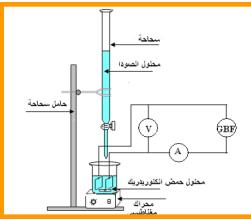
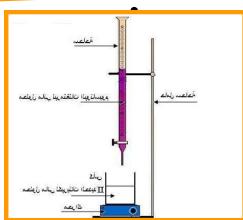


الجزء ١ : القياس في الكيمياء



الدرس ٨ : المعايرات المباشرة

السلسلة ⑧
2014

α

التمرين 01

نريد معايرة أيونات Fe^{2+} (*aq*) المتواجدة في محلول مائي بمحلوبيات البرمنغتان البوتاسيوم.

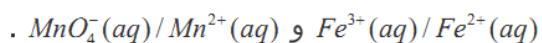
- ما مفهوم المعايرة في هذه الحالة ؟
- أرسم شكل التركيب التجريبي الواجب استعماله للقيام بهذه المعايرة.
- ما معنى التكافؤ ؟ كيف تعرف على هذه النقطة في هذه الحالة ؟

α

التمرين 02

بواسطة محلول مائي لبرمنغتان البوتاسيوم المحمض ، نقوم بمعايرة أيونات Fe^{2+} (*aq*) المتواجدة في متوج تجاري لهدف تحديد النسبة الكتليلية للحديد في هذا محلول.

- أعط معادلة التفاعل بين أيونات الحديد II^{+} وأيونات البرمنغتان ، علماً أنهم ينتميان إلى المزدوجتين :



- أجز جدولًا وصفياً لتبيّن تطور التفاعل.
- استنتج العلاقة بين كمية مادة المتفاعلات للحصول على التكافؤ.
- نحضر محلولاً S بإذابة $g = 10,0$ من المتوج التجاري في الحجم $L = 100 \text{ mL}$ من الماء الحالص. نعتبر الحجم $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ من محلول S بمحلول مائي لبرمنغتان البوتاسيوم المحمض تركيزه $C_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$1-\text{ أحسب التركيز } C_1 \text{ لأيونات الحديد } \text{II}^{+} \text{ في محلول } S .$$

$$2-\text{ استنتج كمية مادة أيونات الحديد } \text{II}^{+} \text{ في محلول } S .$$

$$3-\text{ استنتاج النسبة المئوية الكتليلية للحديد في المتوج التجاري.}$$

$$\text{معطيات : } M(\text{Fe}) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{كتافة محلول التجاري : } d = 1,02$$

$$\text{الكتلة الحجمية للماء : } \rho_0 = 1 \text{ g/mL} .$$

α

التمرين 03

يكتب صانع مادة للتتنظيف على القبينة الإشارات التالية : $d = 1,2$ ، محلول يحتوي على 20% من الكتلة من هيدروكسيد الصوديوم. نريد، بواسطة المعايرة بقياس المواصلة التأكيد من هذه النسبة.

- بين أن تركيز هذا محلول S هو $C_0 \approx 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\text{تعطي الكتلة الحجمية للماء : } \rho_0 = 1 \text{ g/mL} .$$

- للقيام بهذه المعايرة، نستعمل محلولاً مائياً لكlorور الهيدروجين (حمض الكلوريدريك) تركيزه $C_2 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

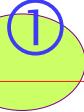
إذا غضبت منك إمرأة و ظلت صامتة

فذلك ليس دليلاً على ضعفها

بل هي تتناقش مع إبليس على خطة للقضاء

عليك و إبليس يحاول تهدأتها 😊

”لا تنتظر السعادة حتى تبتس... و لكن ابتسِم حتى تكون سعيداً...“ واين حاير



-3- نخفف محلول S_0 500 مرة للحصول على محلول S_1 . نعایر الحجم $V_1=100 \text{ mL}$. بعد كل إضافة للمحلول المعايير (بكسر الباء)، نسجل القيم الفعالة للتواتر بين قطبي خلية قياس المواصلة والتيار المار فيها.

نسجل القياسات في الجدول التالي:

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

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

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

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

α |||

التمرين 04

يحضر أستاذ للاميذه أدوات لكي يقوموا بمعايرة ملوانية، ويطلب منهم معايرة أيونات بيروكسو شاني كبريتات في محلول مائي لشاني كبريتات البوتاسيوم ($2K^+(aq), S_2O_8^{2-}(aq)$) حجمه $V_1=10,0 \text{ mL}$ ، تركيز هذا محلول

$C_1=1,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ تحتوي الساحة على محلول يودور البوتاسيوم ($K^+(aq), I^-(aq)$) تركيزه $C_2=1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. المزدوجات المعنية هي $S_2O_8^{2-}(aq) / SO_4^{2-}(aq)$ و $I_2(aq) / I^-(aq)$.

-1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

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

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

-4- إذا كان على الأستاذ أن يختار بين ساحتين من حجم 25 mL و 50 mL ، فما سيختار للاميذه ؟

β |||

التمرين 05

في حلول مائي، يمثل حمض الأوكساليك مختزل المزدوجة $CO_2, H_2O(aq) / C_2O_4H_2(aq)$. أثناء معايرة الحجم $V_2=25,0 \text{ mL}$ من محلول مائي لهذا الحمض، نحصل على نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{2\text{eq}}=10,0 \text{ mL}$ من محلول مائي محمض لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_1=1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

-1- صنف التجربة التي تمكن من القيام بهذه المعايرة.

-2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

-3- كيف يتم التعرف على حجم التكافؤ؟

-4- أنجز جدولًا وصفياً تبين فيه تطور المجموعة حتى التكافؤ.

-5- استنتاج كمية مادة الحمض في حجم المستعمل.

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

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

تكتب صيغة كبريتات الحديد II المميه والصلب كالتالي $FeSO_4, nH_2O$. لتحديد العدد الصحيح n ، تتبع الطريقة التالية: نذيب 27,8g من كبريتات الحديد II المميه في الماء المقطر للحصول على لتر من محلول. نأخذ عينة ذات حجم $V_1=10 \text{ mL}$ من هذا محلول، ونعایرها بواسطة محلول لبرمنغنات البوتاسيوم ذي التركيز $C_2=1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. نحصل على التكافؤ بعد إضافة الحجم $V_2=16,0 \text{ mL}$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم.

1. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

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

3. استنتاج تركيز الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ في محلول المعايرة.

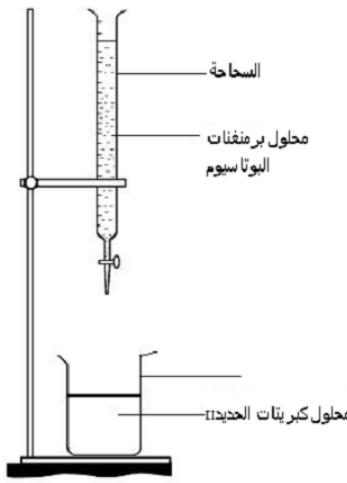
4. استنتاج قيمة n .

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

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

(2)

التمرين 01



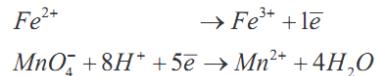
1. في هذه الحالة ، المعايرة هي تحديد تركيز أيونات Fe^{2+} (aq) بتفاعلها مع أيونات برمغنات البوتاسيوم ذات تركيز معلوم.

2. شكل التركيب :

3. يبلغ نقطة التكافؤ عندما يصبح الخليط التفاعلي في الكأس تناسياً، حيث يختفي المتفاعلان معاً.
تُعرف على نقطة التكافؤ عندما لا يختفي اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات في الكأس.

التمرين 02

1. معادلة تفاعل المعايرة :



.2

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

.4.3

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

النسبة p الكتليلية للحديد في المحلول :

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

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

تطبيق عددي :

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

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

$$p = \frac{6,5 \cdot 10^{-3} \times 56}{1,02 \times 1 \times 100} \times 100 = 0,35 \Rightarrow p = 35\%$$

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

.4

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

تطبيق عددي : $C_1 = \frac{5 \times 2 \cdot 10^{-2} \times 13}{20} = 6,5 \cdot 10^{-2} mol/l$

$$n(Fe^{2+}) = C_1 V_0 \Rightarrow n(Fe^{2+}) = 6,5 \cdot 10^{-2} \times 100 \cdot 10^{-3} = 6,5 \cdot 10^{-3} mol \quad .4.2$$

التمرين 03

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

ρ_s الكثافة الحجمية للمحلول.

V حجم المحلول .

m كتلة هيدروكسيد الصوديوم في الحجم V من المحلول.

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

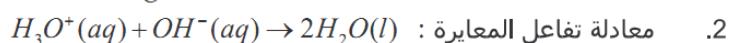
سنستعمل العلاقات التالية :

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

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 :



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

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 المبيانى للدالة V₂=f(G) بواسطة برنامج Regressi

$$C_1 V_1 = C_2 V_{2\text{eq}} \Rightarrow C_1 = \frac{C_2 V_{2\text{eq}}}{V_1}$$

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

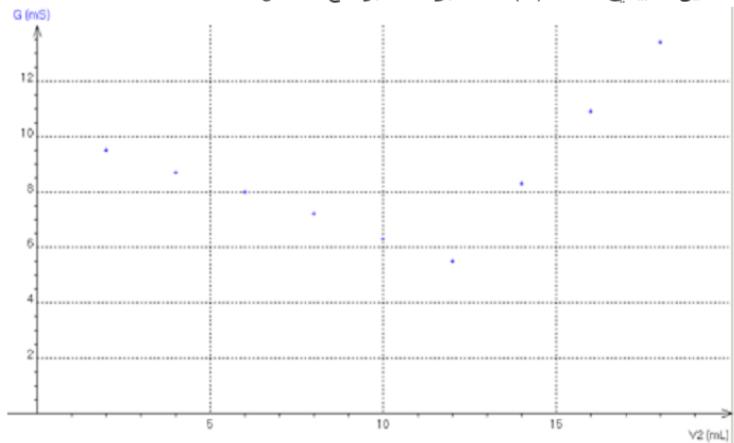
$$C_0 = 500 C_1 = 6 \text{ mol/l}$$

.5

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

تطبيق عددي :

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

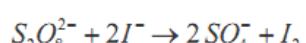
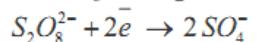


النتيجة مطابقة لتلك المعلن عنها من طرف الصانع .

مبياناً : V_{2eq}=12mL

التمرين 04

1. معادلة تفاعل المعايرة :



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

$$n_1 = C_1 V_1 = 1,30 \cdot 10^{-2} \times 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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

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

نستنتج تعبير الحجم المضاف ΔV من أيونات اليودور وقيمه كال التالي :

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

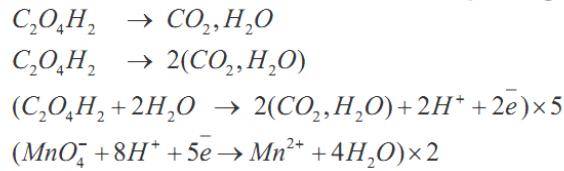
$$V_{\text{eq}} = \frac{2 \times 1,30 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-2}} = 4,60 \cdot 10^{-2} L$$

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

4. يختار الأستاذ السحاحة ذات الحجم 50mL

التمرين 05

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



3. تتميز نقطة التكافؤ بعدم اختفاء اللون البنفسجي لمحلول البرمنغات 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 البدائية	$n_i(C_2O_4H_2)$	$n(MnO_4^-)$ المضاف	----	0	0	-----	
حالة وسطية	$n_i(C_2O_4H_2) - 5x$	$n(MnO_4^-) - 2x$ المضاف	----	$10x$	$2x$	-----	
الحالة النهائية	$n_i(C_2O_4H_2) - 5x_{max}$	$n(MnO_4^-) - 2x_{max}$ المضاف	----	$10x_{max}$	$2x_{max}$	-----	

.5. عند التكافؤ:

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

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

$$\Rightarrow n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2}C_1V_{eq}$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} \times 10^{-1} \times 10.10^{-3} = 2.5.10^{-3} mol$$

.6. تركيز الحمض في محلول المائي :

$$C_2 = \frac{n_i(C_2O_4H_2)}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{2.5.10^{-3}}{25.10^{-3}} = 0.1 mol/l$$

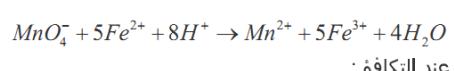
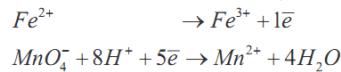
تحديد كتلة الحمض الواجب إذابتها في الحجم $V=100mL$ للحصول على هذا محلول :

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

$$m = 0.1 \times 90 \times 100.10^{-3} = 0.9g$$

التمرين 06

1. معادلة تفاعل المعايرة :



.2. عند التكافؤ :

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

$$\Rightarrow n_i(Fe^{2+}) = 5C_2V_2$$

$$n_i(Fe^{2+}) = 5 \times 1.25.10^{-2} \times 16.10^{-3} = 10^{-3} mol$$

.3. تركيز الأيونات (aq) في محلول المعاير :

$$C_1 = \frac{n_i(Fe^{2+})}{V_1} \Rightarrow C_1 = \frac{10^{-3}}{10.10^{-3}} = 0.10 mol.L^{-1}$$

صيغة المركب إذن : $FeSO_4, 7H_2O$ أي أن كل جزئية كبريتات الحديد محاطة بسبعين جزيئات ماء.

عند ما يذوب المركب $FeSO_4, 7H_2O$ في الماء ، 1مول منه يعطي 1مول من أيونات Fe^{2+} إذن تركيز هذا المركب يساوي تركيز أيونات Fe^{2+} أي C_1 .

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

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

$$\Rightarrow 152+18n = \frac{m}{C_1V} \Rightarrow n = \frac{m}{18C_1V} - 8,44$$

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