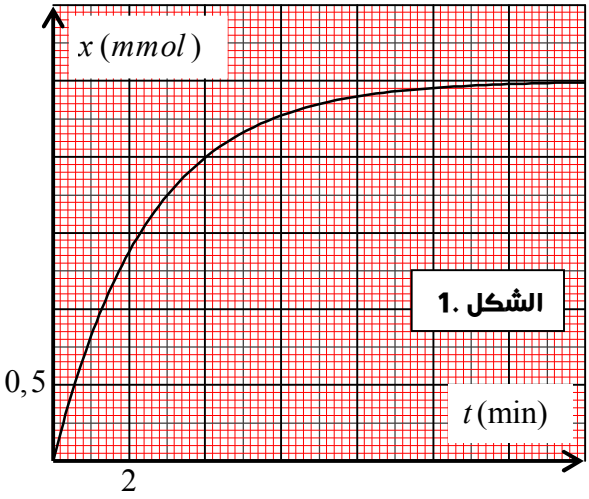
سلسلة تمارين الوحدة الأولى :
المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

التمرين الأول : - تمرين تدريبي

دراسة تطور تفاعل أكسدة C_3H_8O بواسطة أيونات البرمنغنات MnO_4^- و هو تفاعل بطيء و نعتبره تام ينمذج بتفاعل معادلته :

$$5\cdot C_3H_8O_{(aq)} + 2\cdot MnO_{4(aq)}^- + 6\cdot H_{(aq)}^+ = 5\cdot C_3H_6O_{(aq)} + 2\cdot Mn_{(aq)}^{2+} + 6\cdot H_2O_{(l)}$$

توجد عدة تقنيات لمتابعة التفاعل السابق زمنيا
استخدمنا واحدة منها والتي سمحت لنا برسم البيان
$x = f(t)$ (الشكل 1.).



1. أذكر بعض الطرق التي تمكننا من المتابعة الزمنية للتحول السابق مع التعليل.
2. حدد الثنائيتين $(Ox\ /\ Réd)$ الداخلتين في التفاعل.
3. أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $(t = 4\,\text{min})$
4. استنتج سرعة اختفاء تشكل البرمنغنات Mn^{+2} عند اللحظة $(t = 4\,\text{min})$
5. استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين الثاني: - قياس ضغط غاز+قياس الناقلية النوعية

يتفاعل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ مع محلول كلور الماء وفق تفاعل تام حسب المعادلة :

$$CaCO_{3(s)} + 2H_3O_{(aq)}^+ \rightarrow CO_{2(g)} + Ca_{(aq)}^{2+} + 2H_2O_{(l)}$$

لدراسة حركية هذا التفاعل نصب في حوجلة تحتوي على كمية وفيرة من كربونات الكالسيوم حجما : $V_a = 100ml$ من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز $C = 0,1mol/l$

ـ نقيس ضغط ثنائي أكسيد الكربون الناتج بواسطة جهاز مناسب و تحت حجم ثابت $V = 1L$ عند درجة حرارة $T = 298K$

يعطي الجدول النتائج المتحصل عليها :

$t(s)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$P_{CO_2}(pa)$	1250	2280	3320	4120	4880	5560	6090	6540	6940	7150
n_{CO_2}										

1ـ بتطبيق علاقة الغازات المثالية $(PV = nRT)$ حيث $R = 8,31SI$

ـ أحسب كمية n_{CO_2} عند كل لحظة ثم أكمل الجدول .

2ـ انشئ جدولا لتقدم التفاعل ، واستنتج العلاقة بين التقدم x و n_{CO_2}

3ـ أوجد تركيب الوسط التفاعلي في اللحظة $t = 50s$

4ـ أرسم البيان $x = f(t)$

5ـ عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t = 0s$ و $t = 50s$ ، ماذا تستنتج ؟

6ـ علما أن التفاعل تام و أن شوارد H_3O^+ هي المتفاعل المحد ، عين :

أ- التقدم الأعظمي x_{max} ب – زمن نصف التفاعل $(t_{1/2})$

7- إقترح طريقة أخرى تمكن من تتبع هذا التفاعل ، علل إجابتك .

8- يمكن تتبع هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية النوعية σ بدلالة الزمن

أ- ما هي الشوارد المتواجدة في الوسط التفاعلي ؟ وماهي الشوارد الخاملة كيميائيا (تركيزها لا يتغير)

ب – أحسب قيمة الناقلية النوعية للمحلول σ_0 في اللحظة $t = 0s$

ج – بين أنه توجد علاقة بين $\sigma(t)$ و التقدم $x(t)$ بحيث : $\sigma(t) = 4,25 - 580.x(t)$

د – أحسب قيمة الناقلية النوعية النهائية σ_{max}

المعطيات : الناقلية النوعية المولية للشوارد عند $25°C$ هي : $\left\{\lambda_{Ca^{+2}} = 12; \lambda_{Cl^-} = 7,5; \lambda_{H_3O^+} = 35,0\right\} ms.m^2/mol$

التمرين الثالث BAC 2008 (ت.ن): - قياس حجم غاز

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين بتفاعل أكسدة- إرجاع معادلته:

$$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{2+}_{(aq)}$$

ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1,0g$ في كاس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60mL$ وتركيزه المولي $C = 5,0mol.L^{-1}$، فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين وتزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء كتلة المغنيزيوم كليا.

نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق ونقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج المدونة في جدول القياسات أدناه:

$t(\min)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{H_2}(mL)$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
$x(mol)$									

1/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2/ أكمل جدول القياسات حيث x يمثل تقدم التفاعل.

3/ أرسم المنحنى البياني $x = f(t)$ بسلم مناسب.

4/ عين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحد.

5/ أحسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $t = 0\min$ ، $t = 3\min$.

6/ عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

7/ أحسب تركيز شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي.

يعطى: $M(Mg) = 24,3g/mol$ ، الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 24L/mol$.

التمرين الرابع: - قياس الناقلية النوعية

إن إماهة 2 - كلور - 2 – ميثيل بروبان هو تفاعل بطيء و تام . معادلة التفاعل هي :

$$(CH_3)_3C - Cl + H_2O \rightarrow (CH_3)_3C - OH + H_3O^+ + Cl^-$$

في اللحظة $(t = 0)$ ندخل كمية $n_0 = 3,7.10^{3-}mol$ من 2 - كلور - 2 – ميثيل بروبان في بيشر يحتوي على $150ml$ من الماء المقطر (كمية زائدة) ثم ندخل في المحلول خلية قياس الناقلية .

في اللحظة $t = 0$ وجدنا الناقلية النوعية للمحلول $\sigma_0 = 0$ ، و في اللحظة $t = 400s$ وجدنا الناقلية النوعية النهائية $\sigma_f = 9,1ms/cm$ ، وبقيت ثابتة بعد ذلك .

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

2- حدد قيمة التقدم الأعظمي.

3ـ نذكر أ، الناقلية النوعية لمحلول شاردي تعطى بالعلاقة $\sigma = \sum \lambda_i [x_i]$ حيث $[x_i]$ هي التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الشاردية، و λ_i الناقلية النوعية المولية الشاردية لمختلف هذه الأفراد .

ـ بين أنه يمكن كتابة الناقلية النوعية على الشكل : $\sigma = K\, x(t)$ ، حدد وحدة الثابت K (K ليس ثابت الخلية)

4ـ بين أنه في اللحظة يعطى التقدم بالعلاقة : $x(t) = \dfrac{\sigma(t).n_0}{\sigma_f}$

5ـ أ ـ في اللحظة t_1 كانت الناقلية النوعية للمزيج $\sigma_1 = 5,1 ms/cm$ ـ احسب التقدم $x(t_1)$

ب ـ استنتج كتلة 2 ـ كلور ـ 2 ـ ميثيل بروبان المتبقية عند هذه اللحظة. $M = 92,5 g/mol$

التمرين الخامس: ـ المعايرة اللونية

دراسة تطور تفاعل أكسدة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ بواسطة الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ وهو تفاعل بطيء و تام معادلته :

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} = I_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)} .....(01)$$

◈ تحضير المزيج التفاعلي :

نصب في إرلينة ماير حجم $V_1 = 100ml$ من الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ تركيزه المولي $C_1 = 0,045 mol/L$

و نضيف له $V_2 = 100ml$ من محلول يود البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_2 = 0,2 mol/L$ ، محمض بحمض الكبريت بزيادة ثم نضع المزيج فوق مخلاط مغناطيسي.

ينطلق التفاعل عند اللحظة $(t = 0)$ و بعد مدة نستخرج من المزيج حجما $V = 20ml$ و نضعه في كأس يحتوي ماء شديد البرودة ثم نضيف قطرات من التيودان إلى المزيج فيصبح لونه أزرق داكن.

◈ المعايرة :

نعاير ثنائي اليود المتشكل في المزيج بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $\left(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{-}{}_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_3 = 0,2 mol/L$.

نكرر التجربة عند لحظات زمنية مختلفة و نسجل الحجم اللازم للتكافؤ V_E ، النتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول التالي :

t(min)	0	4	6	12	16	20	22	24	28	32	36
$V_E(mL)$	0	2	2.7	3.4	4.1	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5

1. ما الهدف من تبريد العينة قبل بداية المعايرة؟
2. أنجز جدول تقدم التفاعل 01 (التفاعل الرئيسي).
3. أوجد العلاقة بين $x(t)$ و n_{I_2} (t) .
4. أكتب معادلة تفاعل المعايرة (تفاعل 02) ، تعطي الثنائيتين $\left(I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}\right)$; $\left(S_4O_6^{-2}{}_{(aq)} / S_2O_3^{-2}{}_{(aq)}\right)$
5. أنجز جدول تقدم تفاعل المعايرة (تفاعل 02).
6. أوجد العلاقة بين $n_0(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي $V = 20ml$ و V_E
7. أوجد العلاقة بين $n(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي $V_T = 200ml$ و V_E
8. استنتج العلاقة بين $x(t)$ و V_E ثم أكمل الجدول التالي :

t(min)	0	4	6	12	16	20	22	24	28	32	36
$x(mmol)$											

9. ارسم البيان $x = f(t)$
10. استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

التمرين السادس BAC 2010 (ع.ت):

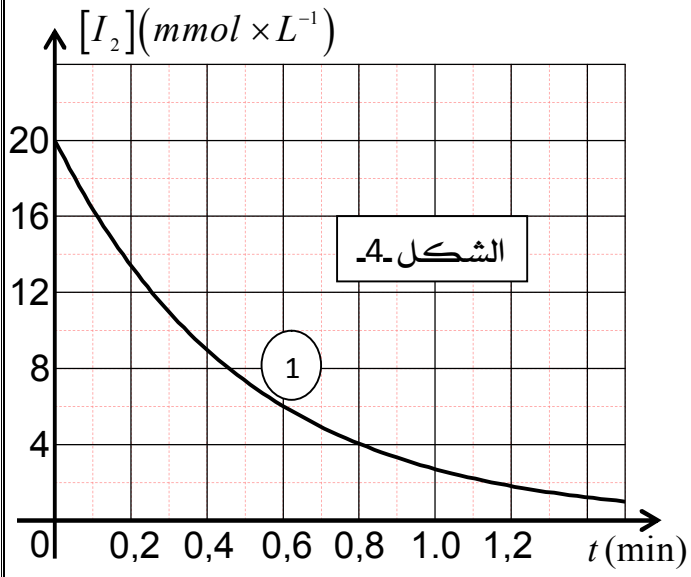
نأخذ عينة من منظف طبي للجروح عبارة عن سائل يحتوي أساسا على ثنائي اليود $I_2(aq)$ تركيزه المولي C_0.

نضيف إليها قطعة من الزنك $Zn(s)$ فنلاحظ تناقص الشدة اللونية للمنظف.

1ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما:

$$(I_2(aq)/I^-(aq)) \quad ، \quad (Zn^{2+}(aq)/Zn(s))$$

2ـ **التجربة الأولى**: عند درجة الحرارة 20°C نضيف إلى حجم $V = 50mL$ من المنظف قطعة من الزنك Zn ، ونتابع عن طريق المعايرة تغيرات $[I_2(aq)]$ بدلالة الزمن t فنحصل على البيان $[I_2(aq)] = f(t)$ (الشكل-4).



الشكل-4-

أ- اقترح بروتوكولا تجريبيا للمعايرة المطلوبة مع رسم الشكل التخطيطي.

ب- عرف السرعة الحجمية لاختفاء I_2 مبينا طريقة حسابها بيانيا.

جـ- كيف تتطور السرعة الحجمية لاختفاء I_2 مع الزمن؟فسرذلك.

3ـ **التجربة الثانية**: نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة عند الدرجة 20°C ، نضعها في حوجلة عيارية سعتها $100mL$ ثم نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى خط العيار ونسكب محتواها في بيشر و نصيف إلى المحلول قطعة من الزنك.

توقع شكل البيان(2) $[I_2] = g(t)$ وارسمه ، كيفيا ، في نفس المعلم مع البيان (1) للتجربة الأولى.علل.

4ـ **التجربة الثالثة**:نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة ، نرفع درجة الحرارة إلى 80°C ، توقع شكل البيان(3) $[I_2] = h(t)$ وارسمه ، كيفيا في نفس المعلم السابق.

5ـ ماهي العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب ؟ماذا تستنتج ؟.

التمرين السابع BAC 2011 (ع.ت):

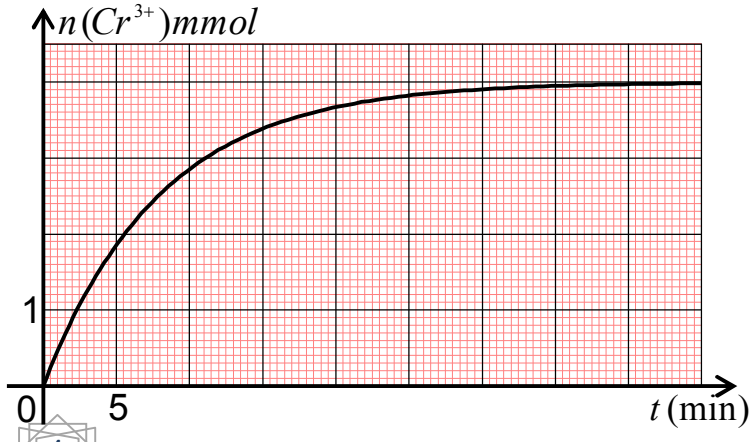
لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}$ و محلول حمض الأوكساليك $C_2H_2O_{4(aq)}$، نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K_{(aq)}^+ + Cr_2O_{7(aq)}^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 0,2mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 60mL$ من حمض الأكساليك تركيزه المولي مجهول C_2.

1ـ إذا كانت الثنائيتان الداخلتان في التفاعل هما: $(CO_{2(aq)}/C_2H_2O_{4(aq)})$ و $(Cr_2O_{7(aq)}^{2-}/Cr_{(aq)}^{3+})$.

أ- أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة – إرجاع المنمذجة للتحول الكيميائي الحادث.

ب – أنشى جدول تقدم التفاعل.

2ـ يمثل (الشكل-1-) المنحنى البياني لتطور كمية مادة $Cr_{(aq)}^{3+}$ بدلالة الزمن. أوجد من البيان:



أ- سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة $t = 20\min$.

ب- التقدم النهائي للتفاعل x_f.

جـ- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

3ـ أ- باعتبار التحول تاما عين المتفاعل المحد.

بـ أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأوكساليك C_2.

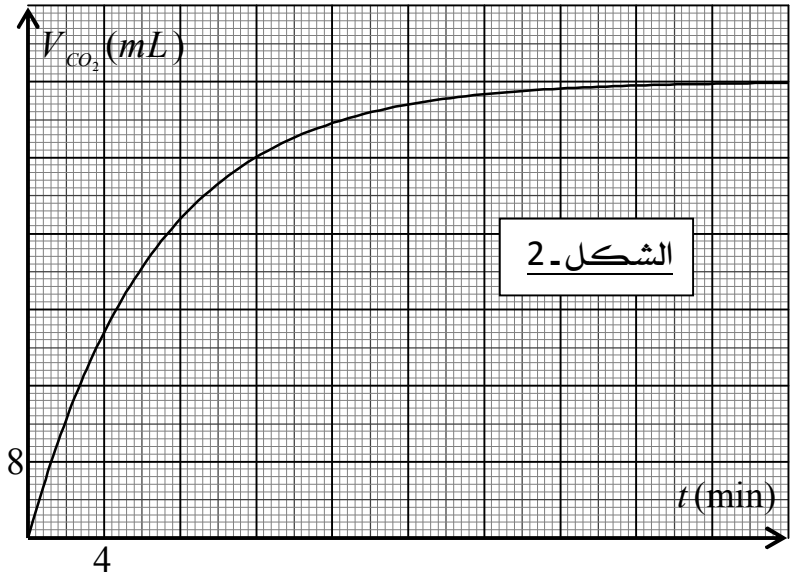
سلسلة تمارين إضافية

التمرين الثامن : - قياس حجم غاز

لغرض المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة :

$$CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

عن طريق قياس الحجم ، نضع في بيشر كتلة $m = 0,4g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ و نضيف اليها عند اللحظة $t = 0$ حجما $V = 20ml$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ تركيزه المولي C نتابع تغيرات حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق عند درجة الحرارة $20°C$ و الضغط $P = 1,013\times10^5 Pa$ بدلالة الزمن فنتحصل على البيان الموضح في الشكل-2 .



الشكل-2

1- ضع جدولا لتقدم التفاعل .

2- بين أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_M = 24l/mol$

3- عبر عن التقدم $x(t)$ بدلالة V_{CO_2} .

4- حدد قيمة حجم غاز ثاني أكسيد الكربون $V_{f(CO_2)}$ ، و استنتج التقدم النهائي x_f .

5- باعتبار التفاعل تام أوجد التركيز المولي C .

6- ما هي كتلة كربونات الكالسيوم المتبقية في نهاية التفاعل ؟

تعطى : ($R = 8,31SI$ ، $M(CaCO_3) = 100g/mol$ ، $PV = nRT$)

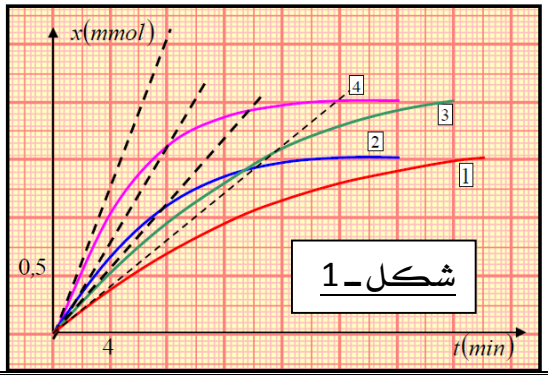
التمرين التاسع : - تأثير العوامل الحركية

نحقق أكسدة شوارد اليود I^- بواسطة الماء الأكسجيني H_2O_2 في وسط حمضي ، تتم الأكسدة حسب تفاعل تام معادلته :

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ = 2H_2O + I_2$$

نحقق أربعة تجارب . الحجم الكلي في كل تجربة $V = 50ml$ و كمية الحمض الذي يكون موجودا بوفرة تكون نفسها في كل تجربة .يبين الجدول التالي التجارب الأربعة:

رقم التجربة	1	2	3	4
درجة الحرارة $(°C)$	20	20	20	35
$[I^-]_0 (mmol/l)$	100	200	100	100
$[H_2O_2]_0 (mmol/l)$	30	30	40	40



شكل-1

سمحت لنا النتائج المتحصل عليها برسم البيانات الموضحة في الشكل – 1

1- حدد الثنائيتين (OX / $R\acute{e}d$) للتفاعل السابق .

2- أحسب من هذه البيانات السرعة الحجمية عند بداية كل تجربة من التجارب الأربعة.

3- توجد تجربتان تسمحان باظهار مدى تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل .

✓ ما هما ؟ علل اجابتك.

4- توجد تجربتان تسمحان باظهار مدى تأثير التراكيز الابتدائية للمتفاعلات على سرعة التفاعل .

✓ ما هما ؟ علل اجابتك.

5- أوجد قيمة التقدم الأعظمي في التجربة الثانية بيانيا ، ثم استنتج قيمة زمن نصف التفاعل الموافق لهذه التجربة .

التمرين العاشر :

يتفاعل حمض كلور الهيدروجين مع الزنك وفق المعادلة التالية : $Zn_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$

في اللحظة $(t = 0)$ نضع كتلة $m = 1g$ من الزنك على شكل قطع في حوجلة ونضيف لها حجما $V = 40ml$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 0,5mol/L$ و لمتابعة تطور تحول كيميائي الحادث نقيس حجم غاز الهيدروجين $V(H_2)$ المنطلق في الشروط التجريبية حيث الحجم المولي $V_M = 25L/mol$ ثم نعين كمية المادة لغاز ثنائي الهيدروجين (n_{H_2}) فحصلنا على النتائج التالية :

$t(S)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
$n_{H_2}(mmol)$	0	1,44	2,56	3,44	4,16	4,8	5,28	6,16	6,8	8

1- حدد الثنائيتين الداخلتين في التفاعل $(Ox/Réd)$ ثم أكتب المعادلتين النصفيتين .

2- عبر عن كمية المادة لغاز ثنائي الهيدروجين (n_{H_2}) بدلالة كل من V_M و V_{H_2}

3- أحسب كميات المادة الإبتدائية للمتفاعلات . $(M_{(Zn)} = 65,4g/mol)$.

4- أنجز جدولا لتقدم التفاعل و استنتج العلاقة بين التقدم x و (n_{H_2})

5- أرسم المنحنى البياني $x = f(t)$ و ذلك باستعمال مقياس الرسم التالي : $1cm \rightarrow 1mmol ; 1cm \rightarrow 50s$

6- أرسم كيفيا على المنحنى السابق البيان $x = f(t)$ في حالة استعمال نفس الكتلة من معدن الزنك على شكل مسحوق.

- ما هو العامل الحركي المدروس؟

6- ماهي قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظات $t = 50s$ و $t = 400S$ ماذا تلاحظ ؟ برر ذلك ؟

7- إذا كان التفاعل تام أوجد : أ – المتفاعل المحد ، ب- التقدم الأعظمي ، ج- زمن نصف التفاعل