التجربة الثانية عشرة

معامل التوزيع (الانقسام)
وقياس ثابت التوازن للتفاعلات الكيميائية

من المعروف أن رابع كلـوريد الكربون يكون مع الماء محلـولا غير متجانس (لأنهما عديما الامتـزاج)، ومن المعروف أيضا أنـه عند إضافـة اليود إلى خليط منهما يحدث انقسام (توزيع) لليود بين الطبقتين، وتسمى نسبة تركيز اليود في طبقة رابع كلـوريد الكربون إلى تـركيزه في طبقة الماء بمعامل تـوزيع (انقسام) اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء (D):

$$D = \frac{[I_2]_c}{[I_2]_w} \qquad (1)$$

حيث :

$[I_2]_c$ هو مولارية اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون .

$[I_2]_w$ هو مولارية اليود في طبقة الماء .

ولقد عرف من ناحية أخرى أنه حينما يضاف اليود إلى الماء المذاب فيه كمية من ملح يوديد مثل يوديـد البوتاسيوم(KI) يحدث لليود أن يتحـد جزء منـه مع بعض أيونات اليود (I^-) مكونا أيونات ثلاثي اليود (I_3^-) ، ويبقى الجزء الآخر ذائبا على هيئة (I_2)، وهذا يعني نشوء حالة توازن كيميائي بالصورة التالية :

$$I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$$

من كل مـا سبق يمكن استنتـاج أنـــه لـو وجـد خليط من رابع كلـوريـد الكربـون والماء الذائب فيـه ملح يوديد (عـديما الامتزاج) وأضيف إليـه كمية اليود فإن اليـود المضاف سينقسم (يتـوزع) بين الطبقتين بحيث إن النسبة بين

تركيزه في طبقة رابع كلوريد الكربـون وتركيزه في طبقة الماء المحتوية على يوديد (أي محلول اليوديد المائي) ستساوي قيمة (D) الظاهرة في المعادلة (1) السابقة، أي أن :

$$\frac{[I_2]_c}{[I_2]_{sol}} = D = \frac{[I_2]_c}{[I_2]_w} \qquad (2)$$

حيث :

$[I_2]_{sol}$ هو مولارية اليود في طبقة محلول اليوديد في الماء .

من كل ما سبق فإنـه من المعادلة (2) يمكن إيجاد ثابت التـوازن الكيميائي السابق (K_c) حيث :

$$K_c = \frac{[I_3^-]_e}{[I_2]_e [I^-]_e} \qquad (3)$$

والذي يمكن قياسه حسب المعادلة (3) بدلالة التراكيز المولارية للمواد عند التوازن .

ولهذا فإن هذه التجربة ستحقق هدفين مهمين، أحدهما قياس ثابت توازن كيميائي معين، والآخـر الاستفادة من ظاهرة تـوزع (انقسام) بعض المواد بين السوائل عـديمة الامتزاج لتحقيق فوائد كيميـائية معينة هي في هذه التجـربة قياس قيمة ثابت التوازن .

الأدوات والمواد المستخدمة :

دورق حجمي قيـاسي سعـة (250ml)، ملعقـة، ميزان، زجـاجـات ذات أغطية، أقماع فصـل، ماصـات، سحاحات، دورق إيـرلنماير المخـروطي، فرن، يـوديد بوتاسيـوم صلب، ماء، محلول مشبع من اليود في رابع كلـوريد الكربون، حمض الكبريت، ثيوكبريتات الصوديوم، نشا .

طريقة العمل :

١ ـ حدد قيمة معامل توزيع اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء(D)[١].

٢ ـ حضر (250ml, 0.05M KI) مع ملاحظة أهمية أن تكون مادة يوديد البوتاسيوم الصلبة المستخدمة مجففة مسبقا في فرن.

٣ ـ حضر في الزجاجات ذات الأغطية عدة مخاليط على النحو التالي :

	Volume of 0.05M KI (ml)	Volume of H_2O (ml)	Volume of saturated solution of I_2 in CCl_4 (ml)
1	100	0	25
2	50	50	25
3	25	75	25

ثم أغلق كل زجاجة بعناية.

٤ ـ رج كل زجاجة بشدة لمدة ثلث ساعة ثم اتركها لتركد في حمام ثابت الدرجة لمدة ربع ساعة، ثم أعد رجها لخمس دقائق أخرى، ثم اتركها في الحمام المائي الثابت الدرجة لتركد، وليصل الخليط إلى حالة التوازن وينفصل إلى طبقتين.

٥ ـ إلى دورق إيرلنماير المخروطي انقل حجما معينا (V_o) وليكن (2ml) من طبقة رابع كلوريد الكربون وأضف إليها (2g) من يوديد البوتاسيوم الصلب و(10ml) من الماء[٢]، وقطرتين من حمض الكبريت المخفف ثم عاير

---

(١) سيتم ذلك إما بإعطاء القيمة من قبل الأستاذ، أو بإجراء التجربة اللازمة لذلك وهي التجربة العاشرة.

(٢) يمكن عوضا عن (2g) يوديد بوتاسيوم صلب و(10m) ماء، إضافة كمية زائدة من محلول يوديد البوتاسيوم(10% KI).

بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم مستخدما النشا كدليل، وذلك قبيل نقطة التكافؤ، وليكن الحجم اللازم من محلول الثيوكبريتات هو $(V_{S_2O_3^{2-}}\ (c))$

٦ ـ أعد إجراء الخطوة السابقة لطبقة محلول اليوديد المائي أيضا ولكن بحيث يكون الحجم المأخوذ منها(V_{sol}) يساوي (50ml)، وليكن الحجم اللازم من محلول الثيوكبريتات في هذه الحالة هو $(V_{S_2O_3^{2-}}\ (sol))$

٧ ـ اعمل الخطوتين السابقتين لكل المخاليط.

ملاحظة:

لاحظ أن أخذ الحجم المطلوب من كل طبقة يمكن أن يتم إما بغمس الماصة مباشرة في الخليط بشرط أن يتم نفخ الماصة بلطف عند اختراق الطبقة العلوية نحو الطبقة السفلية أو بفصل الطبقتين عن بعضهما البعض في إنائين مختلفين ومن ثم أخذ الحجم المطلوب من كل إناء. ولكن لا يمكن استخدام الطريقة الأخيرة إلا إذا كانت زجاجات الخلط عبارة عن أقماع فصل.

المطلوب:

إيجاد قيمة ثابت التوازن (K_c) للتفاعل التالي:

$$I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$$

للمخالط (1, 2, 3).

إرشادات للحسابات:

يتطلب تحقيق المطلوب حساب مولارية كل من اليود واليوديد وثلاثي اليوديد في طبقة محلول يوديد البوتاسيوم في الماء عند التوازن، ويتم ذلك كما يلي:

١ ـ حساب مولارية اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون، أي$([I_2]_e)$ ، وذلك من معرفة كل من مولارية الثيوكبريتات $(M_{S_2O_3^{2-}}(c))$ وحجم الثيوكبريتات المكافئ لليود في هذه الطبقة $(V_{S_2O_3^{2-}}(c))$ والحجم المأخوذ من محلول اليود في هذه الطبقة (V_e)، ومن معرفة النسب المولية لتفاعل اليود مع الثيوكبريتات.

٢ ـ حساب مولارية اليود الموجود على هيئة (I_2) حر في الطبقة المائية أي $[I_2]_e$ وهذا أحد التراكيز المطلوبة لتحقيق المطلوب ويتم ذلك بمعرفة كل من مولارية اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون وقيمة معامل التوزيع(D).

٣ ـ حساب مولارية اليود في طبقة محلول اليوديد في الماء أي$([\Sigma I_2]_{sol})$ وذلك من معرفة كل من $(M_{S_2O_3^{2-}})$ و $(V_{S_2O_3^{2-}(sol)})$ و (V_{sol}) وكذلك النسب المولية لتفاعل اليود مع الثيوكبريتات. ومن الضروري ملاحظة أن اليود الذي تفاعل مع الثيوكبريتات هو اليود الموجود بهيئة حرة (I_2) وذلك الموجود بهيئة متحدة مع (I^-) أي (I_3^-) ولذلك وضعت علامة الجمع (Σ) أعلاه.

٤ ـ حساب مولارية ثلاثي اليوديد أي $[I_3^-]_e$ وهذا أحد التراكيز المطلوبة لتحقيق المطلوب وهو عبارة عن مولارية اليود الموجود بهيئة متحدة مع (I^-) ويتم ذلك بمعرفة $([\Sigma I_2]_{sol})$ و $[I_2]$.

٥ ـ حساب المولارية الابتدائية لليوديد في الطبقة المائية $[I^-]_i$ وذلك من معرفة الحجم المأخوذ من محلول يوديد البوتاسيوم وتركيزه وحجم الطبقة المائية.

٦ ـ حساب مولارية اليوديد $[I^-]$ في الطبقة المائية عند التوازن وذلك من معرفة مولاريته الابتدائية $[I^-]_i$ ومن معرفة مقدار النقص فيها والذي يساوي في الواقع مولارية (I_3^-) عند التوازن أي $[I_3^-]_e$.

obeikandl.com

تقرير التجربة

اسم الطالب : رقم الطالب :

المقرر : الشعبة :

الفصل الدراسي : التاريخ :

اسم التجربة :

هدف (أهداف) التجربة :

النتائج التجريبية :

١ ـ معامل توزيع اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء :

$D =$

٢ ـ الحجم المأخوذ من محلول اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون (V_c):

$V_c =$ ml

٣ ـ الحجم المأخوذ من محلول اليود في طبقة محلول اليوديد المائي (V_{sol}):

$V_{sol} =$ ml

٤ ـ

$M_{S_2O_3^{2-}} =$ molar

obeikandi.com

٥ ـ

	1	2	3
$V_{S_2O_3^{2-}}$ (c) (ml)			
$V_{S_2O_3^{2-}}$ (sol) (ml)			

الحسابات :

١ ـ اكتب معادلة تفاعل اليود مع الثيوكبريتات :

٢ ـ احسب من واقع عمليات المعايرة لكل خليط :

(أ) مولارية اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون($[I_2]_c$):

(1)

(2)

(3)

obeikandl.com

(ب) مولارية اليود في الطبقة المائية ($[I_2]_w$):

«يمثل اليود هنـا كلا من اليود الموجـود على هيئة (I_2) حر أو على هيئـة (I_2) متحد مع (I^-) أي على هيئة (I_3^-) أيضا»

(1)

(2)

(3)

٣ ـ احسب مولارية اليود الموجود على هيئة (I_2) حر في الطبقة المائية ($[I_2]_e$):

(1)

(2)

(3)

٤ ـ احسب مـولارية اليود الـموجود على هيئة (I_2) متحداً مع (I^-) أي على هيئة (I_3^-) في الطبقة المائية ($[I_3]_e$):

(1)

(2)

(3)

obeikandl.com

٥ ـ احسب مولارية (I^-) الأصلية في الطبقة المائية لكل خليط أي ($[I^-]_i$) :

(1)

(2)

(3)

٦ ـ احسب مولارية اليوديد (I^-) في الطبقة المائية وذلك عند التوازن ($[I^-]_e$):

(1)

(2)

(3)

obeikandl.com

٧ ـ املأ الجدول التـالي بتراكيز المواد عند حالة التـوازن وذلك في الطبقة المائية لكل خليط :

	1	2	3
$[i_3^-]_e$			
$[I_2]_e$			
$[I^-]_e$			

٨ ـ احسب ثابت التوازن المطلوب ثم املأ الجدول :

(1)

(2)

(3)

	1	2	3
K_c			

obeikandl.com

٩ ـ أجب عن الأسئلة التالية :

١ ـ ما قيمة التغير في الطاقة الحرة للتفاعل ؟ وضح الحسابات .

٢ ـ إن كنت قد استعملت نتائج تجربة سابقة وضح ما الذي استعملته وهل توجد أية شروط أو قيود لاستعمالك تلك النتائج ؟ وما هي ؟

obeikandl.com