www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U01 - Exercice 011

المحتوى المعرفي : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (بكالوريا 2012 - علوم تجريبية) (**)

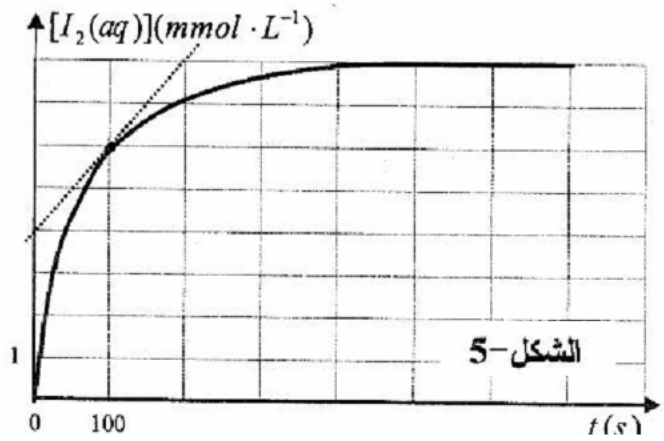
لأجل الدراسة الحركية لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع الماء الأكسجيني ، نحضر في بيشر في اللحظة $t = 0$ المزيج التفاعلي S المشكل من الحجم $V_1 = 368\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم الذي تركيزه المولي $C_1 = 0.05\ mol.L^{-1}$ و الحجم $V_2 = 32\ mL$ من الماء الأكسجيني الذي تركيزه المولي $C_2 = 0.10\ mol.L^{-1}$ و كمية كافية من حمض الكبريت المركز ، فيتم إرجاع الماء الأكسجيني بواسطة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ وفق تفاعل بطيء ينتج عنه ثنائي اليود . ننمذج التفاعل الكيميائي الحادث بالمعادلة الآتية :

$$H_2O_{2\ (aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)} + I_{2\ (aq)}$$

نتابع التطور الحركي للتفاعل من خلال قياس التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في لحظات زمنية متعاقبة ، و ذلك باستعمال طريقة المعايرة اللونية الآتية :

نأخذ في اللحظة t عينة حجمها $V = 40.0\ mL$ من المزيج التفاعلي S و نسكبها في بيشر يحتوي الجليد المنصهر و النشاء ، فيتلون المزيج بالأزرق ، بعد ذلك نضيف تدريجيا إلى هذه العينة محلولا مائيا لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ الذي تركيزه المولي $C_3 = 0.10\ mol.L^{-1}$ إلى غاية اختفاء اللون الأزرق . باستغلال الحجم V_E لثيوكبريتات الصوديوم المضاف و معادلة تفاعل المعايرة نستنتج التركيز المولي لثنائي اليود في اللحظة t .

نعيد العملية في لحظات متعاقبة ، ثم نرسم تطور التركيز المولي لثنائي اليود $[I_{2(aq)}]$ المتشكل بدلالة الزمن t فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-5) .



الشكل-5

1- أ- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة .

ب- ما هي الوسيلة التي نستعملها لأخذ 40 mL من المزيج التفاعلي ؟

جـ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

الثنائيتان مرجع/مؤكسد المساهمتان في هذا التحول هما : $I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$ و $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$.

2- عرف التكافؤ ، ثم جد العبارة الحرفية الموافقة للتركيز المولي لثنائي اليود $[I_{2(aq)}]$ بدلالة الحجم V و الحجم V_E و التركيز المولي C_3 لثيوكبريتات الصوديوم .

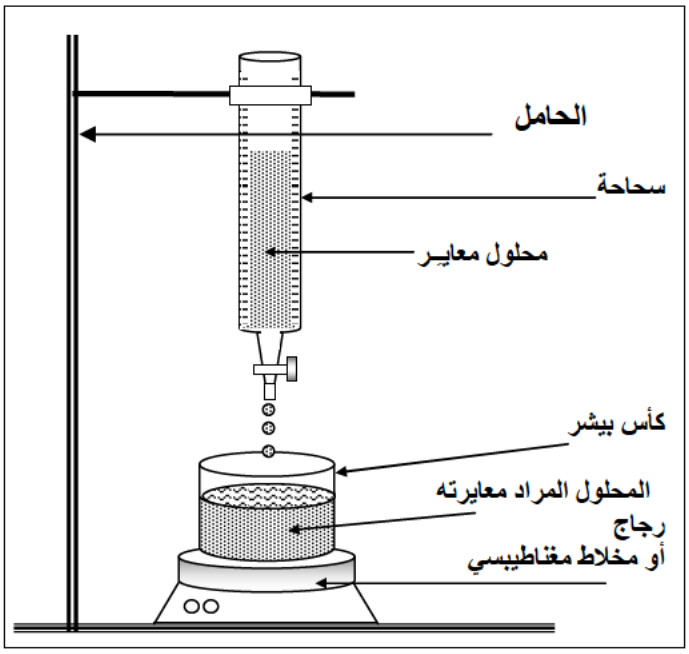
3- أنشئ جدولا للتقدم المميز لتفاعل يود البوتاسيوم و الماء الأكسجيني و بين أن الماء الأكسجيني هو المتفاعل المحد

4- عرف v السرعة الحجمية للتفاعل ، ثم احسب قيمتها في اللحظة $t = 100\ s$.

5- جد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

حل التمرين

1- أ- مخطط المعايرة :



ب- الوسيلة التي نستعملها لأخذ 40 mL من المزيج التفاعلي هي ماصة عيارة بحجم 20 mL (على دفعتين)

جـ- معادلة تفاعل المعايرة :

$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

2- تعريف التكافؤ :

عند التكافؤ تتفاعل كل كمية مادة المحلول المراد معايرته (الموجود في البشير) مع كل كمية مادة المحلول المعايـر (الموجود بالسحاحة) المضافة عند التكافؤ ، بعبارة أخرى عند التكافؤ يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية .

- عبارة $[I_2]$ بدلالة V ، V_E ، C_3 :

عند التكافؤ يكون التفاعل في الشروط الستوكيوترية و اعتمادا على معادلة المعايرة يكون :

$$\frac{n_0(I_2)}{1} = \frac{n_0(S_2O_3^{2-})}{2}$$
$$\frac{[I_2]V}{1} = \frac{C_3V_E}{2} \rightarrow [I_2] = \frac{C_3V_E}{2V}$$

3- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$H_2O_{2\,(aq)}$ +	$2I^-_{(aq)}$ +	$2H^+_{(aq)}$ =	$2H_2O_{(\ell)}$ +	$I_{2\,(aq)}$
ابتدائية	$x = 0$	$3.2 \cdot 10^{-3}$	$1.84 \cdot 10^{-2}$	بزيادة	بزيادة	0
انتقالية	x	$3.2 \cdot 10^{-3} - x$	$1.84 \cdot 10^{-2} - 2x$	بزيادة	بزيادة	x
نهائية	x_f	$3.2 \cdot 10^{-3} - x_f$	$1.84 \cdot 10^{-2} - 2x_f$	بزيادة	بزيادة	x_f

- $n_0(H_2O_2) = C_2V_2 = 0.1 \cdot 0.032 = 3.2 \cdot 10^{-3}$ mol
- $n_0(I^-) = C_1V_1 = 0.05 \cdot 0.368 = 1.84 \cdot 10^{-2}$ mol

- اثبات أن الماء الأكسجيني هو المتفاعل المحد :

- إذا اختفى H_2O_2 كليا :

$$3.2 \cdot 10^{-3} - x = 0 \rightarrow x = 3.2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- إذا اختفى I^- كليا :

$$1.84 \cdot 10^{-2} - 2x = 0 \rightarrow x = 9.2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

إذن : $x_{max} = x_f = 9.2 \cdot 10^{-3}$ mol و المتفاعل المحد هو الماء الأكسيجيني H_2O_2 .

4- تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغير تقدم التفاعل بالنسبة للزمن في 1L من الوسط التفاعلي يعبر عنها بالعلاقة :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

- قيمة السرعة الحجمية :

- نكتب عبارة السرعة الحجمية بدلالة ميل مماس المنحنى $\frac{d[I_2]}{dt}$.

- لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

من جدول التقدم :

$$n(I_2) = x \rightarrow [I_2] = \frac{x}{V} \rightarrow \frac{d[I_2]}{dt} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = V\frac{d[I_2]}{dt}$$

و منه تصبح عبارة السرعة الحجمية :

$$v = \frac{1}{V}V\frac{d[I_2]}{dt} \rightarrow v = \frac{d[I_2]}{dt}$$

من البيان :

$$\frac{d[I_2]}{dt} = \frac{4.10^{-3}}{200} = 2.10^{-5}$$

ومنه :

$$v = 2 \cdot 10^{5} \text{ mol/L.min}$$

5- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو الزمن اللازم لبلوغ نصف التقدم النهائي أي :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{x_f}{2}$$

و بما أن $[I_2]$ يتناسب مع x ($[I_2] = \frac{x}{V}$) يمكن كتابة :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{[I_2]_f}{2}$$

بالإسقاط في البيان نجد : $t_{1/2} = 50\ s$.