

التجربة الثانية عشرة

معامل التوزيع (الانقسام)

وقياس ثابت التوازن للتفاعلات الكيميائية

من المعروف أن رابع كلوريد الكربون يكون مع الماء محلولاً غير متجانس (لأنهما عديما الامتزاج)، ومن المعروف أيضا أنه عند إضافة اليود إلى خليط منها يحدث انقسام (توزيع) لليود بين الطبقتين، وتسمى نسبة تركيز اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون إلى تركيزه في طبقة الماء بمعامل توزيع (انقسام) اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء (D):

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

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 يوديد البوتاسيوم (KI) يحدث لليود أن يتحد جزء منه 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:



من كل ما سبق يمكن استنتاج أنه لو وجد خليط من رابع كلوريد الكربون والماء الذائب فيه ملح يوديد (عديما الامتزاج) وأضيف إليه كمية اليود فإن اليود المضاف سينقسم (يتوزع) بين الطبقتين بحيث إن النسبة بين

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

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

حيث:

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

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

$$K_c = \frac{[I_3^-]_{e}}{[I_2]_{e}[I^-]_{e}} \quad (3)$$

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، والآخر الاستفادة من ظاهرة توزع (انقسام) بعض المواد بين السوائل عديمة الامتزاج لتحقيق فوائد كيميائية معينة هي في هذه التجربة قياس قيمة ثابت التوازن.

الأدوات والمواد المستخدمة:

دورق حجمي قياسي سعة (250ml)، ملعقة، ميزان، زجاجات ذات أغطية، أقمع فصل، ماصات، سحاحات، دورق إيرلنداير المخروطي، فرن، يوديد بوتاسيوم صلب، ماء، محلول مشبع من اليود في رابع كلوريد انكربون، حمض الكبريت، ثيوكبريتات الصوديوم، نشا.

طريقة العمل :

- ١ - حدد قيمة معامل توزيع اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء (D)^(١).
- ٢ - حضر (250ml, 0.05M KI) مع ملاحظة أهمية أن تكون مادة يوديد البوتاسيوم الصلبة المستخدمة مجففة مسبقا في فرن .
- ٣ - حضر في الزجاجات ذات الأغشية عدة مخاليط على النحو التالي :

	Volume of 0.05M KI (ml)	Volume of H ₂ O (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 - 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 - إلى دورق إيرلنداير المخروطي انقل حجما معيننا (V_c) 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(10ml) 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

$$(V_{S_2O_3^{2-}}) \text{ (c)}$$

٦ - 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 - 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 أقمع فصل .

المطلوب :

إيجاد قيمة ثابت التوازن (K_c) للتفاعل التالي :



للمخالط (1, 2, 3) .

إرشادات للحسابات :

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

يلي :

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

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

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

تقرير التجربة

اسم الطالب :
المقرر :
رقم الطالب :
الشعبة :
الفصل الدراسي :
التاريخ :

اسم التجربة :

هدف (أهداف) التجربة :

النتائج التجريبية :

١ - معامل توزيع اليود بين رابع كلوريد الكربون والماء :

$$D =$$

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

$$V_c = \text{ml}$$

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

$$V_{sol} = \text{ml}$$

- ٤

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

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

الحسابات :

١ - اكتب معادلة تفاعل اليود مع الثيوكبريتات :

٢ - احسب من واقع عمليات المعايرة لكل خليط :

(أ) مولارية اليود في طبقة رابع كلوريد الكربون (I_2) :

(1)

(2)

(3)

(ب) مولارية اليود في الطبقة المائية (I_2):

«يمثل اليود هنا كلا من اليود الموجود على هيئة (I_2) حر أو على هيئة (I_2) متحد مع (I^-) أي على هيئة (I_3^-) أيضاً»

(1)

(2)

(3)

٣- احسب مولارية اليود الموجود على هيئة (I_2) حر في الطبقة المائية (I_2):

(1)

(2)

(3)

٤- احسب مولارية اليود الموجود على هيئة (I_2) متحداً مع (I^-) أي على

هيئة (I_3^-) في الطبقة المائية (I_3):

(1)

(2)

(3)

٥- احسب مولارية (I^-) الأصلية في الطبقة المائية لكل خليط أي (I^-):

(1)

(2)

(3)

٦- احسب مولارية اليوديد (I^-) في الطبقة المائية وذلك عند التوازن (I^-):

(1)

(2)

(3)

٧- املأ الجدول التالي بتراكيز المواد عند حالة التوازن وذلك في الطبقة المائية لكل خليط :

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

٨- احسب ثابت التوازن المطلوب ثم املأ الجدول :

(1)

(2)

(3)

	1	2	3
K_c			

٩ - أجب عن الأسئلة التالية :

١ - ما قيمة التغير في الطاقة الحرة للتفاعل ؟ وضع الحسابات .

٢ - إن كنت قد استعملت نتائج تجربة سابقة وضع ما الذي استعملته

وهل توجد أية شروط أو قيود لاستعمالك تلك النتائج ؟ وما هي ؟