وثيقة الأستاذ ع م 17	17ـ تعيين كمية المادة بالمعايرة (أكسدة ـ إرجاع)	

1 ـ مؤشرات الكفاءة :

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

2 ـ الوسائل والمواد المستعملة :

- سحاحة سعتها $50\,mL$ ، بيشر سعته $100\,mL$ ، ماصة سعتها $5\,mL$ ، حوجلة 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 ـ 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 أيا م.

- أكتب معادلة إنحلال برمنغنات البوتاسيوم في الماء.

... $KMnO_4(s) \overset{H_2O}{=} KMnO_4(aq) + KMnO_4(aq)$

- اقترح بروتوكولا تجريبيا لتحضير محلول برمنغنات البوتاسيوم بتركيز $C_r = 2{,}0\times10^{-1}\,mol.L^{-1}$ وحجمه $100\,mL$.

... نحسب الكتلة اللازمة من برمنغنات البوتسيوم:

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

ت.ع: $m=0{,}2\times0{,}2\times159=3{,}18\,g$.

نَزِنُ هذه الكتلة بواسطة ميزان حساس، ثم نضعها في حوجلة 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.

$$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- = Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$$ ...

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

$$(MnO_4^-(aq) \ / \ Mn^{2+}(aq))$$

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 أخضرفاتح تنحل في الماء وفق معادلة التحول التالي:

$$FeSO_4(s) = Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

... المحلول الناتج لونه أخضر.
... الشاردة التي يعود إليها لون المحلول هي الشاردة Fe^{2+}.
... إن لون محلول K_2SO_4 شفاف ← اذن 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 التحول 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.

$$Fe^{2+}(aq) = Fe^{3+}(aq) + e^-$$ ...

... الثنائية (ox/red) الموافقة هي:

$$(Fe^{3+}(aq) \ / \ Fe^{2+}(aq))$$.

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 برمنغانات البوتاسيوم (المحلول المُعَايِر المحضر سابقا).

- ابدأ التجربة باضافة 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 برمنغانات 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 ايقاف السكب تكون كمية مادة المتفاعلان (شاردة البرمنغنات وشاردة الحديد الثنائي) في نسبة ستيكيومترية، ونسمي هذه النقطة بنقطة التكافؤ.

- ما هو حجم محلول برمنغانات 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 باذابة $15,2\,g$ من بلورات $FeSO_4$ في $200\,mL$ من الماء المقطر ويأخذ منها للمعايرة $20\,mL$ ويحتفظ بالباقي والحوجلة مغلقة لتجارب أخرى واذا كانت كبريتات الحديد الثنائي المستعملة مميهة صيغتها $(FeSO_4;5H_2O)$ فعليه اخذ $24,2\,g$).

- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع ومعادلة التفاعل (معادلة الأكسدة الارجاعية).

... المعادلة النصفية للأكسدة:

$$(Fe^{2+}_{(aq)} = Fe^{3+}_{(aq)} + e^-)\times 5$$

... المعادلة النصفية للإرجاع:

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5e^- = Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

... معادلة تفاعل الأكسدة - الإرجاعية:

$$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} = 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

- أنشىء جدولا 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					
الإبتدائية $(t=0)$	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.

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

- احسب قيمة التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس الثنائي.

... لدينا:

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

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