{dt} = 10V_M \frac{dx}{dt}$

الخطوة 03 : نعلم أن سرعة التفاعل تعرف على الشكل :  $v = \frac{dx}{dt}$

وبالتالي من العلاقة السابقة نجد :  $v = \frac{1}{10V_M} \times \frac{dV_{CO_2}}{dt}$

## كيف نبرهن على علاقات زمن نصف التفاعل؟

هذا السؤال يطرح غالبا في إمتحان شهادة البكالوريا حيث يمكن إيجاد قيمة  $t_{1/2}$  من أي منحنى للمتغيرات

$A(t) \equiv n(t); [X](t); P(t); V(t); \sigma(t)...$  وذلك بإسقاط القيمة  $\frac{A_0 + A_f}{2}$  على محور الأزمنة

(إذا لم تعرف برهان العلاقة على الأقل أوجد القيمة).

مثال : نستعمل المثال السابق

أثبت أن  $t_{1/2}$  يوافق القيمة  $\frac{n_f(Mn^{2+})}{2}$

الخطوة 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :  $n_{Mn^{2+}}(t) = 2x(t) \dots (1)$

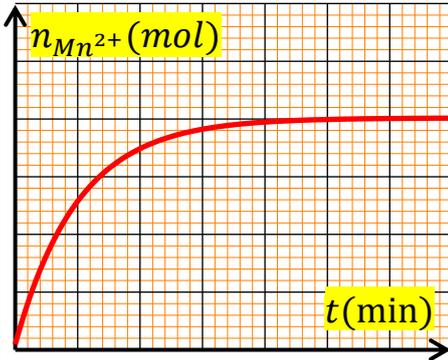
الخطوة 02 : من جدول التقيم وفي الحالة النهائية  $n_f(Mn^{2+}) = 2x_f$

ومنه :  $x_f = \frac{n_f(Mn^{2+})}{2} \dots (2)$

الخطوة 03 : عند  $t_{1/2}$  يكون :  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

من العلاقة (1) نجد :  $n_{Mn^{2+}}(t_{1/2}) = 2x(t_{1/2}) = 2 \frac{x_f}{2}$

وبتعويض العلاقة (2) نجد :  $n_{Mn^{2+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Mn^{2+})}{2}$



أثبت أن  $t_{1/2}$  يوافق القيمة  $\frac{[H_2C_2O_4]_0 + [H_2C_2O_4]_f}{2}$

الخطوة 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :

$$[H_2C_2O_4](t) = \frac{n_2 - 5x(t)}{V_T} = \frac{n_2}{V_T} - 5 \frac{x(t)}{V_T}$$

$$[H_2C_2O_4](t) = [H_2C_2O_4]_0 - 5 \frac{x(t)}{V_T} \dots (1)$$

الخطوة 02 : من جدول التقدم وفي الحالة النهائية

$$[H_2C_2O_4]_f = [H_2C_2O_4]_0 - 5 \frac{x_f}{V_T}$$

ومنه :  $x_f = \frac{[H_2C_2O_4]_0 - [H_2C_2O_4]_f}{5} V_T \dots (2)$

الخطوة 03 : عند  $t_{1/2}$  يكون :  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

من العلاقة (1) نجد :

$$[H_2C_2O_4](t_{1,2}) = [H_2C_2O_4]_0 - 5 \frac{x(t_{1,2})}{V_T}$$

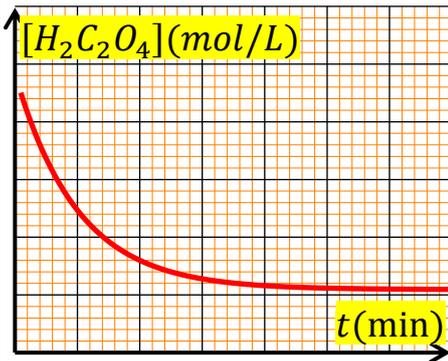
$$= [H_2C_2O_4]_0 - 5 \frac{x_f}{2V_T}$$

وبتعويض العلاقة (2) نجد :

$$[H_2C_2O_4](t_{1,2}) = [H_2C_2O_4]_0 - 5 \frac{[H_2C_2O_4]_0 - [H_2C_2O_4]_f}{5 \times 2 V_T} V_T$$

بعد توحيد المقامات والتبسيط نجد :

$$[H_2C_2O_4](t_{1,2}) = \frac{[H_2C_2O_4]_0 + [H_2C_2O_4]_f}{2}$$



ملاحظة : كل مقدار فيزيائي  $A(t)$  يكتب على الشكل  $A(t) = ax(t) + b$ . تبرهن علاقة  $t_{1/2}$  بنفس

الخطوات السابقة.

الموسم الدراسي: 2022/2021

ثانوية.....

المستوى: 3 ثانوي ع/ت/ر/تر

## البطاقة التربوية للحصة التعليمية 03

الموضوع: العوامل الحركية

الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

المجال: التطورات الرتيبة

## مؤشرات الكفاءة:

♦ يختار ويوضف عاملا حركيا لتسريع أو إبطاء تحول كيميائي

## الوسائل /الأدوات و الوثائق المستعملة:

♦ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ + كتاب مدرسي

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	مايقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
10د	3- العوامل الحركية الإشكالية		محاولة التعرف على معنى العوامل الحركية	إثارة تشويق وتذكيرهم بمكتسباتهم	
30د	1-3- تأثير درجة الحرارة	نشاط 01 (الفيديو 01)	• مشاهدة الفيديو • تدوين الملاحظات • الإنتاج	توجيه الإجابات وتصحيحها	
20د	2-3- تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات.	نشاط 02 (الفيديو 02)			
30د	3-3- تأثير الوسيط	نشاط 03 (الفيديو 03)			



الموضوع: العوامل الحركية

الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

المجال: التطورات الرتيبة

**1) تأثير درجة الحرارة:**

**نشاط 01:** نضع قرصين من الفيتامين C متماثلين في كأسين بهما نفس الحجم من الماء المقطر ولكن مختلفان في درجة الحرارة وفي نفس اللحظة.

الكأس	الأول	الثاني
درجة الحرارة بـ (°C)	20	70
المنحنى البياني الموافق		

1- ماذا تلاحظ؟ (بعد مشاهدة الفيديو)

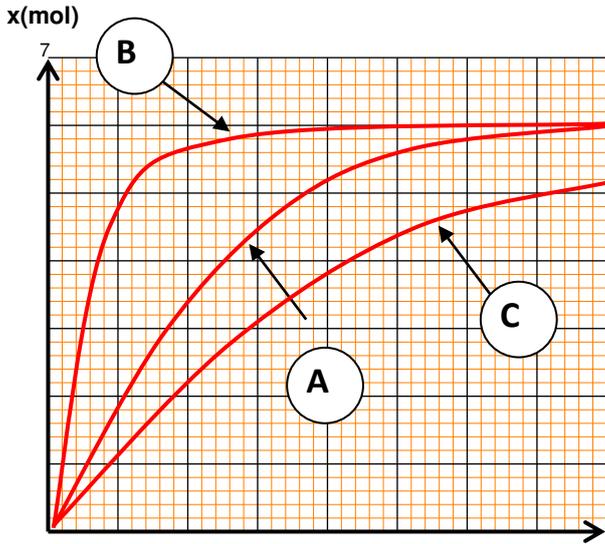
- 2- أنسب كل منحنى بياني  $x = f(t)$  (الشكل 1) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)
- 3- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟

نتيجة:

**2) تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات:**

**نشاط 02:** نحدث ثلاث تفاعلات بين نفس الحجم  $V = 20ml$  من حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  و برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ . مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز وفق الحالات الموضحة في الجدول.

1- متى نقول عن هذا التفاعل أنه وصل إلى نهايته؟



البشر	الأول	الثاني	الثالث
$[H_2C_2O_4] (mol / L)$	0.005	0.01	0.1
$[K^+ + MnO_4^-] (mol / L)$	0.002	0.002	0.002
المدة الزمنية لنهاية التفاعل t (min)	5	2	1
المنحنى البياني الموافق			

1- أنسب كل منحنى بياني  $x = f(t)$  (الشكل 2) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

4- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات؟

نتيجة:

**3) تأثير الوسيط:**

**نشاط 03:** يتفكك الماء الأوكسيجيني ذاتيا وفق تفاعل أكسدة - رجع حيث يلعب الماء الأوكسيجيني دور مؤكسد ومرجع في نفس الوقت.

1- أكتب معادلة هذا التفاعل إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل هي.

.....

.....

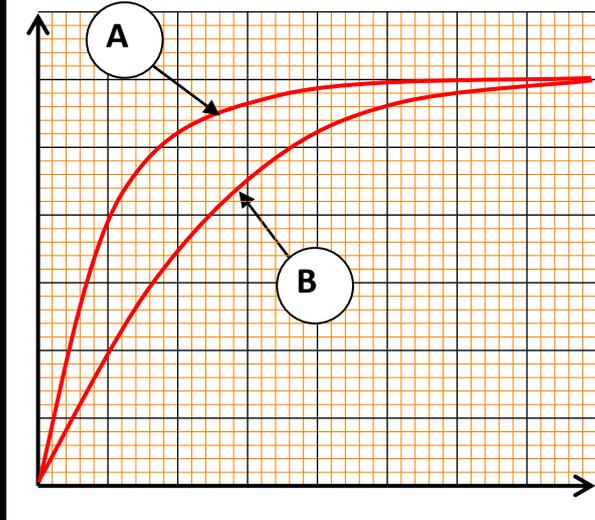
.....

2- نسكب في أربع أنابيب اختبار حجما قدره  $V = 20ml$  من الماء الأوكسيجيني. نترك أنبوب اختبار كشاهد ونضيف للثلاث أنابيب الباقية مايلي:

04 الأنبوب	03 الأنبوب	02 الأنبوب	01 الأنبوب	
قطعة كبد كمنبع للإنزيم	محلول كلور الحديد $FeCl_{3(aq)}$	مسمار معلوم الكتلة	//////////	المادة المضافة
				الملاحظة
.....				تعريف الوسيط
.....				
			//////////	تحديد نوع الوسيط في كل حالة

1) تأثير درجة الحرارة:

نشاط 01: نضع قرصين من الفيتامين C متماثلين في كأسين بهما نفس الحجم من الماء المقطر ولكن مختلفان في درجة الحرارة وفي نفس اللحظة.



الكأس	الأول	الثاني
درجة الحرارة بـ (°C)	20	70
المنحنى البياني الموافق	B	A

5- ماذا تلاحظ؟ (بعد مشاهدة الفيديو)

نلاحظ أن سرعة ذوبان قرص الفيتامين C في الكأس الثاني أكبر من الكأس الأول

6- أنسب كل منحنى بياني  $x = f(t)$  (الشكل 1) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

7- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟

نتيجة:

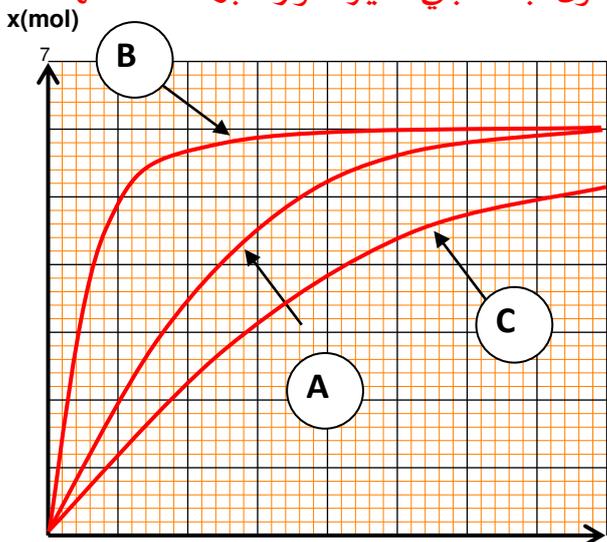
التفاعل يكون أسرع عندما تكون درجة الحرارة أكبر وبالتالي درجة الحرارة تعتبر عامل حركي.

2) تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات:

نشاط 02: نحدث ثلاث تفاعلات بين نفس الحجم  $V = 20ml$  من حمض الأكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  و برمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$ . مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز وفق الحالات الموضحة في الجدول.

2- متى نقول عن هذا التفاعل أنه وصل إلى نهايته؟ عند إختفاء اللون البنفسجي المميز لشوارد البرمنغنات لأنها

المتفاعل المحد في هذه الحالة.



البشر	الأول	الثاني	الثالث
$[H_2C_2O_4] (mol / L)$	0.005	0.01	0.1
$[K^+ + MnO_4^-] (mol / L)$	0.002	0.002	0.002
المدة الزمنية لنهاية التفاعل t (min)	5	2	1
المنحنى البياني الموافق	C	A	B

2- أنسب كل منحنى بياني  $x = f(t)$  (الشكل 2) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

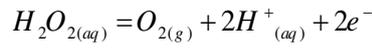
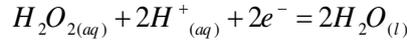
8- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير التركيز الابتدائي للمتفاعلات؟

التفاعل يكون أسرع كلما كان التركيز الابتدائي للمتفاعلات أكبر وبالتالي سطح التلامس يعتبر عامل حركي.

### 3) تأثير الوسيط:

**نشاط 03 :** يتفكك الماء الأوكسিজيني ذاتيا وفق تفاعل أكسدة - رجاع حيث يلعب الماء الأوكسিজيني دور مؤكسد ومرجع في نفس الوقت.

3. أكتب معادلة هذا التفاعل إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل هي.



4. نسكب في أربع أنابيب اختبار حجما قدره  $V = 20ml$  من الماء الأوكسিজيني. نترك أنبوب اختبار كشاهد ونضيف للثلاث أنابيب الباقية مايلي:

04 الأنبوب	03 الأنبوب	02 الأنبوب	01 الأنبوب	
قطعة كبد كمنبع للإنزيم	محلول كلور الحديد $FeCl_{3(aq)}$	مسمار معلوم الكتلة	//////////	المادة المضافة
-انطلاق فقاعات غاز $O_2$ بسبب انزيم اللاكتاز الموجود في الكبد	-انطلاق فقاعات غاز $O_2$ - بعد ثواني يختفي لون محلول $FeCl_{3(aq)}$ تدرجيا (اللون المميز لشوارد $Fe^{3+}$ ) ثم يعود في نهاية التفاعل	-انطلاق فقاعات الغاز $O_2$ بجوار المسمار -عند وزن المسمار نلاحظ عدم تغير كتلته.	التفاعل بطيء ولا يظهر بوضوح	الملاحظة
هو نوع كيميائي يسرع التفاعل ولا يظهر في معادلة التفاعل كما أنه لا يغير الحالة النهائية للتفاعل.				<b>تعريف الوسيط</b>
وسيط إنزيمي	وسيط متجانس	وسيط غير متجانس	//////////	تحديد نوع الوسيط في كل حالة

### 3- التفسير المجهرى للعوامل الحركية:



قابلية للتعديل

FS

FS

FS

FS