

الوحدة الثانية:

التحولات النووية.

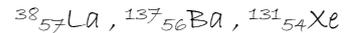
التمرين الأول:

النيبتيوم $^{237}_{93}\text{Np}$ ، مشع، أثناء تفككه تنتج نواة برطاكينيوم $^{233}_{91}\text{Pa}$.

1- أ- ما هي قوانين الانحفاظ التي تتحكم في هذه الظاهرة؟

ب- أكتب معادلة التفكك لنواة $^{237}_{93}\text{Np}$. وما نوع النشاط الإشعاعي الموافق2- أ- باستخدام قانون التناقص أو جد عبارة $t_{1/2}$ زمن نصف العمر بدلالة ثابت النشاط الإشعاعي λ .ب- إذا علمت أن زمن نصف العمر لتفكك Np هو: $t_{1/2} = 6,753 \times 10^{13} \text{s}$.أحسب ثابت النشاط الإشعاعي λ بوحدة (ans^{-1}) .3- عينة من فضلات مفاعل نووي تحتوي كتلة $m = 100 \text{g}$ من النيبتيوم Np في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة ($t = 0 \text{s}$).أحسب عدد أنوية Np والتي نرمز لها بـ N_0 الموجودة في الكتلة m .4- أ- عرف النشاط الإشعاعي A ثم أكتب عبارته بدلالة N ، λ .ب- أحسب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 الموجود في العينة المدروسة.5- أحسب نشاط العينة بعد زمن قدره $t = 10^5 \text{ ans}$ ، ماذا تستنتج؟يعطى: الكتلة المولية لـ ^{237}Np : $M(^{237}\text{Np}) = 237,05 \text{ g/mol}$ ، عدد أفوقادرو: $N_A = 6,022 \times 10^{23}$.

التمرين الثاني:

يستوجب إستعمال الأنديوم 192 أو السيزيوم 137 في الطب وضعها في أنابيب بلاستيكية قبل أن توضع على ورم المريض قصد العلاج.1/ نواة السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ مشعة تصدر جسيمات B^- وأشعاعات: γ .أ/ ما المقصود بالعبارة (تصدر جسيمات B^- وأشعاعات γ) ما سبب اصدار النواة لإشعاعات γ ؟ب/ أكتب معادلة التفاعل المنذج للتحول النووي الذي يحدث للنواة الأب مستنتجا رمز النواة الإبن ^A_ZY من بين الانوية التالية:2/ يحتوي الأنبوب على عينة من السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ كتلتها: $m = 10^{-6} \text{g}$ عند اللحظة: $t = 0 \text{s}$.أحسب: أ/ عدد الأنوية N_0 الموجودة في العينة.

ب/ قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة.

3/ تستعمل هذه العينة بعد ستة (06) أشهر من تحضيرها.

أ/ ما مقدار النشاط الإشعاعي للعينة حينئذ.

ب/ ما هي النسبة المتوية لأنوية السيزيوم المتفككة.

4/ نعتبر نشاط هذه العينة معدوما عندما يصبح مساويا لـ 1% من قيمته الابتدائية.

أحسب بدلالة ثابت الزمن: τ المدة الزمنية اللازمة لإنعدام النشاط الإشعاعي للعينة، وهل يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشعة.يعطى: $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ ، ثابت الزمن لـ: $\tau = 43,3 \text{ ans}$: $M(\text{Cs}) = 137 \text{ g/mol}$.

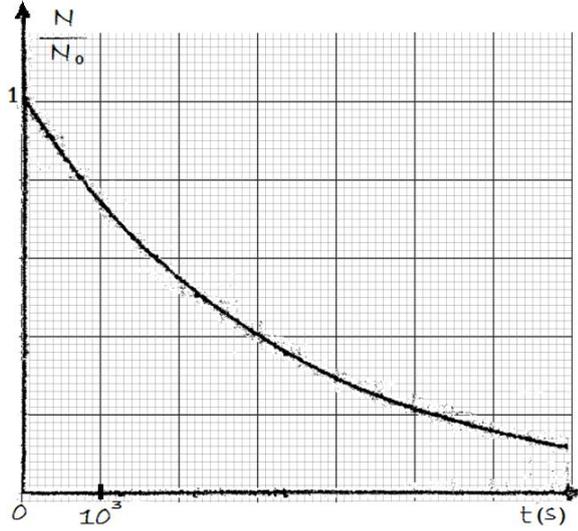
التمرين الثالث:

تقذف عينة من نظير الكلور $^{35}_{17}\text{Cl}$ المستقر بالنيوترونات، تلتقط النواة $^{35}_{17}\text{Cl}$ نيوترونات لتتحول الى نواة مشعة ^A_ZX توجد ضمن قائمة

الأنوية المدونة في الجدول التالي:

النواة	$^{31}_{14}\text{Si}$	$^{18}_9\text{F}$	$^{13}_7\text{N}$
--------	-----------------------	-------------------	-------------------

زمن نصف العمر $t_{1/2}(s)$	2240	9430	6740	594
----------------------------	------	------	------	-----



$1u = 1,66 \times 10^{-27} \text{Kg}$	وحدة الكتل الذرية
$M_p = 1,007284$	كتلة البروتون
$M_n = 1,008664$	كتلة النيوترون
$M_x = 37,960114$	كتلة النواة ${}^A_Z X$

سمحت متابعة النشاط الإشعاعي لعينة من ${}^A_Z X$ برسم المنحنى الموضح بالشكل حيث: N_0 عدد الأنوية الابتدائية، N عدد الأنوية المتبقية.

1/ أ عرف زمن نصف العمر: $(t_{1/2})$.

ب ا عين قيمة زمن نصف العمر للنواة ${}^A_Z X$ ببيانها.

2/ أ أوجد العبارة الحرفية لـ $t_{1/2}$.

ب ا أحسب قيمة: λ ثابت التفكك للنواة ${}^A_Z X$.

3/ بالإعتماد على النتائج المتحصل عليها والقائمة الموجودة في الجدول:

- عين النواة ${}^A_Z X$.

4/ أكتب معادلة التفاعل لتحويل نواة: ${}^{35}_{17} \text{Cl}$ إلى النواة ${}^A_Z X$.

5/ أ احسب بالإلكترون فولط و MeV.

أ طاقة الربط للنواة ${}^A_Z X$.

ب طاقة الربط لكل نوية.

التمرين الرابع:

1/ لعنصر البرلونيوم (Po) عدة نظائر مشعة، أحدها فقط طبيعي.

أ ما المقصود بكل من: النظير والنواة المشعة.

ب نعتبر أحد النظيرين مشع، نواته (${}^A_Z Po$) والتي تتفكك إلى نواة الرصاص (${}^{206}_{82} Pb$) وتصدر جسيما α ، أكتب معادلة التفاعل

النموذج لتفكك نواة النظير (${}^A_Z Po$) ثم استنتج قيمتي A و Z .

2/ ليكن: N_0 عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة من النظير: (${}^A_Z Po$) في اللحظة: $t=0$ ، $N(t)$ عدد الأنوية المشعة غير المتفككة الموجودة

فيها في اللحظة: t .

باستخدام كاشف لإشعاعات (α) مجهز بعدد رقمي تم الحصول على جدول القياسات التالي:

$t(\text{jours})$	0	20	50	80	100	120
$\frac{N}{N_0}$	1.00	0.90	0.78	0.67	0.61	0.55
$-\ln\left[\frac{N}{N_0}\right]$						

أ ا أمتلأ الجدول السابق.

ب ا ارسم على ورقة ميليمترية البيان: $-\ln\left[\frac{N}{N_0}\right] = f(t)$.

يعطى سلم الرسم: على محور الفواصل: $20 \text{ jours} \rightarrow 1 \text{cm}$

على محور الترتيب: $0.10 \rightarrow 1 \text{cm}$

ج ا أكتب قانون التناقص الإشعاعي وهل يتوافق مع البيان السابق؟ برر إجابتك.

د ا انطلاقا من البيان استنتج قيمة: λ ، ثابت التفكك (ثابت الإشعاع) المميز للنظير (${}^A_Z Po$).

هـ ا أعط عبارة زمن نصف عمر ${}^A_Z Po$ واحسب قيمته.

التمرين الخامس:

توجد عدة طرق لتشخيص مرض السرطان، منها طريقة التصوير الطبي التي تعتمد على تتبع جزيئات سكر الغلوكوز التي تستبدل فيها مجموعة: (-OH) بذرة الفلور 18 المشع، يتمركز سكر الغلوكوز في الخلايا السرطانية التي تستهلك كمية كبيرة منه، تتميز نواة الفلور: ^{18}F بزمن نصف عمر ($t_{1/2}=110\text{min}$)، لذا تحضر الجرعة في وقت مناسب قبل حقن المريض بها، حيث يكون نشاط العينة لحظة الحقن: $2.6 \times 10^8 \text{Bq}$ ، تتفكك نواة الفلور 18 إلى نواة الأكسجين: ^{18}O .

1- اكتب معادلة التفكك وحدد طبيعة الإشعاع الصادر.

2- بين أن ثابت التفكك λ يعطى بالعلاقة: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$. ثم احسب قيمته.

3- حضر تقنيو التصوير الطبي جرعة (عينة) D تحتوي على ^{18}F في الساعة "الثامنة" صباحا لحقن مريض على الساعة "التاسعة" صباحا.

أ/ احسب عدد أنوية الفلور ^{18}F لحظة تحضير الجرعة.

ب/ ما هو الزمن المستغرق حتى يصبح نشاط العينة مساويا 1% من النشاط الذي كان عليه في الساعة التاسعة؟

التمرين السادس:

1- نظير الكربون 14 عنصر مشع يث β^- ، اكتب معادلة التحول النووي لهذا التفكك.

2- قطعة خشب من تابوت قديم تحتوي على عدد من التفككات يقدر بـ: $n_1=955$ خلال ساعة من التفكك.

قطعة خشب مقطوعة حديثا لها نفس كتلة الكربون 14 الموجودة في القطعة القديمة من التابوت والتي تحتوي على عدد من التفككات يقدر بـ: $n_0=1582$ خلال ساعة من الزمن، اشرح طريقة التأريخ بالكربون 14.

3- أحسب النشاط الإشعاعي A_1 لقطعة الخشب من التابوت والنشاط الإشعاعي A_0 لقطعة الخشب الحديثة القطع للكربون 14.

4- زمن نصف العمر للكربون 14 هو: $t_{1/2}=5715\text{ans}$. باستغلال المنحنى البياني للنشاط الإشعاعي $A(t)$ أو وجد عمر التابوت.

5- أ- تأكد من عمر التابوت حسابيا.

ب- لماذا اختيار التاريخ بواسطة 14C هو الاختيار الأمثل لتحديد عمر التابوت.

التمرين السابع:

إن نواة الراديوم ($^{226}_{88}\text{Ra}$) مشعة وتصدر جسيما α .

1/ ماذا تمثل الأرقام 226 و 88 بالنسبة للنواة ($^{226}_{88}\text{Ra}$)؟

2/ اكتب معادلة التفاعل الممنذج لتفكك النواة ($^{226}_{88}\text{Ra}$)، مستنتجا النواة الابن (^A_ZX) من بين الأنوية التالية:

$^{89}_{40}\text{Ac}$, $^{86}_{46}\text{Rn}$, $^{82}_{82}\text{Pb}$, $^{83}_{83}\text{Bi}$

3/ علما أن ثابت تفكك الراديوم المشع: $\lambda=1.36 \times 10^{-11}\text{s}^{-1}$ ، استنتج زمن نصف حياة الراديوم ($^{226}_{88}\text{Ra}$).

4/ نعتبر عينة كتلتها: $m_0=1\text{mg}$ من أنوية الراديوم ($^{226}_{88}\text{Ra}$) عند اللحظة: $t_0=0$ ، ولتكن m كتلة العينة عند: t .

أ/ عرف زمن نصف الحياة: $t_{1/2}$ ، أوجد العلاقة بين عدد الأنوية N وكتلة العينة في اللحظة t ثم أكمل الجدول التالي:

t	t ₀	t _{1/2}	2 t _{1/2}	3 t _{1/2}	4 t _{1/2}	5 t _{1/2}
m(mg)	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ب/ ما هي كتلة العينة المتفككة عند اللحظة: $t=5T$ (حيث T ثابت الزمن)؟ ماذا تستنتج؟

ج/ ارسم البيان $m=f(t)$.

التمرين الثامن:

أجب بـ: «نعم» أو «لا» مع التعليل.

العدد الشحني (Z)	الرمز	العنصر
86	Rn	الرادون
87	Fr	الفرانسيوم
88	Ra	الراديوم
89	Ac	الأكتينيوم
90	Th	التوريوم

1/ نواة البولونيوم ($^{208}_{84}Po$) تتكون من 84 نيوترون و 124 بروتون.

2/ كتلة نواة الراديوم ($^{226}_{88}Ra$) تساوي مجموع كتل نوياتها.

3/ معادلة تفكك الراديوم هي: $^{226}_{88}Ra \rightarrow ^4_2He + ^{222}_{86}Rn$.

4/ الراديوم ($^{226}_{88}Ra$) و الرادون ($^{226}_{86}Rn$) نظيرين.

5/ تصدر نواة الراديوم إشعاع β^- . النواة الإبن هي: Fr. (الفرانسيوم)

6/ زمن نصف العمر للرادون ($^{226}_{86}Rn$) هو $t_{1/2} = 3.8$ jours

خلال $t = 11.4$ jours نسبة أنوية الرادون ($^{226}_{86}Rn$) المتبقية بالنسبة لعدد

الأنوية الابتدائية هو: 12.5%.

7/ نواة الراديوم ($^{226}_{88}Ra$) تشكل انطلاقاً من تفككات متتالية لجسيمات: α, β^-

لنواة اليورانيوم ($^{238}_{92}U$).

خلال هذه التفككات المتتالية ينتج 2 جسيمات α و 3 إلكترونات.

8/ في عينة الراديوم (Ra) الذي يملك نشاطاً إشعاعياً $A = 6.0 \times 10^5$ Bq

عدد أنوية Ra المشطرة خلال دقيقة (1min) هو: 2×10^4 .

9/ الطاقة المحررة خلال التفاعل: $^{226}_{88}Ra \rightarrow ^4_2He + ^{222}_{86}Rn$ تساوي: 8 Mev.

التمرين التاسع:

ننمذج أحد التفاعلات النووية لليورانيوم ($^{238}_{92}U$) وفق المعادلة: $^{238}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{139}_{53}X + ^{94}_{a}Y + b ^1_0n$.

1/ ماهو نوع التفاعل؟

2/ عين قيمة كل من: a, b ثم تعرف على: X, Y (استعن بالجدول الدوري).

3/ احسب طاقة الإرتباط النووي في أنوية: X, Y, U.

4/ احسب مقدار النقص في الكتلة لهذا التفاعل.

5/ احسب الطاقة المتحررة من كل ذرة يورانيوم، قارن هذه النتيجة بنتيجة السؤال (3).

6/ احسب الطاقة المتحررة من: 1g من ^{235}U .

يعطى:

$$m(^{235}U) = 235.0044u, m(^{139}X) = 138.905u, m(^{94}Y) = 93.906u, m(n) = 1.0087u$$

التمرين العاشر:

المعطيات:

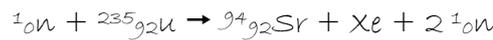
$N_A = 6,0221367 \times 10^{23}$	$u_{235} : 234,99346 u$
$Sr_{94} : 93,894521 u$	$Xe : 139,891997 u$
$p : 1,007276 u$	$n : 1,008665 u$
$1 u = 931,49432 \text{ MeV}/c^2$	$1 u = 1,660540 \times 10^{-27} \text{ kg}$
	$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

1- أ- أحسب النقص في الكتلة Δm لنواة اليورانيوم ^{235}U .

ب- أحسب طاقة الارتباط النووي لنواة اليورانيوم ^{235}U .

ج- أحسب طاقة الارتباط لكل نوية في نواة اليورانيوم ^{235}U .

2- إحدى التحولات النووية لنواة اليورانيوم ^{235}U تتمذج بالمعادلة:



أ- أكمل معادلة التحول النووي السابق.

ب- ما نوع التحول النووي الموافق لهذه المعادلة.

ج- أحسب الطاقة المحررة من نواة يورانيوم واحدة أثناء هذا التحول.

د- أكمل العبارة: ".....Kg من اليورانيوم تحرر طاقة قدرهاjoules.....".

هـ- أحسب الطاقة المحررة من 1g من اليورانيوم ^{235}U .

3- أحسب طاقة الارتباط لكل نوية من نواتي Sr ، Xe . ماذا تستنتج؟

التمرين الحادي عشر:

المعطيات:

$$m_n = 1.0087 u, m_p = 1.0073 u,$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, m_e = 0.00055 u, 1u = 931 \text{ MeV}/c^2$$

1 إليك جدول لمعطيات عن بعض أنوية الذرات:

أنوية العناصر	^2_1H	^3_1H	^4_2He	$^{14}_6\text{C}$	$^{14}_7\text{N}$	$^{94}_{38}\text{Sr}$	$^{140}_{54}\text{Xe}$	$^{235}_{92}\text{U}$
كتلة النواة $M(u)$	2.0136	3.0155	4.0015	14.0065	14.0031	93.8945	139.892	234.9935
طاقة ربط النواة: $E(\text{Mev})$	2.23	8.57	28.41	99.54	101.44	810.50	1164.75	.....
طاقة الربط لكل نيوكليون $E/A(\text{Mev})$	1.11	.....	7.10	.....	7.25	8.62	.....	.....

1/ ما المقصود بالعبارات التالية: أ/ طاقة ربط النواة، ب/ وحدة الكتلة: (u) ؟

2/ اكتب عبارة طاقة ربط النواة لنواة عنصر بدلالة كل من (m_x) كتلة النواة و Z و A و m_p و m_n وسرعة الضوء في الفراغ (C).

3/ احسب طاقة ربط نواة اليورانيوم ^{235}U بالوحدة (Mev).

4/ أكمل فراغات الجدول السابق.

5/ ما اسم النواة (من بين المذكورة في الجدول السابق) الأكثر استقراراً؟ علل.

2 إليك التحولات النووية لبعض العناصر من الجدول السابق:

أ/ يتحول $^{14}_6\text{C}$ إلى $^{14}_7\text{N}$.

ب/ ينتج ${}^4_2\text{He}$ ونيوترون من نظير ي الهيدروجين.

ج/ قذف ${}^{235}_{92}\text{U}$ بـ نيوترون يعطي: ${}^{140}_{54}\text{Xe}$, ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ ونيوترونين.

1/ عبر عن كل تحول نووي بمعادلة نووية كاملة وموزونة.

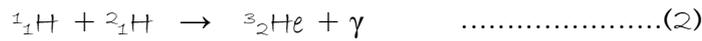
2/ صنف التحولات النووية السابقة إلى: انشطارية، إشعاعية أو تفككية، اندماجية.

3/ احسب الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار ومن تفاعل الاندماج بالوحدة (MeV).

التمرين الثاني عشر:

تتكون النجوم الصفراء مثل الشمس أساسا من الهيدروجين.

عندما تكون درجة حرارة هذه النجوم تقارب: $1,5 \times 10^7 \text{ K}$ ، تحدث تفاعلات اندماج بين البروتونات فتعطي نواة الهليوم (He) حسب



1/ باستعمال المعادلات السابقة، أكتب المعادلة الإجمالية لتشكيل نواة الهليوم انطلاقا من أنويه الهيدروجين.

2/ أحسب الطاقة الناتجة عند الحصول على نواة من الهليوم ثم عند الحصول على 1g من الهليوم.

3/ الاستطاعة التي تشعها الشمس هي: $9 \times 10^{26} \text{ W}$.

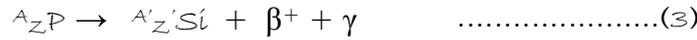
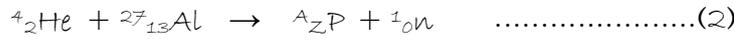
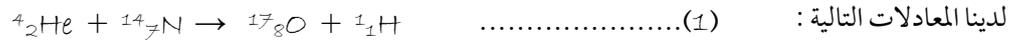
أ/ أحسب كتلة الهليوم الناتجة خلال 1s.

ب/ أحسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال كل ثانية.

ج/ يقدر عمر الشمس: $4.6 \times 10^9 \text{ ans}$ وكتلتها الحالية: $2 \times 10^{30} \text{ Kg}$ ما مقدار النقص في كتلتها منذ بداية إشعاعها؟، ثم قارن

هذا النقص بالنسبة للكتلة الحالية.

التمرين الثالث عشر:



1/ أكتب المعادلات السابقة مع تحديد القيم: Z', Z, A', A .

2/ بين نوع التحول بالنسبة للتفاعل (3).

3/ باعتبار التفاعل (1):

أ/ أعط الحصيلة الطاقوية لهذا التفاعل النووي.

ب/ هل يمكن لهذا أن يتحقق بجسيمات α طاقتها الحركية أقل من: 0.5 MeV .

:/4

أ/ اكتب المعادلة الإجمالية للتفاعلين (2) و(3).

ب/ أعط الحصيلة الطاقوية الموافقة للمعادلة الإجمالية السابقة.

ج/ الإشعاع γ له طاقة 511 MeV ، الجسيم α له طاقة 0.520 MeV ، ماهي الطاقة الحركية للجسيمات الناتجة باعتبار نواة ${}^{28}\text{Si}$ ثابتة؟.

د/ لماذا يكون كشف البوزيتون أسهل من النترون؟.

$$M_p = 29.97006 \text{ u} \quad m_o = 16.994734 \text{ u} \quad m_{Al} = 26.97439 \text{ u} \quad m_N = 13.99922 \text{ u}$$

$$m_e = 0.00055 \text{ u} \quad m_n = 1.00866 \text{ u} \quad m_\alpha = 4.00150 \text{ u} \quad m_p = 1.007284 \text{ u} \quad m_{Si} = 29.96607 \text{ u}$$

التمرين الرابع عشر: هذه المعطيات صالحة لكل التمرين:

وحدة الكتل الذرية	طاقة كتلة 1u	الالكترون فولط	1MeV	سرعة الضوء
$u = 1.66045 \times 10^{-27} \text{ Kg}$	$E = 931.5 \text{ MeV}$	$1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$	10^6 eV	$3.0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

و

اسم النواة	Radon	Radium	Helium	neutron	proton	électron
الرمز	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	^4_2He	^1_0n	^1_1p	$^0_{-1}\text{e}$
الكتلة (u)	221.970	225.977	4.001	1.009	1.007	5.49×10^{-4}

1 تفكك الراديوم:

يحتوي الهواء على الرادون: RN بكميات قليلة، وينتج هذا الغاز المشع طبيعياً من الصخور التي تحتوي اليورانيوم و الراديوم، يتشكل الرادون من انشطار الراديوم (الراديوم ناتج أيضاً من العائلة المشعة لليورانيوم 238) حسب معادلة التفاعل التالي: $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$

1/ ما نوع النشاط الإشعاعي الموافق لهذا التفاعل؟ علل إجابتك.

2/ النقصان في الكتلة:

أ/ اعط العبارة الحرفية للنقصان في الكتلة D_m لنواة رمزها $^A_Z X$ كتلتها m .

ب/ أحسب النقصان في الكتلة لنواة الراديوم RA وعبر عنه بوحدته الكتلة الذرية (u).

3/ أكتب علاقة التكافؤ طاقة- كتلة.

4/ قيمة النقصان في كتلة الرادون (RN) هي: $3.04 \times 10^{-27} \text{ Kg}$.

أ/ عرف طاقة الربط E_l للنواة.

ب/ أحسب بالجول طاقة الربط E_l ل (RN) لنواة الرادون.

ج/ تأكد بأن، طاقة الربط هذه تساوي $1.71 \times 10^3 \text{ MeV}$.

د/ استنتج طاقة الربط: E_l/A لكل نوية لنواة الرادون، عبر عن هذه النتيجة بـ MeV.

5/ الحصيلة الطاقوية:

أ/ استنتج عبارة التغير في الطاقة: ΔE للتفاعل (1) بدلالة m_{He} ، m_{RN} ، m_{Ra} الكتل على الترتيب لأنوية الراديوم و الرادون

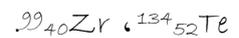
والهليوم.

ب/ عبر عن ΔE بالجول.

2 انشطار اليورانيوم 235:

يتكون اليورانيوم الطبيعي من النظيرين $^{235}_{92}\text{U}$ و $^{238}_{92}\text{U}$ يستعمل في التفاعل النووي ذي البروتونات البطيئة وقوداً من اليورانيوم

المخضب، وأثناء انشطار نواة اليورانيوم 235 يمكن أن تحدث تفاعلات عديدة، من بينها تفاعل يعطي نواة الزيركونيوم ونواة التيليريوم رمزها



1/ عرف المصطلح "نظير".

2/ عرف الانشطار.

3/ أكتب معادلة انشطار اليورانيوم ^{235}U قذف بنيوترون ويؤدي إلى تشكل Te و Zr .

3 تفكك الزيركونيوم:

إن نواة الزيركونيوم الناتجة من انشطار اليورانيوم غير مستقرة، تتفكك معطية نواة النوبليوم Nb و β^- .

1/ عرف النشاط الإشعاعي β^- .

2/ أكتب معادلة تفكك نواة Zr .

