

البطاقة التربوية لعمل مخبري

المستوى : 2+2 ت 2+2 ع ت
رقم المذكرة : 03
المجال : المادة وتحولاتها
الوحدة : تعيين كمية المادة بواسطة المعايرة

عنوان التجربة : معايرة اللونية وبواسطة قياس الناقلية لتفاعلات الأكسدة الارجاعية

مؤشرات الكفاءة :

- تحديد تركيز ثنائي اليود بواسطة معايرته بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم معلوم التركيز .
- التعرف على نقطة التكافؤ اعتمادا على تغير اللون .
- التعرف على نقطة التكافؤ في تفاعل الأكسدة- إرجاع عن طريق قياس الناقلية .
- حساب تركيز محلول I_2 بواسطة معايرته بمحلول $Na_2S_2O_3$ معلوم التركيز .

البروتوكول التجريبي :

الأدوات:	الزجاجيات:
- حامل سحاحة	- سحاحة مدرجة
	- بيشر
	- ماصة
الأجهزة:	المواد الكيميائية :
- مخلط مغناطيسي	- محلول ثنائي اليود (I_2) مخفف (مجهول التركيز)
- قاعدة تحتوي محرك كهربائي	
- خلية قياس الناقلية	
- GBF	- محلول $Na_2S_2O_3$ مخفف
- أمبير متر	
- فولط متر	

معايرة محلول ثنائي اليود (I₂) بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم Na₂S₂O₃

التجربة 1:

- ضع V₀=10mL من محلول ثنائي اليود I₂ تركيزه مجهول في بيشر حجمه 100mL .

- املاً السحاحة المدرجة بمحلول Na₂S₂O₃ تركيزه C_r=0.010mol/L
- ضع أسفل السحاحة البيشر الذي يحتوي على محلول ثنائي اليود I₂ وابدأ بإضافة قطرات من محلول Na₂S₂O₃ من السحاحة .

- ما هي الزجاجيات المستخدمة في أخذ V₀=10mL من محلول ثنائي اليود ؟
- ماصة سعتها 10mL

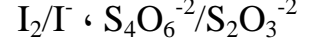
- ما هو لون محلول ثنائي اليود ؟

- لون محلول ثنائي اليود بني .

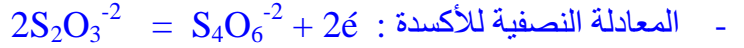
- ما هو لون محلول ثيوكبريتات الصوديوم ؟

- لون محلول ثيوكبريتات الصوديوم (Na₂S₂O₃) عديم اللون (شفاف) .

إن هذا التفاعل تام وسريع حيث الثنائيتين مر/مؤ ox/red الداخلة في التفاعل هي :



- اكتب المعادلة النصف الإلكترونية للأكسدة ، والمعادلة النصف الإلكترونية للإرجاع ومنه الإجمالية .



- حدد المؤكسد والمرجع في هذا التفاعل مع التعليل .

- المؤكسد : هو I₂ لأنه اكتسب إلكترونات .

- المرجع : هو 2S₂O₃²⁻ لأنه فقد إلكترونات

أ- بداية المعايرة :

- أضف قطرات من محلول Na₂S₂O₃ من السحاحة إلى محلول I₂ في البيشر .

لاحظ أن المتفاعل المحد هو شاردة الثيوكبريتات S₂O₃²⁻ (المتفاعل المعايير) والمتفاعل الموجود بزيادة هو ثنائي اليود I₂ (المتفاعل المعايير) .

نعتبر V₀ : الحجم الابتدائي لمحلول اليود I₂ و C₀ : تركيز محلول ثنائي اليود .

VF : حجم المحلول الذي يحتوي الشوارد S₂O₃²⁻ المضاف من السحاحة : C_r : تركيز محلول شوارد S₂O₃²⁻

- املاً جدول تقدم التفاعل .

I ₂ (aq) + 2S ₂ O ₃ ²⁻ (aq) = 2I ₂ (aq) + S ₄ O ₆ ²⁻ (aq)	التقدم x(mol)	الحالة
N ₀ =C ₀ V ₀ n _r =C _r .V _r 0 0	0	الحالة الابتدائية
C ₀ V ₀ - x C _r V _r - 2x 2x x	x	الحالة الوسطية
C ₀ V ₀ - x _{max} C _r V _r - 2x _{max} 2x _{max} x _{max}	X _{max} =C _r V _r /2	الحالة النهائية

ب- نقطة التكافؤ :

عند نقطة التكافؤ المتفاعلات تكون كمية مادتها في الجملة الكيميائية بالنسب الستوكيوميتيرية في معادلة التفاعل الحادث في المعايرة . ومنه الأفراد المتفاعلة تكون قد تفاعلت كلية . ونقوم بإضافة محلول ثيوكبريتات من السحاحة على بيشر الذي يحتوي محلول اليود .

- نوقف إضافة محلول ثيوكبريتات الصوديوم من السحاحة عندما نلاحظ ظهور لون جديد ثابت .

- ما هو اللون الجديد الظاهر في هذه التجربة ؟

- لون المحلول الجديد أصفر

- ظهور اللون الجديد على ماذا يدل ؟

- ظهور اللون الجديد يدل على وجود نواتج جديدة .

- ما هي هذه الحالة المميزة للتفاعل ؟
- الحالة المميزة للتفاعل هي التغير اللوني عند نقطة التكافؤ .

الاستنتاج

لون محلول ثيوكبريتات في السحاحة **شفاف** ولون محلول اليود في البيشر **بنّي** وبعد إضافة محلول ثيوكبريتات الصوديوم إلى اليود يبدأ اللون البني يتلاشى وبعد إضافة حجم مناسب يظهر لون **أصفر** في الخليط الموجود في البيشر ولا يزول بالتحريك ، نقول في هذه الحالة أننا بلغنا نقطة **التكافؤ** وتكون كمية المادة للمفاعلات موجودة بنسب الأعداد الستوكيومترية .

- املاً الجدول الذي يصف الجملة الكيميائية في نقطة التكافؤ .

$I_2 (aq) + 2S_2O_3^{2-} (aq) = 2I^- (aq) + S_4O_6^{2-} (aq)$		التقدم x	الحالة
$n_0=C_0V_0$	$n_r=C_r.V_{re}$	0	0
C_0V_0-x	$C_rV_{re}-2x$	2x	x
0	0	2x _e	x _e
		$C_rV_{re}=x_e$	

- ما هو عدد مولات اليود I₂ عند نقطة التكافؤ ؟

- بما أن : $C_0V_0 - X_{eq} = 0mol$ فإن : $C_0V_0 = X_{eq}$

- استنتج x_e التقدم عند نقطة التكافؤ بدلالة C₀ ، V₀

- نما أن $C_0V_0 = X_{eq}$ و $C_rV_{re} = 2X_e$ فإن : $X_e = \frac{C_rV_{re}}{2}$

- ما هو عدد مولات شوارد ثيوكبريتات S₂O₃²⁻ عند نقطة التكافؤ ؟

- عند نقطة التكافؤ فإن : $C_rV_{re} - 2X_e = 0mol$

- استنتج x_e التقدم بدلالة C_r ، V_{re}

- عند نقطة التكافؤ فإن : $C_rV_{re} = 2X_e$ ومنه : $X_e = \frac{C_rV_{re}}{2}$

- استنتج العلاقة C₀V₀=C_rV_{re}/2 عند نقطة التكافؤ ، ثم احسب C₀ تركيز محلول اليود .

- عند نقطة التكافؤ فإن : $C_0V_0 = \frac{C_rV_{re}}{2}$ $\Rightarrow C_rV_{re} = 2X_{eq} \Rightarrow C_0V_0 = \frac{C_rV_{re}}{2}$ $\therefore X_{eq} = C_0V_0$

- ومنه تركيز محلول اليود C₀ : $C_0 = \frac{C_rV_{re}}{2V_0}$

- بعد نقطة التكافؤ إذا أضفنا حجماً V_r من محلول ثيوكبريتات الصوديوم ، ما هو المتفاعل المحد الآن ؟

- بعد نقطة التكافؤ إذا أضفنا حجماً من محلول ثيوكبريتات الصوديوم ، فإن المتفاعل المحد هو I₂(aq)

الاستنتاج

قبل نقطة التكافؤ المتفاعل المحد هو المتفاعل **ثيوكبريتات الصوديوم** أي المتفاعل المعايير ، وبعد نقطة التكافؤ ، المتفاعل المحد هو المتفاعل المعايير الموجود في **محلول اليود** .

تعميم

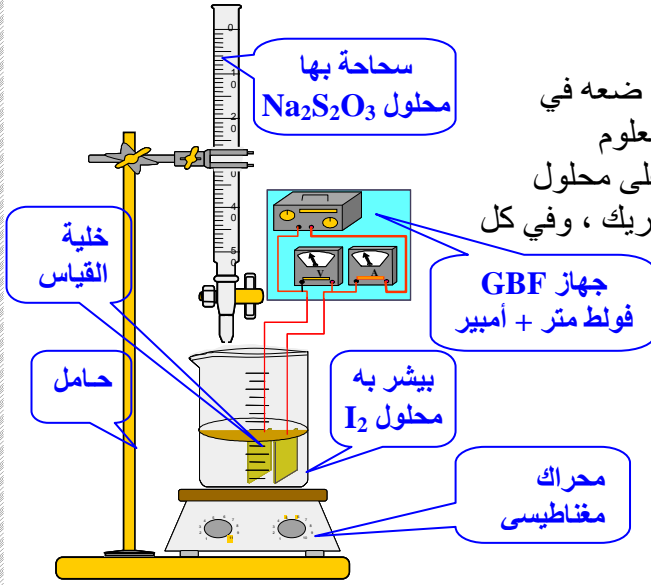
إذا حدث تفاعل تام بين متفاعلين A ، B حيث معادلة التفاعل هي :



و c,d,a,b هي الأعداد الستوكيومترية لمعادلة التفاعل .
يكون عند نقطة التكافؤ : $b/n_b = a/n_a$ (n_a عدد مولات A و n_b عدد مولات B) ، وبما أن $n = CV$ إذن نكتب

$$C_a V_a / a = C_b V_b / b$$

معايرة محلول اليود $I_2(aq)$ بمحلول $Na_2S_2O_3$ عن طريق قياس الناقلية



التجربة 2 :

خذ حجما $V_0 = 20 \text{ mL}$ من محلول ثنائي اليود $I_2(aq)$ تركيزه مجهول، ضعه في سعته 100 mL. املاً السحاحة بواسطة محلول $Na_2S_2O_3$ تركيزه معلوم $C_r = 5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ I_2 واسكب تدريجياً من السحاحة محلول $Na_2S_2O_3$ بقطرات مع التحريك ، وفي كل إضافة اقرأ شدة التيار I المار في الدارة .
اجعل فرق الكمون $U = 1 \text{ V}$ بين طرفي الخلية ، وسجل الحجم Vr
المسكوب من السحاحة .
- املاً الجدول التالي :

Vr(mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
I(mA)	4,81	4,42	4,03	3,65	3,28	2,94	2,59	2,26	1,94	1,71	1,49
G(ms)	4,81	4,42	4,03	3,65	3,28	2,94	2,59	2,26	1,94	1,71	1,49
Vr(mL)	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	
I(mA)	1,55	1,74	1,92	2,11	2,33	2,55	2,78	3,01	3,20	3,41	
G(ms)	1,55	1,74	1,92	2,11	2,33	2,55	2,78	3,01	3,20	3,41	

- أكمل بيانات الرسم .
- ما هو لون محلول اليود قبل المعايرة ؟ - لونه بني
- ما لون محلول ثيوكبريتات الصوديوم ؟ - شفاف
- علما أن الثنائيتين مؤكسد / مرجع الداخلة في التفاعل هي $(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$ ، (I_2 / I^-) ،
اكتب نصف المعادلة الإلكترونية للأكسدة . $S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^-$
- اكتب نصف المعادلة الإلكترونية للإرجاع . $I_2(aq) + 2e^- \longrightarrow 2I^-(aq)$
- اكتب معادلة الأكسدة الإرجاعية . $S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \longrightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$
- حدد المؤكسد والمرجع في هذا التفاعل . المؤكسد : $I_2(aq)$ ، المرجع : $S_2O_3^{2-}(aq)$
- احسب كمية المادة لثنائي اليود قبل المعايرة ؟ $n_0 = C_0 V_0$

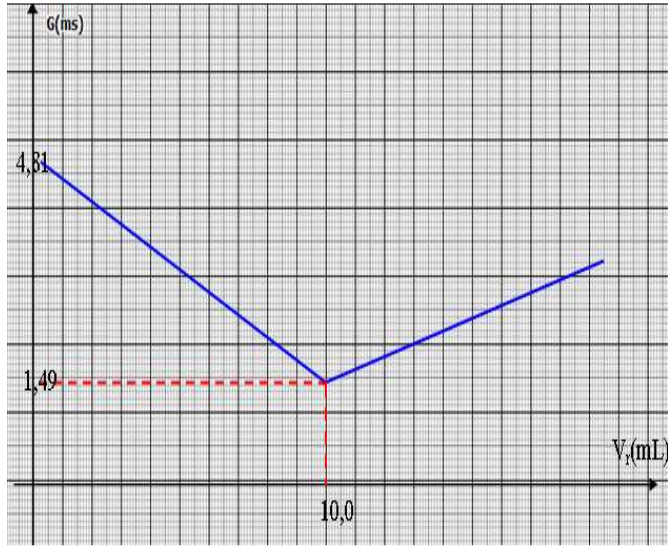
باستعانتك بجدول تقدم التفاعل ، احسب كمية المادة للأجسام الداخلة في التفاعل والنتيجة منه لكل حجم V_r مضاف من محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ بواسطة السحاحة عندما V_r يأخذ القيم التالية : $V_r = 12\text{mL}$, $V_r = 5\text{mL}$ - من أجل : $V_r = 5\text{mL}$

$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) = 2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$				التقدم (x) مول	الحالات
$n_0 = C_0 V_0$	$n_r = C_r V_r$	0	0	0	الحالة الابتدائية
$C_0 V_0 - x$	$C_r V_r - 2x$	2x	x	x	الحالة الوسطية
$C_0 V_0 - X_e$	0	2X _e	X _e	$X_e = C_r V_r / 2$	الحالة النهائية

- ما هو المتفاعل المحد للتفاعل ؟ ثيوكبريتات الصوديوم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 - أعد نفس الجدول وقم بالحساب من أجل محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ، $V_r = 12\text{mL}$

$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) = 2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$				التقدم (x) مول	الحالات
$N_0 = C_0 V_0$	$n_r = C_r V_r$	0	0	0	الحالة الابتدائية
$C_0 V_0 - x$	$C_r V_r - 2x$	2x	x	x	الحالة الوسطية
0	$C_r V_r - 2C_0 V_0$	$2C_0 V_0$	$C_0 V_0$	$X_{\text{max}} = C_r V_r / 2$	الحالة النهائية

- ماهو المتفاعل المحد في هذه الحالة ؟ هل تغير المتفاعل المحد ؟ هو محلول اليود ، نعم
 - ارسم البيان $G = f(V_r)$ وحدد فيه النقطة التي حدث فيها انقلاب إشارة تغير الناقلية .
 - اشرح البيان في فقرة صغيرة .



- المنحنى $G = f(V_r)$ يحتوي على جزئين أساسيين :

- جزء متناقص من أجل $10\text{ml} > V_r \geq 0$

و جزء متزايد $10\text{ml} > V_r > 20\text{ml}$.

نسمي النقطة المحددة بنقطة التكافؤ ونرمز للحجم عند

هذه النقطة بـ V_{re} ، حيث $V_{re} = 10\text{ml}$ وتأخذ الناقلية

عندها أصغر قيمة وفيها يحدث تغير للمتفاعل المحد للتفاعل

- أملاً الجدول عند $V_r = V_{re}$ أي في نقطة التكافؤ.

$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) = 2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$				التقدم (x) مول	الحالات
$n_0 = C_0 V_0$	$n_r = C_r V_r$	0	0	x	الحالة الابتدائية
$C_0 V_0 - x$	$C_r V_r - 2x$	2X	X	x	الحالة الوسطية
$C_0 V_0 - X_e = 0$	$C_r V_{re} - 2X_e = 0$	$C_r V_{re}$	$C_r V_{re} / 2$	$X_e = C_r V_{re} / 2$	الحالة النهائية

- ما هي كمية المادة $\text{I}_{2(\text{aq})}$ في نقطة التكافؤ. $n = C_0 V_0 - C_r V_{re} / 2 = 0$

- ما هي كمية المادة $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ في نقطة التكافؤ . هي صفر (0)

- احسب التقدم X_e بدلالة C_r ، V_{re} . $X_e = C_r V_{re} / 2$

- احسب التقدم X_e بدلالة C_0 ، V_0 . $X_e = C_0 V_0$

- استنتج العلاقة $C_0 V_0 = C_r V_{re} / 2$ عند نقطة التكافؤ واحسب تركيز محلول اليود $\text{I}_{2(\text{aq})}$. $C_0 V_0 = C_r V_{re} / 2$

$$C_0 = C_r V_{re} / 2V_0 = (5 \cdot 10^{-2} \cdot 10) / (2 \cdot 20) = 1,25 \times 10^{-2} \text{mol/l}$$

- هل يمكن استخدام قياس الناقلية لتحديد كمية مادة في محلول ؟ - نعم