

السلسلة الخارقة للمراجعة الشاملة

المحور : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي
مادة الفيزياء
إعداد الأستاذ: ط . كمال الدين
الشعب : رياضي / تقني رياضي / علوم

التمرين 01

□ تجري تفاعلا بين حجم $V = 0.720L$ من غاز ثنائي الأوكسجين O_2 ، وكتلة $m = 0.972g$ من المغنيزيوم Mg ، ينتج أوكسيد المغنيزيوم MgO .

① أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث .

② أحسب كمية مادة كل من ثنائي الأوكسجين والمغنيزيوم في الحالة الابتدائية .

③ هل المزيج الابتدائي ستوكيومتري ؟

④ أنشئ جدول تقدم التفاعل بدلالة التقدم x .

⑤ أوجد المتفاعل المحد و التقدم الأعظمي .

◀ المعطيات :

$$V_m = 24l/mol$$

$$M_O = 16g/mol$$

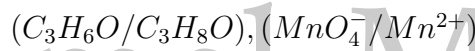
$$M_{Mg} = 24.3g/mol$$

التمرين 02

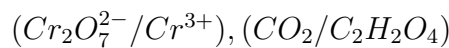
□ أكتب معادلات تفاعل الأكسدة و الارجاع في كل حالة :

① أكسدة الزنك Zn بواسطة ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ علما أن : $(Zn^{2+}/Zn), (I_2/I^-)$

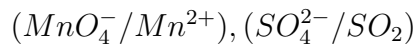
② أكسدة $propanol - 2 - ol$ بواسطة أيونات البرمنغنات MnO_4^- حيث :



③ أكسدة حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4$ ، بواسطة شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ حيث :



④ أكسدة غاز SO_2 بواسطة أيونات البرمنغنات MnO_4^- حيث :



التمرين 03

□ معايرة محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$.
 نأخذ حجما قدره $V_1 = 25ml$ من محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ (عديم اللون) تركيزه المولي $C_1 = ?$ ونضعه في بيشر . نملأ السحاحة بواسطة محلول $(K^+ + MnO_4^-)$ ذي اللون البنفسجي تركيزه $C_2 = 0.1mol/l$. نفرغ من السحاحة بقطرات على محلول حمض الأوكساليك مع التحريك لجانسة المحلول . نلاحظ زوال اللون البنفسجي المميز لشاردة البرمنغنات و نواصل الإضافة حتى نحصل على اللون البنفسجي لا يزول بالتحريك ، حينها نوقف سكب محلول البرمنغنات ونقرأ الحجم المضاف فنجد $V_2 = 10ml$.

① أكتب معادلة تفاعل المعايرة علما أن : $(MnO_4^- / Mn^{2+}), (CO_2 / C_2H_2O_4)$.

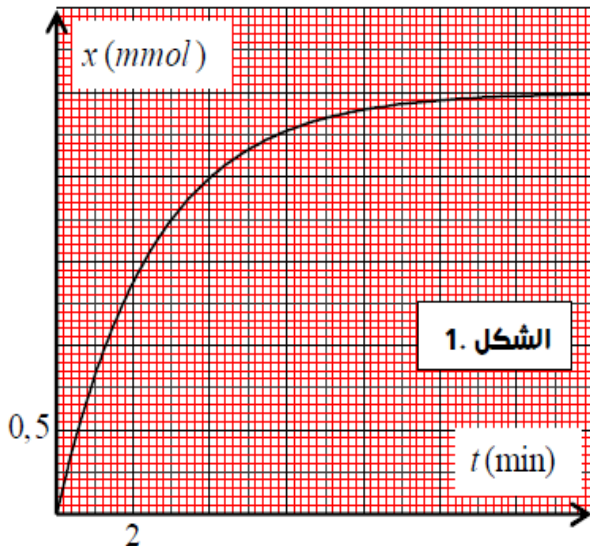
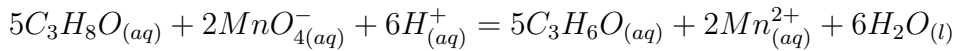
② إشرح لماذا يزول لون البرمنغنات عند إضافة حمض الأوكساليك قبل بلوغ التكافؤ .

③ أنشئ جدول تقدم تفاعل المعايرة .

④ ما هو تركيز محلول حمض الأوكساليك C_1 في البيشر قبل التفاعل ؟.

التمرين 04

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



□ توجد عدة تقنيات لمتابعة التفاعل السابق زمنيا ،
 استخدمنا واحدة منها والتي سمحت لنا برسم البيان :
 $x = f(t)$ (الشكل -01)

① أذكر بعض الطرق التي تمكننا من المتابعة الزمنية
 للتحويل السابق مع التعليل .

② حدد الثنائيات (Ox/Red) الداخلتين في
 التفاعل .

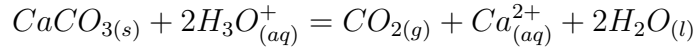
③ أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 4min$.

④ إستنتج السرعة اللحظية لتشكل البرمنغنات
 $Mn^{2+}_{(aq)}$ عند اللحظة $(t = 4min)$.

⑤ إستنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين 05

□ يتفاعل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ مع محلول كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ وفق تفاعل تام حسب المعادلة :



لدراسة حركية هذا التفاعل نصب في حوجلة تحتوي على كمية وفيرة من كربونات الكالسيوم حجما : $V_a = 100mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين ذي التركيز $C = 0.1mol/l$. نقيس ضغط ثنائي أكسيد الكربون الناتج بواسطة جهاز مناسب و تحت حجم ثابت $V = 1L$ عند درجة حرارة $T = 298K$ ، يعطي الجدول النتائج التالية :

$t(s)$	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}										

- 1 بتطبيق علاقة الغازات المثالية ($PV = nRT$) حيث $R = 8.31SI$ ، أحسب كمية n_{CO_2} عند كل لحظة ثم أكمل الجدول. ثم أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، واستنتج العلاقة بين التقدم x و n_{CO_2} .
- 2 أوجد تركيب الوسط التفاعلي في اللحظة $t = 50s$ ، ثم ارسم البيان $x = f(t)$.
- 3 عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t = 0s$ و $t = 50s$ ، ماذا تستنتج ؟.
- 4 علما أن التفاعل تام وان شوارد H_3O^+ هي المتفاعل المحد عين التقدم الأعظمي x_{max} ، ثم زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
- 5 إقترح طريقة أخرى تمكن من تتبع هذا التفاعل ، علل إجابتك .
- 6 يمكن تتبع هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية النوعية σ بدلالة الزمن ، ما هي الشوارد المتواجدة في الوسط التفاعلي ؟ وماهي الشوارد الخاملة كيميائيا (تركيزها لا يتغير) .
- 7 أحسب قيمة الناقلية النوعية للمحلول σ_0 في اللحظة $t = 0s$.
- 8 بين أنه توجد علاقة بين $\sigma(t)$ و التقدم $x(t)$ بحيث : $\sigma(t) = 4.25 - 580x(t)$. ثم أحسب σ_{max} .

المعطيات : ◀

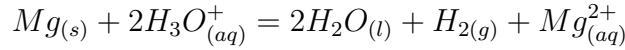
$$\lambda_{Ca^{2+}} = 12ms.m^2/mol$$

$$\lambda_{Cl^-} = 7.5ms.m^2/mol$$

$$\lambda_{H_3O^+} = 35ms.m^2/mol$$

التمرين 06

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



ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1.0g$ في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60mL$ وتركيزه المولي $C = 5.0mol/l$ ، فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين و تزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء كتلة المغنيزيوم كليا ، نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق و نقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج المدونة في الجدول :

$t (min)$	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 جدولاً لتقدم التفاعل .
 - ② أكمل جدول القياسات بحيث x يمثل تقدم التفاعل .
 - ③ أرسم المنحنى البياني $x = f(t)$ بسلم مناسب .
 - ④ عين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي و حدد المتفاعل المحد .
 - ⑤ أحسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $t = 0min$ ، $t = 3min$.
 - ⑥ عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
 - ⑦ أحسب تركيز شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي .
- ◀ المعطيات :

$$\text{☞ } V_m = 24l/mol$$

$$\text{☞ } M_{Mg} = 24.3g/mol$$

التمرين 07

□ إن إمامة 2- كلور -2- ميثيل بروبان هو تفاعل بطيء وتام ، معادلته :



في اللحظة $t = 0$ ندخل كمية $n_0 = 3.7 \times 10^{-3} mol$ 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 $\sigma_0 = 0$ ، وفي اللحظة $t = 400s$ وجدنا الناقلية النوعية النهائية $\sigma_f = 9.1ms/cm$ وبقيت ثابتة بعد ذلك .

① أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

② حدد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

③ نذكر أن الناقلية النوعية لمحلول شاردي تُعطى 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 . - بين أنه يمكن كتابة الناقلية النوعية على الشكل : $\sigma = Kx(t)$. (ليس ثابت الخلية) .

④ بين أنه في لحظة t يُعطى التقدم بالعلاقة : $x(t) = \frac{\sigma(t) \cdot n_0}{\sigma_f}$.

⑤ في لحظة t_1 كانت الناقلية النوعية للمزيج $\sigma_1 = 5.1ms/cm$ ، أحسب التقدم $x(t_1)$.

⑥ إستنتج كتلة 2- كلور -2- ميثيل بروبان المتبقية عند هذه اللحظة .

$$M = 92.5g/mol$$

المعطيات :

التمرين 08

□ دراسة تطور تفاعل أكسدة شوارد اليود $I_{(aq)}^-$ بواسطة الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$

وهو تفاعل بطيء وتام . نمذجته بالمعادلة : $H_2O_{2(aq)} + 2I_{(aq)}^- = I_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)}$... (01) تحضير المزيج التفاعلي :

نصب في إرلينة ماير حجم $V_1 = 100ml$ من الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ تركيزه المولي $C_1 = 0.045mol/l$ ، ونضيف له حجماً $V_1 = 100mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K_{(aq)}^+ + I_{(aq)}^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 0.2mol/l$ ، مُحضَّر بمحض الكبريت بزيادة ، ثم نضع المزيج فوق مخلاط مغناطيسي .

تابع

ينطلق التفاعل عند اللحظة $t = 0$ و بعد مدة نستخرج من المزيج حجما $V = 20\text{mL}$ ، ونضع في كأس يحتوي ماء شديد البرودة ثم نضيف قطرات من التيودان إلى المزيج فيصبح لونه أزرق داكن .

□ المعايير :

نعاير ثنائي اليود المتشكل في المزيج بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na_{(aq)}^+ + S_2O_{3(aq)}^-)$ تركيزه المولي $C_3 = 0.2\text{mol/l}$

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

$t(\text{min})$	0	4	6	12	16	20	22	24	28	32	36
$V_E(\text{mL})$	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 (1) (التفاعل الرئيسي) .
- 3 أوجد العلاقة بين $x(t)$ و $n_{I_2}(t)$.
- 4 أكتب معادلة تفاعل المعايرة (تفاعل 02) ، تعطي الثنائيات : $(S_4O_{6(aq)}^{2-}/S_2O_{3(aq)}^{2-})$; $(I_{2(aq)}/I_{(aq)}^-)$.
- 5 أنجز جدول تقدم تفاعل المعايرة (تفاعل 02) .
- 6 أوجد العلاقة بين $n_0(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي $V = 20\text{mL}$ و V_E .
- 7 أوجد العلاقة بين $n(I_2)$ المتشكلة من أجل الوسط التفاعلي $V_T = 200\text{mL}$ و V_E .
- 8 إستنتج العلاقة بين $x(t)$ و V_E ، ثم أكمل الجدول التالي :

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

9 أرسم البيان : $x = f(t)$.

10 استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين 09 (الماء الأكسجيني)

□ الماء الأكسجيني هو المحلول المائي لفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، يباع هذا المحلول في الصيدليات ، ويستعمل لتنظيف الجروح و كذلك لحفظ العدسات اللاصقة عند عدم الاستعمال



□ يتفكك الماء الأكسجيني ذاتيا ببطء في البرودة ،
تُعطى الثنائيات (O_2/H_2O_2) , (H_2O_2/H_2O) .

① يوجد في مخبر الكيمياء قارورة من محلول مائي للماء الأكسجيني تحمل بطاقة مسجل عليها $(20V, H_2O_2)$ ، المعلومة $20V$ معناها عندما يتفكك $1L$ من H_2O_2 كليا ، فإنه يحرر حجما قدره $V = 20L$ من غاز الأكسجين مقاسا في الشرطين النظاميين من درجة حرارة و ضغط $(V_m = 22.4l/mol)$.
- أكتب معادلة تفكك الماء الأكسجيني .

② باستعمال المعلومة $20V$ ، أحسب التركيز المولي $[H_2O_2]_0$ للماء الأكسجيني لحظة تحضيره .

□ بعد بقاء القارورة مدة طويلة في المخبر ، أراد المخبري التأكد من صلاحية محلول H_2O_2 فيها ، وبعد العملية التي قام بها ، كتب على القارورة البطاقة : (محلول S_1 ل H_2O_2 ، 4% كليا) .
- المعلومة 4% تعني في كل $100g$ من محلول الماء الأكسجيني يوجد $4g$ من فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 النقي .

- قام الأستاذ حينها في حصة الأعمال التطبيقية مع فوج من التلاميذ بتجربة للتحقق من معلومة هذه البطاقة . أخذ التلاميذ من القارورة حجما $V = 20ml$ ، وأضافوا له $20ml$ من الماء المقطر ، ثم أخذوا من المحلول الناتج حجما قدره $V_0 = 10ml$ ، وعايروه بواسطة محلول مائي البرمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ ذي اللون البنفسجي تركيزه المولي $C = 0.12mol/l$ و اضافوا له بعض القطرات من حمض الكبريت المركز . تحصلوا على التكافؤ عند إضافة $V_{eq} = 20ml$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم .

① صف البروتوكول التجريبي للمعايرة ، مبينا كيفية رصد نقطة اتكافؤ .

② أكتب معادلة تفاعل المعايرة ، تعطى الثنائية (MnO_4^-/Mn^{2+}) .

③ أحسب التركيز المولي لمحلول الماء الأكسجيني .

التمرين 09 (تابع)

④ إستنتج التركيز المولي C_1 للمحلول S_1 .

⑤ هل نتيجة المعايرة تتناسب مع المعلومة المسجلة على البطاقة ؟

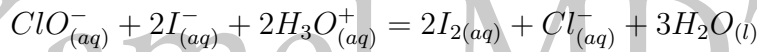
المعطيات :

$$\rho_{eau} = 1000g/l \quad M_H = 1g/mol \quad M_O = 16g/mol \quad d = 1.01$$

التمرين 10 (الدرجة الكلورومترية)

□ نحضر ماء الجافيل من تفاعل غاز ثنائي الكلور $Cl_{2(g)}$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)})$ بتحول كيميائي تام يُنذج بالمعادلة : $Cl_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)} = ClO^-_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O(l)$
نعرف الدرجة الكلورومترية ($^{\circ}Chl$) بأنها توافق عدد لترات غاز ثنائي الكلور في الشرطين النظاميين اللازم استعمالها لتحضير لتر واحد من ماء جافيل .

① من أجل $v_m = 22.4l/mol$ الحجم المولي للغاز و C_0 التركيز المولي لماء الجافيل . بين أن $^{\circ}Chl = C_0 \cdot V_m$
□ نأخذ العينة (A) من ماء جافيل محفوظ عند درجة الحرارة $20^{\circ}C$ تركيزه المولي تركيزه المولي بشوارد الهيوكلوريت ClO^- هو C_0 ، ونمدها 4 مرات ليصبح تركيزه المولي C_1 ، نأخذ منها حجما $V_1 = 2mL$ ونضيف إليها كمية كافية من يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ في وسط حمضي ، فيتشكل ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ وفق تفاعل تام يُنذج بالمعادلة :



- نعاير ثنائي اليود المتشكل في نهاية التفاعل بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$ تركيزه بالشوارد $S_2O_3^{2-}$ هو $C_2 = 10^{-1}mol/l$ بوجود كاشف ملون (صمغ النشا أو التيودان) فيكون حجم ثيوكبريتات الصوديوم المضاف عند التكافؤ هو $V_E = 20mL$.
✳ من أجل الثنائيات : (I_2/I^-) , $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$

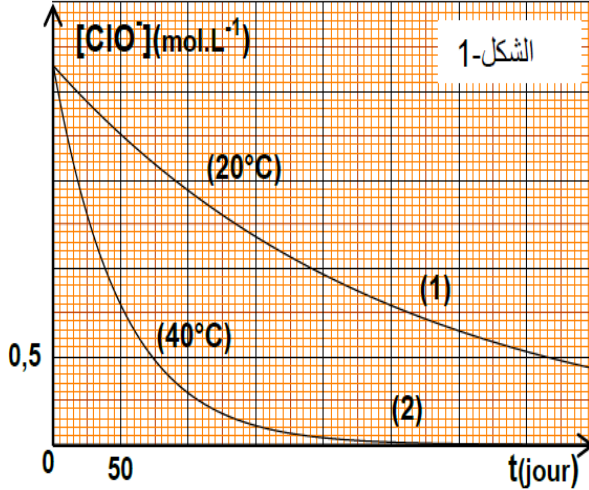
② أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع ثم معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية المُنذج لتفاعل المعايرة.

$$③ \text{ بين أن : } C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{2V_1}$$

④ أحسب C_1 ، ثم استنتج C_0 و $^{\circ}Chl$.

التمرين 10 (تابع)

□ يتفكك ماء الجافيل وفق تحول تام وبطيء ، معادلته الكيميائية : $2ClO_{(aq)}^- = 2Cl_{(aq)}^- + O_{2(g)}$
 - يمثل الشكل 1- المنحنيين البيانيين لتغيرات تركيز شوارد ClO^- بدلالة الزمن الناتجين عن المتابعة الزمنية لتطور عينتين من ماء جافيل حضرتا بنفس الدرجة الكلورومترية للعينة (A) عند درجتي الحرارة $20^{\circ}C$ بالنسبة للعينة (1) و $40^{\circ}C$ بالنسبة للعينة (2) . العينتان حديثتا الصنع عند اللحظة $t = 0$.



⑤ إستنتج بيانيا التركيز الابتدائي للعينتين (1) و (2) بالشوارد ClO^- .

⑥ هل العينة (A) السابقة حديثة الصنع ؟.

⑦ أكتب عبارة السرعة الحجمية لاختفاء الشوارد ClO^- ، ثم أحسب قيمتها في اللحظة $t = 50 \text{ jours}$ بالنسبة كل عينة ، قارن بين القيمتين ، ماذا تستنتج ؟ .

⑧ ما هي النتيجة التي تستخلصها من هذه الدراسة للحفاظ على ماء جافيل لمدة أطول .

الاستاذ - كمال - الدين

التمرين 11

□ لدينا كتلة $m' = 1.3g$ من مسحوق الزنك $Zn_{(s)}$ غير النقي درجة نقاوته P (أي يحوي على شوائب لا تتفاعل ولا تؤثر على التحول الكيميائي) ، عند درجة حرارة ثابتة و في اللحظة $t = 0$ نضيفه إلى حوجلة تحوي محلول مائي لثنائي اليود ذي اللون البني الأسمر $I_{2(aq)}$ حجمه $V = 100mL$ وتركيزه المولي $C = 0.2mol/l$.
- المتابعة الزمنية للتحويل الكيميائي التام مكنتنا من رسم المنحنى البياني لتغيرات التركيز المولي لثنائي اليود بدلالة الزمن $[I_2] = f(t)$ الموضح في الشكل -03- .

- ① حدد المؤشر الدال على تطور الجملة الكيميائية المدروسة .
 - ② هل نعتبر التحول الكيميائي المدروس سريعا ؟ علل .
 - ③ أكتب معادلة التحول الكيميائي الحادث مبينا نوعه . تُعطى الثنائيات (I_2/I^-) , (Zn^{2+}/Zn)
 - ④ أنشئ جدول تقدم التفاعل ، ثم استنتج المتفاعل المحد .
 - ⑤ جد سلم لمحور الترتيب للمنحنى $[I_2] = f(t)$.
 - ⑥ أحسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ، ثم أحسب كتلة الزنك النقي m .
 - ⑦ عرف درجة النقاوة P . ثم بين أن عبارتها تكتب بالشكل $P = \frac{m}{m'} \times 100$ ، استنتج قيمتها .
 - ⑧ بين أن التركيز المولي لثنائي اليود عند $t_{1/2}$ يكتب بالعبارة : $[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{C + [I_2]_f}{2}$. حيث $[I_2]_f$ هو التركيز المولي النهائي لثنائي اليود ، ثم استنتج قيمة $t_{1/2}$.
 - ⑨ جد التركيب المولي للمزيج عند اللحظة $t = t_{1/2}$.
 - ⑩ عرف السرعة الحجمية للتفاعل $v_{vol}(t)$ ، ثم احسب قيمتها الأعظمية .
- إستنتج السرعة الحجمية الأعظمية لتشكّل شوارد الزنك الثنائي $Zn_{(aq)}^{2+}$.
- نعيد نفس التجربة و في نفس الشروط و نستعمل نفس كتلة الزنك السابقة على شكل صفيحة مستطيلة الشكل .

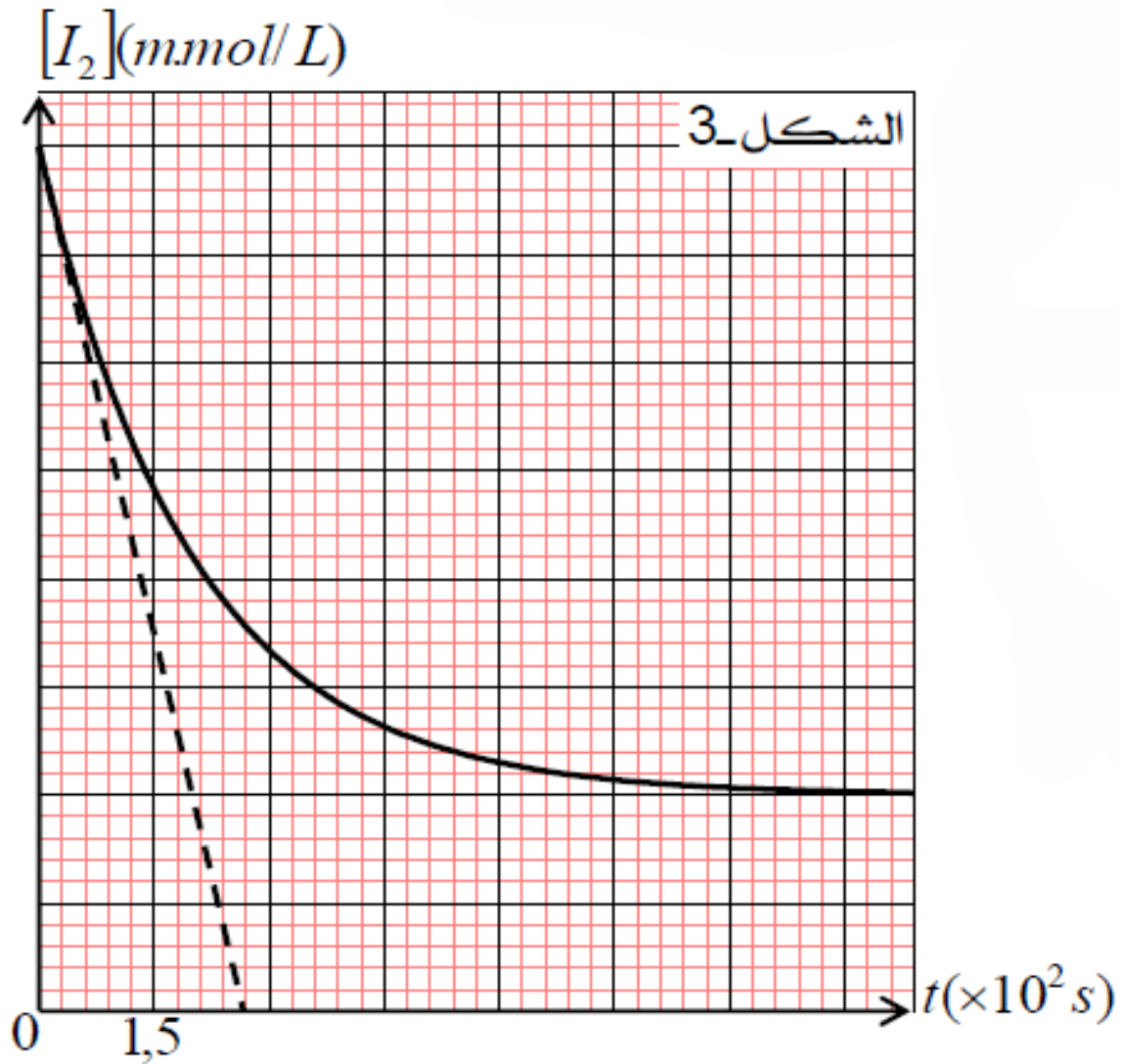
① حدد العامل الحركي المدروس .

② أعد رسم المنحنى في هذه الحالة في نفس المعلم للمنحنى السابق مع التعليل .

التمرين 11 (تابع)

المعطيات: ◀

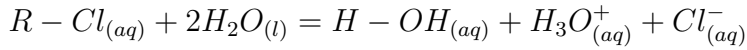
$$M_{Zn} = 65.4 \text{ g/mol}$$



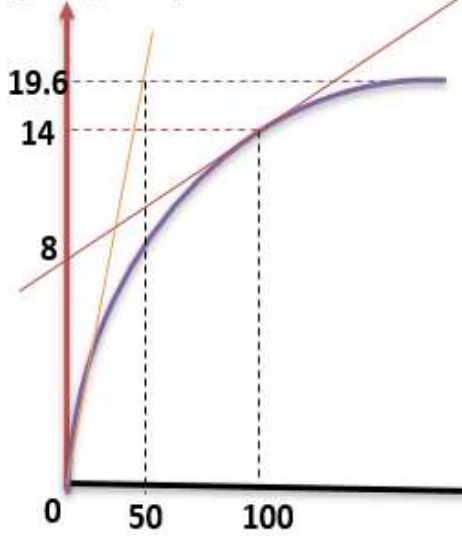
الاستاذ - كمال - الدين

التمرين 12

□ ندرس حركة تفاعل اماهة المركب العضوي -2- كلور ، 2 ميثيل بروبان $C(CH_3)_3 - Cl$ ، والذي نعبّر عنه بالرمز $R - Cl$ ، هذا المركب عبارة عن سائل كثافته $d = 0.85$ و هو قليل الانحلال في الماء ، نضع حجما قدره $V = 200mL$ من الإيثانول 50% في بيشر ونغمر البيشر داخل وعاء به ماء في درجة حرارة $25^\circ C$. ندخل مسبار قياس الناقلية داخل البيشر و نضيف $1mL$ من المركب $R - Cl$ (نهمل التغير في الحجم) . نقوم بتسجيل قيم الناقلية النوعية σ في لحظات مختلفة ، معادلة التفاعل:



σ (ms / cm)



① ما هو دور الإيثانول في هذا التفاعل ؟.

① ما هي الأفراد الكيميائية التي تغير الناقلية النوعية للمحلول خلال تطور الجملة ؟.

② عبر عن الناقلية النوعية σ بدلالة : $\lambda_{H_3O^+}$ ، λ_{Cl^-} ، $[H_3O^+]$ و $[Cl^-]$.

□ تمثل الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f(t)$.

① أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ، وبين أن $x_{max} = 9.2mmol$.

② عبر عن التقدم الكيميائي x بدلالة σ ، V ، λ_{Cl^-} و $\lambda_{H_3O^+}$.

③ بين أن : $x = x_{max} \frac{\sigma}{\sigma_{max}}$ ، حيث σ_{max} هي الناقلية النوعية في نهاية التفاعل ، ثم أحسب قيمة التقدم في اللحظة $t = 100s$.

④ بين أنه يمكن استنتاج زمن نصف التفاعل من هذا البيان ، أوجد قيمة $t_{1/2}$.

⑤ أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t_1 = 0$ و $t_2 = 100s$ ، كيف تتطور هذه السرعة ؟ .

◀ المعطيات :

$$M_{R-Cl} = 92.5g/mol$$

$$\rho_{eau} = 1g/ml$$

التمرين 13 (المتابعة الزمنية عن طريق قياس الضغط)

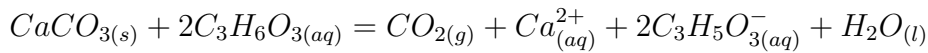
□ نقرأ على لصيقة قارورة منظف تجاري يحتوي على حمض اللاكتيك ذي الصيغة الجزيئية $C_3H_6O_3$.

- يستعمل هذا المنظف لإزالة الطبقة الكلسية المشكلة من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$. من أجل دراسة فعالية المنظف . نحضر محلولاً (S) حجمه $V_s = 500mL$ وتركيزه المولي C_a مخففا 100 مرة ، إنطلاقاً من المنظف التجاري الذي تركيزه المولي C_0 .

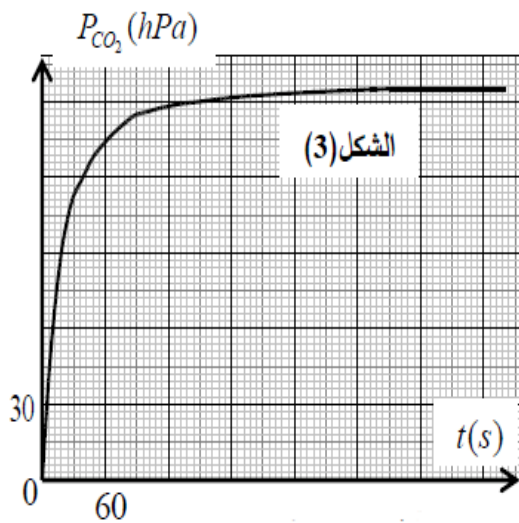
① ما هو حجم المحلول التجاري V_0 الواجب استعماله لتحضير المحلول (S) ؟.

② أذكر البروتوكول التجريبي اللازم لتحضير المحلول (S).

□ لدراسة حركية تفاعل حمض اللاكتيك مع كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ النمذج بالمعادلة :



- نُدخل في دورق حجمه $V = 600mL$ ، الكتلة $m = 0.3g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ ، ونسكب فيه عند اللحظة $t = 0$ حجماً $V_a = 120mL$ من المحلول (S) ، نقيس في كل لحظة ضغط غاز ثاني أكسيد الفحم $P(CO_2)$ داخل الدورق عند درجة حرارة ثابتة $25^\circ C$ ، بواسطة لاقط الضغط لجهاز الـ $ExAO$ تحصلنا على البيان الممثل في الشكل -3- ، باعتبار الغاز CO_2 مثالياً:



① بالاعتماد على جدول التقدم ، أوجد عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة t بدلالة : R ، $P_{CO_2}(t)$ ، T ، V_{CO_2} .

① حدد قيمة التقدم النهائي x_f ، ثم اثبت أن هذا التفاعل تام.

② حدد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

□ خلال عملية إزالة الترسبات الكلسية يُطلب استعمال المنظف التجاري مركزاً مع التسخين .

① ما هو أثر هذين العاملين على المدة الزمنية اللازمة لإزالة الترسب ؟ علل إجابتك .

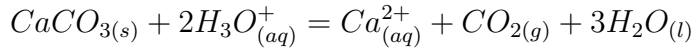
◀ المعطيات :

$$M_{CaCO_3} = 100g/mol$$

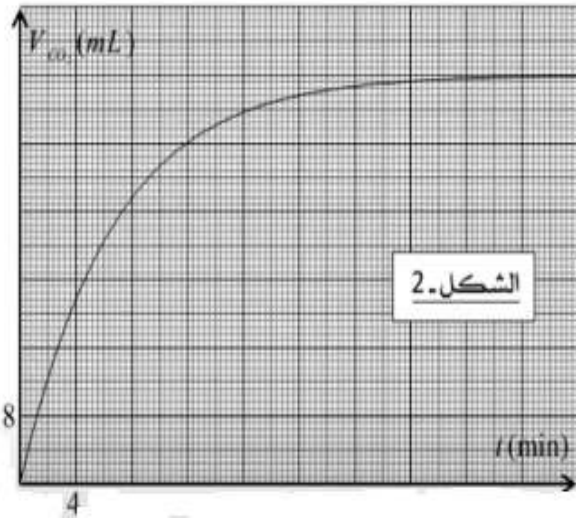
$$R = 8.31SI$$

التمرين 14 (المتابعة الزمنية عن طريق قياس الحجم)

□ يتفاعل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ مع محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ حسب المعادلة:



- عن طريق قياس الحجم ، نضع في بيشر كتلة $m = 0.4g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ ونضيف إليها عند اللحظة $t = 0$ حجما $V = 20mL$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي C تتابع تغيرات حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق عند درجة الحرارة $20^\circ C$ والضغط $P = 1.013 \times 10^5 Pa$ بدلالة الزمن فنحصل على البيان الموضح في الشكل -2- .



① أنشئ جدول التقدم.

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 $V_f(CO_2)$ ، ثم استنتج قيمة التقدم النهائي x_f .

⑤ باعتبار التفاعل تام أوجد قيمة التركيز المولي C .

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

◀ المعطيات :

$$M_{CaCO_3} = 100g/mol$$

$$R = 8.31SI$$

$$PV = nRT$$