تمارين تطبيقية :

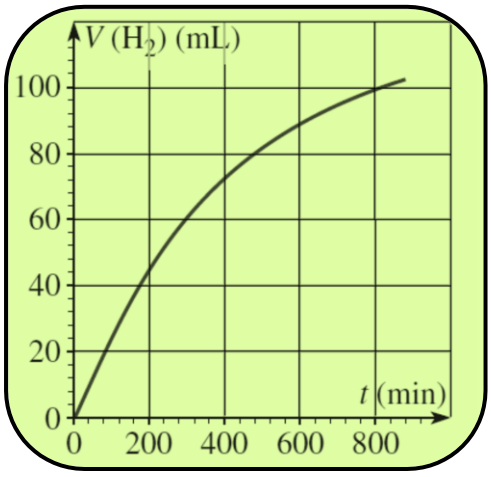
التمرين 1 :

يتفاعل محلول حمض الكلوريدريك $H^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$ مع الألومنيوم $A\ell_{(s)}$

حسب تفاعل كلي ينتج غاز ثنائي الهيدروجين و أيونات الألومنيوم $A\ell^{3+}$.

عند اللحظة $t = 0$ ، ندخل الكتلة $m = 0,80g$ من حبيبات الألومنيوم في حوجلة تحتوي على الحجم $V_A = 60,0m\ell$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 0,180mo\ell.\ell^{-1}$.

بواسطة تركيب مناسب نقيس حجم ثنائي الهيدروجين الناتج ، فنحصل على المنحنى الممثل جانبه .



1) أكتب معادلة التفاعل .

2) أحسب كميات المادة البدئية للمتفاعلات .

3) أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل ، ثم حدد المتفاعل المحد و التقدم الأقصى x_{max} .

4) استنتج حجم غاز ثنائي الهيدروجين المتصاعد عند نهاية التفاعل .

5) حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ للمجموعة الكيميائية .

نعطي : $M(A\ell) = 27,0\ g.mo\ell^{-1}$ ؛ الحجم المولي للغاز $V_m = 22,0\ \ell.mo\ell^{-1}$

حل التمرين 1 :

1) التفاعل تفاعل أكسدة ـ اختزال معادلته : $6H^+_{(aq)} + 2A\ell_{(s)} \rightarrow 3H_{2(g)} + 2A\ell^{3+}_{(aq)}$

2) كميات المادة البدئية للمتفاعلات :

$$n_i(H^+) = C_A.V_A = 0,180x(60x10^{-3}) = 10,8x10^{-3}mo\ell$$

$$n_i(A\ell) = \frac{m}{M(A\ell)} = \frac{0,80}{27,0} = 30x10^{-3}mo\ell$$

3) جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$6H^+_{(aq)}$ +	$2A\ell_{(s)}$ →	$3H_{2(g)}$ +	$2A\ell^{3+}_{(aq)}$
كمية المادة	$n(H^+)$	$n(A\ell)$	$n(H_2)$	$n(A\ell^{3+})$	التقدم
البدئية	$10,8x10^{-3}mo\ell$	$30x10^{-3}mo\ell$	0	0	0
خلال التفاعل	$10,8x10^{-3}mo\ell - 6x(t)$	$30x10^{-3}mo\ell - 2x(t)$	$3x(t)$	$2x(t)$	$x(t)$

بما أن $\frac{n_i(H^+)}{6} < \frac{n_i(A\ell)}{2}$ فإن المتفاعل المحد هو H^+ ومنه : $10,8x10^{-3}mo\ell - 6x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 1,80x10^{-3}mo\ell$

4) التفاعل كلي و بذلك فإن التقدم النهائي x_f يساوي التقدم الأقصى $x_f = x_{max} = 1,80\ mmo\ell$.

اعتمادا على الجدول الوصفي نكتب :

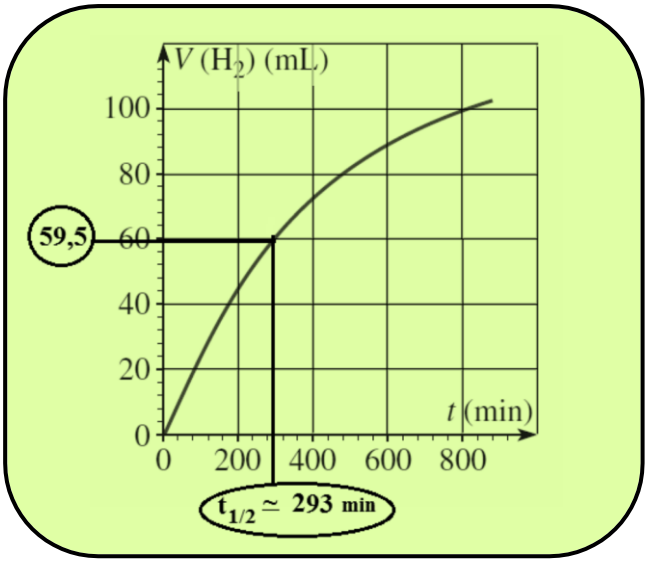
$$n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_m} = 3x_f$$

$$V_f(H_2) = 3x_f.V_m = 3x(1,80x10^{-3})x22,0 = 119\ m\ell$$

5) زمن نصف التفاعل هو الزمن الذي يوافق نصف التقدم النهائي $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

إذن : $V(H_2)(t_{1/2}) = \frac{V_f(H_2)}{2} = 59,5\ m\ell$

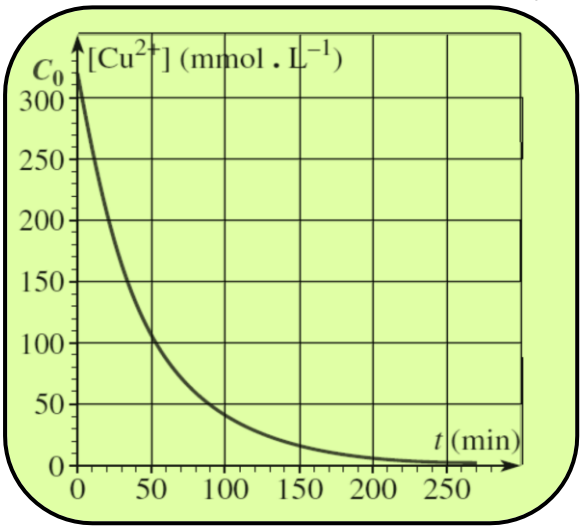
أفصول النقطة الموافقة تساوي $t_{1/2}$. نحصل مبيانيا على : $t_{1/2} = 293min$ (الشكل أسفله) .



التمرين 2 :

تختزل أيونات النحاس Cu^{2+} بواسطة وفرة من مسحوق الزنك ، حسب المعادلة :

$$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$$



خلال تجربة منجزة عند 20°C توصلنا إلى تحديد $\left[Cu^{2+}\right](t)$

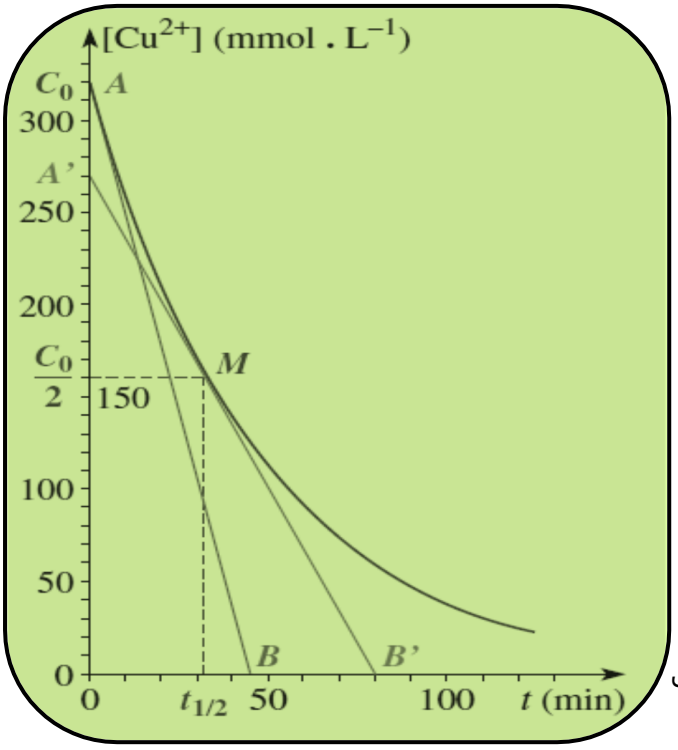
و قمنا بخط المنحنى الممثل في الشكل جانبه :

1) حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

2) عبر عن السرعة الحجمية للتفاعل و حدد قيمتها عند اللحظة $t = 0$ ثم عند اللحظة $t_{1/2}$. ما العامل الحركي الذي تم إبرازه ؟

حل التمرين 2 :

1) نعبر عن التركيز $\left[Cu^{2+}\right]$ بدلالة التقدم (يمكن إنشاء الجدول الوصفي) :



$$\left[Cu^{2+}\right] = \frac{n(Cu^{2+})(t)}{V} = \frac{n_i(Cu^{2+}) - x(t)}{V} = C_0 - \frac{x(t)}{V}$$

حسب المبيان ، $\left[Cu^{2+}\right]$ تؤول إلى 0 مع مرور الزمن ،

نستنتج أن : $\frac{x_f}{V} = C_0$

بالنسبة ل $t = t_{1/2}$: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

و منه : $\frac{x(t_{1/2})}{V} = \frac{x_f}{2.V} = \frac{C_0}{2} = \left[Cu^{2+}\right](t_{1/2})$

نقرأ على المبيان : $C_0 = 320\ mmo\ell.\ell^{-1}$ ثم $t_{1/2} \approx 32\,min$.

2) نعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة : $v(t) = \frac{1}{V}.\frac{dx(t)}{dt}$

حسب العلاقة السابقة بين $x(t)$ و $\left[Cu^{2+}\right]$ نكتب :

$$x(t) = n_i(Cu^{2+}) - V.\left[Cu^{2+}\right]$$

بما أن الحجم V للمحلول و كمية المادة البدئية $n_i(Cu^{2+})$ ثابتين

نستنتج : $v(t) = -\frac{d\left[Cu^{2+}\right](t)}{dt}$

نرسم مماس المنحنى عند اللحظة $t = 0$ ثم نحدد معامله الموجه a (أنظر المبيان أعلاه) .

نقرأ على المبيان : $a = \frac{\overline{AB}}{\overline{OB}} = \frac{0-320}{44-0} = -7,3$

نستنتج : $v(0) = 7,3\ mmo\ell.\ell^{-1}.min^{-1}$

بنفس الطريقة ، نرسم مماس المنحنى عند النقطة M و نحدد معاملها الموجه a' .

نقرأ على المبيان : $a' = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OB'}} = \frac{0-270}{80-0} = -3,4$

نستنتج : $v(t_{1/2}) = 3,4\ mmo\ell.\ell^{-1}.min^{-1}$

السرعة الحجمية للتفاعل تنقص بتناقص تركيز المتفاعل Cu^{2+} : هذه التجربة تبرز العامل الحركي : تركيز المتفاعلات .

التمرين 3 : تتبع تحول كيميائي بقياس المواصلة

هذه المعلومات التقطت من الإنترنيت خلال بحث أنجز من طرف مجموعة من التلاميذ :

" الدفّاءة السحرية " عبارة عن جيب بلاستيكي يحتوي على سائل ملّون وشبه شفاف . بعد الضغط على قطعة فلزية صغيرة توجد بالجيب . تبلور السائل يتم خلال بعض الثواني مع انتشار حرارة مهمة ، حيث درجة الحرارة تقارب $50°C$.

يستعمل هذا الجيب " الدفّاءة السحرية " أثناء التجوال في الثلج لتدفئة اليدين .

عندما تصبح الدفّاءة السحرية صلبة ، توضع في حمام مريم بعض الدقائق لكي تصبح قابلة للاستعمال من جديد .

مكونات الدفّاءة السحرية :

ـ كيس صغير من مادة P.V.C .

ـ ماء مشبع بالأسيتات (أو الإيتانوات) الصوديوم

ـ قطعة فلزية .

هذف هذا التمرين هو دراسة التحول الذي يؤدي إلى الحصول على إيتانوات الصوديوم ، النوع الكيميائي الموجود في الدفّاءة السحرية . ثم بعد ذلك شرح الظاهرة .

1) الدراسة الحركية لتصنيع إيتانوات الصوديوم بقياس الموصلية .

لتصنيع إيتانوات الصوديم في المختبر ، نمزج بين إيتانوات الإتيل $C_4H_8O_2$ و محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الحرارة العادية . المعادلة المنمذج لهذا التفاعل هي :

$$Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} + C_4H_8O_{2(\ell)} \rightarrow C_2H_6O_{(\ell)} + CH_3CO_{2(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

نذكر أن موصلية محلول يعبر عنها حسب العلاقة : $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$

حيث $[X_i]$ يمثل تركيز نوع أيوني في المحلول و λ_i الموصلية المولية الأيونية لهذا النوع .

معطيات :

ـ الموصليات المولية الأيونية عند $20°C$ لبعض الأيونات :

الأيون	Na^+	HO^-	$CH_3CO_2^-$
λ بوحدة $S.m^2.mol^{-1}$	$5,0x10^{-3}$	$20x10^{-3}$	$4,1x10^{-3}$

ـ الكتلة المولية الجزيئية لإيتانوات الإتيل : $M = 88 g.mol^{-1}$

ـ الكتلة الحجمية لإيتانوات الإتيل : $\rho = 0,90\ g.m\ell^{-1}$

نضع الحجم $V_0 = 200\ m\ell$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز المولي $C_0 = 1,0x10^{-3} mol.\ell^{-1}$ في كأس . عند لحظة $t = 0 min$ نضيف الحجم $V_1 = 1,0 m\ell$ من إيتانوات الإتيل فنحصل على خليط تفاعلي نرمز له ب S ، نضع في نفس الوقت كذلك خلية قياس الموصلية و التي ترتبط بحاسوب يمكن من تتبع الموصلية σ للوسط التفاعلي S مع مرور الزمن .

درجة حرارة الوسط تبقى ثابتة وتساوي $20°C$.

1 ـ 1 أحسب كمية المادة البدئية n_0 لأيونات الهيدروكسيد المتواجدة في الحجم V_0 .

1 ـ 2 أحسب كمية المادة البدئية n_1 لإيتانوات الإتيل المتواجدة في الحجم V_1 .

1 ـ 3 باعتبار التفاعل كلي ، أتمم حرفيا جدول تطور التحول التالي:

المعادلة الكيميائية		$Na^+(aq) + HO^-(aq) + C_4H_8O_2(l) \longrightarrow C_2H_6O(l) + CH_3CO_2^-(aq) + Na^+(aq)$					
حالة المجموعة	التقدم (mol)	كميات المادة (mol)					
الحالة البدئية	0	n_0					n_0
حالة المجموعة عند لحظة t	x	n_0					n_0
الحالة النهائية	x_f	n_0					n_0

1 ـ 4 من هو المتفاعل المحد ؟

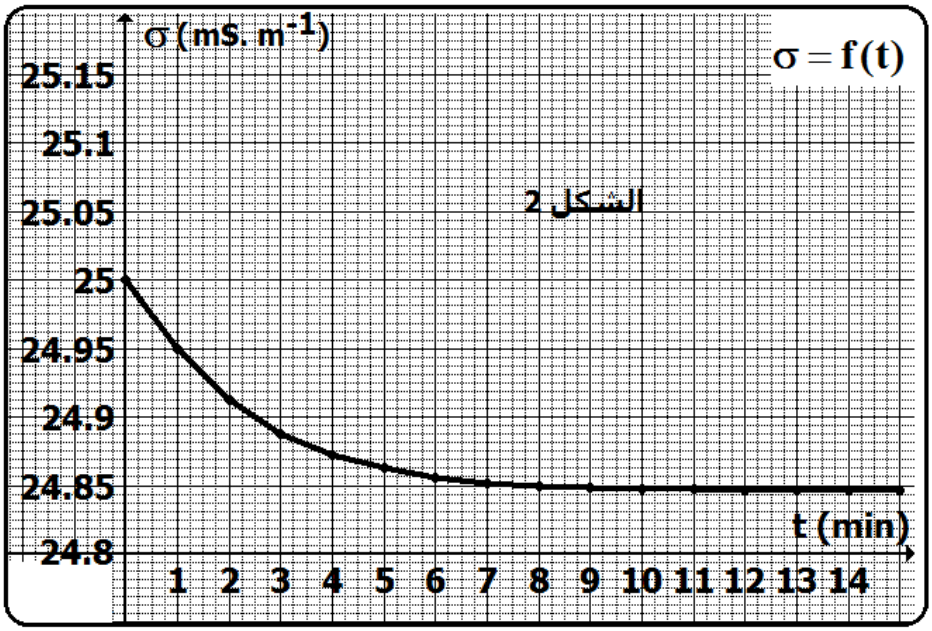
1 ـ 5 نهمل الحجم V_1 أمام الحجم V_0 ز نرمز للحجم الكلي للخليط S ب V حيث نعتبر $V = V_0$. كما نهمل كذلك التحلل الذاتي البروتوني للماء .

1 ـ 5 ـ 1 اشرح كيفيا لماذا موصلية الوسط التفاعلي تنقص بين اللحظة $t = 0 min$ و الحالة النهائية ؟

2 ـ 5 ـ 1 بيَّن اعتمادا على الجدول الوصفي أن الموصلية σ للخليط S عند لحظة t تحقق العلاقة : $\sigma = A + B.x$

مع : $A = 25 mS.m^{-1}$, $B = -770\ mS.m^{-1}.mo\ell^{-1}$

6 ـ 1 التتبع بقياس الموصلية مكّن من تمثيل منحنى التطور الزمني للموصلية (الشكل 2) :



1 ـ 6 ـ 1 بتعليل الجواب ، صف كيف تتطور السرعة الحجمية مع مرور الزمن .

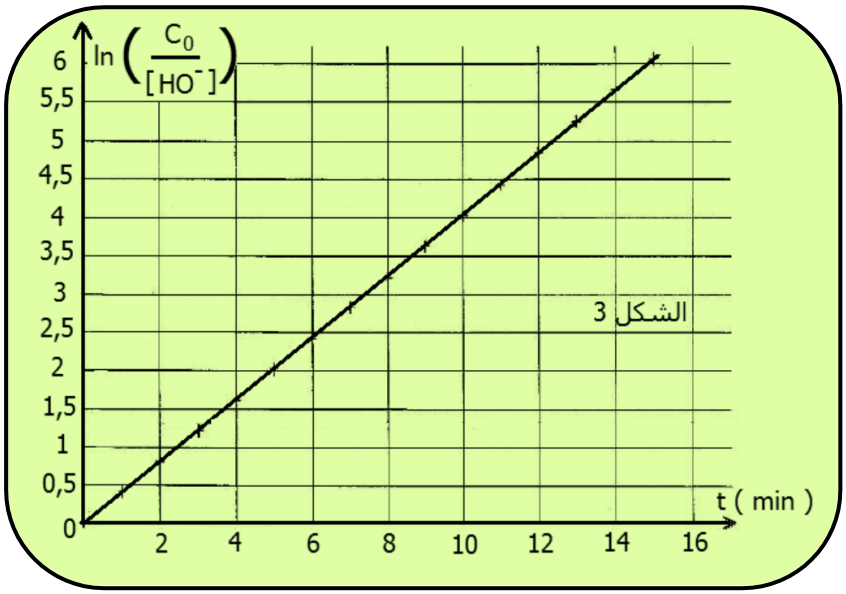
2 ـ 6 ـ 1 عرف ثم حدد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

7 ـ 1 نفس التجربة أنجزت من جديد في كأس وضع في حمام مريم درجة حرارته 40°C . لنعتبر $t'_{1/2}$ قيمة زمن نصف التفاعل الموافق ، اختر الجواب الصحيح مع تعليل الإختيار :

الجواب	A	B	C
	$t'_{1/2} < t_{1/2}$	$t'_{1/2} = t_{1/2}$	$t'_{1/2} > t_{1/2}$

8 ـ 1 عبر عن تركيز أيونات الهيدروكسيد $\left[HO^-\right]_{1/2}$ عند اللحظة $t_{1/2}$ بدلالة C_0 .

9 ـ 1 لحساب زمن نصف التفاعل أنشئ تلميذ المنحنى الممثل ل $\ln\left(\frac{C_0}{[HO^-]}\right) = f(t)$ فحصل على مبيان الشكل 3 :



1 ـ 9 ـ 1 بتحليل هذا المبيان ، بيَّن أنه يمكن أن نكتب : $\ln\left(\frac{C_0}{[HO^-]}\right) = k.t$ مع $k = 0,4 min^{-1}$.

2 ـ 9 ـ 1 بيَّن أن زمن نصف التفاعل له التعبير : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$.

3 ـ 9 ـ 1 أحسب قيمة $t_{1/2}$ و قارنها بتلك المحصل عليها في السؤال (2 ـ 6 ـ 1) .

2 ـ كيف نفسر انتشار الحرارة ؟

ذوبان أسيتات الصوديوم (CH_3CO_2Na) في الماء تحول ماص للحرارة . حيث يحتاج إلى طاقة لتكسير البنية البلورية و الحصول على أيونات $CH_3CO_2^-$ و Na^+ . عند درجة الحرارة العادية ذوبان أسيتات الصوديوم تحول جد محدود .
تحتوي الدفّاءة السحرية على محلول غير مستقر ، حيث به كمية مادة مذابة أكثر مما يمكن أن يذيبه في الحالة العادية . لذا فأي تأثير خارجي على المحلول يؤذي إلى ترسب (أو تبلور) المادة . هذا التبلور عكس الذوبان تحول ناشر للحرارة .

1 ـ 2 اعتمادا على الإشارات المعطاة أعلاه و النص التقديمي ، حدد التأثير الخارجي الذي يحدث التبلور داخل الدفّاءة .
2 ـ 2 اكتب معادلة تفاعل الترسب الذي يحدث في الدفّاءة .
3 ـ 2 اشرح ارتفاع درجة حرارة الدفّاءة التي يشعر بها المستعمل .