

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 حوجلة تحتوي على الحجم $V_A = 60,0ml$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 0,180mol.l^{-1}$.

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

(1) أكتب معادلة التفاعل .

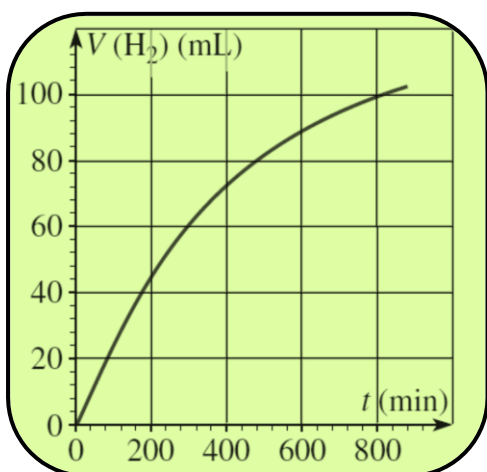
(2) أحسب كميات المادة البدئية للمتفاعلات .

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

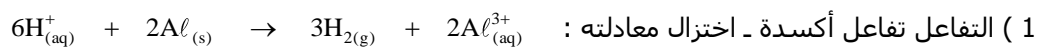
(4) استنتج حجم غاز ثنائي الهيدروجين المتصاعد عند نهاية التفاعل .

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

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



حل التمرين 1 :



2 (كميات المادة البدئية للمفاعلات :

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

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

3 (جدول التقدم :

$6\text{H}^+_{(\text{aq})} + 2\text{Al}_{(\text{s})} \rightarrow 3\text{H}_{2(\text{g})} + 2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$					معادلة التفاعل
$n(\text{H}^+)$	$n(\text{Al})$	$n(\text{H}_2)$	$n(\text{Al}^{3+})$	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 $\frac{n_i(\text{H}^+)}{6} < \frac{n_i(\text{Al})}{2}$ فإن المتفاعل المحد هو H^+ ومنه : $10,8 \times 10^{-3} \text{ mol} - 6x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 1,80 \times 10^{-3} \text{ mol}$

4 (التفاعل كلي و بذلك فإن التقدم النهائي x_f يساوي التقدم الأقصى x_{max} .
اعتمادا على الجدول الوصفي نكتب :

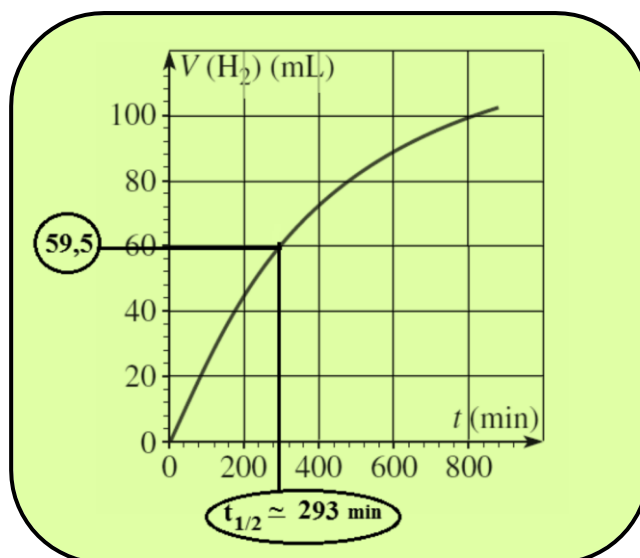
$$n_f(\text{H}_2) = \frac{V_f(\text{H}_2)}{V_m} = 3x_f$$

$$V_f(\text{H}_2) = 3x_f \cdot V_m = 3 \times (1,80 \times 10^{-3}) \times 22,0 = 119 \text{ ml}$$

5 (زمن نصف التفاعل هو الزمن الذي يوافق نصف التقدم النهائي x_f)

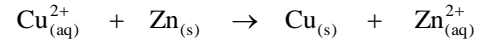
$$V(\text{H}_2)(t_{1/2}) = \frac{V_f(\text{H}_2)}{2} = 59,5 \text{ ml} \quad \text{إذن :}$$

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 $20^{\circ}C$ توصلنا إلى تحديد $[Cu^{2+}](t)$

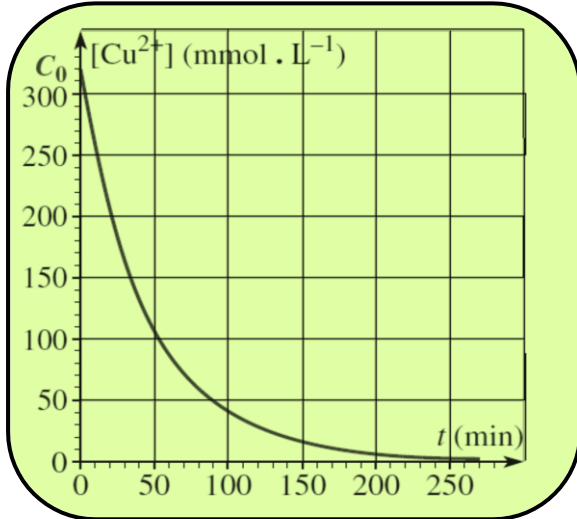
و قمنا بخط المنحنى الممثل في الشكل جانبه :

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

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

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

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

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

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

نقرأ على المبيان : $C_0 = 320 \text{ mmol.l}^{-1}$ 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 $[Cu^{2+}]$ نكتب :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

التمرين 3 : تتبع تحول كيميائي بقياس المواصلة

هذه المعلومات التقطت من الإنترنت خلال بحث أنجز من طرف مجموعة من التلاميذ :
 " الدقّاءة 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 " الدقّاءة السحرية " أثناء التجوال في الثلج لتدفئة اليدين . عندما تصبح الدقّاءة السحرية صلبة ، توضع في حمام مريم بعض الدقائق لكي تصبح قابلة للاستعمال من جديد .
مكونات الدقّاءة 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 الدقّاءة السحرية . ثم بعد ذلك شرح الظاهرة .

1 (الدراسة الحركية لتصنيع إيتانات الصوديوم بقياس الموصلية .

لتصنيع إيتانات الصوديوم في المختبر ، نمزج بين إيتانات الإيتيل C₄H₈O₂ و محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة الحرارة العادية . المعادلة المنمدج لهذا التفاعل هي : Na⁺_(aq) + HO⁻_(aq) + C₄H₈O₂(ℓ) → C₂H₆O(ℓ) + CH₃CO₂⁻_(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 :

- الموصليات المولية الأيونية عند 20°C لبعض الأيونات :

الأيون	Na ⁺	HO ⁻	CH ₃ CO ₂ ⁻
λ بوحدة Sm ² .mol ⁻¹	5,0x10 ⁻³	20x10 ⁻³	4,1x10 ⁻³

- الكتلة المولية الجزيئية لإيتانات الإيتيل : M = 88g.mol⁻¹

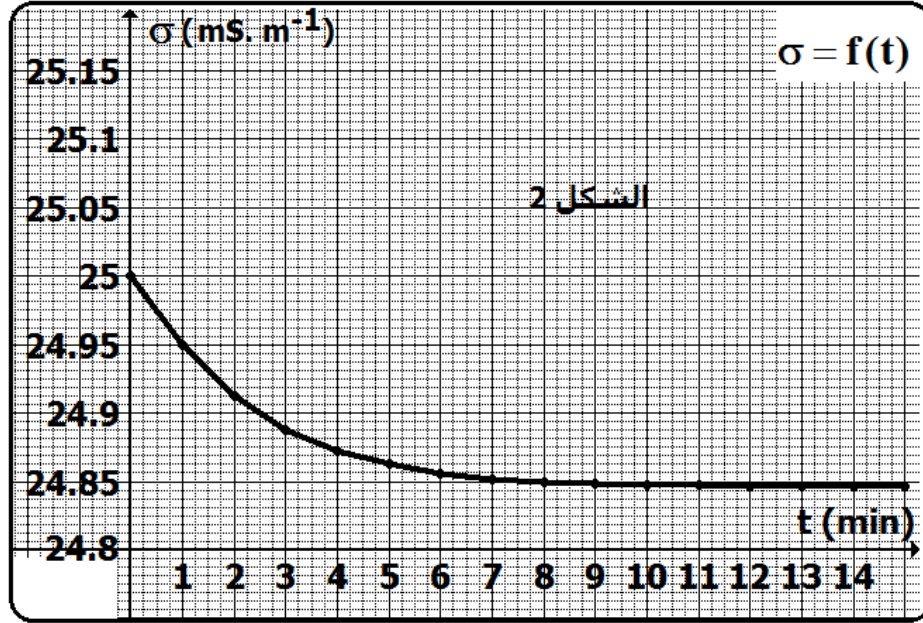
- الكتلة الحجمية لإيتانات الإيتيل : ρ = 0,90 g.mℓ⁻¹

- نضع الحجم V₀ = 200 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز المولي C₀ = 1,0x10⁻³ mol.ℓ⁻¹ في كأس . عند لحظة t = 0min نضيف الحجم V₁ = 1,0ml من إيتانات الإيتيل 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 - 1 أحسب كمية المادة البدئية n₀ لأيونات الهيدروكسيد المتواجدة في الحجم V₀ .
 1 - 2 أحسب كمية المادة البدئية n₁ لإيتانات الإيتيل المتواجدة في الحجم V₁ .
 1 - 3 باعتبار التفاعل كلي ، أنمم حرفيا جدول تطور التحول التالي:

المعادلة الكيميائية					التقدم (mol)	حالة المجموعة
Na ⁺ (aq) + HO ⁻ (aq) + C ₄ H ₈ O ₂ (ℓ) → C ₂ H ₆ O(ℓ) + CH ₃ CO ₂ ⁻ (aq) + Na ⁺ (aq)						
كميات المادة (mol)						
n ₀				n ₀	0	الحالة البدئية
n ₀				n ₀	x	حالة المجموعة عند لحظة t
n ₀				n ₀	x _f	الحالة النهائية

- 1 - 4 من هو المتفاعل المحد ؟
 1 - 5 نهمل الحجم V₁ أمام الحجم V₀ ز نرمز للحجم الكلي للخليط S ب V حيث نعتبر V = V₀ . كما نهمل كذلك التحلل الذاتي البروتوني للماء .
 1 - 5 - 1 اشرح كيفيا لماذا موصلية 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 : $\sigma = A + B.x$ مع : $A = 25 \text{ mS.m}^{-1}$ ، $B = -770 \text{ mS.m}^{-1}.\text{mo}^{-1}$;
 6- 1 التتبع بقياس الموصلية مكي، من، تمشا، منحني، التطهر، الزمنى للموصلية (الشكا، 2) ;

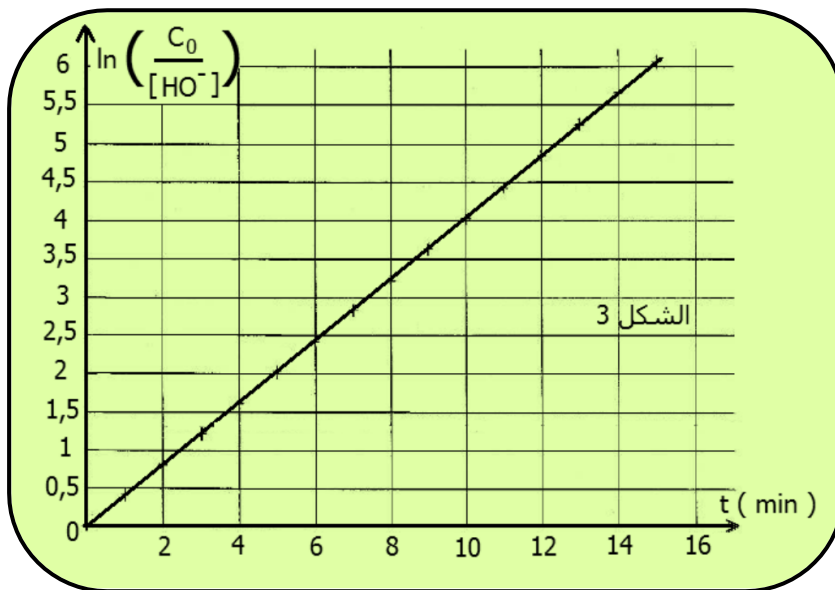


- 1- 6- 1 بتعليل الجواب ، صف كيف تتطور السرعة الحجمية مع مرور الزمن .
 2- 6- 1 عرف ثم حدد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
 7- 1 نفس التجربة أنجزت من جديد في كأس وضع في حمام مريم درجة حرارته 40°C . لنعبر $t_{1/2}$ قيمة زمن نصف التفاعل الموافق ، اختر الجواب الصحيح مع تعليل الإختيار :

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 .