فرض رقم 01 في مادة: العلوم الفيزيائية **المدة: 55 د**

نص التمرين:

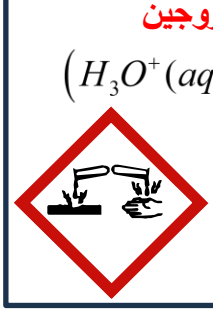
جابر بن حيّان

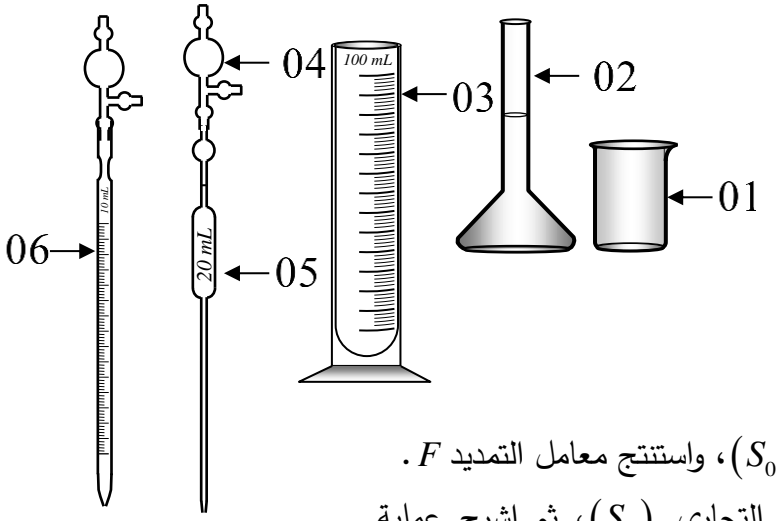
يُعد جابر بن حيّان أول من استخدم الكيمياء عمليًا في التاريخ، بحيث يعتبر أول من حضّر الأحماض من تقطير أملاحها منها روح الملح (محلول حمض كلور الهيدروجين).

يهدف التمرين إلى تحضير محلول مائي لحمض كلور الهيدروجين ممدد، ودراسة حركية التفاعل الكيميائي بين معدن الألمنيوم وشوارد الهيدرونيوم.

محلول حمض كلور الهيدروجين

- *الصيغة الكيميائية:* $\left(H_3O^+(aq)+Cl^-(aq)\right)$
- *الكتلة المولية:* $36,5\,g.mol^{-1}$
- *الكثافة:* 1,16
- *درجة النقاوة:* 36%





– الجزء الأول:

تحتوي ملصقة قارورة محلول حمض كلور الهيدروجين التجاري (S_0) على المعلومات التالية.

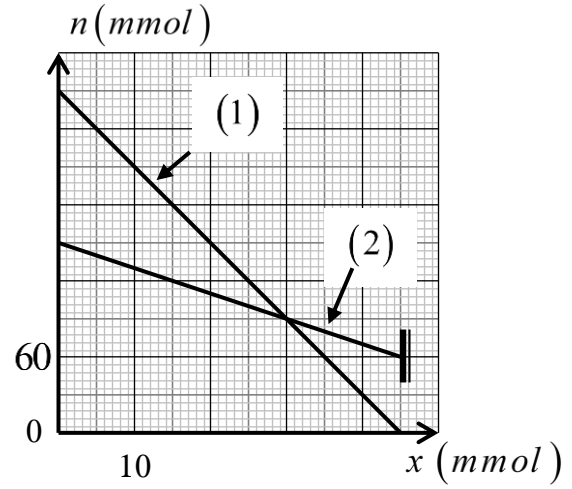
نقوم بتمديد حجم V_0 من المحلول التجاري (S_0) F مرات للحصول على محلول ممدد (S_1) تركيزه المولي $C=2,7\,mol.L^{-1}$، وحجمه $V=250\,mL$.

1. أعط مدلول الصورة الظاهرة في ملصقة البطاقة.
2. سمّ العناصر المرقمة الظاهرة أمامك.
3. أحسب التركيز المولي C_0 للمحلول التجاري (S_0)، واستنتج معامل التمديد F.
4. استنتج الحجم V_0 الذي نأخذه من المحلول التجاري (S_0)، ثم اشرح عملية تحضير المحلول (S_1). (احتياطات الأمن، الوسائل المستعملة، خطوات التحضير)

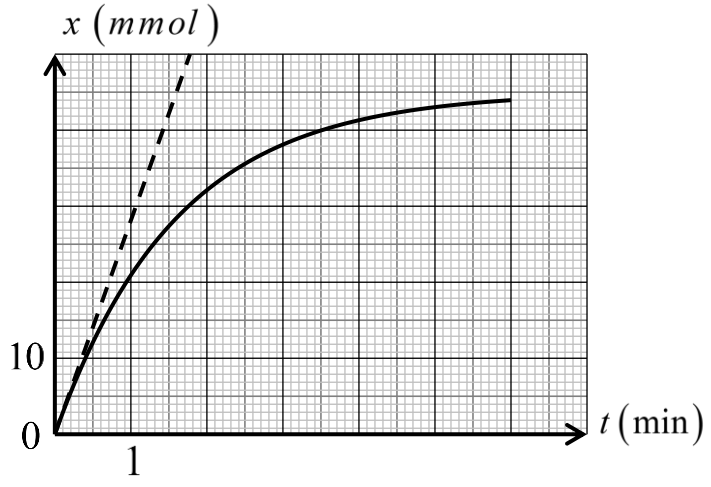
– الجزء الثاني:

لدراسة حركية التفاعل الكيميائي بين معدن الألمنيوم وشوارد الهيدرونيوم. نضع عند اللحظة $t=0$، كتلة m_0 من الألمنيوم $Al(s)$ النقي في دورق به حجم V' من المحلول (S_1) لحمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي C، ننمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة التالية: $2Al(s)+6H_3O^+(aq)=2Al^{3+}(aq)+3H_2(g)+6H_2O(l)$

المتابعة الزمنية لهذا التحول مكنتنا من تمثيل البيانات الموضحة في الشكل.1 الممثل لتغيرات كميات مادة المتفاعلات بدلالة التقدم x، الشكل.2 الممثل لتغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن.



الشكل. 1 تغيرات كميات مادة المتفاعلات بدلالة التقدم x



الشكل. 2 تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن

1. عرّف كل من: المؤكسد، تفاعل أكسدة إرجاع.
2. أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، ثم حدد الثنائيتين $(Ox/\mathrm{Re}d)$ الداخلتين في التفاعل.
3. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث.
4. اعتمادا على أحد البيانين (1) و (2) للشكل.1، حدد البيان الموافق لتغيرات $n(Al)$، مع التعليل.
5. عين المتفاعل المحد، واستنتج قيمة كل من: التقدم الأعظمي $x_{\max}$، V' حجم محلول حمض كلور الماء المستعمل.
6. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. ثم عين قيمته.
7. 1.7. أعط عبارة $v_{Vol}(H_3O^+)$ السرعة الحجمية لاختفاء شوارد H_3O^+، وبين أنه تكتب على الشكل:

$$v_{Vol}(H_3O^+) = \frac{6}{V'} \cdot \frac{dx}{dt}$$

2.7. أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$، ثم استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند نفس اللحظة.

انتهى موضوع الفرض الأول

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
– **الجزء الأول:** **1. مدلول الصورة الظاهرة في الملصقة:** مادة حارقة وكاوية.	0,5	06.75
2. تسميت العناصر المرقمة: 01 بيشر، 02 حوجلة عيارية، 03 مخبار مدرج 04 إجاصة، 05 ماصة عيارية، 06 ماصة	01,5	
لي C_0، واستنتاج معامل التمديد F: * $C_0 = \frac{10.d.p}{M} = \frac{10 \times 1,16 \times 36}{36,5} = 11,44 mol.L^{-1}$ $_0$ *معامل التمديد F: $F = \frac{C_0}{C} = \frac{11,44}{2,7} = 4,237$	0,75 0,5	
4. استنتاج قيمة الحجم V_0، وشرح عملية تحضير المحلول (S_1): *الحجم V_0: $F = \frac{V}{V_0} \rightarrow V_0 = \frac{V}{F} = \frac{250}{4,237} = 59,0 mL$ *خطوات تحضير المحلول (S_1): – باستعمال مخبار مدرج، نأخذ حجما $59,0 mL$ من المحلول التجاري (S_0). – نضعه في حوجلة عيارية سعتها $250 mL$ بها كمية من الماء المقطر. – نكمل بالماء المقطر إلى خط العيار. – نسد الحوجلة ونرج المزيج جيدا. **الوسائل المستعملة:** – حوجلة عيارية سعتها $250 mL$. – مخبار مدرج. **احتياطات الأمن:** – قفازات، نظارات، مؤزر، كمامة ... – إضافة الماء المقطر في الحوجلة قبل إضافة الحمض.	0,5 01 4x0,25 01	
– **الجزء الثاني:** **1. تعريفات:** *المؤكسد: هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب الكترون أو أكثر خلال تفاعل كيميائي. *تفاعل أكسدة إرجاع: هو تفاعل كيميائي يحدث فيه انتقال الكترونات من مرجع الثنائية $(Ox_1 / \mathrm{Re}d_1)$ إلى مؤكسد الثنائية $(Ox_2 / \mathrm{Re}d_2)$.	0,5 0,5	
2. كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع مع تحديد الثنائيات $(Ox / \mathrm{Re}d)$: $Al = Al^{3+} + 3e^-$ $\quad (Al^{3+} / Al)$ $2H_3O^+ + 2e^- = H_2 + 2H_2O$ $\quad (H_3O^+ / H_2)$	4x0,25	

3. جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$				
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ mol				
الابتدائية	0	n_1	n_2	0	0	
الوسطية	x	$n_1 - 2x$	$n_2 - 6x$	$2x$	$3x$	
النهائية	x_f	$n_1 - 2x_f$	$n_2 - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	

0,75

4. تحديد البيان الموافق لتغيرات $n(Al)$:

- العبارة البيانية لكل منحنى: $n(2) = -6.x + 270$; $n(1) = -2.x + 150$ — 01
- العبارة النظرية من جدول التقدم: $n(H_3O^+) = -6.x + n_2$; $n(Al) = -2.x + n_1$ — 01

وعليه: $(2) \rightarrow Al$; $(1) \rightarrow H_3O^+$ — 0,5

5. تعيين المتفاعل المحد، واستنتاج قيمة كل من x_{max} و V':

*تعيين المتفاعل المحد: المتفاعل المحد هو H_3O^+ — 0,5

*التقدم الأعظمي x_{max}: $x_{max} = 45\,mmol$ — 0,5

*حجم المحلول V': $V' \rightarrow V' = \frac{n_2}{C} = \frac{270}{2,7} = 100\,mL$ — 01

6. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، وتعيين قيمته:

*تعريف زمن نصف التفاعل: الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي — 01

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

*تعيين زمن نصف التفاعل: — 01

$x(t_{1/2}) = \frac{45}{2} = 22,5\,mmol$ بالإسقاط على منحنى الشكل.2، نجد: $t_{1/2} = 1,1\min$

7. 1.7. إعطاء عبارة السرعة الحجمية لاختفاء $v_{Vol}(H_3O^+)$، وتبيان عبارتها:

*عبارة $v_{Vol}(H_3O^+)$: $v_{Vol}(H_3O^+) = -\frac{1}{V'} \cdot \frac{dn(H_3O^+)}{dt}$ — 0,5

*تبيان عبارتها بدلالة x: من جدول تقدم التفاعل، لدينا:

$n(H_3O^+) = -6.x + n_2 \xrightarrow{\text{اشتقاق}} \frac{dn(H_3O^+)}{dt} = -6.\frac{dx}{dt} \rightarrow v_{Vol}(H_3O^+) = \frac{6}{V'} \cdot \frac{dx}{dt}$ — 01,5

2.7. حساب قيمة $v_{Vol}(H_3O^+)$ عند $t = 0$، واستنتاج قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند نفس اللحظة:

$$v_{Vol}(H_3O^+) = \frac{6}{0,1} \times \frac{(40-0)\times 10^{-3}}{1,4-0} = 1,714\,mol.L^{-1}.\min^{-1}$$ — 01

$$v_{Vol} = \frac{v_{Vol}(H_3O^+)}{6} = \frac{1,714}{6} = 0,28\,mol.L^{-1}.\min^{-1}$$ — 01

13.25