

α

التدريب 01

نريد معايرة أيونات $Fe^{2+}(aq)$ المتواجدة في محلول مائي بمحلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم.

- 1- ما مفهوم المعايرة في هذه الحالة ؟
- 2- أرسم شكل التركيب التجريبي الواجب استعماله للقيام بهذه المعايرة.
- 3- ما معنى التكافؤ ؟ كيف تتعرف على هذه النقطة في هذه الحالة ؟

α

التدريب 02

بواسطة محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم المحمص ، نقوم بمعايرة أيونات $Fe^{2+}(aq)$ المتواجدة في منتج تجاري لهدف تحديد النسبة الكتلية للحديد في هذا المحلول.

1- أعط معادلة التفاعل بين أيونات الحديد II وأيونات البرمنغنات ، علما أنهما يتثمان إلى المزدوجتين :
 $MnO_4^-(aq) / Mn^{2+}(aq)$ و $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$

- 2- أنجز جدولا وصفا لتتبع تطور التفاعل.
- 3- استنتج العلاقة بين كمية مادة المتفاعلات للحصول على التكافؤ.
- 4- نحضر محلولاً S بإذابة $m=10,0$ g من المنتج التجاري في الحجم $V_0=100$ mL من الماء الخالص. نعاير الحجم $V_1=20,0$ mL من المحلول S بمحلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم المحمص تركيزه $C_2=2,0 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹. الحجم المضاف حتى التكافؤ هو $V_{\text{eq}}=13,0$ mL.

1-4 أحسب التركيز C_1 لأيونات الحديد II في المحلول S.

2-4 استنتج كمية مادة أيونات الحديد II في المحلول S.

3-4 استنتج النسبة المئوية الكتلية للحديد في المنتج التجاري.

معطيات : $M(Fe)=56$ g.mol⁻¹

كثافة المحلول التجاري : $d=1,02$

الكثافة الحجمية للماء : $\rho_0=1$ g/mL

α

التدريب 03

يكتب صانع مادة للتنظيف على القنبية الإشارات التالية : $d=1,2$ ، المحلول يحتوي على 20% من الكتلة من هيدروكسيد الصوديوم. نريد، بواسطة المعايرة بقياس المواصلة التأكد من هذه النسبة.

1- بين أن تركيز هذا المحلول S_0 هو $C_0 = 6$ mol.L⁻¹ .

نعطي الكثافة الحجمية للماء : $\rho_0=1$ g/mL .

2- للقيام بهذه المعايرة، نستعمل محلولاً مانا لكلورور الهيدروجين (حمض الكلوريدريك) تركيزه $C_2=0,10$ mol.L⁻¹. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

إذا غضبت منك امرأة و نلت صامتة

فذلك ليس دليلا على ضعفها

بل هي تتناقش مع إبليس على خطة للقضاء

عليك و إبليس يحاول تهدأتها ☺

” لا تنتظر السعادة حتى تبتسم... و لكن ابتسم حتى تكون سعيدا... “ واين حابر

3- نخفف المحلول S_0 500 مرة للحصول على المحلول S_1 . نعاير الحجم $V_1=100$ mL من المحلول S_1 . بعد كل إضافة للمحلول المعايير (بكسر الياء)، نسجل القيم الفعالة للتوتر بين قطبي خلية قياس المواصلة والتيار المار فيها.

نسجل القياسات في الجدول التالي:

V_2 (mL)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
I(mA)	61,2	56,5	52,0	46,7	40,7	35,9	53,4	70,4	87,0
U(V)	6,43	6,45	6,47	6,47	6,49	6,50	6,45	6,47	6,50

أحسب قيمة المواصلة G للمحلول عند كل إضافة للحجم V_2 . مثل المبيان $G=f(V_2)$. استنتج الحجم V_{2eq} للحجم المضاف عند التكافؤ.

4- أحسب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول S_1 ثم في المحلول S_0 .

5- أحسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في المحلول S_0 . هل النتيجة مطابقة لتلك المعلن عنها من طرف الصانع ؟

α

التمرين 04

يقدر أستاذ لتلاميذه أدوات لكي يقوموا بمعايرة ملوانية، ويطلب منهم معايرة أيونات بيروكسو ثنائي كبريتات في محلول مائي لثنائي كبريتات البوتاسيوم ($(aq), S_2O_8^{2-}$), $(aq), 2K^+$) حجمه $V_1=10,0$ mL، تركيز هذا المحلول

$C_1=1,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. تحتوي السحاحة على محلول يودور البوتاسيوم ($(aq), I^-$), $(aq), K^+$) تركيزه

$C_2=1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. المزدوجات المعنية هي $(aq), SO_4^{2-} / (aq), S_2O_8^{2-}$ و $(aq), I^- / (aq), I_2$.

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2- ما هي كمية المادة n_1 لأيونات بيروكسو ثنائي كبريتات $(aq), S_2O_8^{2-}$ المتواجدة في المحلول المراد معايرته.

3- ما الذي يقع عند التكافؤ؟ استنتج الحجم المضاف حتى التكافؤ.

4- إذا كان على الأستاذ أن يختار بين سحاحتين من حجم 25 mL و 50 mL، فأيهما سيختار لتلاميذه ؟

β

التمرين 05

في حلول مائي، يمثل حمض الأوكساليك مختزل المزدوجة $(aq), C_2O_4H_2 / (aq), CO_2, H_2O$. أثناء معايرة الحجم $V_2=25,0$ mL من محلول مائي لهذا الحمض، نحصل على نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{eq}=10,0$ mL من محلول مائي محمض لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_1=1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

1- صف التجربة التي تمكن من القيام بهذه المعايرة.

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

3- كيف يتم التعرف على حجم التكافؤ؟

4- أنجز جدولا وصفيا تبيين فيه تطور المجموعة حتى التكافؤ.

5- استنتج كمية مادة الحمض في الحجم المستعمل.

6- تم الحصول على هذا المحلول بوضع الكتلة m من الحمض في حوجلة من فئة $V=100$ mL ثم إضافة الماء حتى الخط المعياري. أحسب الكتلة m.

معطيات : $M(C)=12 \text{ gmol}^{-1}$ $M(O)=16 \text{ gmol}^{-1}$ $M(H)=1 \text{ gmol}^{-1}$

تكتب صيغة كبريتات الحديد II المميّه والصلب كالتالي $FeSO_4 \cdot nH_2O$. لتحديد العدد الصحيح n، تتبع الطريقة التالية:

نذيب 27,8g من كبريتات الحديد II المميّه في الماء المقطر للحصول على لتر من المحلول. نأخذ عينة ذات حجم

$V_1=10$ mL من هذا المحلول، ونعايرها بواسطة محلول لبرمنغنات البوتاسيوم ذي التركيز $C_2=1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

نحصل على التكافؤ بعد إضافة الحجم $V_2=16,0$ mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم.

1. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2. أحسب كمية مادة الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ الموجودة بدنيا في العينة المعايرة من محلول كبريتات الحديد II المميّه.

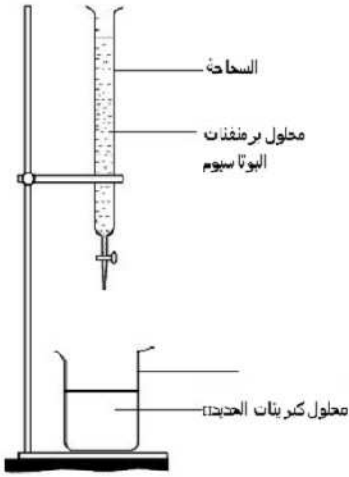
3. استنتج تركيز الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ في المحلول المعياري.

4. استنتج قيمة n.

معطيات : $M(S)=32 \text{ gmol}^{-1}$ $M(O)=16 \text{ gmol}^{-1}$ $M(H)=1 \text{ gmol}^{-1}$ $M(Fe)=56 \text{ gmol}^{-1}$

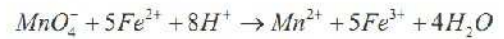
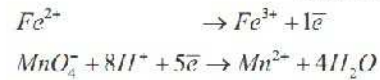
2

“لا تنتظر السعادة حتى تبسّم... و لكن ابسّم حتى تكون سعيدا...” واين حابر



1. في هذه الحالة ، المعايرة هي تحديد تركيز أيونات $Fe^{2+}(aq)$ بتفاعلها مع أيونات برمنغنات البوتاسيوم ذات تركيز معلوم.
2. شكل التركيب :
3. تبلغ نقطة التكافؤ عندما يصبح الخليط التفاعلي في الكأس تناسبيا، حيث يختفي المتفاعلان معا. تتعرف على نقطة التكافؤ عندما لا يختفي اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات في الكأس.

1. معادلة تفاعل المعايرة:



2.

	MnO_4^-	$+$	$5Fe^{2+}$	$+$	$8H^+ \rightarrow$	Mn^{2+}	$+$	$5Fe^{3+}$	$+$	$4H_2O$
الحالة البدئية	$n(MnO_4^-)$ المضاف		$n_1(Fe^{2+})$		-----	0		0		-----
حالة وسطية	$n(MnO_4^-)$ المضاف $-x$		$n_1(Fe^{2+}) - 5x$		-----	x		$5x$		-----
الحالة النهائية	$n(MnO_4^-)$ المضاف $-x_{max}$		$n_1(Fe^{2+}) - 5x_{max}$			x_{max}		$5x_{max}$		-----

3. عند التكافؤ : $n(MnO_4^-)_v$ يمثل كمية مادة أيونات البرمنغنات المضافة .

$$\begin{cases} n(MnO_4^-)_v - x_{max} = 0 \\ n_1(Fe^{2+}) - 5x_{max} = 0 \end{cases} \Rightarrow n(MnO_4^-)_v = \frac{n_1(Fe^{2+})}{5}$$

4.

$$\frac{C_1 V_1}{5} = C_2 V_{aq} \Rightarrow C_1 = \frac{5C_2 V_{aq}}{V_1} \quad 4.1$$

$$C_1 = \frac{5 \times 2.10^{-2} \times 13}{20} = 6,5.10^{-2} mol/l$$

$$n(Fe^{2+}) = C_1 V_0 \Rightarrow n(Fe^{2+}) = 6,5.10^{-2} \times 100.10^{-3} = 6,5.10^{-3} mol \quad 4.2$$

النسبة p الكتلية للحديد في المحلول S :

$$p = \frac{m(Fe)}{m_s} \times 100 = \frac{n(Fe) \times M(Fe)}{\rho_s \times V_0} \times 100$$

$$d = \frac{\rho_s}{\rho_0} \Rightarrow p = \frac{n(Fe) \times M(Fe)}{d \times \rho_0 \times V_0} \times 100$$

تطبيق عددي :

$$p = \frac{m(Fe)}{m_s} \times 100 = \frac{n(Fe) \times M(Fe)}{\rho_s \times V_0} \times 100$$

$$d = \frac{\rho_s}{\rho_0} \Rightarrow p = \frac{n(Fe^{2+}) \times M(Fe)}{d \times \rho_0 \times V_0} \times 100$$

$$p = \frac{6,5.10^{-3} \times 56}{1,02 \times 1 \times 100} \times 100 = 0,35 \Rightarrow p = 35\%$$

1. نرمز ب p للنسبة الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في المحلول.

ρ_s الكتلة الحجمية للمحلول.

V حجم المحلول .

m كتلة هيدروكسيد الصوديوم في الحجم V من المحلول.

$$\rho_s = \frac{m_s}{V}, \quad d = \frac{\rho_s}{\rho_0}, \quad p = \frac{m}{m_s}, \quad n = \frac{m}{M}$$

$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{p \cdot m_s}{M \cdot V} = \frac{p \cdot \rho_s \cdot V}{M \cdot V} \Rightarrow C_0 = \frac{p \cdot \rho_s}{M}$$

تطبيق عددي :

$$C_0 = \frac{0,2 \times 1g/mL \times 1,2}{40g/mol} = 0,006 mol/mL \Rightarrow C_0 = 6 mol/L$$

2. معادلة تفاعل المعايرة : $H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$

3. نحدد قيمة G بالعلاقة : $G = \frac{I}{U}$

18,0	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0	V ₂ (mL)
87,0	70,4	53,4	35,9	40,7	46,7	52,0	56,5	61,2	I(mA)
6,50	6,47	6,45	6,50	6,49	6,47	6,47	6,45	6,43	U(V)
13,4	10,9	8,3	5,5	6,3	7,2	8,00	8,7	9,5	G(mS)

.4

التمثيل المياني للدالة V₂=f(G) بواسطة برنامج Regressi.

$$C_1V_1 = C_2V_{2eq} \Rightarrow C_1 = \frac{C_2V_{2eq}}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{0,10 \times 12}{100} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$C_0 = 500C_1 = 6 \text{ mol/l}$$

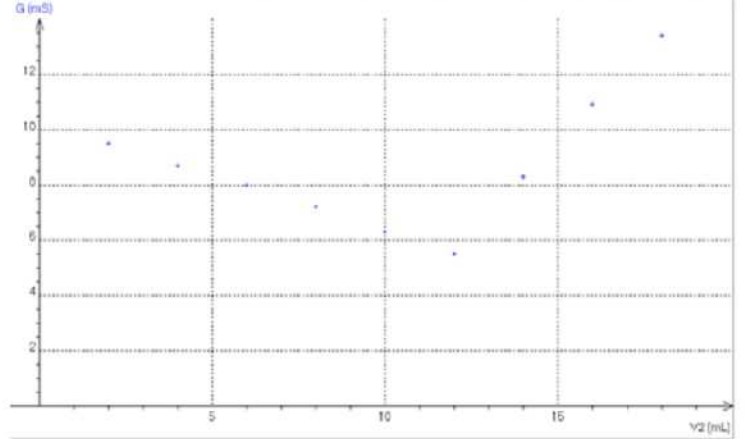
.5

$$p = \frac{C_0 \times M(\text{NaOH})}{d \times \rho_0} \times 100$$

تطبيق عددي :

$$p = \frac{6 \times 40}{1,2 \times 10^{-3}} \times 100 = 20\%$$

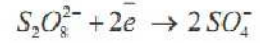
النتيجة مطابقة لتلك المعطى عنها من طرف الصانع .



ميانيا : V_{2eq}=12mL .

التمرين 04

1. معادلة تفاعل المعايرة :



2. كمية المادة n₁ لأيونات بيروكسو ثنائي كبريتات S₂O₈²⁻(aq) المتواجدة في المحلول المراد معايرته :

$$n_1 = C_1V_1 = 1,30 \cdot 10^{-2} \times 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_1 = 1,30 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3. عند التكافؤ، نكون قد أضفنا من السحاحة كمية مادة من أيونات اليودور n₂ بحيث : $n_1 = \frac{n_2}{2}$

نستنتج تعبير الحجم المضاف V_{eq} من أيونات اليودور وقيمته كالتالي :

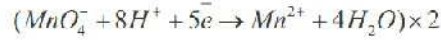
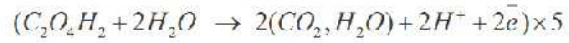
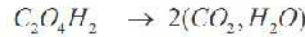
$$n_2 = 2n_1 \Rightarrow C_2V_{eq} = 2n_1 \Rightarrow V_{eq} = \frac{2n_1}{C_2}$$

$$V_{eq} = \frac{2 \times 1,30 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-2}} = 4,60 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

$$V_{eq} = 46 \text{ mL}$$

4. يختار الأستاذ السحاحة ذات الحجم 50mL .

1. نصب الحجم V_2 من محلول حمض الأوكساليك في الكأس، ونصب تدريجياً محلول برمنغنات البوتاسيوم من السحاحة حتى نقطة التكافؤ.
2. معادلة تفاعل المعايرة :



3. تمييز نقطة التكافؤ بعدم اختفاء اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات في الكأس.
4. الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة :

	$5C_2O_4H_2$	$2 MnO_4^-$	$6H^+$	\rightarrow	$10(CO_2, H_2O)$	$2Mn^{2+}$	$8H_2O$
الحالة البدئية	$n_i(C_2O_4H_2)$	$n(MnO_4^-)$ المضاف	----	0	0	-----	-----
حالة وسطية	$n_i(C_2O_4H_2) - 5x$	$n(MnO_4^-)$ المضاف $- 2x$	----	$10x$	$2x$	-----	-----
الحالة النهائية	$n_i(C_2O_4H_2) - 5x_{max}$	$n(MnO_4^-)$ المضاف $- 2x_{max}$	----	$10x_{max}$	$2x_{max}$	-----	-----

5. عند التكافؤ:

$$\begin{cases} n_i(C_2O_4H_2) - 5x_{max} = 0 \\ n(MnO_4^-) - 2x_{max} = 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{n_i(C_2O_4H_2)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$$

$$\Rightarrow n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} n(MnO_4^-)$$

$$\Rightarrow n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} C_1 V_{eq}$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} \times 10^{-1} \times 10 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{تطبيق عددي}$$

6. تركيز الحمض في المحلول المائي :

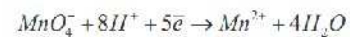
$$C_2 = \frac{n_i(C_2O_4H_2)}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}} = 0,1 \text{ mol/l}$$

تحديد كتلة الحمض الواجب إذابتها في الحجم $V=100\text{mL}$ للحصول على هذا المحلول :

$$C_2 = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} \Rightarrow m = C_2 \cdot M \cdot V$$

$$m = 0,1 \times 90 \times 100 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ g} \quad \text{تطبيق عددي}$$

1. معادلة تفاعل المعايرة :



2. عند التكافؤ :

$$\frac{n_i(Fe^{2+})}{5} = n_i(MnO_4^-) \Rightarrow n_i(Fe^{2+}) = 5n_i(MnO_4^-)$$

$$\Rightarrow n_i(Fe^{2+}) = 5C_1 V_1$$

$$n_i(Fe^{2+}) = 5 \times 1,25 \cdot 10^{-2} \times 16 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{تطبيق عددي}$$

3. تركيز الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ في المحلول المعاير :

$$C_1 = \frac{n_i(Fe^{2+})}{V_1} \Rightarrow C_1 = \frac{10^{-3}}{10 \cdot 10^{-1}} = 0,10 \text{ mol.l}^{-1}$$

4. تعبير الكتلة المولية للمركب $FeSO_4, nH_2O$:

$$M = M(Fe) + M(S) + 4M(O) + n(2M(H) + M(O))$$

$$M = 56 + 32 + 4 \times 16 + n(2 \times 1 + 16)$$

$$M = 152 + 18n$$

عند ما يذوب المركب $FeSO_4, nH_2O$ في الماء ، 1مول منه يعطي 1مول من أيونات Fe^{2+} ، إذن تركيز هذا المركب يساوي تركيز أيونات Fe^{2+} أي C_1 .

$$C_1 = \frac{n(FeSO_4, 7H_2O)}{V}$$

$$C_1 = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{m}{(152 + 18n) \times V}$$

$$\Rightarrow 152 + 18n = \frac{m}{C_1 V} \Rightarrow n = \frac{m}{18 C_1 V} \quad 8,44$$

$$\Rightarrow n = \frac{27,8}{18 \times 0,1 \times 1} \quad 8,44 \Rightarrow n = 7$$

صيغة المركب إذن : $FeSO_4, 7H_2O$ أي أن كل جزيئة كبريتات الحديد محتاطة بسبع جزيئات ماء.