



1. مؤشرات الكفاءة :

- يميز بين المؤكسد والمرجع .
- يكتب الثنائية (ox/red) .
- يوظف نقطة التكافؤ لتعيين كمية المادة خلال تفاعل أكسدة - إرجاع .
- يفسر إلكترونيا تفاعل أكسدة - إرجاع على أساس انتقال الإلكترونات من المرجع إلى المؤكسد .
- يعين كمية مادة مؤكسد أو مرجع ثم تركيزه المولي .

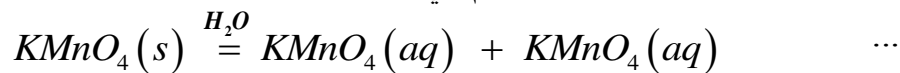
2. الوسائل والمواد المستعملة :

- سحاحة سعتها 50 mL ، بيشر سعته 100 mL ، ماصة سعتها 5 mL ، حوجة عيارية سعتها: 1 L ، 500 mL ، 250 mL .
- بلورات لكبريتات الحديد الثنائي $FeSO_4$ ، فوق منغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ، ماء مقطر .
- مخلاط مغناطيسي ، ميزان إلكتروني .

3. خطوات العمل :

1- تحضير 100 mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ، بتركيز مولي معين.

- ما الحالة الفيزيائية لبرمنغنات البوتاسيوم؟
- ... برمنغنات البوتاسيوم هو مركب بلوري لونه بنفسجي ينحل في الماء .
- ملاحظة:** عند تحضير محلول برمنغنات البوتاسيوم يجب أخذ الاحتياطات اللازمة بعدم لمسه باليد لأنه يترك بقعا بنية على الجلد تزول بعد عدة أيام .
- أكتب معادلة انحلال برمنغنات البوتاسيوم في الماء .



- اقترح بروتوكولا تجريبيا لتحضير محلول برمنغنات البوتاسيوم بتركيز $C_r = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ وحجمه 100 mL .

... نحسب الكتلة اللازمة من برمنغنات البوتاسيوم:

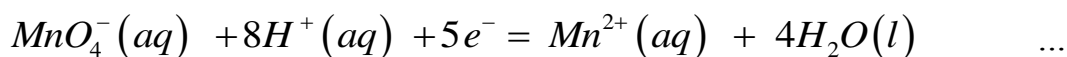
$$\text{لدينا: } C = \frac{n}{V} = \frac{m}{V \cdot M} \text{ ، ومنه: } m = C \cdot V \cdot M$$

$$\text{ت.ع: } m = 0,2 \times 0,2 \times 159 = 3,18 \text{ g}$$

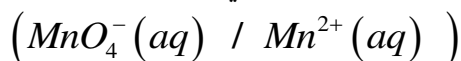
نَزْرُ هذه الكتلة بواسطة ميزان حساس، ثم نضعها في حوجة عيارية سعتها 100 mL بها كمية من الماء ثم نرج، ونكمل الحجم إلى غاية خط العيار بالماء المقطر .

- من بين الشوارد MnO_4^- و K^+ ، ما هي الشاردة المتفرجة والشاردة المؤكسدة؟
- ... شاردة البوتاسيوم K^+ هي الشاردة المتفرجة (غير فعالة) و شاردة برمنغنات MnO_4^- هي المؤكسدة .

- اكتب المعادلة النصفية الموافقة لتحول شاردة البرمنغنات MnO_4^- إلى شاردة المنغنيز Mn^{2+} واستنتج الثنائية (ox/red) الموافقة.



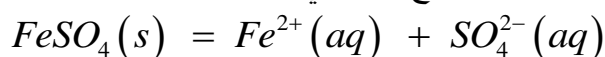
... الثنائية (ox/red) الموافقة للتحويل السابق هي:



2- التعرف على محلول كبريتات الحديد الثنائي (Fe^{2+}, SO_4^{2-}) .

- ما هو لون محلول كبريتات الحديد الثنائي؟ برايك ما هي الشاردة التي يعود إليها لون المحلول؟ اقترح تجربة تبرر بها إجابتك.

... التعرف على محلول كبريتات الحديد الثنائي (Fe^{2+}, SO_4^{2-}) :
 $FeSO_4$ هي بلورات لونها أخضر فاتح تنحل في الماء وفق معادلة التحويل التالي:



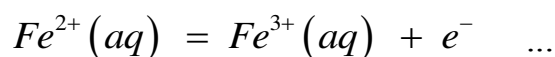
... المحلول الناتج لونه أخضر.

... الشاردة التي يعود إليها لون المحلول هي الشاردة Fe^{2+} .

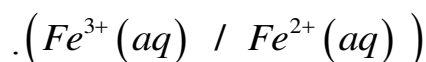
... إن لون محلول K_2SO_4 شفاف ← إذن لون الشاردة SO_4^{2-} و K^+ في المحلول شفاف ← ومنه نستنتج أن اللون الأخضر يعود إلى الشاردة Fe^{2+} .

- ما هي الشاردة المرجعة والشاردة غير الفعالة (المتفرجة) في هذا التحويل الكيميائي؟
 ... شاردة الكبريتات SO_4^{2-} غير فعالة (متفرجة) والشاردة Fe^{2+} هي الشاردة المرجعة.

- اكتب المعادلة النصفية الموافقة لتحول الشاردة Fe^{2+} إلى الشاردة Fe^{3+} ، واستنتج الثنائية (ox/red) الموافقة.



... الثنائية (ox/red) الموافقة هي:

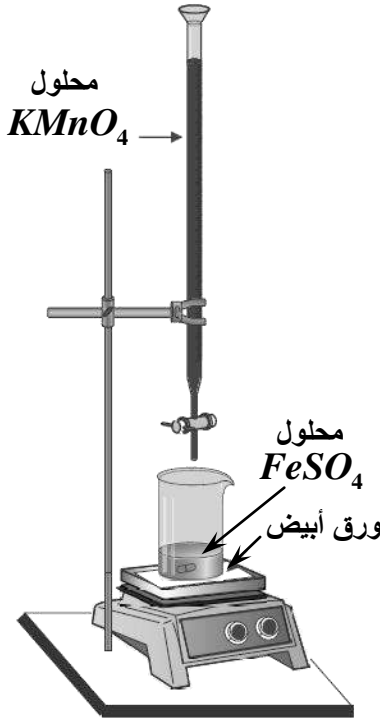


ملاحظة تجريبية هامة:

عند تحضير محلول كبريتات الحديد الثنائي نضع مع بلورات $FeSO_4$ كمية من محلول حمض الكبريت، ثم نضيف الماء ونحرك وهذا حتى لا تتأكسد الشوارد Fe^{2+} بأكسجين الهواء، ويكون لون محلولها أخضر.

3 - المعايرة.

- ارسم التركيب التجريبي للمعايرة المقترحة.
... انظر الشكل المقابل.



- قم بمعايرة محلول كبريتات الحديد الثنائي المحمض (المحلول
المُعَايَر المجهول التركيز) بمحلول برمنغنات البوتاسيوم (المحلول
المُعَايَر المحضر سابقا).

- ابدأ التجربة بإضافة بعض القطرات، ماذا تلاحظ؟ اشرح الظاهرة
كيميائيا.

... نلاحظ اختفاء اللون البنفسجي لقطرات محلول البرمنغنات عند
ملامستها لمحلول كبريتات الحديد الثنائي، ويمكن تفسير ما حدث
بأن شوارد البرمنغنات المتميزة بلونها البنفسجي قد تفاعلت
وتحولت إلى شاردة المنغنيز Mn^{2+} التي لا لون لها في الحلول، ومنه اختفاء اللون البنفسجي.

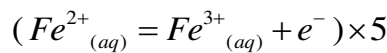
- توقف عن سكب محلول برمنغنات البوتاسيوم عندما تلاحظ عدم زوال اللون البنفسجي للمحلول
المضاف. لماذا نتوقف عند هذه النقطة؟ كيف نسمي هذه النقطة؟

... لأن كمية مادة شوارد الحديد الثنائي Fe^{2+} تفاعلت كلها ولم يبق منها ما يتفاعل مع شوارد
البرمنغنات المضافة، فبقي لونها بنفسجيا. وعند إيقاف السكب تكون كمية مادة المتفاعلان (شاردة
البرمنغنات وشاردة الحديد الثنائي) في نسبة ستوكيومترية، ونسمي هذه النقطة بنقطة التكافؤ.

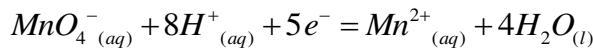
- ما هو حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم المسكوب لحظة بداية عدم زوال لونه البنفسجي؟

... نسميه حجم التكافؤ ويكون $V_E = 10 mL$ عندما يكون الحجم المعايَر من محلول كبريتات الحديد الثنائي
 $20 mL$ (يحضر الاستاذ $200 mL$ من محلول كبريتات الحديد الثنائي بإذابة $15,2 g$ من
بلورات $FeSO_4$ في $200 mL$ من الماء المقطر ويأخذ منها للمعايرة $20 mL$ ويحتفظ بالباقي والحويلة
مغلقة لتجارب أخرى وإذا كانت كبريتات الحديد الثنائي المستعملة مميهة صيغتها $(FeSO_4 \cdot 5H_2O)$
فعلية اخذ $24,2 g$).

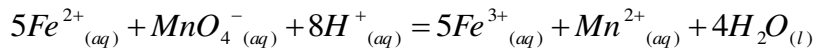
- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع ومعادلة التفاعل (معادلة الأكسدة الإرجاعية).
... المعادلة النصفية للأكسدة:



... المعادلة النصفية للإرجاع:



... معادلة تفاعل الأكسدة - الإرجاعية:



- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

معادلة التفاعل		$5Fe^{2+}(aq) + MnO_4^{2-}(aq) + 8H^+(aq) = 5Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$					
الحالة	التقدم (x)	كمية المادة بـ mol					
الابتدائية (t = 0)	0	n_R	n_0	بالزيادة	0	0	بالزيادة
النهائية (t = t _f)	x_E	$n_R - 5x_E = 0$	$n - x_E = 0$	بالزيادة	$5x_E$	x_E	بالزيادة

- اكتب العلاقة بين كمية المادة للشوارد MnO_4^- وللشوارد Fe^{2+} ثم استنتج العلاقة بين تركيزي المحلولين السابقين.

$$\frac{n(Fe^{2+})}{5} = n(MnO_4^-) \quad \text{... عند التكافؤ يكون:}$$

- احسب قيمة التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس الثنائي.
... لدينا:

$$\frac{C_r(Fe^{2+}) \times V}{5} = C_o(MnO_4^-) \times V_E$$

$$C_R(Fe^{2+}) = \frac{0,2 \times 10 \times 5}{20} = 0,5 \text{ mol / L} \quad \text{ت.ع:}$$