

تمارين في وحدة التحولات النووية

التمرين 1:

عرف المصطلحات التالية :

النواة المشعة، النظائر، عنصر مشع، نواة غير مستقرة، ثابت التفكك λ ، زمن نصف العمر، النشاط الإشعاعي، الإشعاعات α ، β و γ ، النقص الكتلي، طاقة الربط النووي، تفاعل الاندماج وتفاعل الانشطار،

التمرين 2: BAC 2009 (علوم تجريبية).

البولونيوم عنصر مشع، نادر الوجود في الطبيعة، رمزه الكيميائي Po ورقمه الذري 84. اكتشف أول مرة سنة 1898م في أحد الخامات. لعنصر البولونيوم عدة نظائر لا يوجد منها في الطبيعة سوى البولونيوم 210. يعتبر البولونيوم مصدر لجسيمات α لأن أغلب نظائره تصدر أثناء تفككها هذه الجسيمات.

1- ما المقصود بالعبارتين: أ- عنصر مشع. ب- للعنصر نظائر.

2- يتفكك البولونيوم 210 معطيا جسيمات α ونواة بنت هي A_ZPb . أكتب معادلة التفكك الحاصل محددًا قيمة كل من Z و A .

3- إذا علمت أن زمن نصف حياة البولونيوم 210 هو $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$ وأن نشاط عينة منه في اللحظة $t=0$ هو $A_0 = 10^8 \text{ Bq}$. أحسب: أ- ثابت التفكك λ .

ب- N_0 عدد أنوية البولونيوم 210 الموجودة في العينة في اللحظة $t=0$.

ج- المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة المشعة مساويا ربع ما كان عليه في اللحظة $t=0$.

التمرين 3: BAC 2008 (علوم تجريبية).

يستوجب استعمال الأندريوم 192 أو السيزيوم 137 في الطب، وضعهما في أنابيب بلاستيكية قبل أن توضع على ورم المريض قصد العلاج.

1- نواة السيزيوم ${}^{137}_{55}Cs$ مشعة تصدر جسيمات β^- وإشعاعات γ .

أ- ما المقصود بالعبارتين: (تصدر جسيمات β^- وإشعاعات γ). ما سبب إصدار النواة لإشعاعات γ ؟

ب- أكتب معادلة التفكك مستنتجا رمز النواة البنت A_ZY من بين الأنوية: ${}^{131}_{54}Xe$ ، ${}^{137}_{56}Ba$ ، ${}^{138}_{57}La$.

2- يحتوي أنبوب على عينة من السيزيوم ${}^{137}_{55}Cs$ كتلتها $m = 10^{-6} \text{ g}$ عند اللحظة $t=0$. أحسب:

أ- عدد الأنوية N_0 الموجودة في العينة. ب- قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة.

3- تستعمل هذه العينة بعد ستة أشهر من تحضيرها.

أ- ما مقدار النشاط الإشعاعي للعينة حينئذ؟ ب- ما النسبة المئوية 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 لانعدام النشاط الإشعاعي للعينة، وهل يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشعة.

يعطى: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $\tau = 43,3 \text{ ans}$ (للسيزيوم ${}^{137}_{55}Cs$)، $M({}^{137}_{55}Cs) = 137 \text{ g/mol}$.

التمرين 4:

1- الفوسفور 32 عنصر مشع له زمن نصف العمر $t_{1/2} = 14,2 \text{ j}$ ، يحتوي على N_0 نواة في اللحظة $t = 0$.

أ- ما هو الوقت اللازم كي يبقى 70% من الكمية الابتدائية.

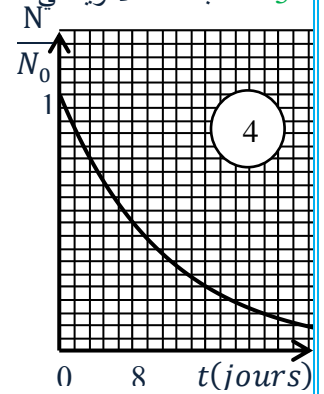
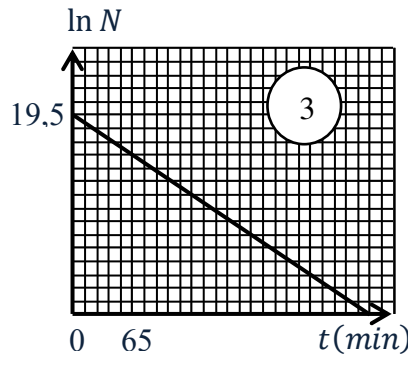
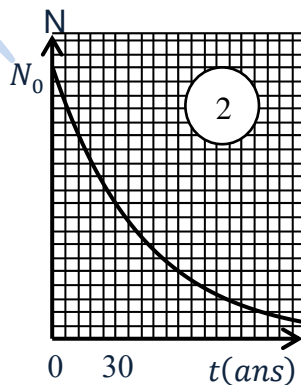
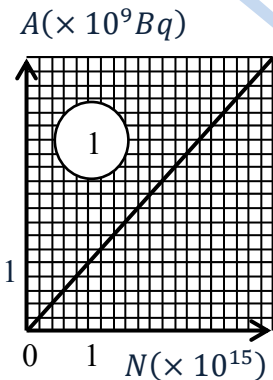
ب- ما هو الوقت اللازم كي تتفكك ربع الكمية الابتدائية.

ج- إذا كانت كتلة عينة الفوسفور 32 في اللحظة $t = 0$ هي $m = 1 \text{ g}$ احسب نشاطها في اللحظة $t = 2t_{1/2}$

حيث عدد أفوقادرو $N_A = 6,02 \times 10^{23}$

2- أحسب ثابت الزمن λ في كل شكل (1، 2، 3، 4).

3- أحسب عدد الأنوية في اللحظة $t = 0$ من الشكل 3 فقط.



التمرين 5: BAC 2008 (رياضي+ تقني رياضي)

1- لعنصر البولونيوم (Po) عدة نظائر مشعة ، أحدها فقط طبيعي.

أ- ما المقصود بكل من: النظير و النواة المشعة؟

ب- نعتبر أحد النظائر المشعة نواته (A_ZPo) والتي تتفكك إلى نواة الرصاص (${}^{206}_{82}Pb$) وتصدر جسيما α . أكتب معادلة تفكك نواة هذا النظير ثم استنتج قيمتي Z و A .

2- ليكن N_0 عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة من النظير (A_ZPo) في اللحظة $t=0$ ، عدد الأنوية المشعة غير المتفككة الموجودة فيها في اللحظة t بطريقة معينة (كاشف الإشعاعات) تم الحصول على جدول القياسات التالي:

t(jours)	0	20	50	80	100	120
$\frac{N(t)}{N_0}$	1,00	0,90	0,78	0,67	0,61	0,55
$-\ln \frac{N(t)}{N_0}$						

أ- أملأ الجدول السابق.

ب- أرسم على ورقة ميليمترية البيان: $-\ln \left(\frac{N(t)}{N_0} \right) = f(t)$. السلم (1cm $\rightarrow$ 20jours) ، (1cm $\rightarrow$ 0,1) .

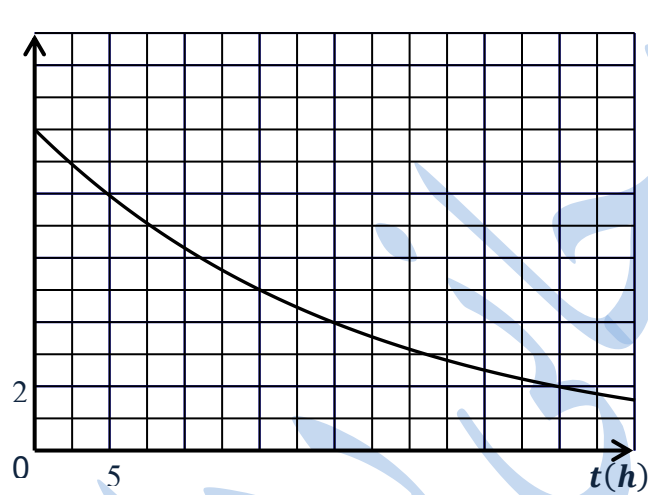
ج- أكتب قانون التناقص الإشعاعي وهل يتوافق مع البيان السابق؟ برر.

د- انطلاقا من البيان استنتج ثابت التفكك λ المميز للنظير (A_ZPo) .

هـ- أعط عبارة زمن نصف عمر هذا النظير وأحسب قيمته.

التمرين 6:

عينة من الصوديوم ${}^{24}_{11}Na$ المشع ذات النشاط β^- ، كتلتها عند اللحظة $t = 0$ هي m_0 ، تبين الوثيقة التالية تغيرات N عدد النوى المتبقية بدلالة الزمن.



1- أكتب المعادلة النووية لهذا التفكك.

2- أعط عبارة عدد الأنوية المتبقية $N(t)$ عند اللحظة t بدلالة الزمن.

3- أحسب قيمة m_0 .

4- عرف نصف العمر لنواة مشعة.

5- أحسب قيمة ثابت النشاط الإشعاعي λ .

6- أوجد في اللحظة $t_1 = 45h$:

أ- عدد الأنوية المتبقية ثم كتلة العينة.

ب- النشاط الإشعاعي A للعينة المشعة.

يعطي: ${}^{16}_8O$, ${}^{19}_9F$, ${}^{20}_{10}Ne$, ${}^{24}_{12}Mg$.

عدد أفوغادرو $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ ،

$M({}^{24}_{11}Na) = 24g/mol$

التمرين 6: BAC 2009 (علوم تجريبية)

I- إليك جدول لمعطيات عن بعض أنوية الذرات:

أنوية العناصر	2_1H	3_1H	4_2He	${}^{14}_6C$	${}^{14}_7N$	${}^{94}_{38}Sr$	${}^{140}_{54}Xe$	${}^{235}_{92}U$
كتلة النواة $M(u)$	2,0136	3,0155	4,0015	14,0065	14,0031	93,8945	139,8920	234,9935
طاقة ربط النواة $E(MeV)$	2,23	8,57	28,41	99,54	101,44	810,50	1164,75	
طاقة الربط لكل نيوكليون $E/A(MeV)$	1,11		7,10		7,25	8,62		

نعطي : $m_n=1,0087u$; $m_p=1,0073u$; $m_e=0,00055u$; $c=3 \times 10^8 m/s$; $1u=931MeV/c^2$

1- ما المقصود بالعبارات التالية : أ- طاقة ربط النواة ب- وحدة الكتلة (u) .

2- أكتب عبارة طاقة ربط النواة لعنصر بدلالة كتلة النواة m_x و m_n و m_p و Z وسرعة الضوء في الفراغ c .

3- أحسب طاقة ربط النواة لليورانيوم 235 بالوحدة (MeV) .

- 4- أكمل فراغات الجدول السابق.
5- ما اسم النواة (من بين المذكورة في الجدول السابق) الأكثر استقرارا؟ علل.
II- إليك التحويلات النووية لبعض العناصر من الجدول السابق:

- أ- يتحول $^{14}_6C$ إلى $^{14}_7N$.
ب- ينتج 4_2He ونيوترون من نظيري الهيدروجين.
ج- قذف $^{235}_{92}U$ بنيوترون يعطي $^{140}_{54}Xe$ ، $^{94}_{38}Sr$ ونيوترونين.
1- عبّر عن كل تحول بمعادلة نووية كاملة وموزونة.
2- صنف التحويلات السابقة إلى : انشطارية ، اندماجية ، إشعاعية (تفككية).
3- أحسب الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار ومن تفاعل الاندماج بالوحدة (MeV).
التمرين 7: BAC 2012 (علوم تجريبية).

في يوم 2012/04/10 بمخبر الفيزياء، قرأنا من البطاقة التقنية المرفقة لمنبع مشع المعلومات الآتية:

- السيزيوم $^{137}_{55}Cs$: 137
- نصف العمر $t_{1/2} = 30,15 \text{ ans}$ - الكتلة الابتدائية : $m_0 = 5,02 \times 10^{-2} \text{ g}$
- الإشعاعات β^- و γ

بينما لاحظنا تاريخ صنع المنبع غائبا عن هذه البطاقة.
لإيجاد عمر هذا المنبع نقيس باستعمال عداد Geiger النشاط A للمنبع فنجد $A = 14,97 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

- 1- أكتب معادلة تفكك نواة السيزيوم، ثم عرّف الإشعاعين β^- و γ .
2- أحسب العدد الابتدائي N_0 لأنوية السيزيوم التي كانت موجودة بالمنبع لحظة صنعه.
3- أحسب ثابت النشاط الإشعاعي λ ب S^{-1} .
4- أكتب العبارة الحرفية التي تربط النشاط A بعدد الأنوية المتبقية في المنبع، ثم احسب النشاط A_0 للعينة (لحظة الصنع).
5- استنتج بالحساب تاريخ صنع العينة.

المعطيات: ثابت أفوقادرو $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، عدد أيام السنة $365,5 \text{ jours}$

من الجدول الدوري : $^{127}_{53}I$ ، $^{129}_{54}Xe$ ، $^{133}_{55}Cs$ ، $^{138}_{56}Ba$

التمرين 8:

يوضّح البيان المقابل التناقص الإشعاعي لعينة من اليود 131.

- 1- أوجد من البيان بطريقتين مختلفتين الثابت الإشعاعي λ .
2- أحسب قيمة النشاط الابتدائي A_0 .

- 3- بيّن أنه عندما يكون $t = nt_1$ حيث n عدد طبيعي، فإن $N = \frac{N_0}{2^n}$

- 4- أحسب النشاط في اللحظة $t = 24 \text{ j}$.

- 5- هل العدد المحصل عليه يصبح كبيرا إذا ارتفعت درجة حرارة العينة.

- 6- مثل بيان النوى المتفككة ثم استنتج الزمن التقريبي لتفكك جميع النوى.

التمرين 9:

لنواة $^{227}_{90}Th$ نظير مشع ، خلال تفككها تصدر الإشعاع α

- 1- أكتب معادلة التفكك وتعرف على النواة المتولدة من خلال الجدول التالي:

سيزيوم	كزنيون	اليود	تيلور	الإسم
Cs	Xe	I	Te	الرمز
55	54	53	52	الرقم الذري

- 2- أحسب عدد النوى N_0 الموجودة في عينة مشعة من التوريوم

كتلتها $m_0 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mg}$.

- 3- في اللحظة $t = 0$ نتوفر على عينة N_0 من نوى التوريوم المشع،

فيكون عند اللحظة t عدد النوى هو N يمثل البيان تغيرات $-\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = f(t)$

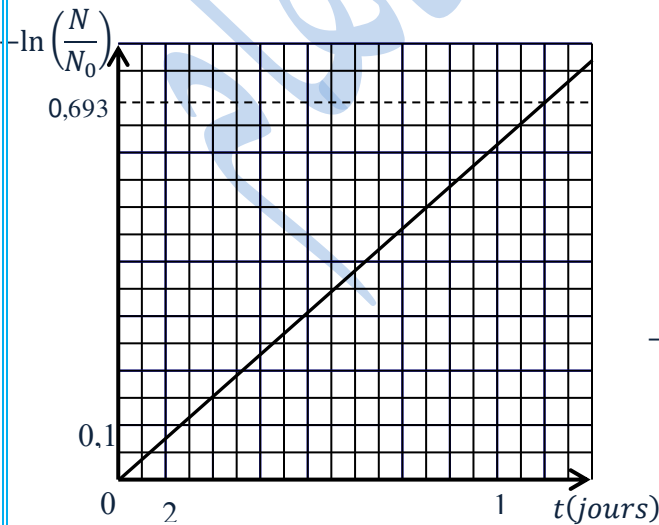
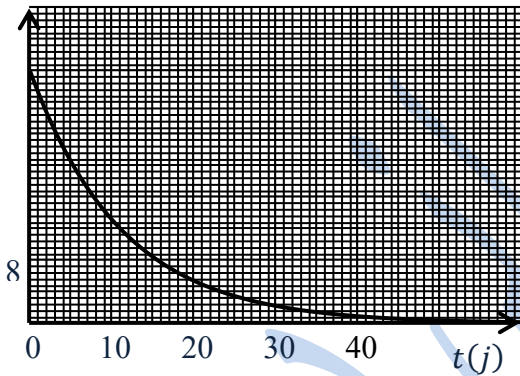
أ- أكتب قانون التناقص الإشعاعي لعينة مشعة .

ب- أعط تعريف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لعينة مشعة.

ج- اعتمادا على البيان حدد ثابت النشاط الإشعاعي λ واستنتج $t_{1/2}$.

تعطى : $m_p = m_n = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$N \times 10^{32}$



التمرين 10: BAC 2011 (ع تجريبية).

يعتبر الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$ غاز مشع. ينتج بتفكك الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ وفق المعادلة التالية: $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$

- 1- أ- ما هو نمط الإشعاع الموافق لهذا التحول؟
ب- أوجد كل من A و Z.
- 2- أ- أحسب النقص الكتلي Δm لنواة $^{226}_{88}\text{Ra}$ معبرا عنها بوحدة الكتلة الذرية u.
ب- أعط الصيغة الشهيرة لأنشتاين التي تعبر عن علاقة التكافؤ كتلة طاقة.
- 3- باعتبار أن قيمة طاقة الربط E_p لنواة الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$ تساوي القيمة $27,36 \times 10^{-11} \text{ joule}$.
أ- عرّف طاقة الربط E_p للنواة.
ب- أحسب النقص الكتلي Δm لنواة الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$.
- ج- عرّف طاقة الربط لكل نوية، ثم استنتج قيمتها بالنسبة لنواة الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$.
- 4- في المفاعلات النووية يستعمل اليورانيوم المخصب كوقود، حيث تحدث له عدة تفاعلات انشطار من بينها التحول التالي:
 $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{139}_{54}\text{Xe} + 3^1_0\text{n}$

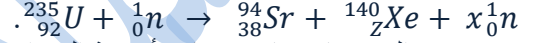
أ- عرّف تفاعل الانشطار. ب- أحسب الطاقة المحررة من جراء هذا التحول بالجول (joule) و الـ MeV.

نعطي: $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ، $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$

$m(\text{Sr}) = 93,894 \text{ u}$ ، $m(\text{U}) = 234,994 \text{ u}$ ، $m(\text{Ra}) = 225,977 \text{ u}$ ، $m(^1_0\text{p}) = 1,007 \text{ u}$ ، $m(^1_0\text{n}) = 1,009 \text{ u}$
 $m(\text{Rn}) = 221,970 \text{ u}$ ، $m(\text{Xe}) = 138,889 \text{ u}$

التمرين 11: BAC 2011 (رياضي + ت رياضي).

تنشط نواة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ ، عند قذفها بنيترون بطيء، وفق المعادلة:

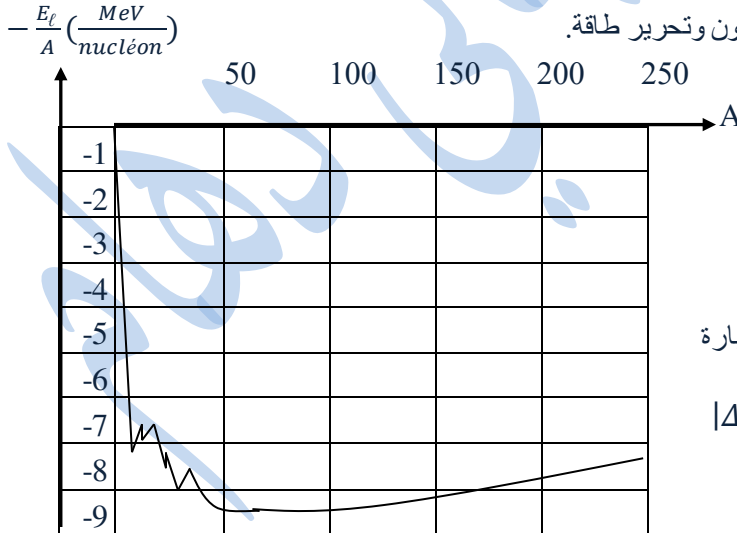


- 1- تستخدم النيترونات عادة في قذف أنوسية اليورانيوم. لماذا؟
- 2- أكمل معادلة التفاعل النووي المبينة أعلاه.
- 3- فسر الطابع التسلسلي لهذا التفاعل، مستعينا بمخطط توضيحي.
- 4- أ- أحسب النقص في الكتلة Δm خلال هذا التحول.
ب- أحسب بالجول (joule) الطاقة المحررة E_{lib} من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$.
- ج- استنتج الطاقة المحررة من انشطار $m = 2,5 \text{ g}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$. على أي شكل تظهر هذه الطاقة؟
- 5- ما هي كتلة غاز المدينة (غاز الميثان CH_4) اللازمة للحصول على طاقة تعادل الطاقة المحررة من انشطار $2,5 \text{ g}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ ؟
علما أن احتراق 1 mol من غاز الميثان يحرر طاقة مقدارها $8 \times 10^5 \text{ joule}$.

نعطي: $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ، $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,89194 \text{ u}$ ، $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,89446 \text{ u}$ ، $m(^{235}_{92}\text{U}) = 234,99332 \text{ u}$
 $M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ، $m(^1_0\text{n}) = 1,00866 \text{ u}$

التمرين 12: BAC 2012 (رياضي وتقني رياضي).

1- التفاعل بين الدوتريوم والتريتيوم ينتج نواة ^4_2He ونيترون وتحرر طاقة.



- أ- ما نوع التفاعل الحادث؟ عرفه.
- ب- أكتب معادلة التفاعل الحادث.
- 2- أ- منحني أستون المقابل ماذا يمثل؟
ب- حدد من المنحنى السابق مجالاً لأنوية القابلة للإندماج والأنوية المستقرة.
- 3- أ- أكتب عبارة طاقة الربط E_b لنواة ^4_2He .
ب- الطاقة المحررة $|\Delta E|$ بدلالة طاقات الربط تعطى بالعلاقة التالية:

$$|\Delta E| = |E_b(^4_2\text{He}) - E_b(^2_1\text{H}) - E_b(^3_1\text{H})|$$

أحسب قيمة هذه الطاقة المحررة مقدرة بـ MeV.
المعطيات:

النواة	^2H	^3H	^4He
طاقة الربط (MeV)	2,22	8,48	28,29