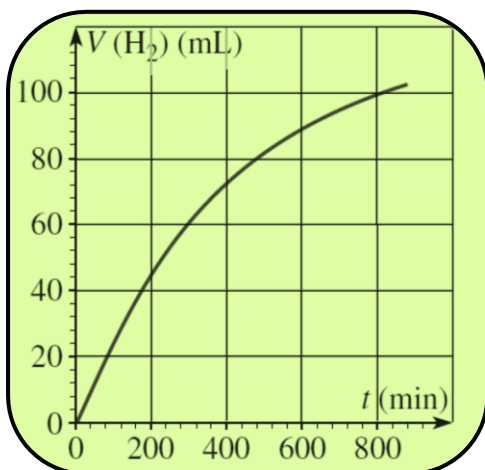


تمارين تطبيقية :

التمرين 1 :



يتفاعل محلول حمض الكلوريدريك $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ مع الألومنيوم $Al_{(s)}$ حسب تفاعل كلي ينتج غاز ثنائي الهيدروجين و أيونات الألومنيوم Al^{3+} . عند اللحظة $t = 0$ ، ندخل الكتلة $m = 0,80g$ من حبيبات الألومنيوم في حوجة تحتوي على الحجم $V_A = 60,0m\ell$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 0,180mol.\ell^{-1}$.

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

حل التمرين 1 :

1 (التفاعل تفاعل أكسدة - اختزال معادلته : $6H^+_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 3H_{2(g)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$

2 (كميات المادة البدئية للمتفاعلات :

$$n_i(H^+) = C_A \cdot V_A = 0,180 \times (60 \times 10^{-3}) = 10,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_i(Al) = \frac{m}{M(Al)} = \frac{0,80}{27,0} = 30 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

3 (جدول التقدم :

$6H^+_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 3H_{2(g)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$					معادلة التفاعل
$n(H^+)$	$n(Al)$	$n(H_2)$	$n(Al^{3+})$	التقدم	كمية المادة
$10,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$30 \times 10^{-3} \text{ mol}$	0	0	0	البدئية
$10,8 \times 10^{-3} \text{ mol} - 6x(t)$	$30 \times 10^{-3} \text{ mol} - 2x(t)$	$3x(t)$	$2x(t)$	$x(t)$	خلال التفاعل

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

4 (التفاعل كلي و بذلك فإن التقدم النهائي x_f يساوي التقدم الأقصى $x_f = x_{\max} = 1,80 \text{ mmol}$ اعتمادا على الجدول الوصفي نكتب :

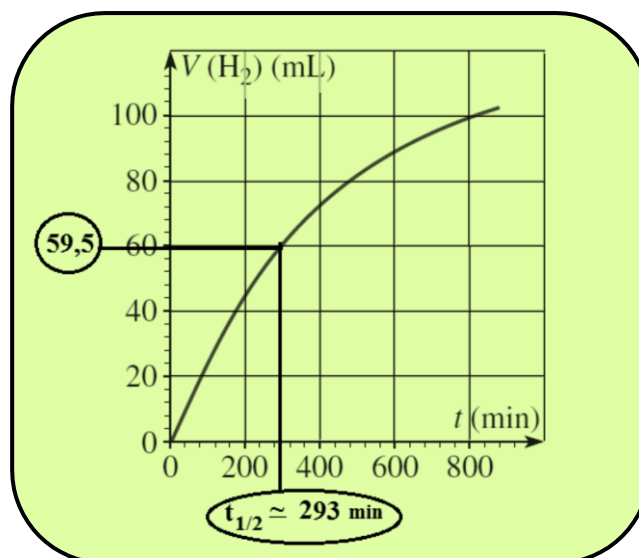
$$n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_m} = 3x_f$$

$$V_f(H_2) = 3x_f \cdot V_m = 3 \times (1,80 \times 10^{-3}) \times 22,0 = 119 \text{ mL}$$

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

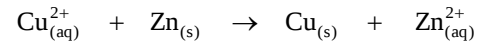
$$V(H_2)(t_{1/2}) = \frac{V_f(H_2)}{2} = 59,5 \text{ mL} \quad \text{إذن :}$$

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



التمرين 2 :

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



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

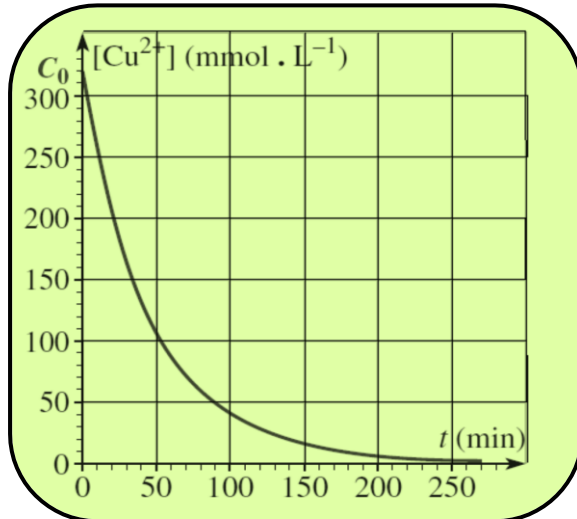
و قمنا بخط المنحنى الممثل في الشكل جانبه :

(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) نعبّر عن التركيز $[\text{Cu}^{2+}]$ بدلالة التقدم (يمكن إنشاء الجدول الوصفي) :

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{n(\text{Cu}^{2+})(t)}{V} = \frac{n_1(\text{Cu}^{2+}) - x(t)}{V} = C_0 - \frac{x(t)}{V}$$

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

$$\frac{x_f}{V} = C_0 \quad \text{نستنتج أن :}$$

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \quad \text{بالنسبة لـ } t = t_{1/2}$$

$$\frac{x(t_{1/2})}{V} = \frac{x_f}{2V} = \frac{C_0}{2} = [\text{Cu}^{2+}](t_{1/2}) \quad \text{ومنه :}$$

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

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

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

$$x(t) = n_1(\text{Cu}^{2+}) - V \cdot [\text{Cu}^{2+}]$$

بما أن الحجم V للمحلول و كمية المادة البدئية $n_1(\text{Cu}^{2+})$ ثابتين

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

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

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

$$v(0) = 7,3 \text{ mmol} \cdot \ell^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{نستنتج :}$$

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

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

$$v(t_{1/2}) = 3,4 \text{ mmol} \cdot \ell^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{نستنتج :}$$

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

التمرين 3 : تتبع تحول كيميائي بقياس الموصلة

هذه المعلومات التقطت من الإنترنت خلال بحث أنجز من طرف مجموعة من التلاميذ :
" الدقاعة السحرية " عبارة عن جيب بلاستيكي يحتوي على سائل ملون 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 " الدقاعة السحرية " أثناء التجوال في الثلج لتدفئة اليدين . عندما تصبح الدقاعة السحرية صلبة ، توضع في حمام مريم بعض الدقائق لكي تصبح قابلة للاستعمال من جديد .

مكونات الدقاعة السحرية :

- كيس صغير من مادة P.V.C .
- ماء مشبع بالأسيتات (أو الإيتانات) الصوديوم
- قطعة فلزية .
هذف هذا التمرين هو دراسة التحول الذي يؤدي إلى الحصول على إيتانات الصوديوم ، النوع الكيميائي الموجود في الدقاعة السحرية . ثم بعد ذلك شرح الظاهرة .

1 (الدراسة الحركية لتصنيع إيتانات الصوديوم بقياس الموصلة .

لتصنيع إيتانات الصوديوم في المختبر ، نمزج بين إيتانات الإثيل $C_4H_8O_2$ و محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الحرارة العادية . المعادلة المنمدج لهذا التفاعل هي : $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} + C_4H_8O_{2(l)} \rightarrow C_2H_6O_{(l)} + CH_3CO_2^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$

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

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

- الموصليات المولية الأيونية عند 20°C لبعض الأيونات :

الأيون	Na^+	HO^-	$CH_3CO_2^-$
λ بوحدة $Sm^2.mol^{-1}$	$5,0 \times 10^{-3}$	20×10^{-3}	$4,1 \times 10^{-3}$

- الكتلة المولية الجزيئية لإيتانات الإثيل : $M = 88g.mol^{-1}$

- الكتلة الحجمية لإيتانات الإثيل : $\rho = 0,90 g.mL^{-1}$

نضع الحجم $V_0 = 200 mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز المولي $C_0 = 1,0 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$ في كأس . عند لحظة $t = 0min$ نضيف الحجم $V_1 = 1,0 mL$ من إيتانات الإثيل فنحصل على خليط تفاعلي نرمز له ب S ، نضع في نفس الوقت كذلك خلية قياس الموصلة و التي ترتبط بحاسوب يمكن من تتبع الموصلة σ للوسط التفاعلي S مع مرور الزمن .
درجة حرارة الوسط تبقى ثابتة وتساوي 20°C .
1 - 1 أحسب كمية المادة البدئية n_0 لأيونات الهيدروكسيد المتواجدة في الحجم V_0 .
1 - 2 أحسب كمية المادة البدئية n_1 لإيتانات الإثيل المتواجدة في الحجم V_1 .
1 - 3 باعتبار التفاعل كلي ، أنمم حرفيا جدول تطور التحول التالي:

المعادلة الكيميائية					
$Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} + C_4H_8O_{2(l)} \longrightarrow C_2H_6O_{(l)} + CH_3CO_2^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$					
كميات المادة (mol)					
حالة المجموعة	التقدم (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

4 - 1 من هو المتفاعل المحد ؟

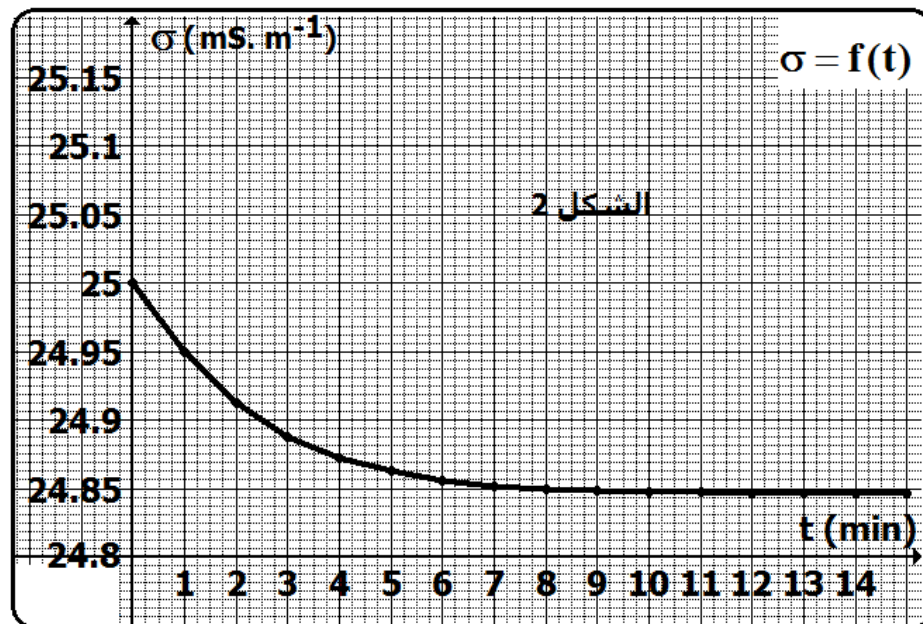
5 - 1 نهمل الحجم V_1 أمام الحجم V_0 ز نرمز للحجم الكلي للخليط S ب V حيث نعتبر $V = V_0$. كما نهمل كذلك التحلل الذاتي البروتوني للماء .

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

2 - 5 - 1 بين اعتمادا على الجدول الوصفي أن الموصلية σ للخليط S عند لحظة t تحقق العلاقة : $\sigma = A + Bx$

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

6 - 1 التتبع بقياس ، الموصلية مكي ، تمثا ، منحنى ، التطهر ، الزمنى للموصلية (الشكا . 2) ؛



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

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

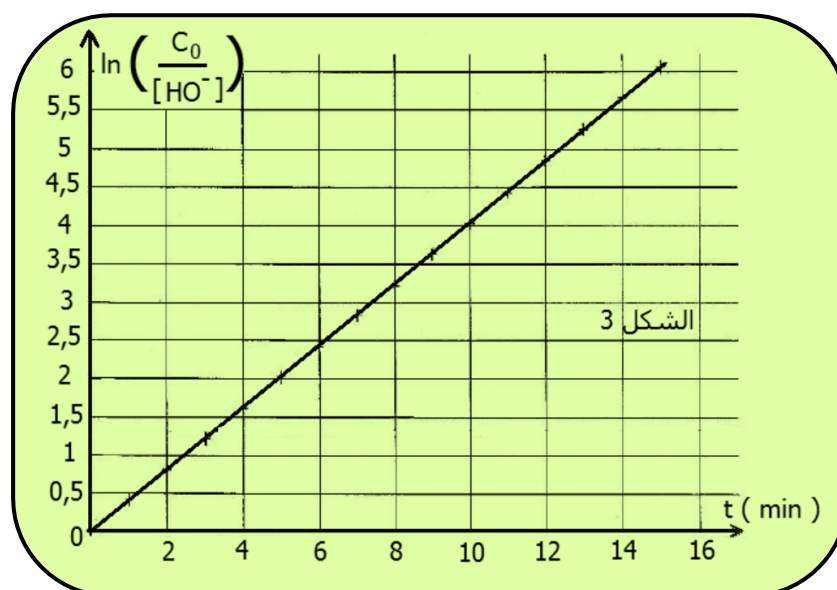
7 - 1 نفس التجربة أنجزت من جديد في كأس وضع في حمام مريم درجة حرارته 40°C . لنعبر $t'_{1/2}$ قيمة زمن نصف التفاعل

الموافق ، اختر الجواب الصحيح مع تعليل الاختيار :

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

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

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



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

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

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

2 - كيف نفسر انتشار الحرارة ؟

ذوبان أسيتات الصوديوم ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$) 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 الدقاعة السحرية على محلول غير مستقر ، حيث به كمية مادة مذابة أكثر مما يمكن أن يذويه في الحالة العادية . لذا فأي تأثير خارجي على المحلول يؤدي إلى ترسب (أو تبلور) المادة . هذا التبلور عكس الذوبان تحول ناشر للحرارة .

1 - 2 اعتمادا على الإشارات المعطاة أعلاه و النص التقديمي ، حدد التأثير الخارجي الذي يحدث التبلور داخل الدقاعة .

2 - 2 اكتب معادلة تفاعل الترسيب الذي يحدث في الدقاعة .

3 - 2 اشرح ارتفاع درجة حرارة الدقاعة التي يشعر بها المستعمل .