الثانوية الفلاحية جمعة سحيم الأستاذ: المختار الوردي	**فرض محـــــروس رقـــــم 2** **الـــــدورة الأولى** **المستوى: الثانية باك علوم زراعية**	المادة: فيزياء- كيمياء مدة الإنجاز: ساعتان التاريخ : 08 /12/ 2011

ملحوظة: يؤخذ بعين الاعتبار تنظيم ورقة التحرير
يجب أن تعطي العلاقة الحرفية قبل التطبيق العددي

الكيميـــــاء: الفوسفات و الحمض الفوسفوري في حياتنا اليومية (9.25 نقط)

الفوسفات هو المصدر الحقيقي للتنمية المستدامة في المغرب. لدى يجب علينا من الضروري دراسته والبحث فيه.

I- ذوبانية الفوسفات في الماء

ندخل كتلة $m = 10\ g$ من فوسفات الكالسيوم الصلب $Ca_3(PO_4)_2$ في حجم من الماء المقطر حجمه $V = 50\ ml$. بعد التحريك، نحصل على محلول مشبع، وتبقي كتلة $m' = 6.92\ g$ من الجسم الصلب غير مذاب.

0.5 1- أكتب معادلة ذوبان فوسفات الكالسيوم في الماء.

0.75 2- أحسب كمية المادة الكلية لفوسفات الكالسيوم، و كذا المذابة في الماء.

نعطي $M[(Ca_3(PO_4)_2] = 308\ g/mol$

0.5 3- أنشئ جدول التقدم محددا التقدم النهائي.

0.25 4- أحسب نسبة التقدم النهائي لذوبان الفوسفات في الماء. ماذا تستنتج؟

0.25 5- أحسب التركيز المولي النهائي لإيونات الفوسفات PO_4^{3-} وأيونات الكالسيوم Ca^{2+}.

0.5 6- أحسب خارج التفاعل في الحالة النهائية.

II- تحويل الفوسفات إلى حمض فوسفوري

نظرا لذوبانية الفوسفات المحدودة في الماء، و للاستغلال كمية مادة الفوسفور كليا. فإننا نلجأ إلى تحويله إلى حمض فوسفوري. حسب المعادلة الأساسية التالية:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5\ H_2SO_4 + 10\ H_2O \rightarrow 3\ H_3PO_4 + 5\ (CaSO_4,2H_2O) + HF$$

حمض الفوسفوري (H_3PO_4) يتميز بثلاثية الحمضية. أثناء تفاعله مع الماء يفقد ثلاث بروتونات مكونا بذلك ثلاث قواعد مرافقة على التوالي: ثنائي هيدروجينوفوسفات $H_2PO_4^-$ ، هيدروجينوفوسفات HPO_4^{2-} و أيون الفوسفات PO_4^{3-}.

علما أن المراحل الثلاث لفقدان بروتونات الحمض الفوسفوري تتميز بالتوابث التالية $pK_{a1} = 2.1$ ، $pK_{a2} = 7.2$ و $pK_{a3} = 12.3$.

1.5 1- أكتب المعادلات الناتجة عن تفاعل H_3PO_4 مع الماء محددا المزدوجات المتدخلة. و أعط تعبير ثابتة الحمضية لكل تفاعل.

1 2- أكتب المعادلة الحصيلة و استنتج تعبير pH المحلول.

1 3- حدد مجال هيمنة كل من H_3PO_4 ، $H_2PO_4^-$ ، HPO_4^{2-} ، PO_4^{3-}.

III-الحمض الفوسفوري: أهميته و استعمالاته

للحمض الفوسفوري استعمالات كثيرة في مجالات متعددة منها: الأسمدة، التنظيف و بيوكيمياء..... ويعتبر العنصر الأساسي في بنية ADN.

و تعتبر المزدوجة $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ من أحد ضوابط الدم، التي تتميز بالثابتة $pK_{a2} = 6.82$ عند درجة الحرارة، و التي $37°C$، حيث يكون $pH = 7.5$ في الدم.

0.5 1- أحسب النسبة $[H_2PO_4^-]/[HPO_4^{2-}]$.

0.25 2- استنتج $[H_2PO_4^-]$ إذا كان $[HPO_4^{2-}] = 0.275\ mol/l$.

0.25 3- ينتج تفاعل هيدروجينوفوسفات HPO_4^{2-} مع $0.085\ mol$ من حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ بالنسبة لكل لتر من الدم.

أ- أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ و أيونات HPO_4^{2-}.

0.75 ب- بافتراض أن هذا التفاعل كلي، أحسب تركيز كل من $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{2-} ، ثم تحقق من أن قيمة pH الدم تصير قريبة من 7.2.

IV- معايرة الحمض الفوسفوري بمحلول الصودا

0.25 1- عرف المعايرة حمض - قاعدة

0.25 2- عرف نقطة التكافؤ

0.25 3- عرف منطقة الانعطاف

0.50 4- أعط منحنى تغيرات pH بدلالة حجم محلول الصودا المضاف

الفيزيـــــاء: (15.5 نقطة)

التمرين الأول: الرادون و تأثيراته على الصحة و البيئة (8.0 نقط)

"الرادون Rn من الغازات الخاملة، لا لون و لا رائحة له، و يوجد في الهواء بكميات متفاوتة. ويعتبر هذا الغاز المشع المسبب الثاني لسرطان الرئة بعد التدخين [...]".

"ينتج الرادون عن تفتت الأورانيوم 238 و الراديوم 226. يمكن أن يوجد في كل مساحات الأرض، خصوصا المناطق الغرانيتية و الفوسفاتية. حيث يتحول الأورانيوم 238 إلى الثوريوم ثم إلى الراديوم و أخيرا إلى الرادون [...]"

"للحد من المخاطر الناجمة عن تعرض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد $100\ Bq/m^3$ كمستوى مرجعي و عدم تجاوز $300\ Bq/m^3$ كحد أقصى".

"من منشورات journal Ouest-France" **بتصرف**

المعطيات: الجدول أسفله يعطي إسم، رمز و العدد الذري لبعض العناصر.

85	86	87	88	89	90	91	92	Z
At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	الرمز
أستات	الرادون	فرانسيوم	الراديوم	أكتينيوم	الثوريوم	بروتكتينيوم	الأورانيوم	الاسم

الرادون المدروس هو الرادون 222

1- من الراديوم 226 إلى الرادون 222

تتفتت نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ لتعطي نواة الرادون $^{A}_{Z}Rn$ مع تحرير إشعاع α.

0.25 1- 1- أكتب معادلة التفتت مع تحديد A و Z بتطبيقك لقانون صودي.

0.25 1- 2- عرف النشاط الإشعاعي.

1- 3- عمر النصف لنواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ هو $t_{1/2} = 1620\ ans$.

0.25 1- 3- 1- أعط تعبير قانون التناقص الإشعاعي.

0.5 1- 3- 1- عرف عمر النصف، و بين أنه يكتب على الشكل التالي $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$، حيث λ الثابتة الإشعاعية.

1-4- نتوفر في لحظة تاريخها $t = 0\ s$ على عينة من الراديوم $^{226}_{88}Ra$ كتلتها $m_0 = 0.4\ g$.

0.25 1- 4- 1- أحسب المدة t' اللازمة لتفتت 25% من العينة.

0.25 1- 4- 2- حدد عدد النوى N_{0Ra} من الراديوم الموجودة في العينة عند $t = 0\ s$. نعطي $M(Ra) = 226\ g/mol$ و $N_A = 6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$

0.25 1- 4- 3- أحسب النشاط الإشعاعي a_0 للعينة عند $t = 0\ s$. نعطي 1 année = 365 Jours.

2- من الأورانيوم 238 إلى الرادون 222

0.25 2-1- أعط مكونات نواة الأورانيوم 238.

0.5 2-2- الأورانيوم 238 يتفتت طبيعيا. باستعمالك النص أعلاه و المعطيات، أكتب معادلة التفتت. بين أنه يتعلق الأمر بالإشعاع α.

2-3- الثوريوم 234 دو نشاط إشعاعي β^-.

0.25 2-3-1- أكتب معادلة هذا التفتت.

0.25 2-3-2- النواة المتولدة تبعث كذالك الإشعاع β^- مكونة بذلك الأورانيوم 234. أكتب معادلة هذا التفتت.

0.5 2- 3- 3- بين أن سلسلة من التفتتات α للأورانيوم 234 تؤدي إلى الرادون 222.

0.25 2- 3- 3- ماذا تسمى سلسلة هذه التفتتات التي تطرأ على الأورانيوم؟

2-4- نتوفر في لحظة تاريخها $t = 0\ s$ على عينة من الأرانيوم 238 كتلتها $m_0 = 0.4\ g$ و عمر نصفها $t_{1/2} = 4.5\times10^9\ ans$.

0.25 2- 4- 1- أحسب المدة t'' اللازمة لتفتت 25% من العينة.

0.25 2- 4- 2- حدد عدد النوى N_{0U} من الأورانيوم الموجودة في العينة عند $t = 0\ s$. نعطي $M(^{238}U) = 238\ g/mol$ و $N_A = 6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$

0.25 2- 4- 3- أحسب النشاط الإشعاعي a_0 للعينة عند $t = 0\ s$.

2- 5- نعتبر الان عينة تحتوي على $m_{0Ra} = 0.4\ g$ و $m_{0U} = 0.4\ g$.

1 2- 5- 1- أحسب عدد نوى الرادون الناتجة عن تفتت 25% من الأورانيوم و 25% من الراديوم.

0.5 2- 5- 2- أحسب عدد الدقائق α الناتجة عن تفتت 25% من الأورانيوم و 25% من الراديوم 234 و المؤدية إلى تكون الرادون 222.

3- قياس النشاط الناتج من الرادون

لقياس تركيز الرادون في عينة من الهواء، نأخذ منه 120 ml و نضعه في حوجلة خاضعة لتفريغ جزئي. بعد ذلك نضع الحوجلة في جهاز الكشف لحساب العدد الكلي N_α للتفتت α المؤدية إلى تكون الرادون 222، و الناتجة عن تفتت 25% من الأورانيوم 238 و الراديوم 226.

0.25 3-1- القياس الأول يعطي $N_{\alpha0} = 68$ تفتت خلال Δt. نعيد القياس مرة أخرى، فنجد $N_{\alpha1} = 78$ تفتت. ما هو سبب هذا الفرق؟

0.5 3-2- نتابع القياس خلال عدة أيام، دائما خلال نفس المدة Δt، فنحصل على النتائج في الجدول أسفله.

28	32	40	46	60	71	82	104	118	146	N_α
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	المدة (باليوم)

أرسم على الورق الميليمتري، المنحنى $n_d = f(t)$. نختار السلم $1cm \leftrightarrow 0{,}5\ jour$ و $1cm \leftrightarrow 5$ désintégrations.

0.25 3-3- باستعمال المنحنى حدد عمر النصف $t1_{1/2}$ للرادون 222.

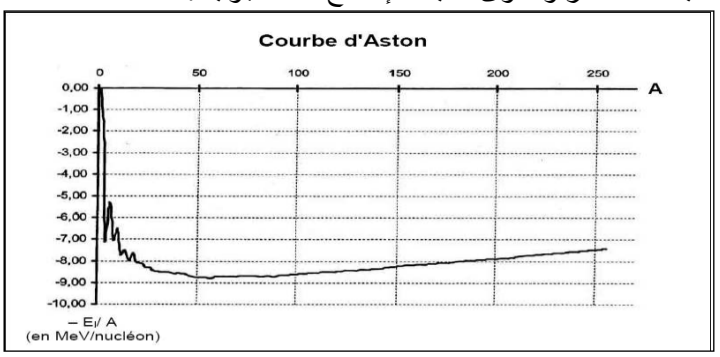
0.5 3-4- حدد نشاط العينة عند المدة t = 0 s (يعني عند أخذ العينة).

0.25 3-5- هل تركيز الرادون 222 في العينة خطير أثناء أخذها.

التمرين الثاني: تفاعلا الاندماج و الانشطار (7.5 نقط)

I- منحنى أسطون

0.25 1- ماذا يمثل منحنى أسطون؟
0.25 2- عين على هذا المنحنى مجال النوى المستقرة.
0.25 3- أين توجد على المنحنى النوى القابلة للانشطار و النوى القابلة للإندماج؟ علل جوابك.



II- دراسة تفاعل الإندماج النووي

إن تفاعل الإندماج النووي الأكثر أهمية بالدراسة حاليا ينمذج بالمعادلة التالية: ${}_1^2H + {}_Z^AH \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$

0.25 1- حدد قيمتي A و Z.

2- نعطي $m({}_1^2H) = 2.0140u$ ، $m({}_2^4He) = 4.0015u$ ، $m({}_Z^AH) = 3.0151u$ ، $1u = 931.5\ MeV/C^2$
$m({}_0^1n) = m({}_1^1p) = 1.00728u$ ، $V_M = 22.4\ l/mol$ ، $N_A = 6.023 \times 10^{23}$.

0.75 أ- أوجد طاقة الربط E_l للنويدات التالية: ${}_1^2H$ ، ${}_Z^AH$ و ${}_2^4He$.

0.5 ب- أوجد الطاقة المحررة خلال اندماج النواتين ${}_1^2H$ و ${}_Z^AH$ بطريقتين مختلفتين.

0.5 ج- استنتج الطاقة المحررة عن تشكيل $1\,l$ من غاز الهيليوم الحامل، في الشروط النظامية للضغط و درجة الحرارة.

0.5 3- علما أن حرق $1\ kg$ من الفحم الحجري يحرر: $3\times10^7\ J$. أحسب كمية الفحم الحجري التي يجب حرقها للحصول على نفس الكمية من الطاقة المتحررة عن تشكيل $1\,l$ من غاز الهيليوم بواسطة تفاعل الإندماج النووي السابق؟

III- دراسة تفاعل انشطار نووي

المحطات النووية عبارة عن معامل لإنتاج الكهرباء . حاليا تستعمل هذه المحطات الحرارة الناتجة عن انشطار الأورانيوم 235، الذي يمثل " الوقود النووي". هذه الحرارة تحول الماء إلى بخار دو ضغط مرتفع الذي يمكن من دوران المنوبات" Alternateurs". و بالتالي إنتاج الكهرباء.
بمفهوم مبسط جدا نقبل بأنه في مفاعل نووي يحدث تفاعل الإنشطار النووي الوحيد من بين الإنشطارات المتسلسة لنواة الأورانيوم و الذي ننمذجه بالمعادلة التالية:

$${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \rightarrow {}_{54}^{140}Xe + {}_Z^{94}Sr + x\ {}_0^1n$$

0.25 1- حدد العددين Z و x.

0.5 2- ما هي الطاقة المتحررة خلال هدا التفاعل ب MeV و ب J؟

3- يستهلك المغرب قدرة كهربائية تقدر حسب إحصاء سنة 2004 ب $18000\ MW$ في كل سنة. من المشاريع المستقبلية التي يحاول المغرب الإقدام عليها إنتاج الطاقة النووية كطاقة بديلة حيث تتجلى أهميتها في اعتمادها على تفاعلات الانشطار النووي و التي تحرر طاقة حرارية جد مهمة.

1 3- 1- أحسب الطاقة المحررة ب J من طرف $1g$ من الأورانيوم 235. و استنتج كتلة الأورانيوم 235 التي سيحتاجها المفاعل النووي المستقبلي لإنتاج الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المغرب خلال كل سنة.

3- 2- علما أن المغرب ينتج حوالي 11 مليون طن من بنتأوكسيد الفوسفوريك(P_2O_5)، الذي يحتوي على نسبة من الأورانيوم تقدر ب $240\ mg/kg$.

0.5 3- 2- 1- أحسب كتلة الأورانيوم التي يحتوي عليها الحمض الفوسفوري.

1 3- 2- 2- أحسب الطاقة التي يمكن أن تحررها هذه الكتلة من الأورانيوم.

0.5 3- 2- 3- ما هو تعليقك؟

نعطي: $\xi({}_{92}^{235}U) = 7.4\ MeV/nucléon$ ، $\xi({}_{92}^{94}Sr) = 8.4\ MeV/nucléon$ ، $\xi({}_{92}^{140}Xe) = 8.1\ MeV/nucléon$ ξ طاقة الربط بالنسبة لنوية
$M({}^{235}U) = 235\ g/mol$ ، $1u = 931.5\ MeV/C^2 = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$.

0.5 IV- أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في انتاج الطاقة.

كل ما أعرف هو أنني أقترب إلى القبر شيئا فشيئا

تصحيح الفرض المحروس رقم 2

المحور	عناصر الاجابة	التنقيط
	الكيميـــــاء: الفوسفات و الحمض الفوسفوري في حياتنا اليومية (9.25 نقط)	
	I- ذوبانية الفوسفات في الماء	
	1- معادلة ذوبان فوسفات الكالسيوم في الماء. $Ca_3(PO_4)_2 \Leftrightarrow 3\ Ca^{2+}_{(aq)} + 2\ PO^{3-}_{4(aq)}$	

2- كمية المادة الكلية لفوسفات الكالسيوم. $n[(Ca_3(PO_4)_2] = \frac{10}{308} = 32.47\times10^{-3}\ mol$

- كمية المادة البدئية لفوسفات الكالسيوم المذابة في الماء. $n[(Ca_3(PO_4)_2] = \frac{10-6.92}{308} = 0.01\ mol$

- التركيز المولي لفوسفات الكالسيوم المذاب في الماء

$$C[(Ca_3(PO_4)_2] = \frac{n[(Ca_3(PO_4)_2]}{V} = \frac{0.01}{50\times10^{-3}} = 0.2\ mol/l$$

3- جدول التقدم.

معادلة الذوبانية	$Ca_3(PO_4)_2$	$\Leftrightarrow$	$3\ Ca^{2+}_{(aq)}$	+	$2\ PO^{3-}_{4(aq)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	0	بوفرة		32.47×10^{-3}
الحالة النهائية	$2x_{max}$	$3x_{max}$			$32.47\times10^{-3} - x_{max}$

التقدم النهائي $x_{max} = 0.01\ mol$

4- التقدم النهائي لذوبان الفوسفات في الماء $\tau = \frac{0.01}{32.47\times10^{-3}} = 0.308 = 30.8\%$ إذن ذوبان الفوسفات في الماء محدود

5- التركيز المولي النهائي لإيونات الفوسفات PO_4^{3-} وأيونات الكالسيوم Ca^{2+}.

$[Ca^{2+}] = 0.6\ mol/l \qquad [PO_4^{3-}] = 0.4\ mol/l$

6- خارج التفاعل في الحالة النهائية.

$Q_{r,f} = [PO_4^{3-}]^2\times[Ca^{2+}]^3 = 0.376$

II- تحويل الفوسفات إلى حمض فوسفوري

1- المعادلات الناتجة عن تفاعل H_3PO_4 مع الماء محددا المزدوجات المتدخلة و تعبير ثابتة الحمضية.

المعادلة	المزدوجات المتدخلة	تعبير ثابتة الحمض
$H_3PO_{4\,(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$	$H_3PO_4/H_2PO_4^-$ و H_3O^+/H_2O	$Ka_1 = \frac{[H_3O^+]\times[H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}$
$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$	$H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ و H_3O^+/H_2O	$Ka_2 = \frac{[H_3O^+]\times[HPO_4^-]}{[H_2PO_4^{2-}]}$
$HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons PO_4^{3-}{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$	HPO_4^{2-}/PO_4^{3-} و H_3O^+/H_2O	$Ka_3 = \frac{[H_3O^+]\times[PO_4^{3-}]}{[HPO_4^{2-}]}$

2- **المعادلة الحصيلة**

$$H_3PO_{4\,(l)} + 3\ H_2O_{(l)} \rightleftharpoons PO_4^{3-}{}_{(aq)} + 3\ H_3O^+_{(aq)}$$

$$pH = \frac{1}{3}(pKa_1 + pKa_2 + pKa_3) + \log\frac{[PO_4^{3-}]}{[H_3O^+]}$$

3- مجال هيمنة كل من H_3PO_4 ، $H_2PO_4^-$ ، HPO_4^{2-} ، PO_4^{3-}.

III-الحمض الفوسفوري أهميته و استعمالاته

1- حساب النسبة $[H_2PO_4^-]/[HPO_4^{2-}]$.

لدينا $pH = pKa_2 + \log\frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]}$ و منه $\frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]} = 10^{pH-pKa_2}$ ت ع $\frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]} = 0.263$

2- استنتج $[H_2PO_4^-]$ إذا كان $[HPO_4^{2-}] = 0.275\ mol/l$.

$[H_2PO_4^-] = 0.263 \times 0.275 = 72.325 \times 10^{-3}\ mol/l$ ت ع $[H_2PO_4^-] = 0.263 \times [HPO_4^{2-}]$

-3

أ- معادلة التفاعل الذي يحدث بين حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ و أيونات HPO_4^{2-}.

$$C_3H_6O_3 + HPO_4^{2-} \Leftrightarrow C_3H_HO_3^- + H_2PO_4^-$$

ب- تحديد تركيز كل من $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{2-}

- الجدول الوصفي

- كمية مادة البدئية للمتفاعلات في لتر واحد

$n(C_3H_6O_3) = 0.085\ mol$ و $n(HPO_4^{2-}) = 0.275\ mol$

$C_3H_6O_3 + HPO_4^{2-}$		⟶ $C_3H_5O_3^- + H_2PO_4^-$			
0,085	0,275	0	0	التقدم	الحالةالبدئية
0,085-x	0,275-x	x	x	x	حالة التحول
0	0,275 − 0,085	0,085	0,085	0,085	النهاية

بالنسبة للتر واحد من الدم يكون: $[HPO_4^{2-}] = 0.19\ mol/l$ و $[HPO_4^{2-}] = 0.085\ mol/l$

إذن $pH = pKa_2 + \log\frac{[H_2PO_4^-]}{[HPO_4^{2-}]} = 6.82 + \log\frac{0.19}{0.085} \approx 7.2$

IV- معايرة الحمض الفوسفوري بمحلول الصودا

1- المعايرة حمض – قاعدة

المعايرة الحمضية القاعدية هي تعيين تركيز مجهول لمحلول حمضي (أو قاعدي) و يتم ذلك بالاعتماد على التفاعل بين محلول حمضي و محلول قاعدي.

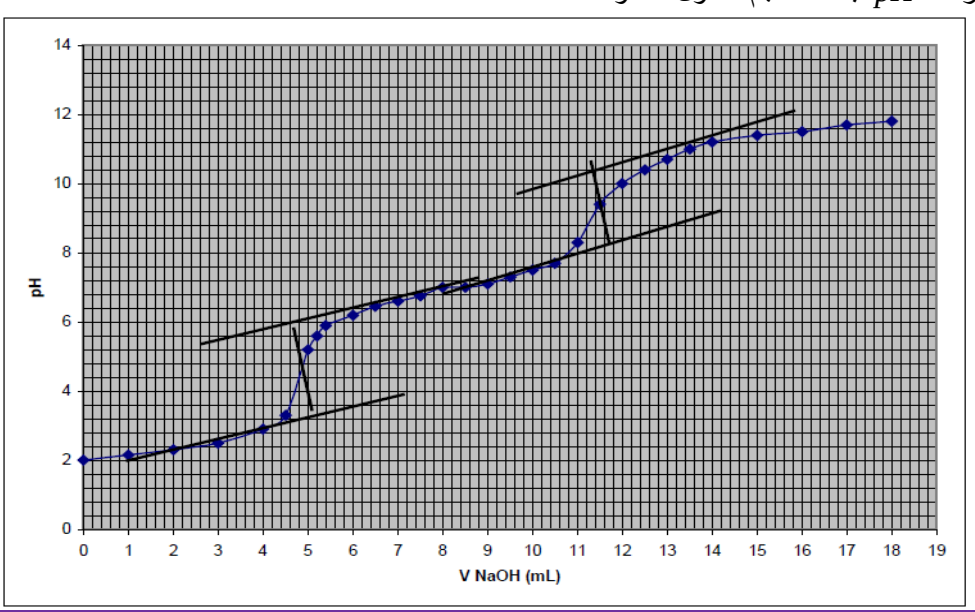
2- نقطة التكافؤ

هي النقطة التي يختفي فيها المحلول المعاير كليا.

3- منطقة الانعطاف

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

4- منحنى تغيرات pH بدلالة حجم محلول الصودا المضاف



الفيزيـــــاء: (15.5 نقطة)

التمرين الأول: الرادون و تأثيراته على الصحة و البيئة (7.5 نقط)

1- من الراديوم 226 إلى الرادون 222

1- 1- معادلة التفتت مع تحديد A و Z بتطبيق لقانون صودي. $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

1- 2- النشاط الإشعاعي تحول طبيعي و تلقائي يسمى كذلك باستحالة نووية، و غير مرتقب في الزمن، تتحول خلاله نواة غير مستقرة تسمى نواة الأصل (الأم) إلى نواة أخرى، أكثر استقرارا (حالة إثارة أقل طاقة) أو مستقرة تسمى بنواة متولدة (الابن) و ذلك ببعث دقيقة معينة (α، β^+ ، β^- و/ أو γ).

و تسمى النواة الغير المستقرة **بالنواة المشعة** أو **نواة إشعاعية النشاط** و الدقائق المنبعثة **بالإشعاعات النشيطة.**

1- 3-

1- 3- 1- تعبير قانون التناقص الإشعاعي. $N = N_0\, e^{-\lambda t}$

1- 3- 1- تعريف عمر النصف: عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة مشعة هي المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة.

عند $t = t_{1/2}$ فإن: $N = \frac{N_0}{2}$ بالتالي: $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}$ إذن $\frac{1}{2} = e^{-\lambda.t_{1/2}}$ أي

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda} \Leftarrow \ln 2 = \lambda.t_{1/2}$$

1-4-

1- 4- 1- المدة t' اللازمة لتفتت 25% من العينة. $\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t}$ ومنه

$$t' = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln 0.75 = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}(\ln 3 - \ln 4) = 2\,t_{1/2} - t_{1/2}\ln 1.5 = t_{1/2}(2 - \ln 1.5)$$

1- 4- 2- عدد النوى N_{0Ra} من الراديوم الموجودة في العينة عند $t = 0\ s$.

$$N_{0Ra} = N_A \frac{m_0}{M(Ra)} = 10654867 \times 10^{13}$$

1- 4- 3- النشاط الإشعاعي a_0 للعينة عند $t = 0\ s$. $a_0 = \lambda \times N_{0Ra}$ $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 2.256 \times 10^{-10}\ s^-$

$$a_0 = 3.47\ Bq$$

2- من الأورانيوم 238 إلى الرادون 222

2-1- مكونات نواة الأورانيوم 238 هي: العدد الذري $Z = 92$ عدد النوى، $N = 146$.

2-2- $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{230}_{88}Ra + 2\times{}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + 3\times{}^{4}_{2}He$ إذن يتعلق الأمر بالإشعاع α.

2-3- الثوريوم 234 دو نشاط إشعاعي β^-.

2-3-1- معادلة هذا التفتت. $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$

2-3-2- النواة المتولدة تبعث كذالك بوزيتون β^- مكونا بذلك الأورانيوم 234.

معادلة هذا التفتت. $^{234}_{91}Pa \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{0}_{-1}e$

2- 3- 3- سلسلة من التفتتات α للأورانيوم 234 تؤدي إلى الرادون 222.

$^{234}_{92}U \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + 3\times{}^{4}_{2}He$ إذن يتعلق الأمر بسلسلة من التفتتات α للأورانيوم تؤدي إلى الرادون 222

2- 3- 3- تسمى سلسلة هذه التفتتات التي تطرأ على الأورانيوم بالفصيلة المشعة.

2-4- نتوفر في لحظة تاريخها $t = 0\ s$ على عينة من الأرانيوم 238 كتلتها $m_0 = 0.4\ g$.

2- 4- 1- المدة t'' اللازمة لتفتت 25% من العينة.

$$t'' = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln 0.75 = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}(\ln 3 - \ln 4) = 2\,t_{1/2} - t_{1/2}\ln 1.5 = t_{1/2}(2 - \ln 1.5)$$

2- 4- 2- عدد النوى N_{0U} من الأورانيوم الموجودة في العينة عند $t = 0\ s$.

$$N_{0U} = N_A \frac{m_0}{M(^{238}U)} = 10117647 \times 10^{13}$$

2- 4- 3- النشاط الإشعاعي a_0 للعينة عند $t = 0\ s$.

$a_0 = 1.186\times10^{-5}\ Bq \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 117\times10^{-18}\ s^- \quad a_0 = \lambda \times N_{0U}$

2- 5- بالنسبة لعينة تحتوي على $m_{0Ra} = 0.4\ g$ و $m_{0U} = 0.4\ g$.

عدد نوى الرادون الناتجة عن تفتت 25% من الأورانيوم و 25% من الراديوم.

$$N_{Rn} = N_{0U} - N_U + N_{0Ra} - N_{Ra} = N_{0U} + N_{0Ra} - (N_U + N_{Ra})$$
$$= N_{0U} + N_{0Ra} - N_{0U}\times e^{-\lambda_{Ra}t''} - N_{0Ra}e^{-\lambda_U t'}$$
$$= N_{0U}(1 - e^{-\lambda_{Ra}t''}) + N_{0Ra}(1 - e^{-\lambda_U t'})$$
$$= N_{0U}(1 - e^{-\lambda_{Ra}t''}) + N_{0Ra}(1 - e^{-\lambda_U t'})$$

2- 5- 2- عدد الدقائق α الناتجة عن تفتت 25% من الأورانيوم و 25% من الراديوم و المصاحبة للرادون 222.

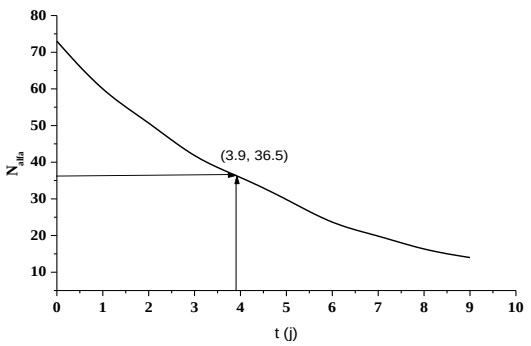
من خلال المعادلتين $^{238}_{92}U \rightarrow ^{226}_{86}Rn + 3\times^4_2 He$ و $^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^4_2He$ يتضح أن نواة من $^{238}_{92}U$ ينتج عنها 3 دقائق α بينما $^{226}_{88}Ra$ ينتج عنه دقيقة واحدة α.

و بالتالي عدد القائق α الناتجة خلال هذا التفتت هو $N_\alpha = 4N_{Rn} = 88283184.52\times10^{13}$

3- قياس النشاط الناتج من الرادون

3-1- سبب الفرق هو وجود دقائق α في الحوجلة خلال القياس الثاني.

3-2-



3-3- عمر النصف $t_{1/2}$ للرادون 222 هو $t_{1/2} = 3{,}9\ jours$

3-4- نشاط العينة عند المدة $t=0$ (يعني عند أخذ العينة).

$$\lambda = \frac{\ln 2}{3{,}9\times24\times60\times60} = 2{,}06\times10^{-6}\ s^{-1} \text{ ت ع } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$a_0 = 1{,}5\times10^{-4}\ Bq \text{ ت ع } a_0 = \lambda\times N_0 \text{ و}$$

3-5- تركيز الرادون 222 غير خطير أثناء أخذها لأنه صغير جدا مقارنة مع عتبة الحذر و بالتالي عتبة الخطورة.

التمرين الثاني: تفاعلا الاندماج و الانشطار (8 نقط)

I- منحنى أسطون

1- يمثل منحنى أسطون تغيرات مقابل الطاقة بالنسبة لنويدة $(-\frac{E_l}{A})$ بدلالة عدد النويات A.

2- مجال النوى المستقرة (أنظر الدرس).

3- النوى القابلة للانشطار و النوى القابلة للإندماج (أنظر الدرس).

إذا كان $1 \langle A \langle 20$	$1MeV \langle E_1/A \langle 8\ MeV$	اندماج نووي
إذا كان $20 \langle A \langle 190$	$E_1/A \rangle 8MeV$	استقرار
إذا كان $A \rangle 190$	$E_1/A \langle 8MeV$	انشطار نووي

I- دراسة تفاعل الإندماج النووي

1- قيمتي A و Z.

$A = 3 \quad$ و $\quad Z = 1$

2- نعطي $m(^2_1H)=2.0140u$ ، $m(^4_2He)=4.0015u$ ، $m(^A_ZH)=3.0151u$ ، $1u=931.5\ MeV/C^2$

$m(^1_1p)=1.00728u$ ، $m(^1_1P)=1.00728u$

أ- طاقة الربط E_l للنويدات التالية: ^2_1H ، ^A_ZH و ^4_2He.

$$E_l(^2_1H)=[m_p+m_n-m(^2_1H)]\times C^2=1.8\ MeV$$

$$E_l(^3_1H)=[m_p+2m_n-m(^3_1H)]\times C^2=8.85\ MeV$$

$$E_l(^4_2He)=[2m_p+2m_n-m(^4_2He)]\times C^2=28.28\ MeV$$

ب- الطاقة المحررة خلال اندماج النواتين ^2_1H و ^A_ZH بطريقتين مختلفتين.

$$^2_1H+{}^3_1H\rightarrow{}^4_2He+{}^1_0n$$

- الطريقة الأولى بدلالة الكتل $\Delta E=\Delta m\times C^2$ يعني $\Delta E=\Delta m\times C^2$

$\Delta E=[m(^4_2He)+m_n-m(^2_1H)-m(^3_1H)]\times C^2$ ت ع $\Delta E=-17.6\ MeV$

- الطريقة الثانية بدلالة طاقات الربط $\Delta E=E_{li}-E_{lf}$ يعني

$\Delta E=[E_l(^2_1H)+E_l(^3_1H)-E_l(^4_2He)]$ ت ع $\Delta E=-17.6\ MeV$

إذن الطاقة الحررة هي $|\Delta E|=17.6\ MeV$

ج- الطاقة المحررة عن تشكيل $1\,l$ من غاز الهيليوم الخامل، في الشروط النظامية. $|E_T|$

- عدد النوى الموجودة في $V=1\,l$

$$n(He)=\frac{N}{N_A}=\frac{V}{V_m}$$ و منه $N=N_A\frac{V}{V_m}=2.69\times10^{22}$

$$|E_T|=N\times|\Delta E|=47.34\times10^{22}\ MeV$$

3- كتلة الفحم التي تحرر طاقة موافقة لطاقة المتحررة عن تشكيل $1\,l$ من غاز الهيليوم بواسطة تفاعل الإندماج النووي السابق.

$$3\times10^7\ J=\frac{3\times10^7}{1.6\times10^{-19}}eV=1.875\times10^{26}\ eV=1.875\times10^{20}\ MeV$$

$$m=\frac{|E_T|}{E}=\frac{47.34\times10^{22}\ MeV}{1.875\times10^{20}\ MeV}=2524.8\ kg$$ إذن كتلة الفحم هي m

II- دراسة تفاعل انشطار نووي

تفاعل الإنشطار النووي الوحيد من بين الإنشطارات المتسلسة لنواة الأورانيوم الذي يحدث في المحطات النووية. ننمذجه بالمعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U+{}^1_0n\rightarrow{}^{140}_{54}Xe+{}^{94}_ZSr+x\ {}^1_0n$$

1- تحديد العددين $Z=48$ و Z و $x=2$.

2- الطاقة المتحررة خلال هدا التفاعل ب MeV و ب J؟

$$\Delta E=E_l(^{235}_{92}U)-E_l(^{140}_{54}Xe)-E_l(^{94}_{48}Sr)=235\times\xi(^{235}_{92}U)-140\times\xi(^{140}_{54}Xe)-94\times\xi(^{94}_{48}Sr)$$

ت ع $\Delta E=235\times7.4-140\times8.1-94\times8.4=1739-1134-789.6=-184.6\ MeV$

$=-184.6\times10^6eV=-184.6\times10^6\times1.6\times10^{-19}J=-295.36\times10^{-13}J$

3-

3- 1- الطاقة المحررة ب MeV عن $1g$ من الأورانيوم 235.

- عدد النوى في $1g$

$$N=N_A\frac{m}{M(^{235}U)}=25.6\times10^{20}$$

- الطاقة المحررة ب MeV عن $1g$ من الأورانيوم 235

$$E_T=N\times\Delta E=-7.56\times10^{10}\ J$$

- الطاقة التي يحتاجها المغرب خلال السنة

$$E_M=P_M\times\Delta t=18000\times10^6\times365\times24\times3600\ J=567648\times10^{12}\ J$$

إذن كتلة الأورانيوم 235 التي سيحتاجها المفاعل النووي المستقبلي لإنتاج الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المغرب خلال كل سنة.

$$m = \frac{E_M}{E_T} = 7508.6\ kg$$

3- 2- المغرب ينتج حوالي 33 مليون طن من الحمض الفوسفوري في السنة، الذي يحتوي على نسبة من الأورانيوم تقدر ب $120\ mg/kg$.

3- 2- 1- كتلة الأورانيوم التي يحتوي عليها الحمض الفوسفوري.

$$m_U = 33\times10^6\times10^3\ kg\times120\ mg/kg = 3960\times10^9\ mg = 3960\times10^3\ kg$$

3- 2- 2- الطاقة التي يمكن أن تحررها هذه الكتلة من الأورانيوم E_{UM}.

$$E_{UM} = -7.56\times10^{10}\times3960\times10^6 = 29937.6\times10^{16}\ J$$

القدرة المحررة $P_{UM} = \frac{E_{UM}}{\Delta t} = 949.3\times10^{10}\ W = 949.3\times10^4\ MW$

3- 2- 3- هذه الطاقة مهمة و تخدم تطلعات التنمية المستدامة

نعطي: $\xi(^{235}_{92}U) = 7.4\ MeV/nucléon$ ، $\xi(^{94}_{92}Sr) = 8.4\ MeV/nucléon$ ، $\xi(^{140}_{92}Xe) = 8.1\ MeV/nucléon$ ξ طاقة الربط بالنسبة لنوية

$M(^{235}U) = 235\ g/mol$. $1u = 931.5\ MeV/C^2 = 1.66\times10^{-27}\ kg$

VI- أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في انتاج الطاقة.

اللهم سلط علي من ينقذني لكي أصحح أخطائي