المستوى: 3 ثانوي ع ت/ ر / تر	ثانوية	الموسم الدراسي: 2022/2021
البطاقة التربوية للوحدة		
المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي (12 ساعة)	الأستاذ: .....

مؤشرات الكفاءة:

- يصنف التحولات حسب مدتها الزمنية
- يوظف منحنيات المتابعة تحول كيميائي ويعرف زمن نصف التفاعل
- يختار و يوظف 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 1-2- التحول البطئ 1-3- التحول البطيء جدا	**المراجع :** الكتاب المدرسي . الوثيقة المرافقة . المنهاج . دليل الأستاذ . الإنترنت . كتب خارجية . **الوسائل المستعملة:** محاكاة جهاز العرض . زجاجيات مختلفة مواد كيميائية	تماين من سلسلة الوحدة
6 حصص 6سا	**2- طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي** 2-1- المتابعة عن طريق المعايرة اللونية 2-2- المتابعة عن طريق قياس الناقلية 2-3- سرعة التفاعل و زمن نصف التفاعل.		
2سا	**3- العوامل الحركية** 3-1- التركيز الإبتدائي 3-2- درجة الحرارة 3-3- الوسيط 3-4- التفسير المجهري		
2 سا	**تقويم الوحدة (مناقشة النقائص باختصار)**		

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تذكير بالمكتسبات القبلية

1ـ قوانين كمية المادة $n(mol)$

↵ في جميع حالات المادة

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

m: كتلة العينة بـ (g)

M : الكتلة المولية الجزيئية ($g.mol^{-1}$)

↵ في حالة محلول

$$n = C.V$$

C:التركيز المولي ($mol\ .\ L^{-1}$)

V: حجم المحلول (L)

↵ في الحالة الغازية

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

V_g : حجم الغاز (L)

V_M : الحجم المولي (L/mol)

2ـ التركيز والكتلة الحجمية

↵ التركيز المولي لمحلول تجاري

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

P: درجة النقاوة %

d: كثافة المحلول التجاري.

↵ التركيز الكتلي

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

m: كتلة المادة المنحلة (g)

V: حجم المحلول (L)

↵ الكتلة الحجمية

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

m : كتلة المادة ككل (g)

V : حجم المادة (L)

3ـ جدول التقدم

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

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x\ (mol)$	αA	$+\ \beta B$	$=$	δC	$+$	γD
		كميات المادة بالمول (mol)					
الحالة الإبتدائية	$x = 0$	$n_o(A)$	$n_o(B)$		0		0
الحالة الإنتقالية	$x\ (t)$	$n_o(A) - \alpha x$	$n_o(B) - \beta x$		δx		γx
الحالة النهائية	x_f	$n_o(A) - \alpha x_f$	$n_o(B) - \beta x_f$		δx_f		γx_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 فماهو إلا قيمة نظرية توافق إنتهاء كمية أحد المتفاعلين أو كلاهما.

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

4- الناقلية في المحاليل الشاردية

↵ 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 Ω)

I: شدة التيار (الأمبير A)

U: التوتر بين طرفي اللبوسين (الفولط V)

↵ علاقة الناقلية بخلية القياس

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

K: ثابت خلية قياس الناقلية (m)

σ: الناقلية النوعية (S/m)

5- الناقلية النوعية لمحاليل الشاردية

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

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

λ : الناقلية النوعية الشاردية (المولية) ($S.m^2/mol$)

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

ملاحظة مهمة في الحسابات

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

6- تفاعلات الأكسدة إرجاع

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

$$Ox + n\,e^- = Red$$

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

$$Red = Ox + n\,e^-$$

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).

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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 أصغرية.

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

- وجود شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ في الثنائيات 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

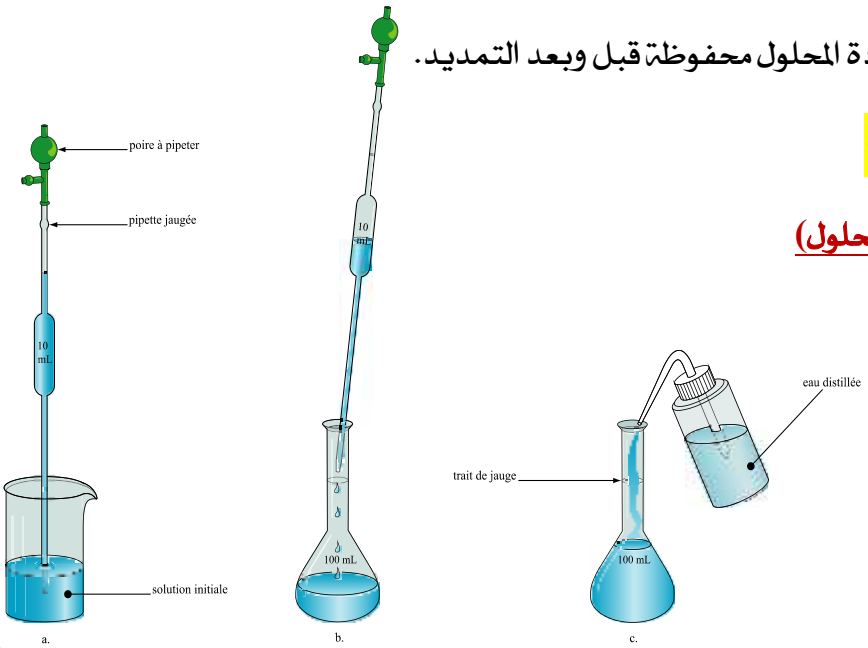
الهدف من عملية التمديد والتقليل من تركيز المحاليل المركز بإضافة الماء المقطر.

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

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

معامل التمديد (عدد مرات تخفيف المحلول)

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



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المستوى: 3 ثانوي ع ت/ ر / تر	ثانوية	الموسم الدراسي: 2022/2021

البطاقة التربوية للحصة التعلمية 01

المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: أنواع التحولات الكيميائية

مؤشرات الكفاءة:

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

فالوسائل /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 تجريبي01 (البطاقة 01)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	إثارة تشويق التلميذ وتوجيه الإجابات التركيز على إحتياطات الأمن في المخبر	
30د	1-2- التحول البطئ	نشاط تجريبي02 (البطاقة 02)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	توجيه الإجابات وتصحيحها والتركيز على هذه الفقرة	
30د	1-3- التحول البطيء جدا	نشاط تجريبي02 (البطاقة 02)	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	شرح باستعمال أشرطة فيديو لإختصار الوقت	

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع: المدة الزمنية المستغرقة في تحول كيميائي



بطاقة التلميذ



الإشكالية:

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

الأدوات والمواد المستعملة:

كؤوس بيشر ، أنابيب اختبار ، مخلاط 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 ثيوكبريتات 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 مخلاط 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 $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$.

1ـ ماذا تلاحظ؟

2ـ 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 مخلاط 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 $(K^+ + MnO_4^-)_{(aq)}$.

1ـ ماذا تلاحظ؟

2ـ 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 ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$ و $10mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$.

1ـ ماذا تلاحظ؟

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

	التجربة 01	التجربة 02	التجربة 03
تفاعل سريع			
تفاعل بطيء			

نتائج تجريبية:

تصنف التحولات الكيميائية إلى ثلاث أنواع حسب مدتها الزمنية :

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

أمثلة:.....

2ـ التحولات البطيئة: هوتحول ..... متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق .....،..... .....

أمثلة:.....

3ـ التحولات البطيئة جدا:هوتحول ..... متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق .... ونقول في هذه الحالة أن الجملة .....

أمثلة:.....

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 :المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع:المدة الزمنية المستغرقة في تحول كيميائي



الإشكالية:

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

الأدوات والمواد المستعملة:

كؤوس بيشر ، أنابيب اختبار ، مخلاط 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 ثيوكبريتات 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 مخلاط 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 مخلاط 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 ثيوكبريتات 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 . $(SO_2 / S_2O_3^{2-});(S_2O_3^{2-} / S)$

	الملاحظة	المعادلة الإجمالية المنمذجة للتحول الكيميائي
التجربة 01	نلاحظ زوال اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات لحظة مزج المحلولين مباشرة. 	$MnO_{4\,(aq)}^{-} + 8H^{+}_{(aq)} + 5e^{-} = Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$ $5 \times (Fe^{2+}_{(aq)} = Fe^{3+}_{(aq)} + e^{-})$ $MnO_{4\,(aq)}^{-} + 8H^{+}_{(aq)} + 5Fe^{2+}_{(aq)} = Mn^{2+}_{(aq)} + 5Fe^{3+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$
التجربة 02	نلاحظ إختفاء اللون البنفسجي لمحلول برمنغنات البوتاسيوم تدريجيا مع مرور الزمن 	$5 \times (H_2C_2O_{4(aq)} = 2CO_{2(g)} + 2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-})$ $2 \times (MnO_{4\,(aq)}^{-} + 8H^{+}_{(aq)} + 5e^{-} = Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)})$ $2MnO_{4\,(aq)}^{-} + 5H_2C_2O_{4(aq)} + 6H^{+}_{(aq)} = 2Mn^{2+}_{(aq)} + 10CO_{2(g)} + 8H_2O_{(l)}$
التجربة 03	نلاحظ أن المزيج يتلون تدريجيا بمرور الزمن وببطء بلون حليبي مصفر لتشكل الكبريت الصلب $S_{(s)}$. 	$S_2O_3^{2-} + H_2O_{(l)} = 2SO_{2(g)} + 2H^{+}_{(aq)} + 4e^{-}$ $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + 6H^{+}_{(aq)} + 4e^{-} = 2S_{(s)} + 3H_2O_{(l)}$ $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} = S_{(s)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

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

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

نتائج تجريبية:

تصنف التحولات الكيميائية إلى ثلاث أنواع حسب مدتها الزمنية :

4- التحولات السريعة : هو تحول لا يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس نعتبره لحظيا، حيث يبلغ هذا التحول نهايته مباشرة بعد تلامس المتفاعلات.

أمثلة: تفاعلات الإنفجار- تفاعلات الترسيب- تفاعلات المعايرة.

5- التحولات البطيئة: هوتحول يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق ثواني ، دقائق أوساعات.

أمثلة:تفاعلات الأكسدة – التفكك الذاتي للماء الأوكسيجيني H_2O_2

6- التحولات البطيئة جدا:هوتحول يمكن متابعته بالعين وبأجهزة القياس ويستغرق أيام ،أشهر أوأعوام، ونقول في هذه الحالة أن الجملة عاطلة حركيا.

أمثلة:صدأ الحديد – تفاعلات الأسترة ...

المستوى: 3 ثانوي ع ت/ ر / تر	ثانوية	الموسم الدراسي: 2022/2021

البطاقة التربوية للحصة التعلمية 02

المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

مؤشرات الكفاءة:

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

الوسائل /الأدوات و الوثائق المستعملة:

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

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	مايقوم 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	2-1- المتابعة عن طريق المعايرة اللونية	نشاط تجريبي 01	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	التركيز على الأمن في المخبر توجيه الإجابات وتصحيحها	
90د	2-3- المتابعة عن طريق قياس الناقلية	نشاط تجريبي 02	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة النشاط	توجيه الإجابات وتصحيحها	
90د	2-4- سرعة التفاعل و زمن نصف التفاعل.		التمرن	الشرح	

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المستوى: 3 ثانوي ع ت/ ر / تر	ثانوية	الموسم الدراسي: 2022/2021

البطاقة التربوية للحصة التعلمية 02

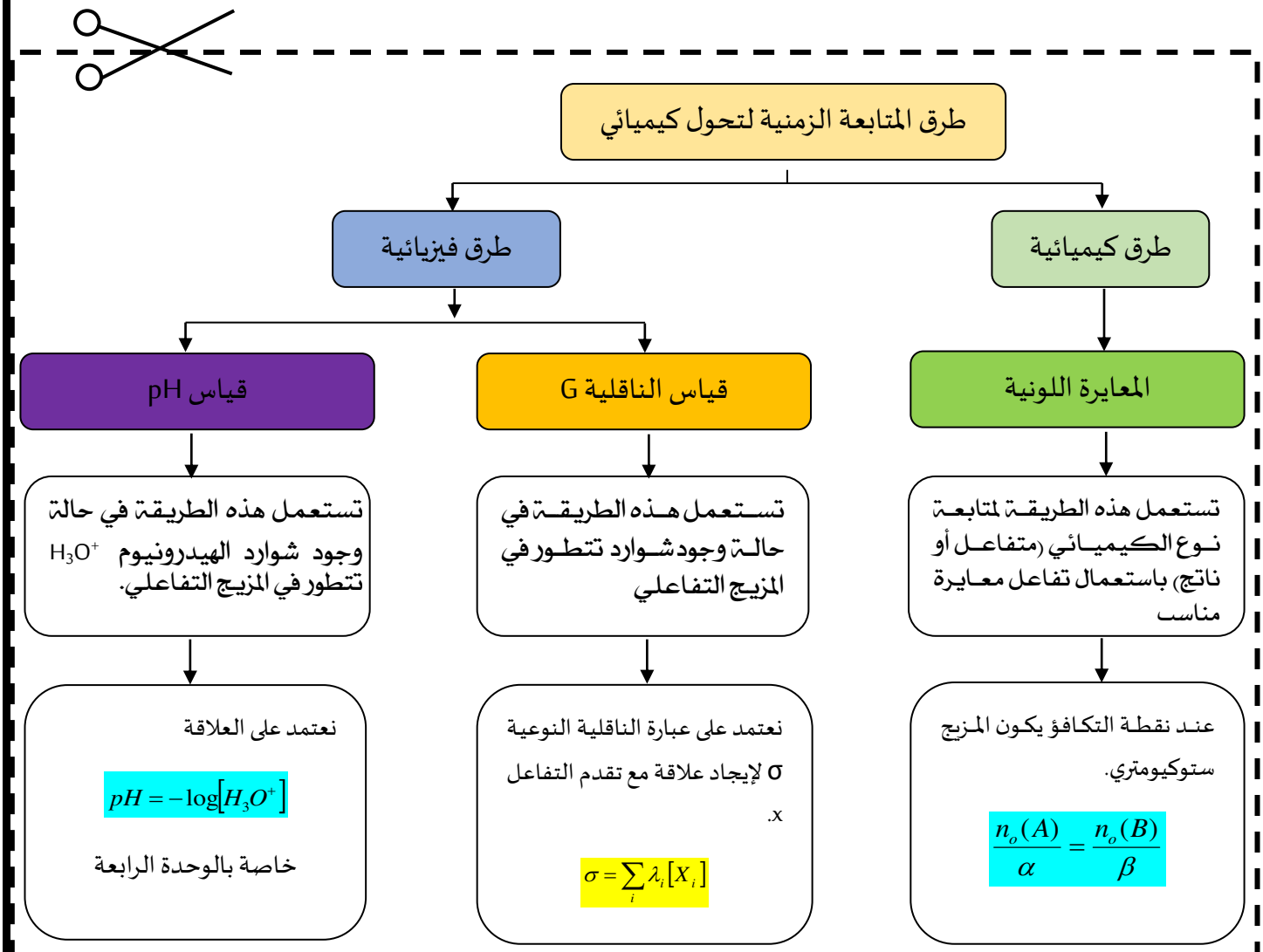
المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

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



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع: 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- مخلاط 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 بيشر حجما 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 مخلاط مغناطيسي. ماذا تلاحظ بمرور الزمن؟

.....

.....

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

.....

.....

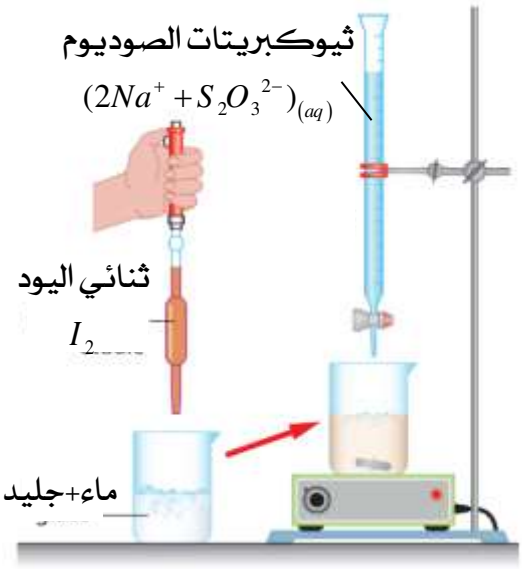
.....

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 صمغ 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}.

.....

.....

.....

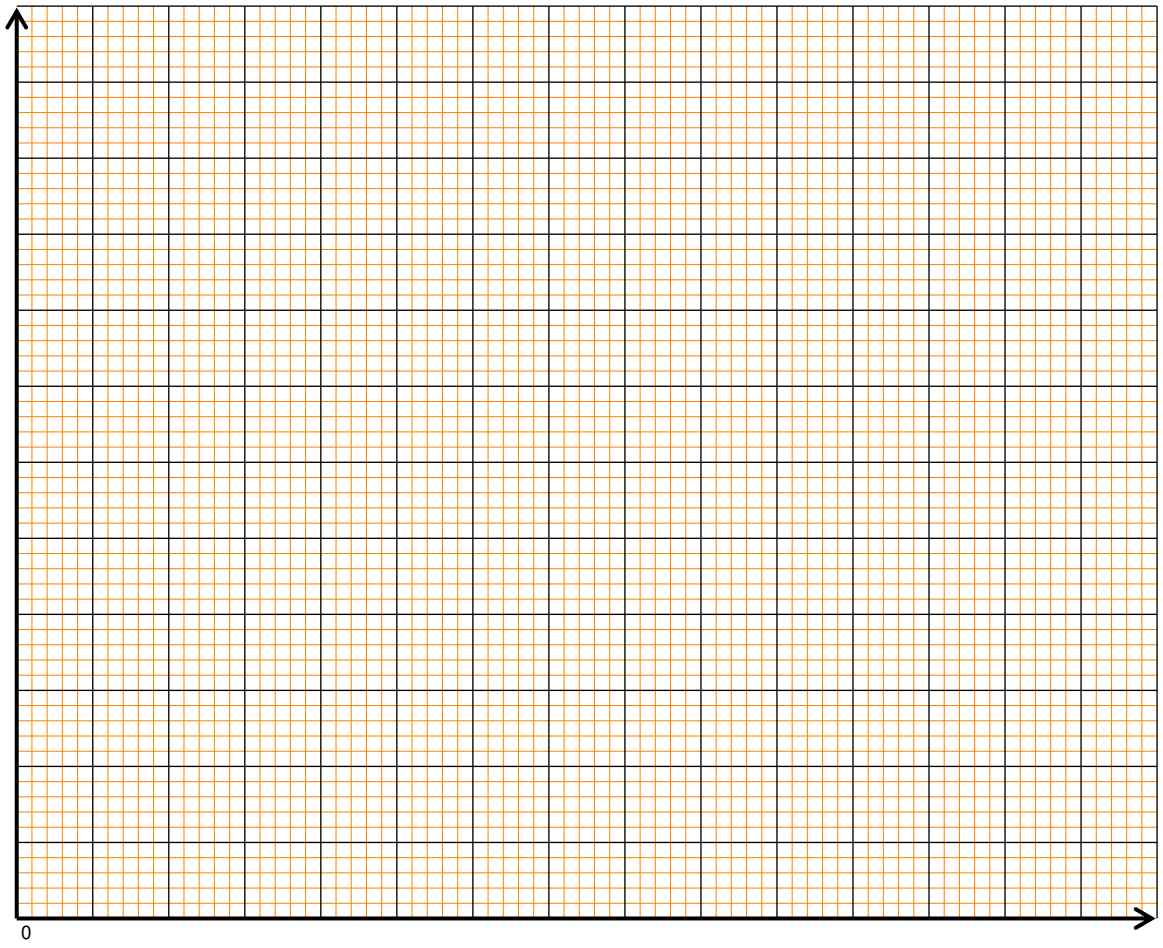
6- باستخدام العلاقة السابقة إملأ الجدول التالي:

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

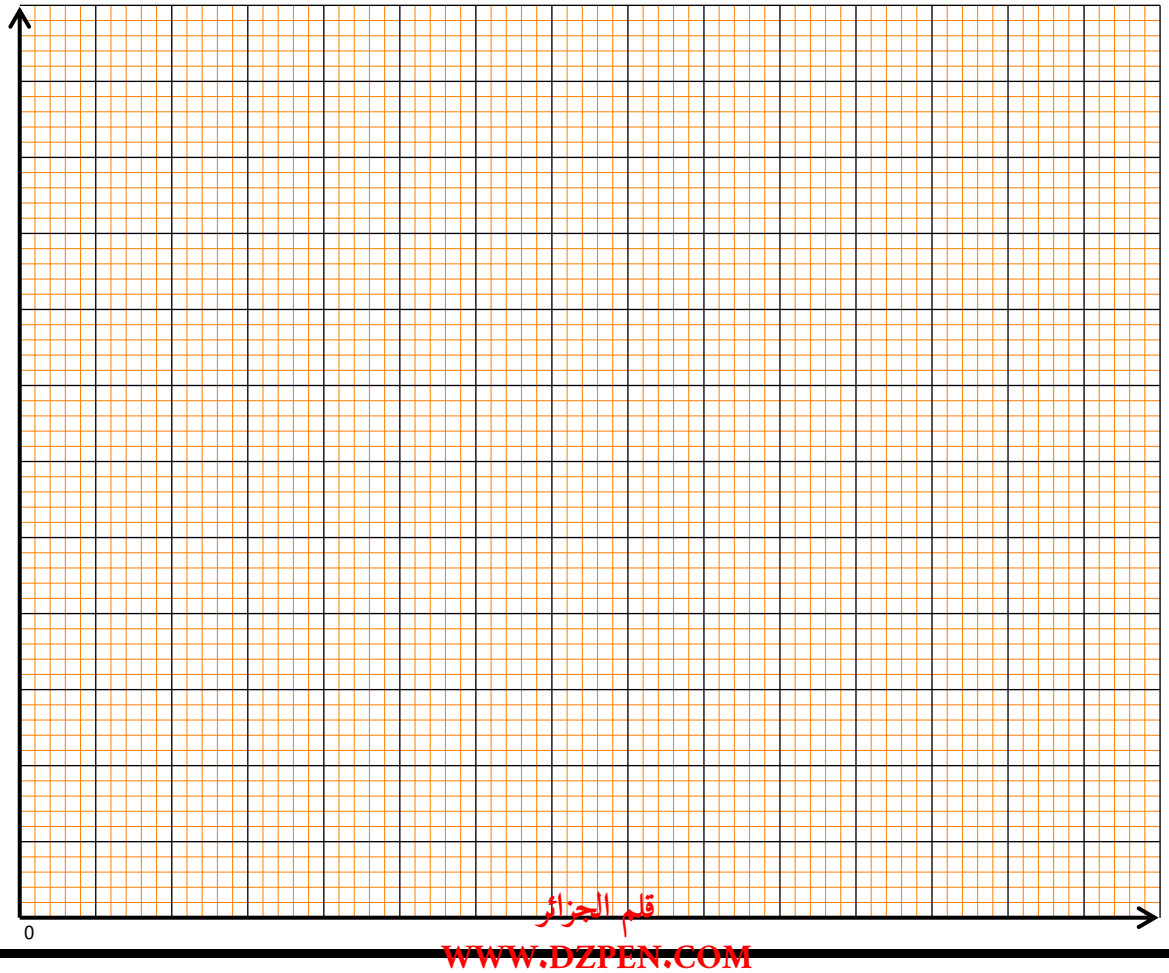
7- أرسم النحنى البياني $x(t) = f(t)$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

x(mmol)



x(mmol)



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع: المتابعة عن طريق المعايرة اللونية.

ف



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- مخلاط 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 بيشر حجما 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 مخلاط مغناطيسي. ماذا تلاحظ بمرور الزمن؟

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

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

$$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2e^- = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$
$$2I^-{}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2e^-$$
$$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$$

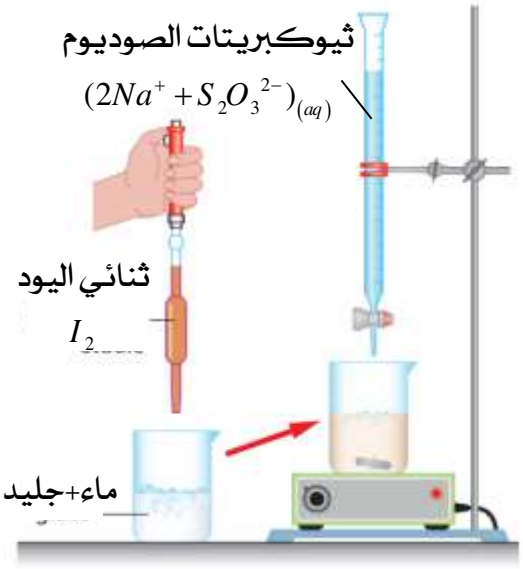
2- أنجز جدول تقدم التفاعل.

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

3ـ 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 صمغ 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
$V_{eq}(ml)$	0ml	2,5ml	5,1ml	7,1ml	8,4ml	10,6ml	11,4ml	14,1ml	15,6ml	16,1ml	16,4ml

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

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

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

$$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2e^-$$
$$I_{2(aq)} + 2e^- = 2I^-_{(aq)}$$
$$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)} = S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$$

3ـ 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}	$2x_{eq}$

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

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

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

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

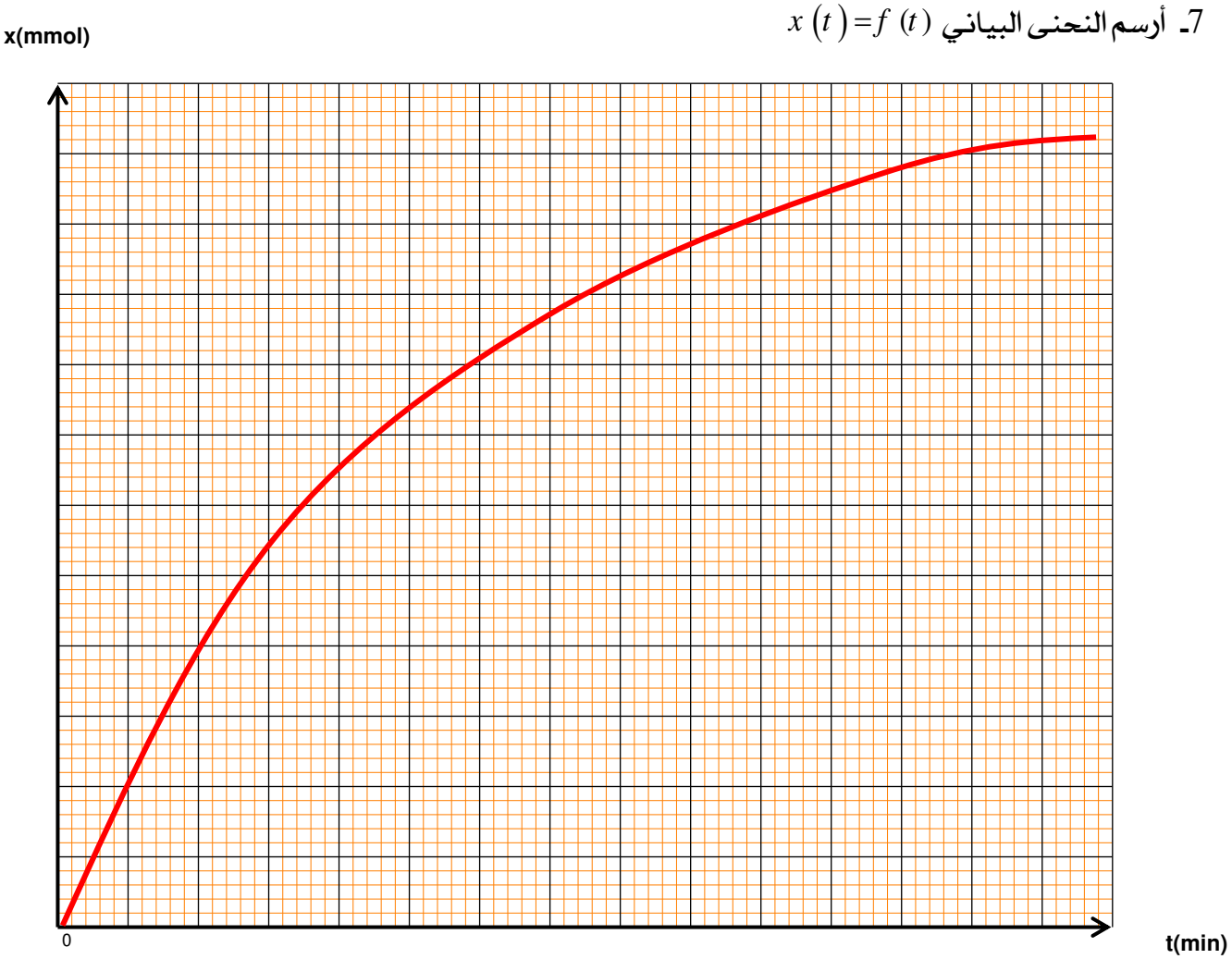
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

6- باستخدام العلاقة السابقة إملأ الجدول التالي:

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

7- أرسم النحنى البياني $x(t) = f(t)$



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع: المتابعة عن طريق قياس الناقلية

بطاقة التلميذ

الإشكالية:

كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

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

العمل التجريبي 02:

نضع في بيشر كمية من الماء المقطر والكحول ونضيف للخليط $1mL$ من 2-كلورو-2-ميثيل بروبان فيتفاعل هذا الأخير مع الماء في الخليطبتفاعل تام حسب المعادلة التالية:

$$C_4H_9Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = C_4H_9OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



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

.....

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

.....

.....

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 σ 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- حلل وفسر القيم المسجلة في الجدول.

.....

.....

2- أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3ـ أكتب عبارة الناقلية النوعية الموافقة لهذا التفاعل .

.....

.....

4ـ بالإعتماد على جدول التقدم :

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

.....

.....

.....

ب) استنتج عبارة الناقلية النوعية النهائية σ_{max} بدلالة كمية المادة الإبتدائية $n_0(C_4H_9Cl)$.

.....

.....

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

.....

.....

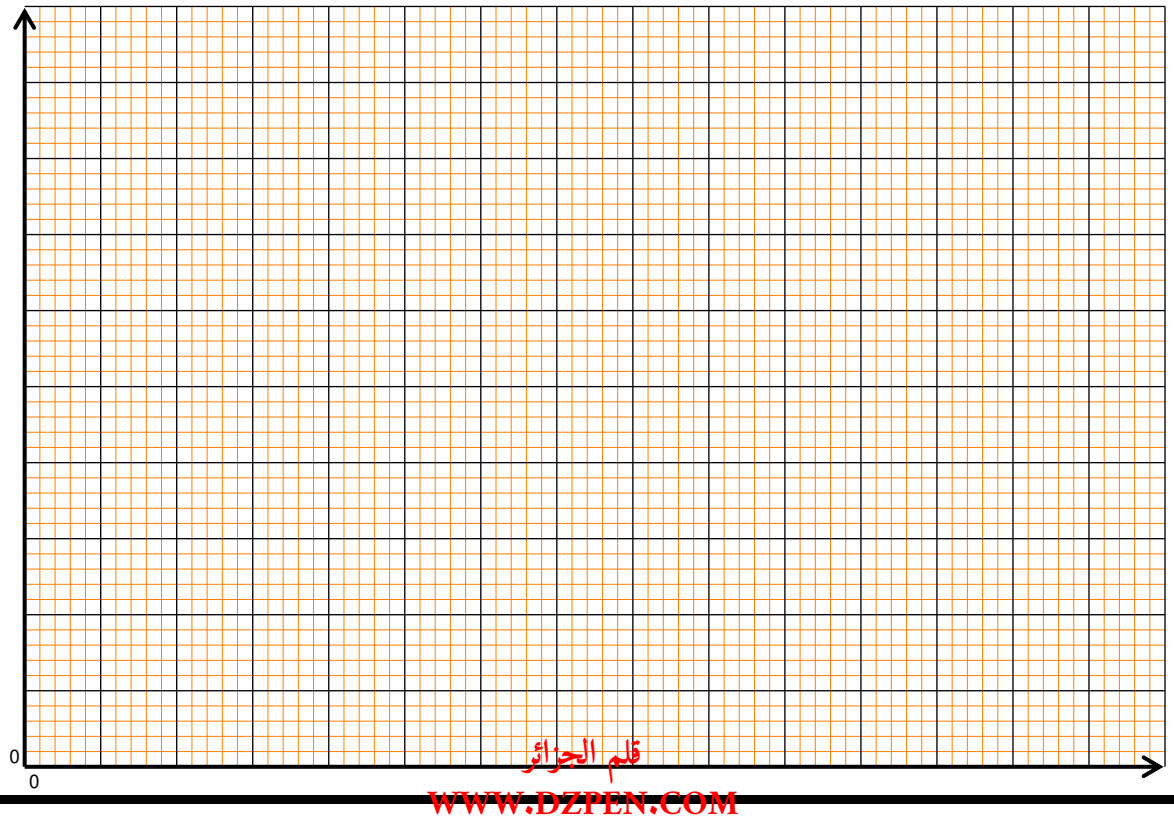
.....

$$\Rightarrow \boxed{x(t) = ...\sigma(t)}$$

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)



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 01 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي	الموضوع: المتابعة عن طريق قياس الناقلية



الإشكالية:

كيف نتابع التحول الكيميائي زمنيا عن طريق قياس الناقلية؟

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

العمل التجريبي 02:

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

$$C_4H_9Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = C_4H_9OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



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

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

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

$$n_0\left(C_4H_9Cl\right) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0.85\times 1}{92.5}$$
$$n_0\left(C_4H_9Cl\right) = 9.2\times 10^{-3} mol$$

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 σ 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 $x\,(mol)$	كميات المادة بـ (mol)				
ح.الإبتدائية	$x = 0$	$n_0 = 0.0092$	بوفرة	0	0	0
ح.الإنتقالية	$x(t) > 0$	$n_0 - x(t)$		$x(t)$	$x(t)$	$x(t)$

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

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

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

8ـ بالإعتماد على جدول التقدم :

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

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

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

ج) استنتج عبارة الناقلية النوعية النهائية σ_{max} بدلالة كمية المادة الإبتدائية $n_0(C_4H_9Cl)$.

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

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

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

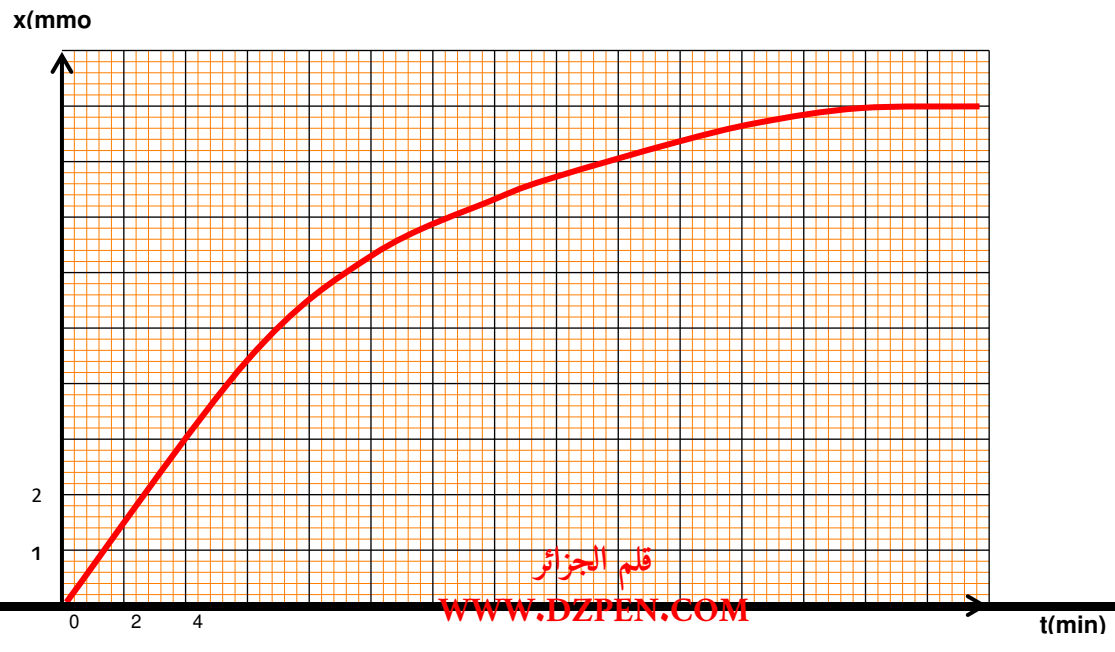
بقسمة العلاقة (1) على (2) نجد:

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

$$\Rightarrow \quad x(t) = 4.7\times10^{-3}\sigma(t)$$

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

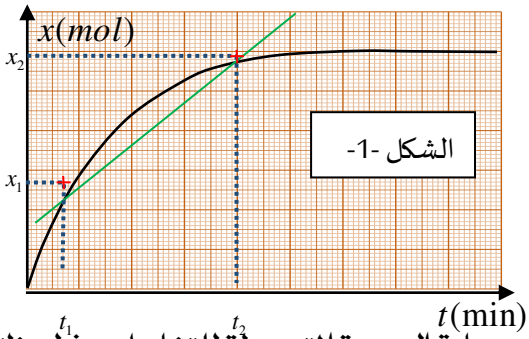
t (min)	2	6	10	14	16	20	22	24	26	28
$\sigma(S/m)$	**0.31**	**0.94**	**1.34**	**1.54**	**1.62**	**1.80**	**1.87**	**1.91**	**1.94**	**1.94**
$x(mmol)$	**1,46**	**4,42**	**6,30**	**7,24**	**7,61**	**8,46**	**8,79**	**8,98**	**9,12**	**9,12**



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

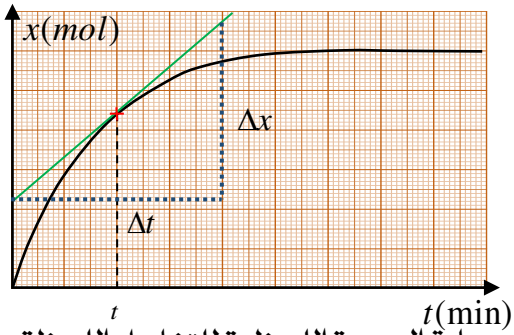
ليكن التفاعل الكيميائي التالي: $\alpha A + \beta B = \delta C + \gamma D$

السرعة المتوسطة	السرعة اللحظية
السرعة المتوسطة للتفاعل	السرعة اللحظية للتفاعل



تعطى عبارة السرعة المتوسطة للتفاعل بين لحظتين t_1 ، t_2 بالعلاقة:

$$\upsilon_{moy} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} (mol / \min)$$

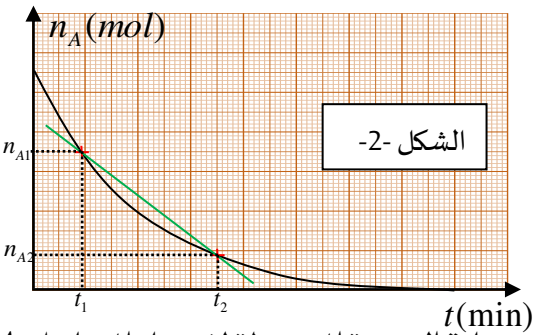


تعطى عبارة السرعة اللحظية للتفاعل اللحظة t بالعلاقة:

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

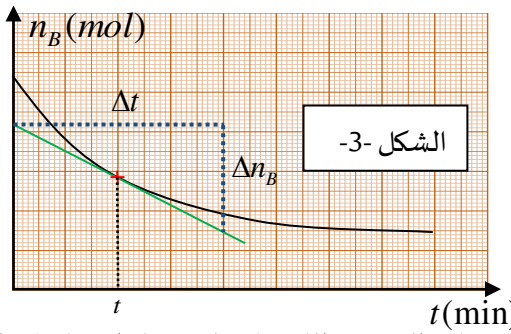
بيانيا: هي معامل توجيه للمماس عند اللحظة t: $\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

السرعة المتوسطة لإختفاء المتفاعل A	السرعة اللحظية لإختفاء المتفاعل B



تعطى عبارة السرعة المتوسطة لإختفاء المتفاعل A بين لحظتين t_1 ، t_2 بالعلاقة:

$$\upsilon_{Amoy} = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{n_{A2} - n_{A1}}{t_2 - t_1} (mol / \min)$$

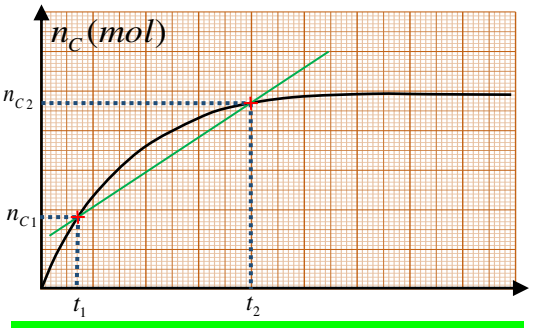


تعطى عبارة السرعة اللحظية لإختفاء المتفاعل B بالعلاقة:

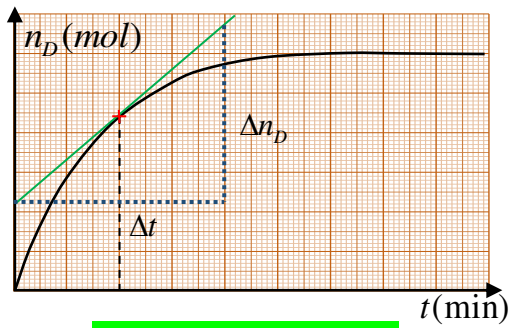
$$\upsilon_B = -\frac{dn_B}{dt} (mol / \min)$$

بيانيا: هي معامل توجيه للمماس عند اللحظة t: $\upsilon_B = -\frac{\Delta n_B}{\Delta t}$

السرعة المتوسطة لتشكل الناتج C	السرعة اللحظية لتشكل الناتج D



$$\upsilon_{Cmoy} = \frac{\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{n_{C2} - n_{C1}}{t_2 - t_1} (mol / \min)$$



$$\upsilon_D = \frac{dn_D}{dt} (mol / \min)$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

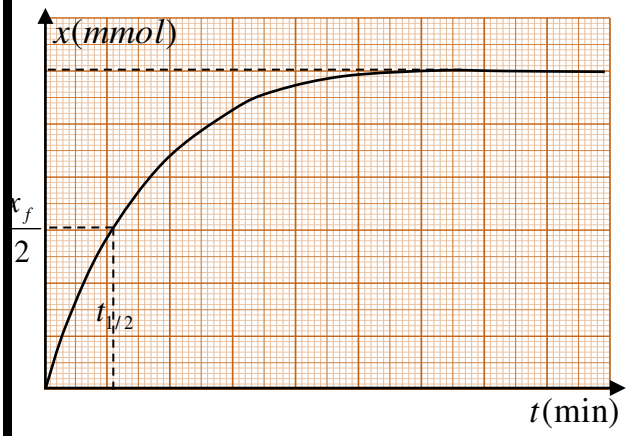
السرعة الحجمية

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

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 سكون التحول أسرع كلما كان زمن نصف التفاعل أصغر.

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

تقويم :

بالإستعانة بالمنحنى البياني السابق (العمل التجريبي 01) .

1- أحسب السرعة المتوسطة للتفاعل بين اللحظتين $t_1 = 2\,min$ و $t_1 = 14\,min$.

2- أحسب السرعة اللحظية للتفاعل عند اللحظتين $t_3 = 4\,min$ و $t_4 = 30\,min$.

3- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t_3 .

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

أ) إختفاء شوارد اليود v_{I^-}

ب) تشكل محلول ثنائي اليود v_{I_2} .

5- أجد زمن نصف هذا التفاعل.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

حل التقويم: (بعد رسم المنحنى البياني بدقة)

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

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

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

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

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

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

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

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

3- استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t_3.

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

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 اختفاء شوارد اليود تساوي سرعة التفاعل.

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

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

ب) **شكل محلول ثنائي اليود** v_{I_2}.

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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:

$$\upsilon = \frac{\upsilon_A}{\alpha} = \frac{\upsilon_B}{\beta} = \frac{\upsilon_C}{\delta} = \frac{\upsilon_D}{\gamma}$$



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 :

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

باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن نجد:

$$v_{\text{الإختفاء}} = \frac{dn_{\text{المختفية}}}{dt} = \frac{dn_{\text{الإبتدائية}}}{dt}^{0} - \frac{dn_{\text{المتبقية}}}{dt}$$

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

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_{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 $X(t)$

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

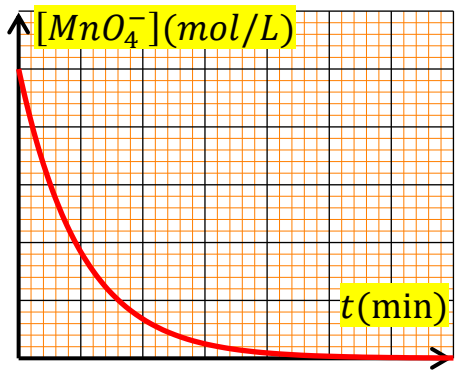
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

كيف نبرهن على علاقات سرعة التفاعل؟

غالبا في التمارين لا يعطينا منحنى تقدم التفاعل بدلالة الزمن لحساب سرعة التفاعل وهنا وجب علينا إيجاد علاقة خاصة بالمنحنى الموجود في التمرين . كيف ذلك؟؟ نحتاج جدول التقدم وبعض العلاقات المعروفة...

مثال : ليكن التفاعل الكيميائي المنمذج بمعادلة التفاعل:

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x\,(mol)$	$2MnO_{4\,(aq)}^{-}+5H_2C_2O_{4(l)}+6H^{+}_{(aq)}=2Mn^{2+}_{(aq)}+10CO_{2(g)}+8H_2O_{(l)}$					
		كميات المادة بالمول (mol)					
ح الإبتدائية	$x=0$	$n_1=C_1V_1$	$n_2=C_2V_2$	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		$2x_f$	$10x_f$	



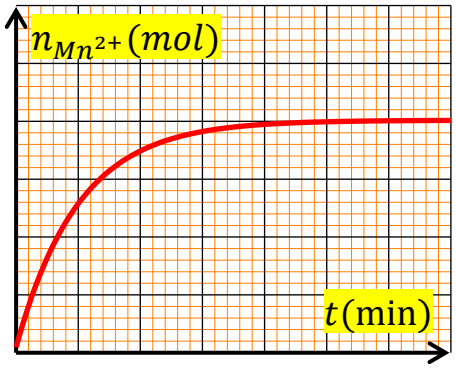
أثبت أن سرعة التفاعل تكتب على الشكل : $v=-\frac{V_T}{2}\times\frac{d[MnO_4^-]}{dt}$

الخطو 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 : $v=-\frac{V_T}{2}\times\frac{d[MnO_4^-]}{dt}$



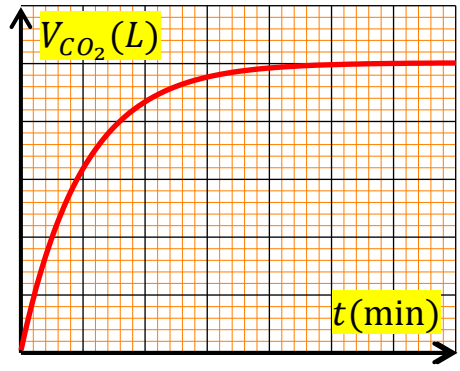
أثبت أن السرعة الحجمية التفاعل تكتب على الشكل : $v_V=\frac{1}{2V_T}\times\frac{dn_{Mn^{2+}}}{dt}$

الخطو 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 : $v_V=\frac{1}{V_T}\frac{dx}{dt}$

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



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

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

ومنه : $V_{CO_2}=10V_Mx$.

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 : $v=\frac{1}{10V_M}\times\frac{dV_{CO_2}}{dt}$

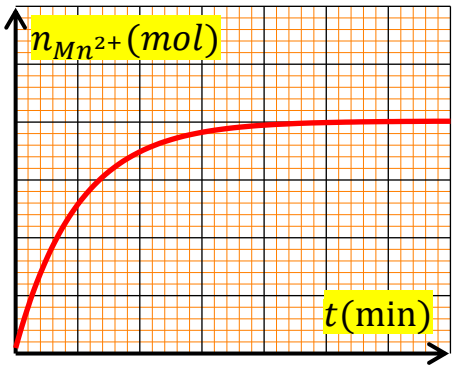
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

مثال : نستعمل المثال السابق



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

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

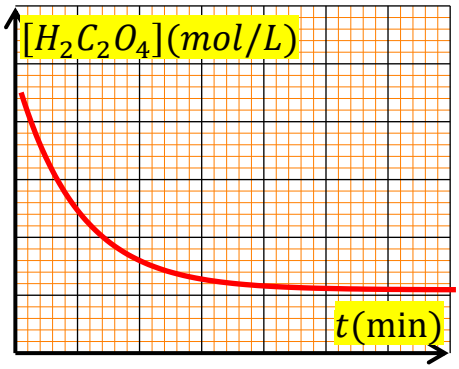
الخطوة 02 : من جدول التقم وفي الحالة النهائية $n_f(Mn^{2+}) = 2x_f$ ،

ومنه : $x_f = \frac{n_f(Mn^{2+})}{2}$ ....(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 : $\frac{[H_2C_2O_4]_0+[H_2C_2O_4]_f}{2}$

الخطو 01 : من جدول تقدم التفاعل لدينا :

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

$[H_2C_2O_4](t) = [H_2C_2O_4]_0 - 5\frac{x(t)}{V_T}$ ....(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 : $x_f = \frac{[H_2C_2O_4]_0-[H_2C_2O_4]_f}{5}V_T$ ....(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 :

$[H_2C_2O_4](t_{1.2}) = [H_2C_2O_4]_0 - 5\frac{[H_2C_2O_4]_0-[H_2C_2O_4]_f}{5\times 2V_T}V_T$

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 .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المستوى: 3 ثانوي ع ت/ ر / تر	ثانوية	الموسم الدراسي: 2022/2021

البطاقة التربوية للحصة التعلمية 03

المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: العوامل الحركية

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	3-1- تأثير درجة الحرارة	نشاط 01 (الفيديو 01)	• مشاهدة الفيديو • تدوين الملاحظات • الإستنتاج	توجيه الإجابات وتصحيحها	
20د	3-2- تأثير التركيز الإبتدائي للمتفاعلات.	نشاط 02 (الفيديو 02)			
30د	3-3- تأثير الوسيط	نشاط 03 (الفيديو 03)			



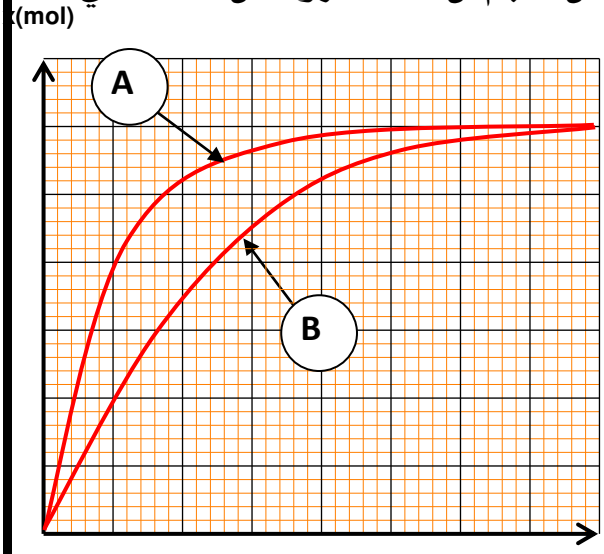
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: العوامل الحركية

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 ($^{\circ}C$)	20	70
المنحنى البياني الموافق		



1ـ ماذا تلاحظ؟ (بعد مشاهدة الفيديو)

.....

.....

2ـ أنسب كل منحنى بياني ($x = f(t)$ الشكل1) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

3ـ ماذا تستنتج فيما يخص تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟

نتيجة:

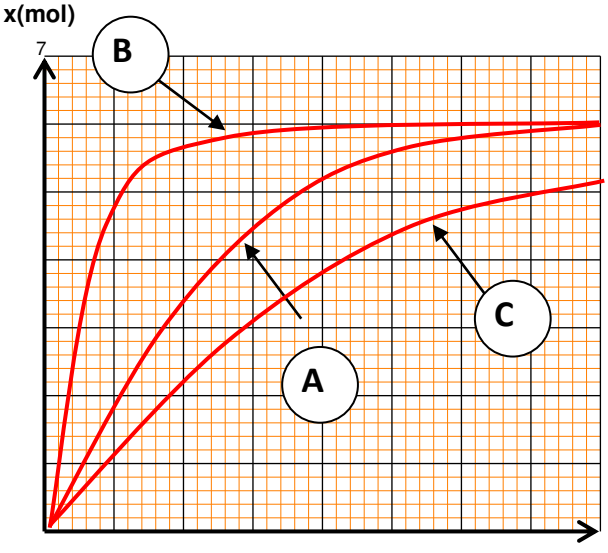
.....

.....

2) تأثير التركيز الإبتدائي للمتفاعلات:

نشاط 02 : نحدث ثلاث تفاعلات بين نفس الحجوم $V = 20ml$ 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.

1ـ متى نقول عن هذا التفاعل أنه وصل إلى نهايته؟ .....



البيشر	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			

1ـ أنسب كل منحنى بياني ($x = f(t)$ الشكل2) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

4ـ ماذا تستنتج فيما يخص تأثير التركيز الإبتدائي للمتفاعلات؟

نتيجة:

.....

.....

3) تأثير الوسيط:

نشاط 03 : يتفكك الماء الأوكسيجيني ذاتيا وفق تفاعل أكسدة – رجاع حيث يلعب الماء الأوكسيجيني دور مؤكسد ومرجع في نفس الوقت.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

.....

.....

.....

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

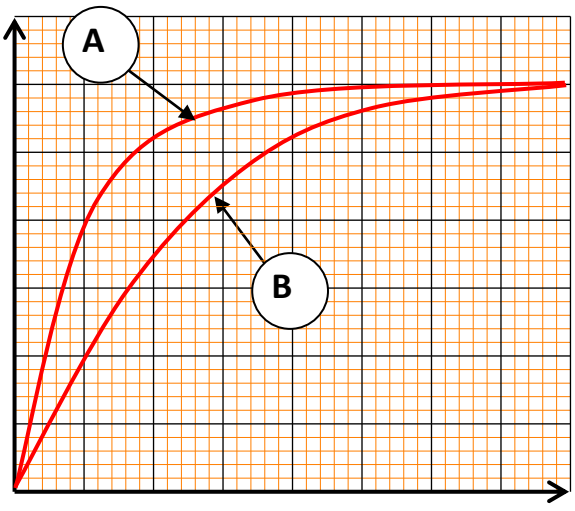


المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: المتابعة الزمنية لتحول كيميائي	الموضوع: العوامل الحركية

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 ($^{\circ}C$)	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 ($x = f(t)$) (الشكل1) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

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

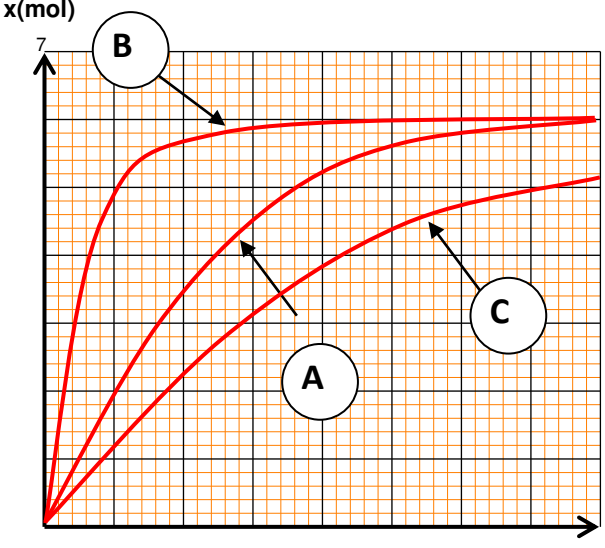
نتيجة:

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

2) تأثير التركيز الإبتدائي للمتفاعلات:

نشاط 02 : نحدث ثلاث تفاعلات بين نفس الحجوم $V = 20ml$ 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 .



البيشر	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 ($x = f(t)$) (الشكل2) إلى الكأس المناسب (في الجدول أعلاه)

8- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير التركيز الإبتدائي للمتفاعلات؟

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

نتيجة:

التفاعل يكون **أسرع** كلما كان التركيز الإبتدائي للمتفاعلات **أكبر** و بالتالي **سطح التلامس** يعتبر **عامل حركي**.

3) تأثير الوسيط:

نشاط 03 : يتفكك الماء الأوكسيجيني ذاتيا وفق تفاعل أكسدة – رجاع حيث يلعب الماء الأوكسيجيني دور مؤكسد ومرجع في نفس الوقت.

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

$$H_2O_{2(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- = 2H_2O_{(l)}$$

$$H_2O_{2(aq)} = O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^-$$

$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

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

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

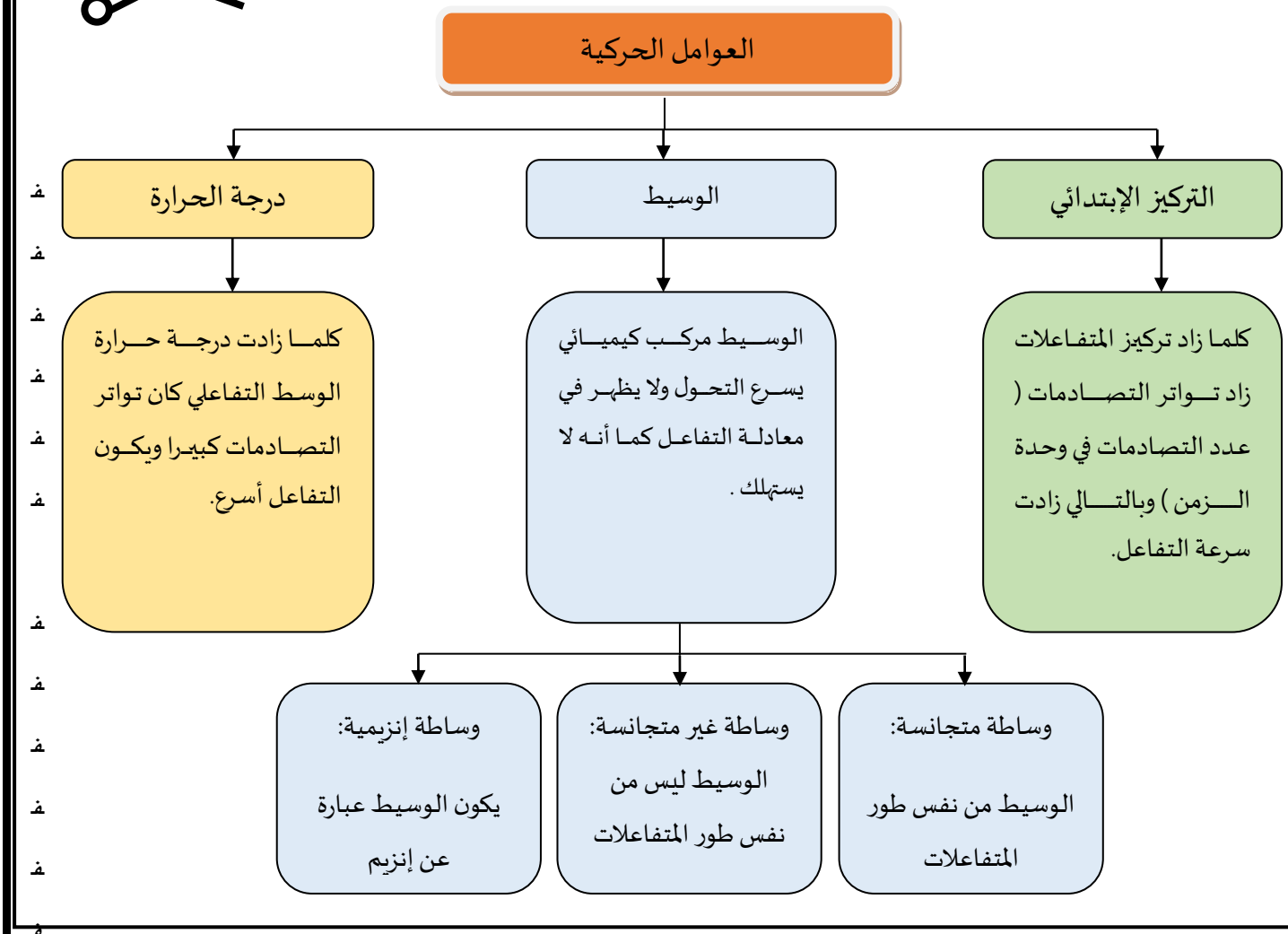
3- التفسير المجهري للعوامل الحركية:

ينتج التحول الكيميائي عن التصادمات الفعالة للأفراد الكيميائية (ذرات ، جزيئات ، شوارد) المتفاعلة حيث تنكسر الروابط لتشكل روابط أخرى بسبب الطاقة الحركية الكافية للأفراد وكذلك لتوجهها المناسب .

تعريف تصادمات الفعالة:

نظرا للحركة العشوائية للأفراد الكيميائية تكتسب طاقة حركية مجهرية متعلقة بدرجة الحرارة، تزداد هذه الطاقة بزيادة درجة الحرارة، فعند اصطدام فردين كيميائيين لتشكيل فرد كيميائي جديد وكانت الطاقة الحركية كافية والتوجه مناسب سمي بالإصطدام الفعال.

هذا المخطط يلخص كل العوامل الحركية وتفسيرها المجهري.



.....

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

قابلة للتعديل

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM