هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــــكـــــيـــــمـــــيـــــاء	7 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا علوم تجريبية	الـجـــزء الأول: التحولات السريعة و التحولات البطيئة	
الثانوية التأهيلية		

الدرس الثاني

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل

Suivi temporel d'une transformation chimique – vitesse de réaction

I. التتبع الزمني لتحول كيميائي.

1. تعريف الحركية الكيميائية:

الحركية الكيميائية هي دراسة تطور تحول كيميائي خلال الزمن بدئا من حالته البدئية إلى حالته النهائية، و ذلك بتتبع تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن، و خط المنحنى الممثل للدالة $x=f(t)$.

و لتتبع التطور الزمني لمجموعة كيميائية من الضروري معرفة تركيب هذه المجموعة في كل لحظة، و هناك عدة طرق تمكن من ذلك، و تنقسم إلى:

- **طرائق كيميائية:** ترتكز على **معايرة** أحد الأنواع الكيميائية (متفاعل أو ناتج) خلال التفاعل، و تكون ملائمة إذا كان تفاعل المعايرة سريعا أمام التحول الكيميائي المدروس، كما أن هذه الدراسة تتم بطريقة متقطعة، أي أن هذه الطريقة لا تسمح بتسجيل مستمر لتطور كمية مادة أو تركيز مكون للخليط التفاعلي خلال الزمن و تستلزم كميات مادة مهمة.
- **طرائق فيزيائية:** تستعمل هذه الطرائق عندما يكون تركيز بعض الأنواع الكيميائية في الوسط التفاعلي مرتبطا بمقدار فيزيائي، و هي أكثر نجاعة لذلك تستعمل أكثر فأكثر لأنها سريعة و تستلزم كمية مادة أقل و تنجز القياسات بصفة مستمرة دون إلحاق أي تغيير بالوسط التفاعلي، ومن هذه الطرائق نجد:
  - **قياس المواصلة:** بالنسبة للأوساط التفاعلية التي تحتوي على أيونات.
  - **قياس pH المحلول:** إذا كانت الأوساط التفاعلية تحتوي على أيونات الأوكسونيوم H_3O^+.
  - **قياس الضغط أو الحجم:** إذا كان أحد المتفاعلات أو النواتج غازا.
  - **قياس الطيف الضوئي:** إذا كان المتفاعلات أو النواتج ملونا.

2. تتبع تطور تفاعل كيميائي بواسطة – المعايرة-:

نصب في كأس حجما $V_1=50mL$ من محلول الماء الأكسيجيني H_2O_2 عديم اللون تركيزه $C_1=0,054mol/L$، وبضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز، ثم نضيف إليه حجما $V_2=50mL$ من محلول يودور البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ عديم اللون تركيزه $C_2=0,1mol/L$. عند إضافة الحجم V_2 نشغل الميقت و نحرك الخليط التفاعلي.

بعد مرور دقيقتين نأخذ حجما $V=10mL$ من الخليط التفاعلي و نضيف إليه الماء المثلج $(0°C)$، ثم نعاير ثنائي اليود I_2 الموجود في هذه العينة، بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ تركيزه $C=0,1mol/L$، ونحدد في كل مرة V_E حجم ثيوكبريتات الصوديوم المضاف للحصول على التكافؤ. نعيد نفس المراحل للحظات مختلفة فنحصل على الجدول التالي:

t(min)	0	02	06	10	15	20	30	40	50	60
V_E(mL)	0	1,20	2,70	3,50	4,20	4,70	5,10	5,30	5,40	5,40
$n(I_2)$(mmol)										
x(mmol)										

1) لماذا نصب العينة المأخوذة من الخليط التفاعلي في الماء المثلج قبل كل معايرة؟

.....

.....

.....

.....

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة-اختزال بين I_2/I^- و H_2O_2/H_2O للخليط التفاعلي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة- اختزال للمعايرة بين I_2/I^- و $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ للخليط التفاعلي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) أنشئ الجدول الوصفي لتطور التحول المنمذج بتفاعل المعايرة عند التكافؤ عند لحظة t.

معادلة التفاعل		
الحالة	التقدم	كميات المادة
البدئية	0	
عند اللحظة t	x	
عند التكافؤ	x_E	

5) عبر عن كمية مادة ثنائي اليود المتكون $n_i(I_2)$ بدلالة الحجم عند التكافؤ V_E و التركيز المولي C.

.....

.....

.....

.....

6) أنشئ جدول تطور المجموعة المدروسة و عبر بدلالة التقدم x عن كمية مادة ثنائي اليود $n_i(I_2)$ المتكونة عند اللحظة t.

معادلة التفاعل		
الحالة	التقدم	كميات المادة
البدئية	0	
عند اللحظة t	x	
عند التكافؤ	x_E	

.....

.....

.....

7) أحسب x عند كل لحظة في 100mL من الخليط التفاعلي، ثم أتمم ملأ الجدول أعلاه.

.....

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

.....

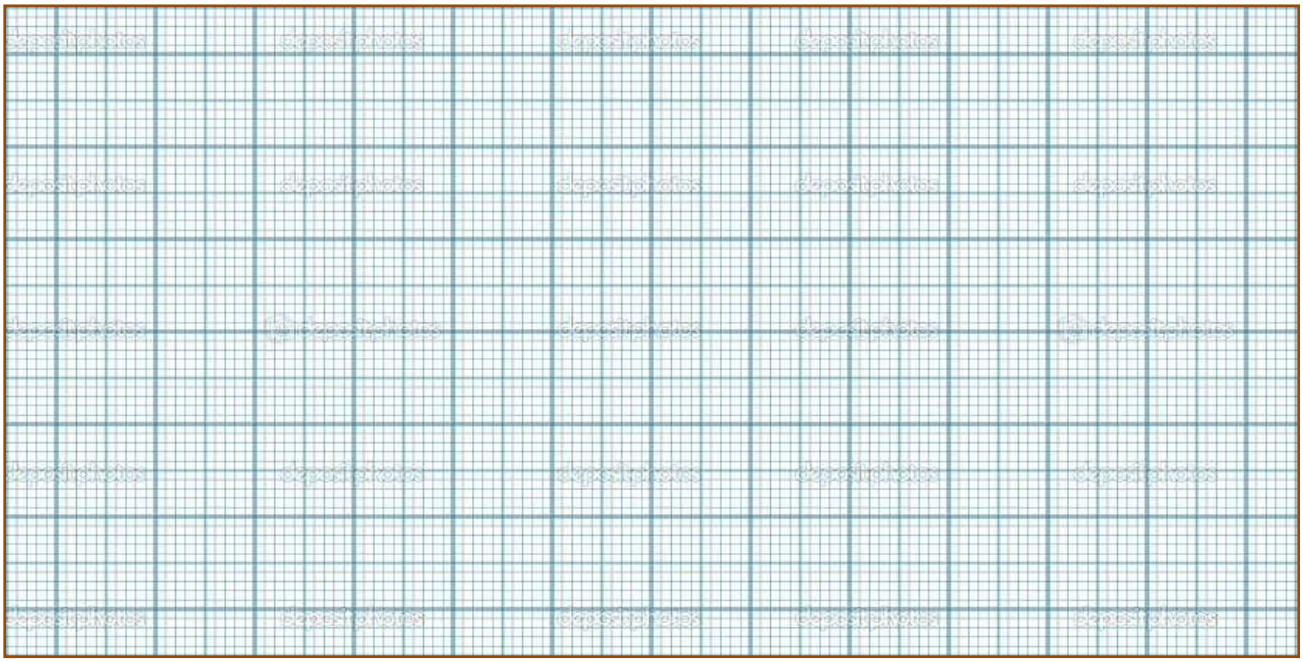
.....

.....

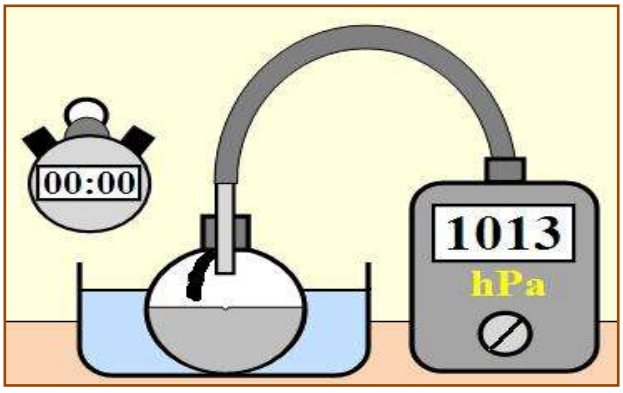
.....

.....

8) أرسم المنحى الممثل لتغيرات x بدلالة الزمن، أي x=f(t).



3. تتبع تطور تفاعل كيميائي بواسطة – قياس الضغط:



ندخل في حوجلة سعتها 250mL متصلة بمانومتر حجما V=50mL من محلول حمض الكلوريدريك ذي التركيز المولي C=0,5mol/L، و شريط من المغنيزيوم كتلته m=20mg.

نمسك الشريط بالسدادة حيث يمكن أن يسقط برجة صغيرة، و للحفاظ على درجة حرارة الوسط التفاعلي ثابتة ندخل الحوجلة في حوض زجاجي يحتوي على ماء درجة حرارته ثابتة، نعطي M(Mg)=24,3g/mol و ثابتة الغازات الكاملة هي $R=8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$.

في اللحظة t=0 نسقط الشريط في المحلول الحمضي و نسجل قيمة الضغط التي يشير إليها المانومتر بعد تمام كل 30s و ندون النتائج المحصل عليها في الجدول أسفله:

t(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
P(hPa)	1013	1025	1036	1048	1060	1068	1079	1081	1087	1091	1093	1093
$n(H_2)$(mmol)												
x(mmol)												

1) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة- اختزال بين المزدوجتين المتدخلتين Mg^{2+}/Mg و H^+/H_2.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2) أحسب كمية المادة البدئية لكل من المتفاعلين.

.....

.....

.....

.....

3) حدد P_0 ضغط الهواء المحصور داخل الحوجلة قبل حدوث التفاعل.

.....

4) أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل، و حدد المتفاعل المحد.

معادلة التفاعل		
الحالة	التقدم	كميات المادة بـ (mmol)
البدئية	0	
عند اللحظة t	x	
عند النهائية	x_{max}	

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) استنتج العلاقة بين كمية المادة للغاز الناتج و تقدم التفاعل x عند كل لحظة.

.....

6) اعتمادا على معادلة الحالة للغازات الكاملة، أثبت العلاقة $\mathbf{x(t) = x_{max} \times \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}}$ مع $\Delta P = P - P_0$ و $\Delta P_{max} = P_{max} - P_0$ تباعا تغير ضغط الغاز داخل الحوجلة عند لحظة t وعند الحالة النهائية.

.....

.....

.....

.....

.....

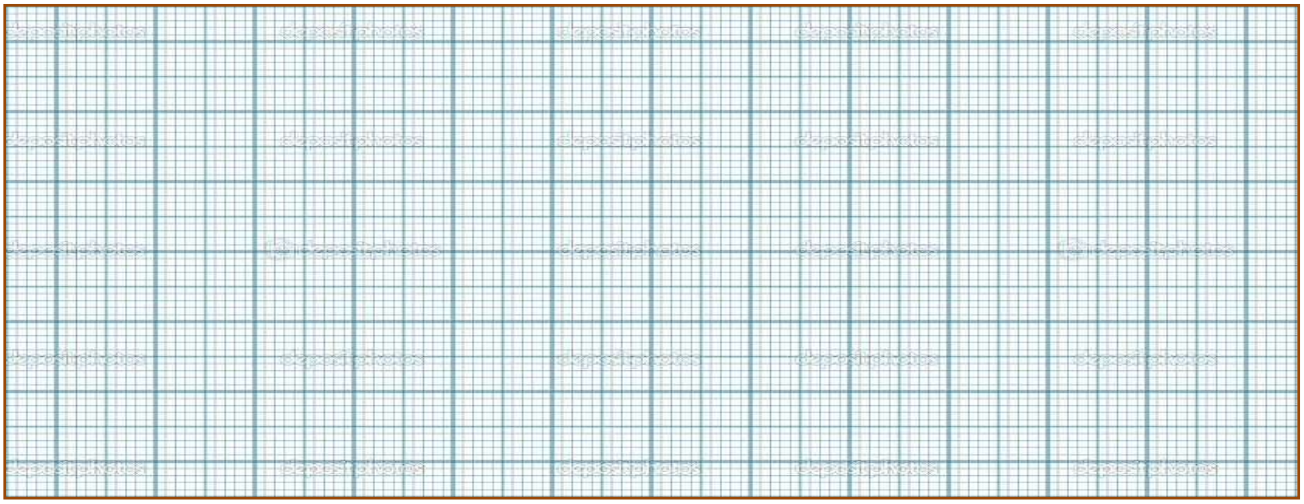
.....

.....

.....

7) أتمم ملأ الجدول أعلاه. (أنظر الجدول أعلاه)

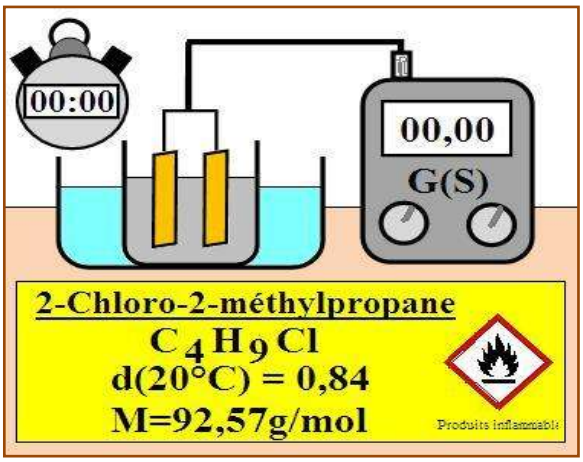
8) أرسم المنحى الممثل لتغيرات x بدلالة الزمن، أي x = f(t).



للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

4. تتبع تطور تفاعل كيميائي بواسطة – قياس المواصلة-:



نحضر في كأس موضوع في حمام مريم درجة حرارته 20°C، خليطا يتكون من V=50mL من الماء المقطر و V_1=25mL من الإيثانول. نعير خلية قياس المواصلة ثم نغمرها في الخليط بعد تحريكه ليصبح متجانسا، ثم نحدد القيمة البدئية σ_0 للموصلية.

عند t=0 لحظة تشغيل الميقت نأخذ بواسطة ماصة حجما V_2=1mL من 2- كلورو- 2- ميثيل البروبان و نصبه في الكأس، حيث يتفاعل هذا الأخير مع الماء تفاعلا كليا و بطيئا حسب المعادلة:

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

نسجل قيم الموصلية σ للمحلول بعد تمام كل 200 ثانية فنحصل على الجدول أسفله:

t(s)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$\sigma(S.m^{-1})$	0	0,489	0,977	1,270	1,466	1,661	1,759	1,856	1,905	1,955	1,955
x(mmol)											

1) حدد الأنواع الكيميائية الموجودة في الخليط التفاعلي التي تؤثر على مواصلة أو موصلية المحلول.

.....

.....

2) استنتج تعبير موصلية الخليط التفاعلي.

.....

.....

3) أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل.

معادلة التفاعل		$C_4H_9Cl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة
البدئية	0	
عند اللحظة t	x	
النهائية	X_{max}	

4) أحسب التقدم الأقصى علما أن المتفاعل المحد هو 2- كلورو-2- ميثيل البروبان.

.....

.....

.....

.....

5) اعتمادا على تعبير موصلية الخليط التفاعلي عند لحظة t و تعبيرها عند نهاية التفاعل ، أثبت العلاقة التالية:

$$x(t) = x_{max} \times \frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

6) أتمم ملأ الجدول أعلاه، ثم خط المنحنى الممثل للدالة x = f(t).

II. السرعة الحجمية للتفاعل.

1. تعريف السرعة الحجمية للتفاعل:

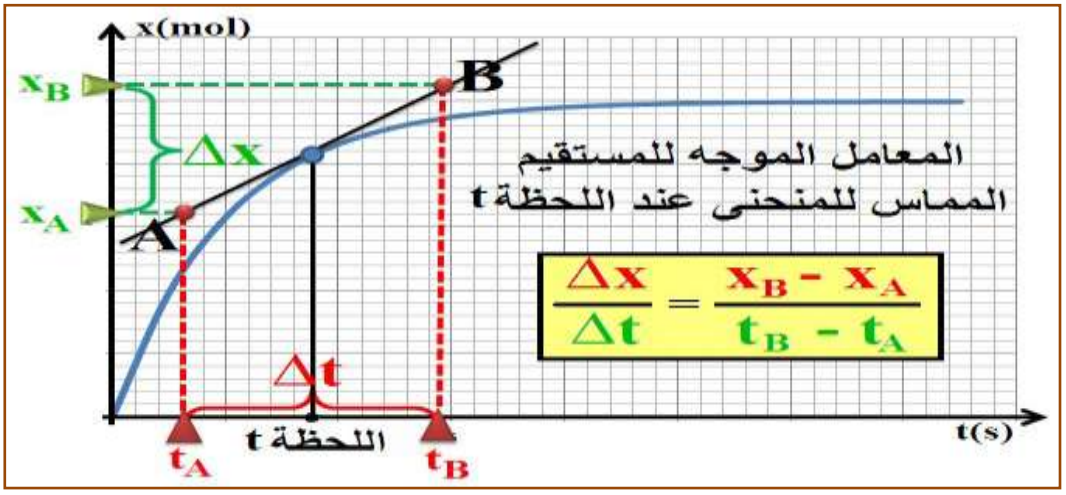
تعرف **السرعة الحجمية للتفاعل** عند اللحظة t لتفاعل يحدث داخل حجم V ثابت، بقيمة مشتقة التقدم x بالنسبة للزمن عند نفس اللحظة مقسومة على الحجم V، بحيث:

السرعة الحجمية للتفاعل مقدار موجب، كما أن وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي .....
وهناك وحدات عملية مثل: .....

2. تحديد سرعة التفاعل عند لحظة t:

لتحديد سرعة التفاعل عند لحظة t انطلاقا من منحنى تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن نتبع المراحل التالية:

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



3. تطور سرعة التفاعل خلال الزمن:

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

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

III. زمن نصف التفاعل.

1. تعريف زمن نصف التفاعل:

.....

.....

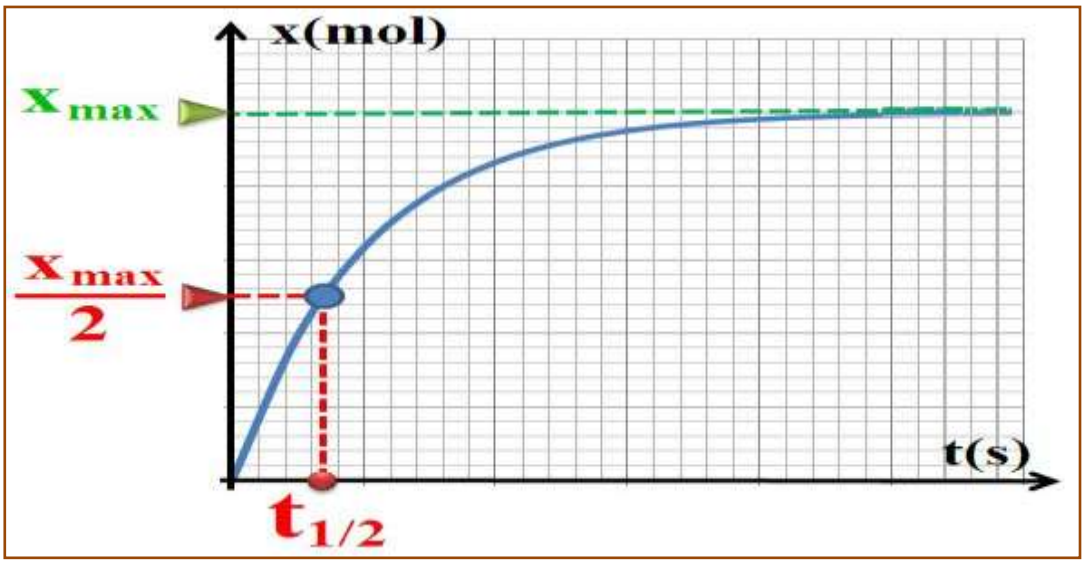
.....

.....

2. تحديد زمن نصف التفاعل:

لتحديد زمن نصف التفاعل مبيانيا انطلاقا من منحنى تغيرات تقدم التفاعل x(t)، نتبع الخطوات التالية:

- نحدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} بخط مقارب للمنحنى x(t).
- نحدد نقطة تقاطع الخط الأفقي ذي الأرتوب $\frac{x_{max}}{2}$ بالمنحنى x(t).
- نحدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و ذلك بتحديد أفصول نقطة التقاطع.



3. زمن نصف التفاعل و علاقته بتقنيات التتبع:

يمكن زمن نصف التفاعل من معرفة المدة الزمنية Δt اللازمة لإنهاء التحول الكيميائي $\Delta t \approx 10.t_{1/2}$. فعندما يكون زمن التفاعل أصغر من الثانية تكون الملاحظة العينية غير ممكنة، كما أنه لا يمكن تتبع تحول بالمعايرة إلا إذا فاق زمن نصف التفاعل الدقيقة.و منه فإن زمن نصف التفاعل يمكننا من اختيار التقنية التجريبية اللازمة للتتبع الزمني.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma