

جامعة محمد الصديق بن يحي-جيجل-

السنة الدراسية: 2026/2025

ملحقة المدرسة العليا للأساتذة

مقياس اعمال تطبيقية: كيمياء 2

السنة الأولى تخصص العلوم الفيزيائية
والتكنولوجيا (ثانوي -متوسط)

العمل التطبيقي 4 : تعيين ثابت التوازن لمعقد اليود

Determination of the Equilibrium Constant for the Triiodide
Complex Formation

1. مقدمة

يُعد التوازن الكيميائي الحالة التي تصل إليها الجملة الكيميائية عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي، مما يؤدي إلى ثبات تراكيز المتفاعلات والنواتج بمرور الزمن عند درجة حرارة وضغط ثابتين.

في هذا العمل التطبيقي، سندرس تفاعل التعقيد (Complexation) الذي يحدث في الأوساط المائية بين جزيئات اليود (I_2) وأيونات اليودي (I^-). هذا التفاعل يؤدي إلى تشكل معقد "ثلاثي اليود (I_3^-)".

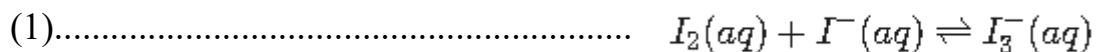
تكمن الأهمية الكيميائية لهذا التوازن في فهم مدى استقرار المعقد المتشكل، وهو ما يعبر عنه ثابت الاتزان. سنعتمد في هذه الدراسة على الخواص الطيفية لهذه الأنواع الكيميائية، حيث يتميز المعقد (I_3^-) بقدرة عالية على امتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية عند طول موجي محدد، مما يسمح لنا بتطبيق قانون بير-لامبرت للانتقال من القياسات الفيزيائية (الامتصاصية) إلى الحسابات الكيميائية (التراكيز المولية) لتعيين قيم K_c .

2. الهدف من التجربة

1. إتقان تقنية التمديد وتحضير المحاليل العيارية.
2. دراسة التوازن الكيميائي بين اليود الجزيئي (I_2) وأيون اليوديد (I^-).
3. تطبيق قانون "بير-لامبرت (Beer-Lambert)" لتعيين تركيز المعقد الناتج عند التوازن.
4. حساب قيمة ثابت التوازن K_c عند درجة حرارة المختبر بطريقة حسابية وبيانية.

3. الجزء النظري

عند إذابة اليود في محلول يحتوي على أيونات اليوديد، ينشأ التوازن التالي:



ويُعبّر عن ثابت التوازن K_c بالعلاقة:

$$(2) \dots\dots\dots K_c = \frac{[I_3^-]_{eq}}{[I_2]_{eq} [I^-]_{eq}}$$

بما أن المعقد I_3^- يمتص الضوء بشكل قوي عند طول موجي محدد (غالباً ما بين 350 إلى 360 نانومتر)، بينما يكون امتصاص المكونات الأخرى ضعيفاً أو مهملاً عند هذا الطول، يمكننا استخدام قانون بير-لامبرت:

$$A = \epsilon . l . C$$

حيث:

- A : الامتصاصية (Absorbance)
- ϵ : معامل الامتصاص المولي.
- L : طول المسار الضوئي
- C : تركيز المعقد

4. الجزء التجريبي

1.4. الأدوات والمواد المستعملة

- الأجهزة : مقياس طيفي (UV-Visible Spectrophotometer)



- الزجاجيات :
 - دوارق عيارية (50 مل) ،
 - ماصات عيارية ومدرجة،
 - بشر، خلايا قياس (Cuvettes)
- الكواشف :
 - المحلول الأم لليود (I_2) بتركيز 10^{-3} محفوظ في زجاج معتم.
 - المحلول الأم ليوديد البوتاسيوم (KI) بتركيز 0.1 M
 - ماء مقطر.

2.4. البروتوكول التجريبي

أولاً: تحضير سلسلة المحاليل القياسية

يتم تحضير 5 محاليل في دوارق عيارية سعة 50 مل وفق الجدول التالي، مع الحرص على تثبيت حجم اليود وتغيير حجم اليوديد.

ملاحظة: ترتيب الإضافة: يُفضل وضع كمية قليلة من الماء في الدورق أولاً، ثم إضافة (KI) ثم (I₂)، ثم الإكمال بالماء حتى الخط (Trait de jauge).

ثانياً: القياسات الطيفية

1. ضبط طول الموجة عند $\lambda_{\max} = 353 \text{ nm}$ لمحلول

2. تفسير الجهاز باستخدام "المحلول الشاهد (Blank)" الموجود في الدورق رقم 0.

3. قياس امتصاصية (A) المحاليل الخمسة المتبقية وتسجيل النتائج في جدولاً لتقدم.

الجدول لبيانات الأول

الدورق	حجم I ₂ ml	حجم KI ml	الحجم النهائي ml	تركيز [I ₂] ₀ الابتدائي (mol/l)	تركيز [I] ₀ الابتدائي (mol/l)
المحلول الشاهد	0	10	50		
المحلول 1	2	2	50		
المحلول 2	2	4	50		
المحلول 3	2	6	50		
المحلول 4	2	8	50		
المحلول 5	2	10	50		

3.4. معالجة النتائج والحسابات

قبل القياس

1. احسب التراكيز الابتدائية [I₂]₀ و [I]₀ في كل دورق بعد التمديد

علما انه عند خلط محلولين يتغير تركيز كل منهما بسبب زيادة الحجم الكلي للمزيج. نستخدم هنا قانون التمديد: (Dilution Law)

$$C_{\text{initial}} * V_{\text{initial}} = C_{\text{final}} * V_{\text{total}}$$

2. سجل النتائج في جدول البيانات الأول .

بعد القياس الطيفي

1. احسب تركيز المعقد عند التوازن: باستخدام قانون بير-لامبرت.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot [I_3^-]_{\text{eq}}$$

علماً أن $\epsilon \approx 25000 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ عند هذا الطول الموجي $\lambda_{\max} = 353 \text{ nm}$.

في أغلب أجهزة المقياس الطيفي القياسية (Spectrophotometers) وفي معظم المختبرات التعليمية والبحثية، يكون طول المسار الضوئي هو: $l = 1 \text{ cm}$

2. استنتج تراكيز المتفاعلات المتبقية عند التوازن:

- حساب $[I_2]_{eq}$ عن طريق العلاقة: $[I_2]_0 - [I_3^-]_{eq}$
- حساب $[I^-]_{eq}$ عن طريق العلاقة: $[I^-]_0 - [I_3^-]_{eq}$

2. حساب K_c

3. املء جدول التقدم: (Tableau d'avancement)

الدورق	الامتصاصية Abs	تركيز $[I_3^-]_{eq}$ (mol/l)	تركيز $[I_2]_{eq}$ (mol/l)	تركيز $[I^-]_{eq}$ (mol/l)	ثابت التوازن K_c
المحلول 1					
المحلول 2					
المحلول 3					
المحلول 4					
المحلول 5					

5. اسئلة المناقشة

1. في اللحظة $t=0$ (عند المزج)، هل يوجد معقد (I_3^-) المحلول؟ وماذا يحدث لتراكيز (I_2) و (I^-) حتى نصل إلى حالة الاستقرار؟

2. لماذا نستخدم طول موجة في منطقة الـ UV رغم أن المحلول ملون ظاهرياً؟

3. ناقش مدى ثبات قيم K_c المستخرجة من المحاليل المختلفة.

4. ارسم مخطط بياني يمثل $[I_3^-]_{eq}$ بدلالة الجداء $([I_2]_{eq} \cdot [I^-]_{eq})$ ثم استنتج ثابت التوازن K_c من المنحنى.

$$[I_3^-]_{eq} = f([I_2]_{eq} * [I^-]_{eq})$$

$$[I_3^-]_{eq} = K_c . ([I_2]_{eq} * [I^-]_{eq})$$

5. قارن قيمة K_c بيانياً مع متوسط القيم المحسوبة حسابياً في الجدول.

6. ما هو تأثير ارتفاع درجة حرارة المختبر على دقة النتائج المحصل عليها؟

7. ما هي المصادر المحتملة للخطأ في هذه التجربة؟