

الفرض المدروس رقم 2-

الفيزياء والكيمياء - 2BACSP

مدة الإنجاز: 2h 30min

- الموضوع -

- التحولات النووية.
- التحولات تغير الطاقة لمجموعة كيميائية.

ذ. ياسين الدرزي

توجيهات عامة

- ✍ يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية و استعمال الأرقام المعبرة؛
- ✍ كل نتيجة غير مقرونة بوحدها الملائمة تعتبر خاطئة؛
- ✍ يمكنك إنجاز تمارين الامتحان حسب الترتيب الذي يناسبك (جميع التمارين و الأجزاء مستقلة)؛
- ✍ يؤخذ بعين الاعتبار تنظيم ورقة التحرير.

الكيمياء : دراسة محلول مائي لحمض ثنائي كلورو إيثانويك | (8,5pts ~ 60min)

سلم
التقييم

تعتبر الأحماض والقواعد من المركبات الكيميائية المهمة؛ لارتباطها المباشر بحياتنا اليومية و لتطبيقاتها الواسعة في مجال الصناعة و الطب و البحث العلمي. من بين هذه التطبيقات، استعمال حمض ثنائي كلورو إيثانويك لمعالجة الخلايا السرطانية. يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض ثنائي كلورو إيثانويك (CHCl_2COOH) مع الماء باعتماد طريقتين مختلفتين، ثم دراسة تأثير ثابتة التوازن على نسبة التقدم النهائي.

لدراسة تأثير الحالة البدئية على تفاعل حمض ثنائي كلورو إيثانويك مع الماء، نحضر محلولين مائين لهذا الحمض ثم نقوم بقياسين مختلفين.

- المحلول (S_1) تركيزه $C_1 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ و حجمه $V_1 = 100 \text{ mL}$. قيمة pH هذا المحلول عند 25°C هي $\text{pH}_1 = 1,30$.
- المحلول (S_2) تركيزه $C_2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و حجمه $V_2 = 100 \text{ mL}$. نحصل عليه بتخفيف المحلول (S_1) بالماء المقطر.

أعطى قياس موصلية هذا المحلول عند 25°C القيمة $\sigma = 0,332 \text{ S.m}^{-1}$.

■ **معطيات:** الموصليات المولية الأيونية عند 25°C هي:

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \lambda_2 = \lambda_{\text{CHCl}_2\text{COO}^-} = 3,83 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 1 أعط تعريف الحمض حسب نظرية برونشتد. 0,50
- 2 أنشئ الجدول الوصفي لتفاعل حمض ثنائي كلورو إيثانويك CHCl_2COOH مع الماء، باستعمال المقادير التالية: C و V و x و $x_{\text{éq}}$. 0,50
- 3 دراسة المحلول (S_1): 0,50
 - 1.3 أوجد تعبير τ_1 نسبة التقدم النهائي للتفاعل في المحلول (S_1) بدلالة C_1 و pH_1 . 0,50
 - 2.3 احسب قيمة τ_1 . هل هذا التحول كلي أم محدود؟ 0,50
 - 3.3 بين أن تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{éq}1}$ عند حالة التوازن يمكن كتابته على الشكل التالي: $Q_{r,\text{éq}1} = \frac{10^{-2\text{pH}_1}}{C - 10^{-\text{pH}_1}}$. 1,00
 - 4.3 استنتج قيمة ثابتة التوازن K_1 المقرونة بالتفاعل الحاصل في المحلول (S_1). 0,50
- 4 دراسة المحلول (S_2): 0,50
 - 1.4 عبر عن نسبة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل في المحلول (S_2) بدلالة C_2 و σ و λ_1 و λ_2 . احسب قيمة τ_2 . 1,00
 - 3.4 أوجد تعبير ثابتة التوازن K_2 المقرونة بالتفاعل الحاصل في المحلول (S_2) بدلالة C_2 و τ_2 ، ثم تحقق أن $K_2 = 5,04 \cdot 10^{-2}$. 1,00
 - 2.4 بين أن تعبير pH_2 للمحلول (S_2) يكتب على شكل $\text{pH}_2 = -\log(\tau_2 \cdot C_2)$. احسب pH_2 . 0,50
 - 5 بمقارنة τ_1 و τ_2 ، استنتج تأثير التخفيف على تفكك حمض ثنائي كلورو إيثانويك في الماء. 0,50
 - 6 قارن K_1 و K_2 ثم استنتج. 0,50
 - 7 نحضر محلولاً (S_3) لحمض الإيثانويك $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ تركيزه $C = C_2 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$ و حجمه $V = V_2 = 100 \text{ mL}$. ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء هي $K = 1,80 \cdot 10^{-5}$ عند 25°C . 0,50
 - 1.7 باستغلال نتيجة السؤال 3.4، أثبت أن تعبير نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء يكتب على الشكل التالي: 0,50

$$\tau = \frac{\sqrt{K^2 + 4KC} - K}{2C}$$

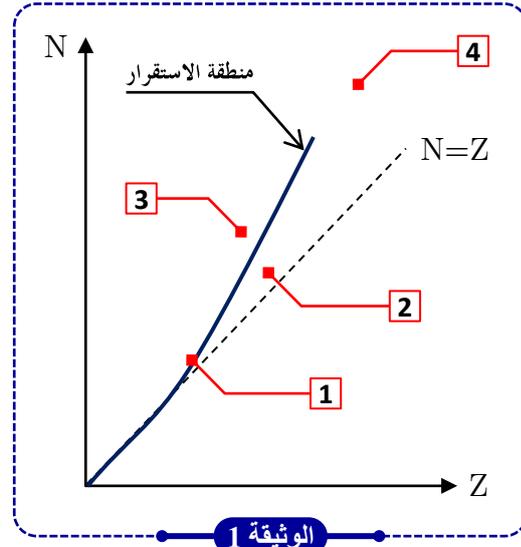
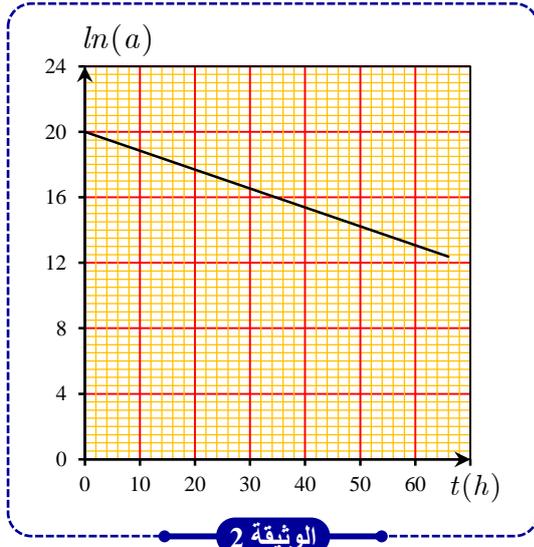
2.7 احسب قيمة τ . 0,50

8 بمقارنة K_2 و K من جهة، ثم τ_2 و τ من جهة ثانية. استنتج تأثير ثابتة التوازن على نسبة التقدم النهائي. 0,50

يتزايد اهتمام العالم بالطاقة و تنافس الدول في تأمين الطاقات البديلة عن تلك التقليدية (الفحم، الغاز النفط) القابلة للنفاد والتي لن تستمر طويلا. ومن هذه البدائل الطاقة النووية نظرا لضخامة الطاقة الناتجة عنها. من جهة ثانية تسمح تطبيقات الفيزياء النووية بإنتاج النظائر المشعة التي تستخدم في عدة مجالات (الطب، الزراعة، الصناعة، التاريخ ...).
ولكن لخاطرها الجمة لا بد من اتخاذ الاحتياطات اللازمة. كبناء المفاعلات النووية في أماكن بعيدة عن التجمعات السكانية ...

التمرين الأول: التصوير الإشعاعي في الطب Scintigraphie en médecine

يُمكن التصوير الإشعاعي للعظام من معاينة العظام والمفاصل، وبالتالي تشخيص ومتابعة الأنواع المختلفة من أمراض العظام. من أجل ذلك يتم حقن جسم المريض عن طريق الوريد بحقنة من التكنيسيوم-99 المشع الذي يتم التقاطه من طرف العظام. بعد أربع ساعات على الأقل يتم الحصول على صور العظام باستعمال كاميرا خاصة تسمى «كاميرا غاما» ومن ثم استكشاف المناطق العظمية المصابة بالمرض، كالكسور والأورام والالتهابات ...



معطيات:

- كتلة نواة التكنيسيوم-99: $m(^{99}\text{Tc}) = 98,88235 u$
- كتلة البروتون: $m_p = 1,00728 u$
- كتلة النيوترون: $m_n = 1,00866 u$
- الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية u : $1 u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- طاقة الربط بالنسبة لنواة الموليبدين-99: $\xi(^{99}\text{Mo}) = 8,609 \text{ MeV}/\text{nucléon}$

ينتج التكنيسيوم $^{99}\text{Tc}_{43}$ عن تفتت نواة الموليبدين $^{99}\text{Mo}_{42}$ (molybdène).

1 أعط المدلول الفيزيائي لـ: «طاقة الربط».

0,50

2 اكتب معادلة تفتت الموليبدين 99، ثم استنتج طراز النشاط الإشعاعي الموافق.

1,00

3 تحقق أن طاقة الربط نواة التكنيسيوم 99 هي $E_p = 852,928 \text{ MeV}$.

0,50

4 حدد، معللا جوابك، النواة الأكثر استقرارا من بين النواتين ^{99}Tc و ^{99}Mo .

0,50

5 ما موقع نواة الموليبدين-99 في المخطط (N, Z) الممثل في الوثيقة-1 (الموقع 1 أم 2 أم 3 أم 4) ؟ علل جوابك.

0,50

6 عند اللحظة $t_0 = 0$ يتم حقن مريض بعينة من التكنيسيوم-99 نشاطها الإشعاعي البدئي في جسم هذا المريض هو a_0 .

يمثل منحنى الوثيقة-2 تغير $\ln(a)$ بدلالة الزمن: $\ln(a) = f(t)$. مع a نشاط التكنيسيوم-99 عند لحظة t معبر عنه بالبيكريل (Bq).

1.6 اكتب تعبير النشاط الإشعاعي $a(t)$ بدلالة a_0 و الثابتة الإشعاعية λ و t . استنتج تعبير $\ln(a)$ بدلالة a_0 و λ و t .

0,50

2.6 باستغلال الوثيقة-2:

1,00

- تحقق أن عمر النصف لنويدة التكنيسيوم-99 هو $t_{1/2} \approx 5,9 \text{ h}$.

- احسب النشاط البدئي a_0 في الحقنة عند اللحظة $t_0 = 0$ ، واستنتج N_0 ، عدد نوى التكنيسيوم 99 التي حقن بها المريض.

3.6 ينتهي فحص المريض عندما يصبح النشاط الإشعاعي a مساويا لـ 62% من القيمة البدئية a_0 (أي $a = 0,62a_0$).

1,00

حقن المريض بالتكنيسيوم-99 عند الساعة الثامنة صباحا (8h00min). حدد t_1 ، لحظة انتهاء الفحص.

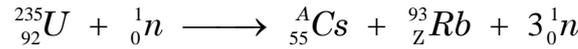
التمرين الثاني : ◀ انتاج الطاقة النووية عن طريق تفاعلات الانشطار و الاندماج.

يتم استغلال الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية في محطات خاصة تحتوي على مفاعلات نووية يتم فيها التحكم في التفاعل المتسلسل للنوى القابلة للانشطار (الأورانيوم 235 و البلوتونيوم 241). إضافة إلى استخدام الطاقة الحرارية الهائلة في تطبيقات كثيرة من بينها : تحلية ماء البحر و تشغيل بعض الغواصات.

حاليا، ينشغل علماء الفيزياء النووية على تحقيق الاندماج النووي في مختبرات خاصة و جد متطورة. كونه يعطي طاقة نظيفة؛ حيث الإشعاعات المنبعثة قليلة جدا مقارنة مع الانشطار النووي الذي ينتج عنه مواد مشعة. يتطلب انجاز الاندماج النووي درجة حرارة عالية جدا تقدر بمائة مليون درجة (10⁸K).

I- الانشطار النووي

في مفاعل نووي، يمكن لنواة الأورانيوم 235 أن تنشط عند قذفها بنوترون بطيء وفق المعادلة التالية:



◀ معطيات:

الكتلة المولية للأورانيوم 235	${}_{37}^{93}\text{Rb}$	${}_{55}^A\text{Cs}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	النواة
$M({}^{235}\text{U}) = 235 \text{ g.mol}^{-1}$	794,1783	1163,8068	1783,5244	طاقة الربط E_p ب (MeV)
$N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ ، $1\text{MeV}=1,6.10^{-13} \text{ J}$				

1 أعط تعريف «الانشطار النووي».

2 حدد العددين الصحيحين A و Z المشار إليهما في معادلة الانشطار النووي، محددًا قوانين الانحفاظ المعتمدة.

3 احسب بالوحدتين (MeV) ثم الجول (J) الطاقة المحررة E_{T1} عند انشطار نواة واحدة من الأورانيوم 235.

4 تحقق أن الطاقة المحررة E_{T1} عند انشطار كتلة $m = 1 \text{ kg}$ من الأورانيوم 235 هي: $E_{T1} = 7,153.10^{13} \text{ J}$.

0,50

0,50

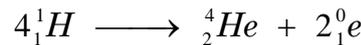
1,00

0,50

II- الاندماج النووي ؛ طريقة لتحديد العمر التقريبي المتبقي للشمس

تنتج الطاقة الشمسية الهائلة عن تفاعل الاندماج النووي، حيث تحرر في كل سنة ($\Delta t = 1 \text{ ans}$) طاقة تقدر بـ $E_S = 10^{34} \text{ J}$.

ننمذج التحول النووي المسؤول عن الطاقة الإشعاعية للشمس بالمعادلة النووية التالية:



◀ معطيات:

الكتلة المولية للهيدروجين	${}_1^0e$	${}_2^4\text{He}$	${}_1^1\text{H}$	النواة أو الدقيقة
$M({}^1\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$	0,00055	4,00151	1,00728	الكتلة ب (u)
$N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ ، $1\text{MeV}=1,6.10^{-13} \text{ J}$				

1 يتطلب الاندماج النووي درجة حرارة عالية جدا. اشرح سبب ذلك.

2 احسب بالوحدة (MeV) ثم بالجول (J) الطاقة E_2 المحررة خلال هذا الاندماج (اندماج أربع نوى من الهيدروجين).

3 تحقق أن الطاقة المحررة E_{T2} عند اندماج كتلة $m = 1 \text{ kg}$ من الهيدروجين ${}^1\text{H}$ هي: $E_{T2} = 5,948.10^{14} \text{ J}$.

4 علما أن كتلة الشمس هي $m_S = 2.10^{30} \text{ kg}$ وأن 10% من هذه الكتلة هي كتلة مجموع نوى الهيدروجين ${}^1\text{H}$ التي تدخل في تفاعلات الاندماج النووي:

1.4 احسب m_H كتلة الهيدروجين ${}^1\text{H}$ التي تدخل في تفاعلات الاندماج النووي.

2.4 استنتج الطاقة الكلية E_H الموافقة لاندماج الكتلة m_H من الهيدروجين ${}^1\text{H}$.

3.4 عندما تستهلك الكتلة m_H كليا ستوقف الشمس عن الإشعاع. ما هو العمر التقريبي المتبقي للشمس (بالسنوات ans) ؟

5 قارن E_{T1} مع E_{T2} ، ثم اعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في انتاج الطاقة.

0,50

1,00

1,00

0,50

0,50

1,00

1,00