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 : 29 /01/ 2014

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

الكيميـــــاء: (8.0 نقط)

يستعمل حمض البنزويك C_6H_5COOH كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و خاصة المشروبات الغازية و يرمز له ب E210 و هو جسم أبيض اللون. نهدف في هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء و مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + HO^-$).

الجزء الأول : ذوبانية حمض البنزويك في الماء

نقوم بتحضير محلولا S_0 لحمض البنزويك ذي التركيز $C_0 = 1.75\ mol/l$، و ذلك بإذابة الكتلة m من حمض البنزويك في حجم $V = 100\ cm^3$ من الماء أعطى قياس pH المحلول في الحالة النهائية القيمة pH = 3.1.

نعطي $M(C_6H_5COOH) = 122\ g/mol$ و $K_A = 6.3x10^{-5}$ و $K_e = 10^{-14}$.

$\lambda_{H_3O^+} = 3.5 \times 10^{-2}\ S.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3.23 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

0.5 1- أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض البنزويك و الماء. محددا المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.

0.5 2- أحسب كتلة حمض البنزويك اللازمة لتحضير المحلول S_A.

0.5 3- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

0.5 4- أوجد قيمتي x_{max} و x_f.

0.5 5- أحسب نسبة التقدم النهائي τ. ماذا تستنتج؟

0.56 6- بين أن $\sigma = 67 \times \tau$ حيث σ ب S/m

0.5 7- أوجد تعبير ثابتة التوازن Ka بدلالة C_0 و τ.

0.5 8- أثبت التعبير التالي $\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = C_0.10^{pH} - 1$.

الجزء الثاني : معايرة حمض البنزويك بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم

لتأكد من التركيز C_0 نأخذ عينة من المحلول S_0 و نخففها 100 مرة لنحصل على محلول S_A تركيزه C_A. بعد ذلك نأخذ حجما $V_A = 20\ ml$ من المحلول S_A و نعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 0.02\ mol/l$.

0.5 1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

0.25 2- أحسب خارج هذا التفاعل Kd. ماذا تستنتج؟

3- عند إضافة الحجم V_B من محلول هيدروكسيد الصوديوم أصغر من حجم التكافؤ.

0.5 3- 1- بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي هو $\tau = 1 - \frac{K_e.10^{pH}}{C_B}(1 + \frac{V_A}{V_B})$.

0.25 3- 2- أحسب نسبة التقدم في حالة $V_B = 7\ ml$. ماذا تستنتج؟

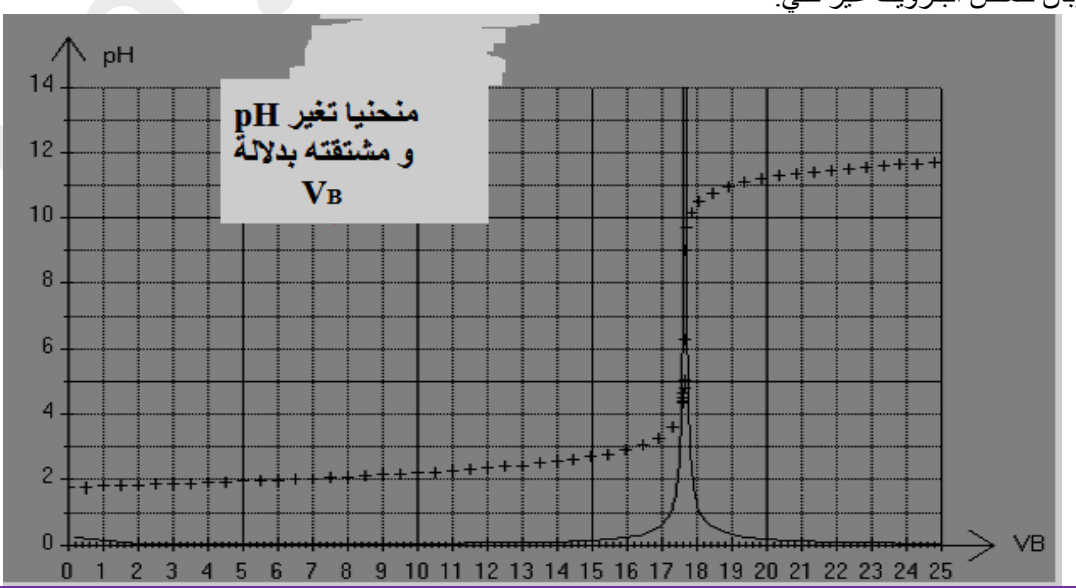
0.5 3- 3- بين أن $pH = pK_A + Log\frac{C_B.V_B}{C_A.V_A - C_B.V_B}$.

0.25 3- 4- استنتج تعبير V_A بدلالة V_B في حالة $pH = pK_A$ و $C_A = C_B$.

0.5 4- يمثل الشكل 1 منحنى تغير pH المحلول بدلالة الحجم المضاف V_B من محلول هيدروكسيد الصوديوم.
حدد من خلال الشكل 1 إحداثيات نقطة التكافؤ.

0.5 5- أحسب التركيز C_A للمحلول S_A ثم استنتج C_0.

0.25 6- تحقق أن ذوبان حمض البنزويك غير كلي.



الفيزيـــــاء: (12 نقطة)

التمرين الأول : تقدير عمر الأرض (6.0 نقطة)

لقد كانت بداية تحديد عمر الأرض، خلال القرن السادس عشر تقريبا، و قد قدر تاريخها تقريبا 5000 سنة. في القرن التاسع عشر افترض العلماء أن عمر الأرض يقارب 100 مليون سنة. لمن اكتشاف النشاط الإشعاعي من الطرف العالم بيكريل، قلب كل المعطيات المعروفة في تلك الحقبة.

يمكن التأريخ بالأورانيوم – الرصاص من تقدير عمر الأرض بدقة نسبيا. و فيما يلي نقترح دراسة لهذه الحقبة.

I- دراسة الفصيلة المشعة للأورانيوم 238 – الرصاص 206.

يتحول الأورانيوم 238، المشع طبيعيا إلى الرصاص 206 المستقر بعد سلسلة من التفتتات المتتالية (α و β^-)(لن نأخذ بعين الاعتبار الإشعاعات γ).

1- في المرحلة الأولى، تتحول نواة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ الإشعاعية النشاط α إلى نواة الثوريوم Th.

0.5 1- 1- أعط تعريف لنواة مشعة.

0.5 1- 2- أكتب معادلة التفتت مبينا القوانين المستعملة.

2- في مرحلة ثانية تتحول نواة الثوريوم 234 إلى البروتاكتينيوم $^{234}_{91}Pa$ ، حسب المعادلة التالية:

$$^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$$

0.25 ما طبيعة هذا التفتت؟ علل جوابك.

0.5 3- أكتب المعادلة الكلية لتحول نواة الأورانيوم 238 إلى نواة الرصاص، محددا عدد التفتتات α و عدد التفتتات β^-.

II- تأريخ الأرض

نلاحظ ، من جهة، أن الصخور المنتمية لنفس الطبقة الجيولوجية، التي لها نفس العمر، تحتوي على الأورانيوم 238 و الرصاص 206 بنسب ثابتة. و من جهة أخرى، أن تزايد كمية الرصاص الموجودة في صخرة يتناسب مع عمرها النسبي.

عند قياس كمية الرصاص 206 في عينة من صخور قديمة، باعتبار أنها لم تكن موجودة من قبل، يمكن تحديد عمر الصخرة انطلاقا من منحنى التناقص الإشعاعي لعدد نوى الأورانيوم 238.

نعتبر عينة من صخرة قديمة عمرها هو عمر الأرض نرمز له ب t_{terre}.

1- نعتبر المنحنى $N_U(t)$ لعدد نوى الأورانيوم 238 الموجودة في العينة (أنظر الشكل أسفله).

1- 1- عين مبيانيا :

0.25 * العدد البدئي $N_U(0)$ لنوى الأورانيوم.

0.25 * ثابتة الزمن τ ثم استنتج الثابتة الإشعاعية λ.

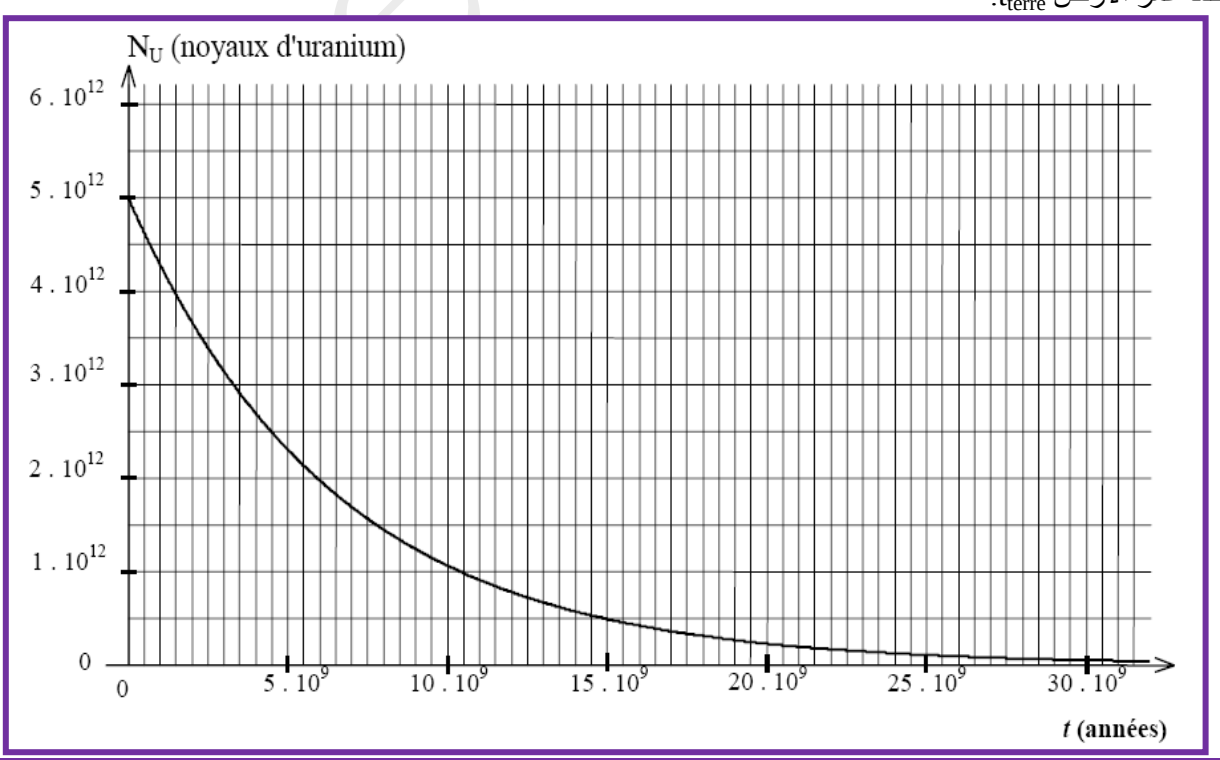
0.5 1- 2- أعط تعبير $N_U(t)$ بدلالة $N_U(0)$، ثم أحسب عدد نوى الأورانيوم 238 المتبقية في العينة عند اللحظة $t_1 = 1.5 \times 10^9$ ans. تأكد مبيانيا من النتيجة.

0.5 1- 3- أعط تعريف عمر النصف $t_{1/2}$. ماقيمة؟

2- أعطى قياس كمية الرصاص $N_{Pb}(t_{terre})$ عند اللحظة t_{terre} القيمة 2.5×10^{12} ذرة.

0.25 2- 1- أوجد العلاقة بين $N_U(t_{terre})$ و $N_U(0)$ و $N_{Pb}(t_{terre})$. أحسب $N_U(t_{terre})$.

0.5 2- 2- حدد عمر الأرض t_{terre}.



III- تأريخ صخرة معدنية

2 في لحظة t، تحتوي صخرة معدنية قديمة على 1 g من الأورانيوم 238 و 10 mg من الرصاص 206، نفترض أن مادة الرصاص 206 المتواجدة في الصخرة هي نتيجة تفتت الأورانيوم 238 مع مرور الزمن، و أن اللحظة t = 0 هي لحظة تكون الصخرة المعدنية.
أوجد بالسنين عمر الصخرة.
نعطي : $t_{1/2} = 4.5 \times 10^9$ ans و M(U) = 238 g/mol و M(Pb) = 206 g/mol.

التمرين الثاني : تشخيص حالة اشتغال دماغ الإنسان (6.0 نقطة)

يتوفر طبيب الأمراض العصبية على تقنيات مختلفة لتشخيص حالة اشتغال دماغ الإنسان. من بين هذه التقنيات تقنية TEP (topographie par émission de position) و التي تعطي صورة تعبر عن تغير صبيب الدم و بالتالي نشاط الدماغ. تقنية TEP تحدد جزيئات الماء الموجودة بوفرة في دماغ الإنسان و ذلك باستعمال الماء المشع الذي يحتوي على الأوكسجين 15 $(^{15}_{8}O)$ الباعث للدقائق β^+ و الذي يحقن في جسم الإنسان عن طريق الأوعية. عمر النصف لنويدات الأوكسجين 15 هو $t_{1/2}$ = 123 s.

0.5 1- أكتب معادلة تفتت نويدة الأوكسجين علما أن النويدة المتولدة هي $^{A}_{Z}N$.

1 2- أحسب الطاقة المحررة ب MeV عند تفتت نويدة الأوكسجين.

1 3- بين أن تعبير E_T الطاقة الناتجة عن تفتت $N_1(t_{1/2})$ من نويات الأوكسجين عند التاريخ $nt_{1/2}$ تكتب على الشكل التالي :

$$E_T = E \times N_0 (1 - \frac{1}{2^n}) .$$

4- ليكن m_0 = 2 g كتلة دقائق الأوكسجين 15 التي تم حقنها في اللحظة t = 0 s لمريض.

0.5 4- 1- بين أن تعبير ثابتة النشاط الإشعاعي هو $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$.

1 4- 2- حدد عدد نويدات $^{15}_{8}O$ المتفتتة بعد مرور المدة الزمنية t_1 = 3 min.

1 4- 3- أحسب كتلة نويدات الأوكسجين المتفتتة.

1 5- ليكن N_1 عدد نوى الأوكسجين 15 المتفتتة و N عدد النوى المتبقية عند لحظة تاريخها t.
بين أن $\frac{N_1}{N} = e^{\lambda t} - 1$.

نعطي : 1 UC^2 = 931 MeV و M(O) = 16 g/mol و $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ و $m(^{0}_{+1}e) = 0.00055u$
$m(^{A}_{Z}N) = 14.0067u$ و $m(^{15}_{8}O) = 14.99385u$.

العلم دواء الذين و المال داء الذين، فإذا جر العالم الذاء إلى نفسه كيف يصلح غيره!

تصحيح الفرض المحروس رقم 2

المحور	عناصر الاجابة	التنقيط

الكيمياء (7 نقط)

الجزء الأول : ذوبانية حمض البنزويك في الماء

0.5 1- معادلة التفاعل الحاصل بين حمض البنزويك و الماء مع تحديد المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.

$$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$$

H_3O^+/H_2O و $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$

0.5 2- حساب كتلة حمض البنزويك اللازمة لتحضير المحلول S_A.

$C_0V = \frac{m}{M}$ أي $m = MC_0V$ ت.ع $m = 21.35\ g$

0.5 3- الجدول الوفي للتفاعل

معادلة التفاعل	$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$		
الحالات	التقدم	كميات المادة بالمول	
الحالة البدئية	0	0	0.175
الحالة النهائية	x_f	x_f	$0.175 - x_f$

0.5 4- قيمتي x_{max} و x_f.

$x_{max} = 0.175$ mol و $x_f = [H_3O^+] \times V = 10^{-pH} \times V = 79.43 \times 10^{-6}\ mol$

0.5 5- حساب نسبة التقدم النهائي τ.

$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = 4.54 \times 10^{-4}$ أي $\tau = 0.0045\ \%$ نستنتج أن التفاعل غير كلي.

0.5 6- لنبين أن $\sigma = 67 \cdot \tau$ حيث σ ب S/m

من خلال الجدول الوصفي لدينا

$\tau = \frac{[H_3O^+]}{C_0}$ و $[H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{H_3O^+})}$ و منه نجد $\sigma = 67 \cdot \tau$ حيث σ ب S/m

0.5 7- تعبير ثابتة التوازن K بدلالة C_0 و τ.

من خلال معادلة التفاعل $Ka = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$ من خلال الجدول الوصفي نكتب $Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C_0 - [H_3O^+]}$ مع

$[H_3O^+] = \tau C_0$ نجد $Ka = \frac{C_0\tau^2}{1-\tau}$

0.5 8- لنبين التعبير التالي $\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = C_0.10^{pH} - 1$.

لدينا $\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = \frac{C_0 - [H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{C_0}{[H_3O^+]} - 1$ و منه $\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]} = C_0.10^{pH} - 1$

الجزء الثاني : معايرة حمض البنزويك بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم

0.5 1- معادلة تفاعل المعايرة.

$$C_6H_5COOH + HO^- \rightarrow C_6H_5COO^- + H_2O$$

0.75 2- حساب خارج هذا التفاعل Kd.

$Kd = \frac{K_A}{K_e}$ نجد $[H_3O^+]$ بضرب البسط و المقام في $Kd = \frac{[C_6H_5COO^-]}{[HO^-][C_6H_5COOH]}$

ت.ع $Kd = 6.3.10^9 \rangle\rangle 10^4$ إذن تفاعل المعايرة كلي

0.5 3- عند إضافة الحجم V_B من محلول هيدروكسيد الصوديوم أصغر من حجم التكافؤ.

3- 1- لنبين أن تعبير نسبة التقدم النهائي هو $\tau = 1 - \frac{K_e.10^{pH}}{C_B}(1 + \frac{V_A}{V_B})$.

تعبير نسبة التقدم النهائي هو $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$.

المتفاعل المحد قبل التكافؤ هو HO^- إذن $x_{max} = C_BV_B$

من خلال الجدول الوصفي $x_f = n_0(HO^-) - n_r(HO^-)$ و منه $x_f = C_BV_B - [HO^-](V_A + V_B)$

	إذن $\tau = \frac{C_B V_B - [HO^-](V_A + V_B)}{C_B V_B} = 1 - \frac{[HO^-](V_A + V_B)}{C_B V_B} = 1 - \frac{[HO^-]}{C_B}(1 + \frac{V_A}{V_B})$ و منه $\tau = 1 - \frac{K_e . 10^{pH}}{C_B}(1 + \frac{V_A}{V_B})$
0.5	3- 2- حساب نسبة التقدم في حالة $V_B = 7\ ml$. نستنتج أن التفاعل كلي $\tau \approx 1$
0.5	3- 3- لنبين أن $pH = pK_A + Log\frac{C_B.V_B}{C_A.V_A - C_B.V_B}$. لدينا $pH = pK_A + Log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ ومنه $pH = pK_A + Log\frac{C_B.V_B}{C_A.V_A - C_B.V_B}$
0.25	3- 4- تعبير V_A بدلالة V_B في حالة $pK_A = pH$ و $C_A = C_B$. في حالة $pK_A = pH$ و $C_A = C_B$ نجد : $V_B = \frac{V_A}{2}$
0.5	4- استغلال منحنى الشكل 1. تحديد إحداثيات نقطة التكافؤ E $E(V_{BE} = 17.6\ mL\ ;\ pH \approx 7)$
0.5	5- حساب التركيز C_A للمحلول S_A ثم استنتج C_0. عند التكافؤ $C_A.V_A = C_B.V_{BE}$ و منه $C_A = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A}$ ت. ع $C_A = 17.5 \times 10^{-3}\ mol/l$ المحلول S_0 تم تخفيفه 100 إذن $C_0 = 100\ C_A$ ت. ع $C_0 = 1.75\ mol/l$
0.25	6- التحقق من أن ذوبان حمض البنزويك غير كلي. لدينا $\tau = \frac{[H_3O^+]}{C_0}$ مع $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.1}\ mol/l$ إذن $\tau = 4.53 \times 10^{-4}$ و بالتالي التفاعل كلي.

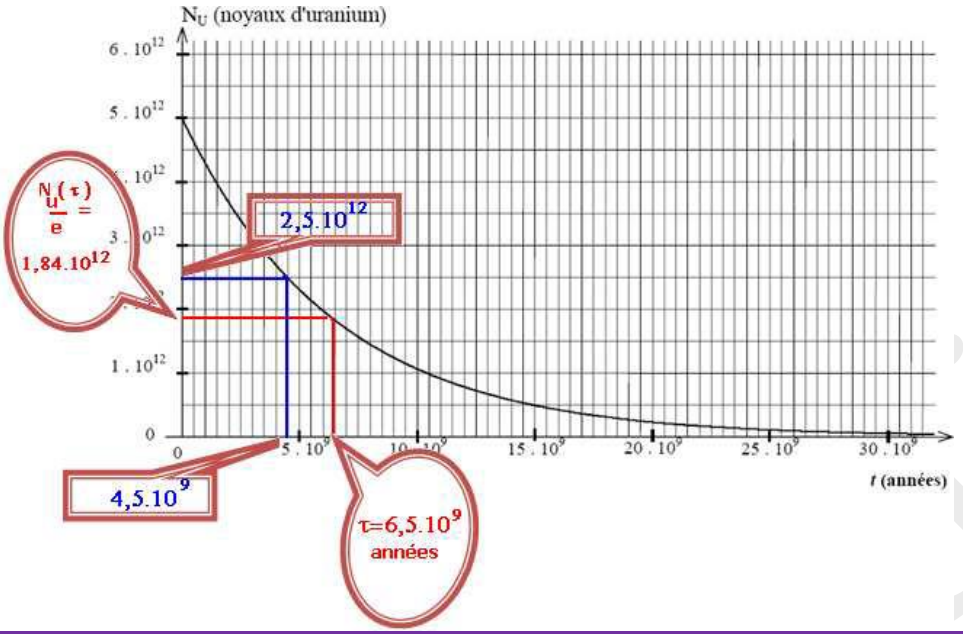
الفيزياء (13 نقطة)

التمرين الأول

0.5 0.5	I- دراسة فصيلة مشعة 1- 1- تعريف لنواة مشعة: النواة المشعة هي نواة غير مستقرة تتفتت تلقائيا لتتحول إلى نواة متولدة أكثر استقرارا و ذلك ببعثها لدقائق. 1- 2- معادلة التفتت نطبق قانون صودي على معادلة التفتت: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}Th + {}^{4}_{2}He$ $A = 238 - 4 = 234$ $Z = 92 - 2 = 90$ $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$
0.25	2- طبيعة التفتت هو انبعات إلكترونات و تسمى ب β^- حيث تتحول، داخل النواة نوترون إلى بروتون مع انبعات إلكترون. $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$
0.5	3- المعادلة الكلية لتحول نواة الأورانيوم 238 إلى نواة الرصاص 206، تكتب على شكل : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$ حسب قانون صودي لدينا : $238 = 206 + 4x$ و منه $x = 8$ $92 = 82 + 2x - y$ ت.ع $y = 6$ و بالتالي عدد التفتات α هو 8 و عدد التفتات β^- هو 6.
0.25	**II- تأريخ الأرض** 1- 1- العدد البدئي $N_U(0) = 5.\ 10^{12}\ noyaux$ ثابتة الزمن τ: هي المدة الزمنية اللازمة لكي يصبح عدد النوى المتبقية هو : $\frac{N_U(0)}{e} = 1.84.10^{12}\ noyaux$ من خلال المنحنى (أنظر الشكل) نستنتج أن $\tau = 6.5.10^{9}\ années$ و منه $\lambda = \frac{1}{\tau} = 4.88.10^{-18}\ s^{-1}$

0.25

$$\lambda = 0.154.10^{9}\ an^{-1}$$



0.5

1- 2- تعبير $N_U(t)$ بدلالة $N_U(0)$:

$$N_U(t) = N_U(0)e^{-\lambda t}$$

عدد النوى عند اللحظة $t_1 = 1.5 . 10^9\ années$

$$N_U(t_1) = 5.10^{12} e^{-0.154 10^{-9} \times 1.5.10^9} = 3.97 \times 10^{12}\ noyaux$$

0.5

1- 3- تعريف عمر النصف $t_{1/2}$: هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة عند اللحظة t = 0.

من خلال المبيان كذلك نستنتج عمر نصف العينة : أنظر المبيان

$t_{1/2} = 4.5 \times 10^9$ années

0.25

2- 1- العلاقة بين $N_U(t_{terre})$ و $N_{Pb}(t_{terre})$ و $N_U(0)$

خلال تفتت الأورانيوم عدد نوى الأورانيوم في اللحظة t_{terre} المتبقية هو :

$$N_U(terre) = N_U(0) - N_{Pb}(terre)$$

$$N_U(terre) = 5 \times 10^{12} - 2.5 \times 10^{12}$$

0.5

2- 2- عمر الأرض

حسب علاقة التناقص الإشعاعي

$$N_U(terre) = N_U(0)e^{-\lambda t_{terre}}$$

أي $\ln\left(\frac{N_U(0)}{N_U(terre)}\right) = \lambda t_{terre}$

ومنه $t_{terre} = \frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N_U(0)}{N_U(terre)}\right) = \frac{\ln 2}{\lambda}$

ت. ع $t_{terre} = 4.5 \times 10^9\ années$

2

III- تأريخ صخرة معدنية

حسب المعادلة الكلية لتحول الأورانيوم إلى رصاص (جواب السؤال I – 3) كل نواة من الأورانيوم ينتج عنها نواة من الرصاص.

في اللحظة t تحتوي الصخرة على 1 g من الأورانيوم و هذه الكتلة تمثل نوى الأورانيوم المتبقية عند اللحظة t. أي أن $N = \frac{N_A}{M(U)} . m$ و تحتوي على 10 mg من الرصاص 206، هذه الكتلة تمثل N' النوى المتكونة خلال اللحظة t أي أن $N' = \frac{N_A}{M(Pb)} . m'$ و بالتالي فإن عدد النوى الموجودة في اللحظة t = 0 هي :

$$N_0 = \frac{N_A}{M(U)} . m + \frac{N_A}{M(Pb)} . m'$$

$$N_0 = N_A(\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)})$$

بالنسبة للأورانيوم 238 المتبقي نطبق قانون التناقص الإشعاعي

$$N(t) = N_A(\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)})e^{-\lambda t} \quad \text{يعني} \quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{m}{M(U)} = (\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)})e^{-\lambda t} \quad \text{أي} \quad N_A\frac{m}{M(U)} = N_A(\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)})e^{-\lambda t} \quad \text{أي}$$

$$\frac{\frac{m}{M(U)}}{\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)}} = e^{-(\frac{\ln 2}{t_{1/2}})t} \quad \text{أي} \quad \frac{m}{M(U)} = (\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)})e^{-(\frac{\ln 2}{t_{1/2}})t} \quad \text{أي}$$

$$\ln(\frac{\frac{m}{M(U)}}{\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)}}) = -(\frac{\ln 2}{t_{1/2}})t \quad \text{أي}$$

$$t = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \ln(\frac{\frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)}}{\frac{m}{M(U)}}) \quad \text{و منه} \quad t = 7.45.10^7\ ans \quad \text{ت. ع}$$

التمرين الثاني : استعمال الأوكسجين في تقنية TEP

0.5	1- معادلة تفتت نويدة الأوكسجين علما أن النويدة المتولدة هي ${}^{A}_{Z}N$. ${}^{15}_{8}O \rightarrow {}^{A}_{Z}N + {}^{0}_{+1}e$ بالاعتماد على قانون صودي نجد ${}^{15}_{7}N$ 2- حساب الطاقة المحررة ب MeV عند تفتت نويدة الأوكسجين. $E = [m({}^{15}_{7}N) + m({}^{0}_{+1}e) - m({}^{15}_{8}O)]C^2$ $E = -9184780\ MeV$ ت. ع **إذن** الطاقة المحررة ب MeV عند تفتت نويدة الأوكسجين هي 918.4780 MeV
1	3- تعبير E_T الطاقة الناتجة عن تفتت $N_1(t_{1/2})$ من نويات الأوكسجين عند اللحظة $nt_{1/2}$. لنحدد عدد النوى المتفتتة عند اللحظة $nt_{1/2}$، $N_1(nt_{1/2}) = N_0 - N(nt_{1/2})$ مع $N(nt_{1/2}) = \frac{N_0}{2^n}$ و منه $N_1(nt_{1/2}) = N_0(1 - \frac{1}{2^n})$ إذن $E_T = E.N_0(1 - \frac{1}{2^n})$
0.5	4- ليكن $m_0 = 2$ g كتلة دقائق الأوكسجين 15 التي تم حقنها في اللحظة $t = 0$ s لمريض. 4- 1- تعبير ثابتة النشاط الإشعاعي $t_{1/2}$ هو زمن عمر النصف و هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة أي $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ بالاعتماد على قانون التناقص الإشعاعي $N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$ و منه فإن $e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$ إذن $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$.
1	4- 2- تحديد عدد نويدات ${}^{15}_{8}O$ المتفتتة بعد مرور المدة الزمنية $t_1 = 3$ min. عدد النويدات المتفتتة بعد مرور المدة $t_1 = 3$ min $N_1(t_1) = N_0(1 - e^{-\lambda t_1}) \approx 4.6 \times 10^{22}$
1	4- 3- كتلة نويدات الأوكسجين المتفتتة. كتلة الأوكسجين المتفتتة بعد مرور المدة $t_1 = 3$ min $m(t_1) = \frac{M.N_A}{N(t_1)}$ ت. ع $m(t_1) = 1.22$ g
1	5- ليكن N_1 عدد نوى الأوكسجين 15 المتفتتة و N عدد النوى المتبقية عند لحظة تاريخها t. لدينا $N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda t_1})$ عدد النوى المتفتتة و $N = N_0 e^{-\lambda t}$ عدد النوى المتبقية و منه $\frac{N_1}{N} = e^{\lambda t} - 1$.