

الكيمياء: تصنيع حمض الكبريتيك (7.5 نقط)

-I



المرحلة الرابعة: ذوبانية ثلاثي أوكسيد الكبريت SO_3 في الماء، لإنتاج حمض الكبريتيك.



-II

نعتبر محلولاً لحمض الكبريتيك، تركيزه $C = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ و حجمه $V = 100 \text{ ml}$.

1- بالنسبة للتفاعل الكلي المرتبط بفقدان البروتون الأول.



ب- كميات المادة $n(H_2SO_4) = n(HSO_4^{2-}) = n(H_3O^+) = C \times V = 1.5 \times 10^{-3} \times 0.1 = 1.5 \times 10^{-3}$

ج- جدول التقدم لهذا التفاعل

$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow HSO_4^- + H_3O^+$			معادلة التفاعل		
كميات المادة بالمول			التقدم	الحالات	
1.5×10^{-3}	بوفرة	0	0	0	ا حالة البدئية
$1.5 \times 10^{-3} - x$		x	x	x	الحالة الوسطية
$1.5 \times 10^{-3} - x_{\max}$		x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}	الحالة القصوى

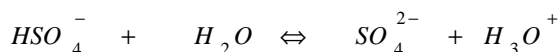
د- التقدم النهائي و التقدم الأقصى لهذا التفاعل. ونسبة التقدم النهائي.

$\tau = 1 = 100\%$ $x_{\max} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $x_f = n(H_2SO_4) = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

هـ- $\tau = 1 = 100\%$ أي أن 100% النسبة المئوية لجزيئات حمض الكبريتيك التي تفاعلت مع الماء.

2- بالنسبة للتفاعل المحدود ثابتة الحمضية $K_A = 10^{-2}$.

أ- معادلة التفاعل المحدود في الماء.



- المزوجة المميزة بالثابتة K_A .

HSO_4^- / SO_4^{2-}

ب- جدول التقدم لهذا التفاعل.

$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$			معادلة التفاعل		
كميات المادة بالمول			التقدم	الحالات	
1.5×10^{-3}	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
$1.5 \times 10^{-3} - x$		x	x	x	الحالة الوسطية
$1.5 \times 10^{-3} - x_{\text{éq}}$		$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	حالة التوازن

ج- التقدم النهائي (عند التوازن) و التقدم الأقصى لهذا التفاعل. و استنتاج نسبة التقدم النهائي.

$x_{\text{éq}} = 8.23 \times 10^{-4} \text{ mol}$ أي $x_{\text{éq}}^2 + 10^{-3} x_{\text{éq}} - 15 \times 10^{-7} x_{\text{éq}} = 0$ أي أن $K_A = \frac{(x_{\text{éq}})^2}{\frac{V}{1.5 \times 10^{-3} - x_{\text{éq}}}} = 10^{-2}$

$x_{\max} = 15 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\max}} = 0.5486 = 54.86\%$

د- تركيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول.

$[HSO_4^-] = [SO_4^{2-}] = [H_3O^+] = \frac{8.23 \times 10^{-4}}{0.1} = 82.3 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$

هـ- pH المحلول.

$$pH = 2$$

III – المعايير

1- المعايير حمض – قاعدة

()

2- نقطة التكافؤ

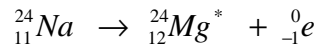
3- منطقة الانعطف

هي المنطقة التي توافق التغيير المفاجئ للميزة الفيزيائية المتغيرة خلال المعايير (ال pH أو لون المحلول أو موصلية المحلول).

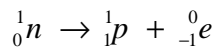
الفيزياء: (15.5 نقطة)

التمرين الأول: الفيزياء النووية في خدمة الطب (7.5 نقط)

1- معادلة هذا التحول النووي



الميكانيزم الذي يشرح هذا النشاط الإشعاعي.



2- الطاقة الناتجة عن هذا التفتت ب MeV .

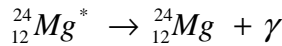
$$\Delta E = [m_e + m_{Mg} - m_{Na}] \times C^2$$

$$\Delta E = [0.00055 + 23.97846 - 23.98493] \times C^2 = -5.5 MeV$$

3- عند رجوع النواة المتولدة المثارة إلى حالتها الأساسية تبعث أشعة كهرومغناطيسية شديدة النفاذية

3-1 نوع هذا النشاط الإشعاعي هو γ .

3-2 معادلة تحوله النووي.



4- نحقن في دم شخص، في لحظة $t_0 = 0$ s، 10 cm^3 من محلول يحتوي في البداية على الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ ذي التركيز المولي

$$C_s = 10^{-3} \text{ mol/l}$$

أ- كمية مادة الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ الموضوع في الدم.

$$n_{Na} = CV = 10^{-3} \times 10 \times 10^{-3} = 10^{-5} \text{ mol} : \text{أ) كمية المادة « عدد المولات » لترات } {}_{11}^{24}\text{Na}$$

ب- ثابتة النشاط الإشعاعي λ لهذه النوية.

ب) النشاط الإشعاعي A ، المقدر بعدد الأنوية المتفككة كل ثانية من الزمن (أو البيكيرل : Bq)، يتناسب مع العدد N_{Na} لأنوية

الصوديوم المشع ${}_{11}^{24}\text{Na}$ الحاضرة : $A = \lambda N_{Na}$.

في البداية : نواة ${}_{11}^{24}\text{Na} = 6,02 \times 10^{23} = 6,02 \times 10^{23} \times 10^{-5} = 6,02 \times 10^{18}$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{15 \times 3600} = 1,28 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1} : \text{بالتالي ، } T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

ج- النشاط الإشعاعي للعينة المحقونة؟ نعطي $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

النشاط الإشعاعي الابتدائي للمنع المشع المتوزع في الدم هو : $A = \lambda N_{Na} = 1,28 \times 10^{-5} \times 6,02 \times 10^{18} = 7,71 \times 10^{13} \text{ Bq}$

د- تعبير قانون التناقص الإشعاعي. و استنتج كمية مادة الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ المتبقية بعد مرور 6 ساعات.

$$n = n_{Na} e^{-\lambda t} \text{ ومنه } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

• لأجل : $t = 6 \text{ h}$ نحصل على : $n = 7,58 \times 10^{-6} \text{ mol}$ (عدد مولات الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ المتبقية خلال 6 h) .

ه- خلال 6 ساعات، نأخذ 10 cm^3 من دم الشخص المعني. فنجد بأن الكمية المأخوذة تحتوي على $n = 1,5 \times 10^{-8} \text{ mol}$ من الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$.

بافتراض أن الصوديوم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ موزع بانتظام و حصريا في كامل حجم الدم. أحسب حجم الشخص.

ليكن V_s حجم الدم مقدر بوحدة (L)، التركيز المولي C_s للأنوية المشعة في الدم عند اللحظة $t = 6 \text{ h}$ هو :

$$C_s = \frac{n}{V_s} = \frac{7,58 \times 10^{-6}}{V_s} \text{ mol.L}^{-1} \dots (1)$$

هذا التركيز هو نفس التركيز في الكمية المأخوذة من الدم : $C_s = \frac{1,5 \times 10^{-8}}{10 \times 10^{-3}} = 1,5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$

بالتعويض في العلاقة (1)، نستنتج حجم الدم : $V_s = \frac{7,58 \times 10^{-6}}{1,5 \times 10^{-6}} \approx 5 \text{ L}$.

التمرين الثاني: الفيزياء النووية بين فوائدها في إنتاج الطاقة و أثارها المضررة بالإنسان و البيئة (8 نقط)

مصدر الطاقة الشمسية

- **المعطيات :** - كتلة البوزيترون : $0,00055 \text{ u}$ ؛
- كتلة النواة ^1_1H : $1,00728 \text{ u}$ ؛
- كتلة النواة ^2_1H : $2,0135 \text{ u}$ ؛
- كتلة النواة ^3_2He : $3,0184 \text{ u}$ ؛
- كتلة النواة ^4_2He : $4,00151 \text{ u}$ ؛
- كتلة النواة $^{12}_6\text{C}$: $12,00000 \text{ u}$ ؛
- $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- سرعة الضوء في الفراغ : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

I- التفاعل الراهن: اندماج الهيدروجين

- 1- المعادلة الحصيلة لتكون نوى الهيليوم هي : $4 \text{ }^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2 \text{ }^0_{+1}\text{e}$
- 2- إجمالاً، عدد نوى الهيدروجين المندمجة اللازمة لتشكيل نواة الهيليوم هو 4.
- 3- أحسب الطاقة الناتجة عن تكون نواة الهيليوم.

3. لحساب الطاقة الكلية المتحررة عن تشكل نواة الهيليوم 4 ، نقوم بإجراء الحصيلة الطاقوية لتفاعل الإندماج الحاصل .
في البداية نقيم التغير الحادث في الكتلة Δm للجملة المتفاعلة (بناءً على مبدأ التكافؤ بين الطاقة و الكتلة) :

$$\Delta m = 2m(^0_{+1}\text{e}) + m(^4_2\text{He}) - 4m(^1_1\text{H})$$

ت.ع لدينا : $m(^0_{+1}\text{e}) = 0,00055 \text{ u}$ ؛ $m(^4_2\text{He}) = 4,00151 \text{ u}$ ؛ $m(^1_1\text{H}) = 1,00728 \text{ u}$ ، بعد الحساب نجد :

$$\Delta m = -0,02651 \text{ u}$$

هذا الضياع (النقص) في الكتلة : $(\Delta m < 0)$ هو الذي يتحرر بناءً على مبدأ التكافؤ بين الطاقة و الكتلة لإينشتاين وفق العلاقة

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

ت.ع عددياً : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ؛ $u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ؛ $\Delta m = -0,02651 \text{ u}$ ، نحصل على :

$$\Delta E = -3,96 \times 10^{-12} \text{ J}$$

القيمة المحصل عليها سالبة ، مما يعني أن الطاقة المحسوبة سلباً تحررها (تخسرها) الجملة .

في النهاية ، الطاقة المتحررة عن تشكل نواة الهيليوم $E_{\text{libérée}}$ هي : $E_{\text{libérée}} = |\Delta E| = 3,96 \times 10^{-12} \text{ J} > 0$

- 4- تقدر قدرة الإشعاع الناتجة عن الشمس ب $P = 4 \times 10^{26} \text{ W}$.
عدد نوى الهيليوم المتولدة في الثانية الواحدة.

4. بما أن الإسطعاع الإشعاعية المقاسة للشمس : $P = 4,0 \times 10^{26} \text{ W}$ ، يمكننا إيجاد الطاقة الناتجة E_p في مجال زمني

$$E_p = P \cdot \Delta t = 4,0 \times 10^{26} \text{ J} \quad \Delta t = 1 \text{ s}$$

هذه الطاقة الناتجة كل ثانية من الزمن هي بسبب تفاعل الإندماج للهيدروجين الذي يحرر طاقة $E_{\text{libérée}}$ في كل مرة تتولد فيها نواة

هليوم 4 . يمكننا عندئذٍ إستنتاج عدد الأنوية $N(^4_2\text{He})$ للهيليوم المتشكلة كل ثانية : $N(^4_2\text{He}) = \frac{E_p}{E_{\text{libérée}}}$.
ت.ع لدينا : $E_p = 4,0 \times 10^{26} \text{ J}$ ؛ $E_{\text{libérée}} = 3,96 \times 10^{-12} \text{ J}$ ، بالتالي :

$$N(^4_2\text{He}) = 1,0 \times 10^{38} \text{ (نواة/s)}$$

- 5- كتلة الشمس تقدر ب : $m = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ، نفترض أنها مكونة فقط من الهيدروجين. كم من الزمن، نظرياً، تستمر الشمس في الوقود بانندماج الهيدروجين؟

5. وجدنا بأن : $(1,0 \times 10^{38})$ نواة هليوم 4 تنتج من تفاعل الإندماج الحادث في الشمس كل ثانية ، و حسب إجابة (السؤال 2).

يستدعي هذا العدد من الأنوية المتشكلة إستهلاك عدد مضاعف أربعة مرات من أنوية الهيدروجين المندمجة ، أي أن :

$$N(^1_1\text{H}) = 4 N(^4_2\text{He}) = 4,0 \times 10^{38} \text{ (نواة/s)}$$

يجدر بنا الآن ، تحديد كم هو عدد الأنوية N_0 من الهيدروجين المتواجدة في الشمس : $m_{\text{Soleil}} = N_0 \cdot m(^1_1\text{H})$

$$N_0 = \frac{m_{\text{Soleil}}}{m(^1_1\text{H})}$$

$$\text{ت.ع لدينا : } m_{\text{Soleil}} = 2 \times 10^{30} \text{ kg} \quad ; \quad m(^1_1\text{H}) = 1,00728 \text{ u} \quad ; \quad u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\Leftrightarrow N_0 = 1,2 \times 10^{57} \text{ (نواة هيدروجين)}$$

علماً أن : $(4,0 \times 10^{38})$ نواة هيدروجين تختفي كل ثانية ، يمكننا إستنتاج الزمن τ "مدة وقود الشمس" نظرياً بتفاعل إندماج

الهيدروجين ، و هذا باعتبار الإسطعاع الإشعاعية للشمس ثابتة عملياً :

$$\tau = \frac{N_0}{N(^1_1\text{H})} = \frac{N_0}{4 \cdot N(^4_2\text{He})} \quad \Leftrightarrow \quad \tau = 3,0 \times 10^{18} \text{ s} = 9,5 \times 10^{10} \text{ ans}$$

II- التفاعلات المستقبلية: اصطناع العناصر أثقل من الهيليوم

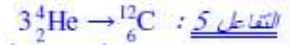
عندما تستنفد الشمس كل الهيدروجين المتواجد فيها، علمياً يحدث لها انقباض (Contraction) . الهيليوم المتشكل في الطور السابق، يخضع لضغط قوي، لكي يندمج بدوره حسب المعادلتين التاليتين:



1- أحسب الطاقة المحررة خلال التفاعل (5). قارن هذه الطاقة مع تلك 3.1 . هل يمكنك أن تشرح باختصار لماذا تحمر الشمس خلال الطور الثاني من الاندماج؟

II. التفاعلات المستقبليّة : اصطناع العناصر الثقيلة

1. كل من تفاعلي الاندماج يحقق الإنحفاظ لعدد النكليونات (A) و للشحنة الكهربائية (Z) ، بالتالي :



2. لتقييم الضياع الحادث في الكتلة $\Delta m'$ أثناء حدوث التفاعل 5 : $\Delta m' = m({}^{12}_6\text{C}) - 3m({}^4_2\text{He})$:

ت.ع لدينا : $m({}^{12}_6\text{C}) = 12,000\ 00\ \text{u}$ ؛ $m({}^4_2\text{He}) = 4,001\ 51\ \text{u}$ ؛ $u = 1,66 \times 10^{-27}\ \text{kg}$ ، بالتالي :

$$\Delta m' = -7,519\ 8 \times 10^{-30}\ \text{kg}$$

هذا التناقص في الكتلة تتحرر عنه طاقة $E'_{\text{libérée}}$: $E'_{\text{libérée}} = |\Delta E| = |\Delta m'| \cdot c^2$

ت.ع لدينا : $\Delta m' = -7,519\ 8 \times 10^{-30}\ \text{kg}$ ؛ $c = 3 \times 10^8\ \text{m.s}^{-1}$ ؛ $E'_{\text{libérée}} = 6,78 \times 10^{-13}\ \text{J}$.

$$\frac{E'_{\text{libérée}}}{E_{\text{libérée}}} = \frac{6,78 \times 10^{-13}}{3,96 \times 10^{-12}} = 0,171 : (3.I)$$

خلال الطور الثاني من تفاعلات الاندماج الحادثة في الشمس ، هذه الأخيرة تتحرر عنها طاقة أقل من تلك المحررة خلال الطور الأول من تفاعلات اندماج الهيدروجين ، لهذا السبب ، فإن حرارة سطح الشمس تتناقص مما يسبب إزدياح إضاءة قرص الشمس ناحية المنطقة الحمراء من الطيف الإشعاعي .