

سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية - ثالثة ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

عمر بنظري و تمارين

من التطورات الرتبة ٥

دراسة تحولات نووية



الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

www.sites.google.com/site/faresfergani

السنة الدراسية : 2015/2014

01

المحتوى المفاهيمي :

التفكك الإشعاعي

بنية النواة و النظائر

• بنية النواة :

- تتكون النواة من دقائق صغيرة جدا تدعى **النكليونات** و هي نوعان البروتونات و النيوترونات ، تمتاز بالخواص التالية :

البروتون p : هو جسيم مادي مشحون ، كتلته $m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ و يحمل شحنة كهربائية عنصرية موجبة قدرها $e = + 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ c}$.

النيوترون n : هو جسيم مادي متعادل كهربائيا (أي شحنته تساوي الصفر) و كتلته $m_n = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- يرمز لنواة العنصر X بالرمز التالي :

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$$

A : يدعى العدد الكتلي و يمثل عدد النكليونات (بروتونات + نيوترونات) في النواة .

Z : يدعى العدد الشحني و يمثل عدد البروتونات في النواة .

- إذا كان N هو عدد النيوترونات في النواة يكون :

$$N = A - Z$$

● **النظائر :**

- النظائر هي أفراد كيميائية تنتمي لنفس العنصر الكيميائي ، تتفق في العدد الشحني Z و تختلف في العدد الكتلي A .
- العنصر الكيميائي في الطبيعة يتكون من نظائره بنسب مختلفة .

● **أمثلة :**

- نظائر الهيدروجين : ^1_1H ، ^2_1H (الديتريوم) ، ^3_1H (التريتيوم) .
- للكlor Cl في الطبيعة نظيرين ، الأول $^{35}_{17}\text{Cl}$ بنسبة 75% و الثاني $^{37}_{17}\text{Cl}$ بنسبة 25% .

● **التمرين (1) :**

- 1- نواة البوتاسيوم (K) تحتوي على 19 بروتون و 20 نوترون .
أ- أكتب رمز هذه النواة .

- ب- من بين الأنوية التالية : $^{41}_{19}\text{X}$ ، $^{39}_{18}\text{Y}$ ، $^{23}_{12}\text{Z}$ ما هي النواة نظير نواة عنصر البوتاسيوم (K) .

● **الأجوبة :**

- 1- أ- رمز النواة :

$$Z = 19 , N = 20$$

$$A = Z + N = 19 + 20 = 39 \rightarrow ^{39}_{19}\text{X}$$

● **ب- النواة النظير :**

- النظائر هي أفراد كيميائية تتفق في العدد الشحني Z و تختلف في العدد الكتلي A و عليه نواة نظير البوتاسيوم هي النواة $^{41}_{19}\text{X}$.

● **التفكك الإشعاعي**● **تعريف التفكك الإشعاعي الطبيعي :**

- التفكك الإشعاعي هو ظاهرة عفوية لتفاعل نووي تتحول أثناءه نواة مشعة (غير مستقرة) تدعى النواة الأب إلى نواة أخرى تدعى النواة الابن تكون أكثر استقرار ، و ذلك بإصدار النواة الأب لأحد الجسيمات التالية أو إشعاع كهرومغناطيسي γ .

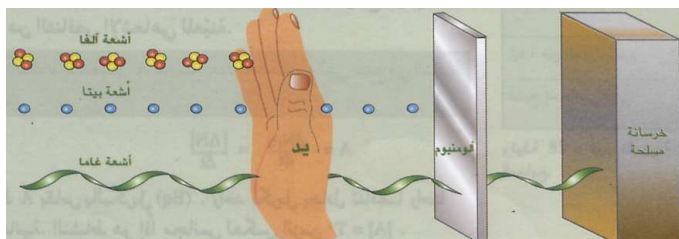
- الجسيمة α : هي عبارة عن نواة الهيليوم ^4_2He . تنبعث من النواة بسرعة تصل إلى 20000 km/s ، يتم إيقافها بسهولة بواسطة حاجز ورقي أو يد إنسان (الشكل-1) .

- الجسيمة β^- : هي عبارة عن إلكترون سالب $^0_{-1}\text{e}$.

- الجسيمة β^+ : هي عبارة عن إلكترون موجب يسمى البوزيتون $^0_{+1}\text{e}$.

- تنبعث الجسيمات β^- ، β^+ من النواة بسرعة تصل إلى 280000 km/s . يتم إيقافها بسهولة بواسطة صفيحة من الألمنيوم سمكها عدة ملليمترات .

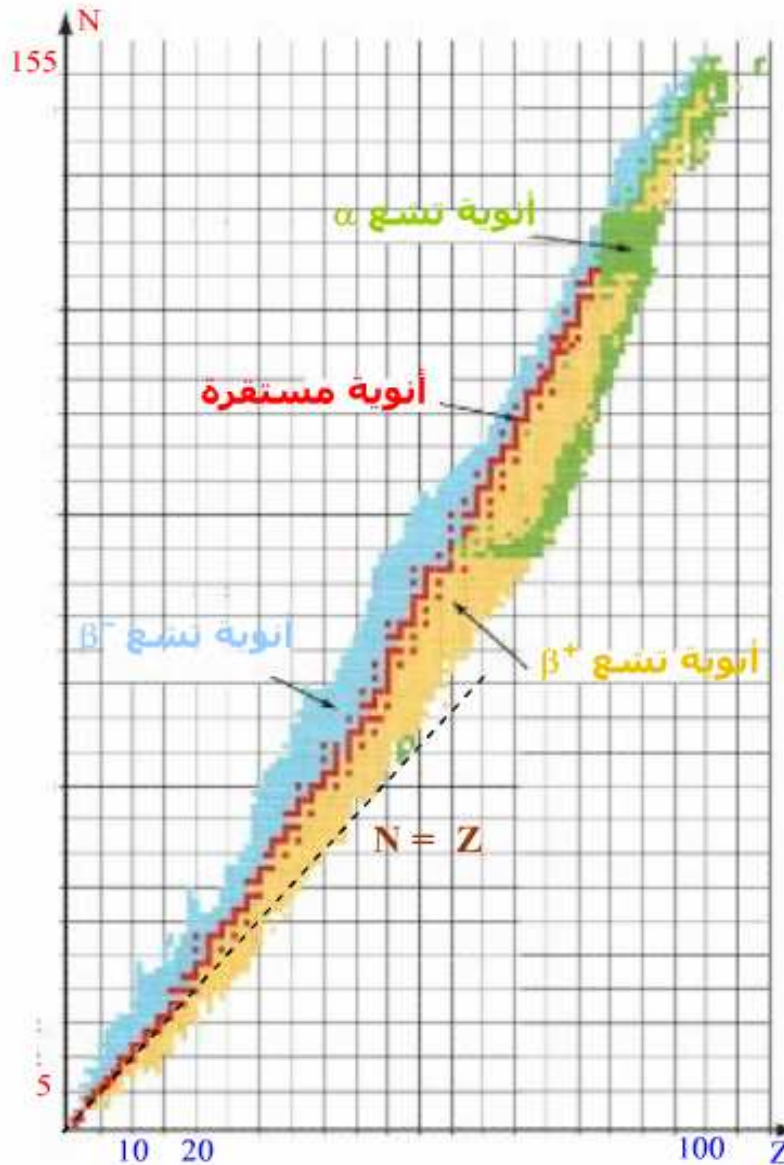
- الإشعاع γ : هو إشعاع كهرومغناطيسي ذو طاقة عالية ليس له كتلة و لا شحنة يرافق التفككات السابقة (α ، β^- ، β^+) و ينبعث من النواة بسرعة $3 \cdot 10^8$ m/s ،



له القدرة على اختراق الأجسام بسهولة حيث يمكنه اختراق صفيحة من الرصاص سمكها 20 cm ، يتم إيقافه بواسطة حائط سميكة من الاسمنت المسلح ، و هو إشعاع خطير .

● المخطط (N,Z) :

- من المخطط جميع الأنوية المستقرة و غير المستقرة موزعة في المخطط بحزم ذات ألوان مختلفة .
- إن الشق الفاصل بين الأزرق و الأصفر على المخطط يشمل الأنوية المستقرة ، هذا الفصل يدعى وادي الاستقرار .
- إن الخط $N = Z$ في المجال $[0 \rightarrow Z = 20]$ يشمل الأنوية المستقرة التي تحتوي على نفس العدد من البروتونات و النيوترونات ($N = Z$) .
- الحزمة ذات اللون الأزرق تشمل الأنوية المشعة الباعثة للجسيمية (β^-) و الحزمة ذات اللون الأحمر تشمل الأنوية الباعثة للجسيمية (β^+) و الحزمة ذات اللون الأصفر تشمل الأنوية الباعثة للجسيمية α .
- خارج الحزم الملونة بالأصفر و الأخضر و الأزرق لا توجد مثل هذه الأنوية .
- عند التفكك الإشعاعي ، تؤول الأنوية إلى الاستقرار و الاقتراب من وادي الاستقرار أي التفكك الإشعاعي يؤدي إلى انسحاب النواة المشعة نحو وادي الاستقرار .
- الأنوية التي تنتمي إلى وادي الاستقرار هي الأنوية الأكثر استقرارا وكلما ابتعدنا على وادي الاستقرار كلما كان استقرار الأنوية أقل .

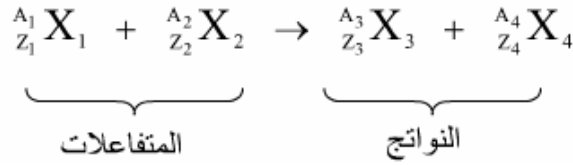


● مبدأ التفكك (قانون صودي) :

في كل تحول نووي يتحقق مبدأين :

- مبدأ انحفاظ العدد الكتلي A .
- مبدأ انحفاظ العدد الذري Z .

مثال :



بتطبيق مبدأي الإنحفاظ (قانوني صودي) يكون :

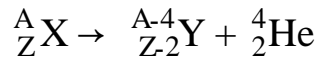
$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= A_3 + A_4 \\ Z_1 + Z_2 &= Z_3 + Z_4 \end{aligned}$$

ملاحظة : يمكن لـ X أن يكون جسيما مثل (بروتون 1_1p ، نوترون 1_0n ، جسيم α (${}^4_2\text{He}$) ...)

● أنواع التفككات و معادلاتها العامة :

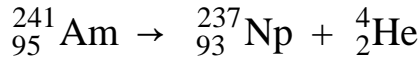
■ التفكك α :

- المعادلة العامة للتفكك α تكون من الشكل :

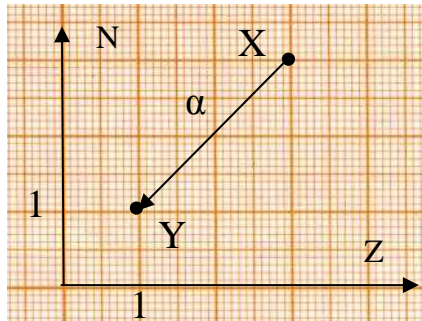


- هذا التفكك خاص بالأنوية الثقيلة .

مثال :

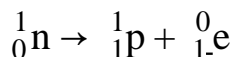


- يمكن تمثيل التفكك النووي بسهم في المخطط (N,Z) ، ففي التفكك α أين ينقص عدد البروتونات Z بـ 2 و عدد النوترونات N بـ 2 نتيجة بعث الجسيم α (نواة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$) التي تحتوي على بروتونين و نوترونين ، يكون :

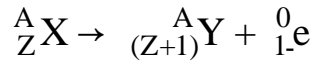


■ التفكك β^- :

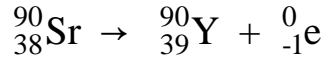
- في التفكك β^- يتحول النيوترون إلى بروتون مرفق بانبعث جسيم β^- وفق المعادلة النووية التالية :



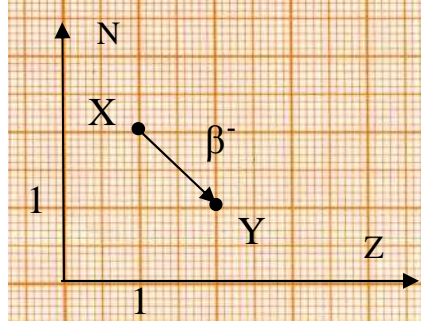
- المعادلة العامة للتفكك β^- تكون من الشكل :



مثال :

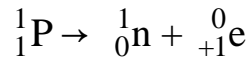


- في المخطط (N,Z) ، أين يزداد Z بـ 1 و ينقص N بـ 1 في التفكك β^- نتيجة تحول نوترون إلى بروتون يكون :

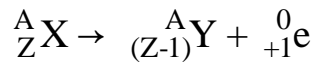


التفكك β^+ :

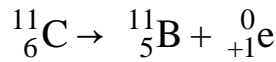
- في التفكك β^+ يتحول البروتون إلى نوترون مرفق بانبعث جسيم β^+ وفق المعادلة النووية التالية :



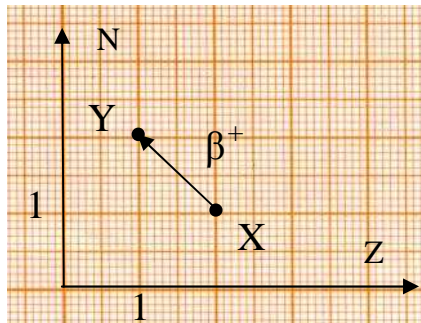
- المعادلة العامة للتفكك β^+ تكون من الشكل :



مثال :



- في المخطط (N,Z) ، أين ينقص Z بـ 1 و يزداد N بـ 1 في التفكك β^+ نتيجة تحول نوترون إلى بروتون يكون :

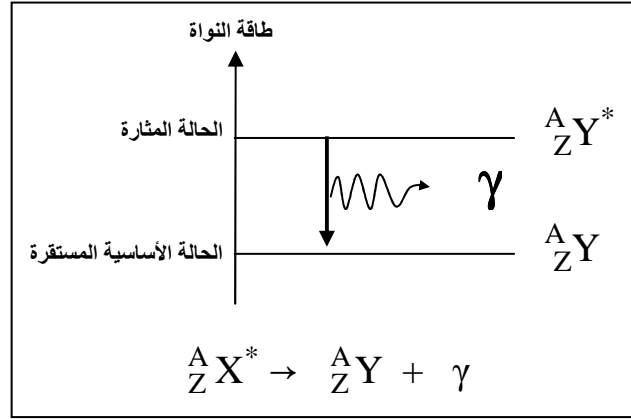


ملاحظة :

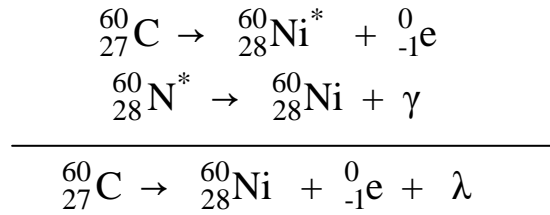
- التفكك β^+ يتواجد في الطبيعة بقلّة ، و لكن اصطناعيا يمكن الحصول عليه بوفرة .

■ الاصدار γ :

- في أحد التفككات النووية السابقة (α ، β^- ، β^+) ، إذا كانت النواة الابن ${}^A_Z Y$ الناتجة عن التفكك في حالة مثارة يرمز لها بـ ${}^A_Z Y^*$ ، أي لها فائض في الطاقة ، فإنها تصدر هذا الفائض في الطاقة عن طريق بعض الاشعاع γ الذي يحمل هذه الطاقة ، و عندها تعود النواة إلى حالتها الأساسية المستقرة (الشكل) .

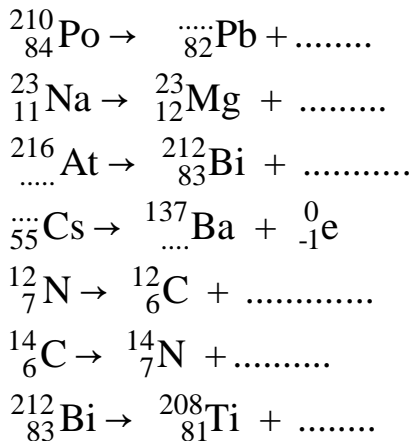


■ مثال :



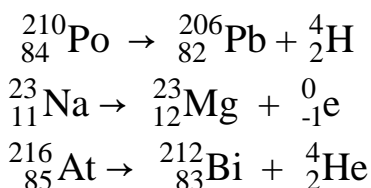
■ التمرين (2) :

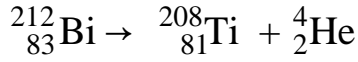
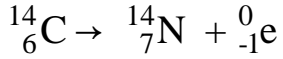
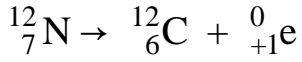
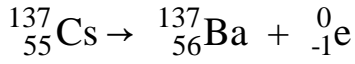
أكمل المعادلات النووية التالية :



■ الأجوبة :

إكمال المعادلات :





التمرين (3) :

1- اعتمادا على (N,Z) المقابل :

أ- اكتب رموز الأنوية (X₁) ، (X₂) ، (X₃) ، (X₄) ، (X₅) المبينة في الشكل علما أن :

العنصر	الرمز	Z
الرصاص	Pb	82
البيزموت	Bi	83
البولونيوم	Po	84

ب- ما هي أنماط التفككات (1) ، (2) ، (3) ، (4) أكتب معادلة التفكك لكل منها .

الأجوبة :

1-أ- رموز الأنوية :

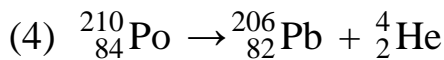
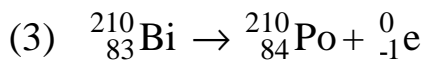
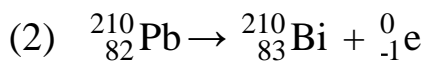
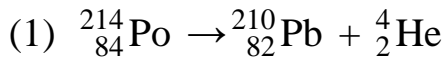
يرمز بصفة عامة لنواة العنصر X بالرمز ^A_ZX حيث :
 $A = Z + N$ ، و من المخطط (N,Z) يكون :

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Z	84	82	83	84	82
N	130	128	127	126	124
A	214	210	210	210	206
^A_ZX	$^{214}_{84}\text{Po}$	$^{210}_{82}\text{Pb}$	$^{210}_{83}\text{Bi}$	$^{210}_{84}\text{Po}$	$^{206}_{82}\text{Pb}$

ب- نمط التفككات (1) ، (2) ، (3) ، (4) :

(1) ← التفكك α ، (2) ← التفكك β^- ، (3) ← التفكك β^- ، (4) ← التفكك α .

المعادلات :



تمارين مقترحة

التمرين (4): (بكالوريا 2011 - رياضيات) (الحل المفصل : تمرين مقترح 02 على الموقع)

1- من بين الأسباب المحتملة لعدم استقرار النواة ما يلي :

- عدد كبير من النيوكليونات .
- عدد كبير من الإلكترونات بالنسبة للبروتونات .
- عدد كبير من البروتونات بالنسبة للنترونات .
- عدد ضئيل من النيوكليونات .

اختر العبارات المناسبة .

2- المخطط المرفق يضم الأنوية المستقرة للعناصر التي رقمها الذري محصور في المجال : $1 \leq Z \leq 7$. كيف تتوضع هذه الأنوية المخطط (N,Z) (الشكل-3) ؟

3- بالنسبة الأنوية التالية : $^{11}_6\text{C}$, $^{14}_6\text{C}$ و ^8_5B , $^{12}_5\text{B}$, $^{14}_5\text{B}$ و

$^{12}_7\text{N}$, $^{13}_7\text{N}$, $^{16}_7\text{N}$ باستخدام المخطط بين :

أ- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^- .

ب- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^+ .

ج- ما الذي يميز كل مجموعة ؟

د- أكتب معادلة تفكك الكربون 14 .

أجوبة مختصرة :

(1) الأسباب المحتملة لعدم استقرار النواة ما يلي :

- عدد كبير من النيوكليونات .
- عدد كبير من البروتونات بالنسبة للنترونات .

(2) كون أن $1 \leq Z \leq 7$ فإن في هذا المجال يكون وادي الإستقرار منطبق تقريبا على الخط $N = Z$ و بالتالي فالأنوية المستقرة تتوضع فوق هذا الخط ($N = Z$) .

3- أ) تقع الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^- فوق وادي الإستقرار ، و في المجال $1 \leq Z \leq 7$ تقع فوق الخط $N = Z$ ، أين يكون $N > Z$ و على هذا الأساس فمجموعة الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^- هي : $^{14}_6\text{C}$, $^{16}_7\text{N}$, $^{14}_5\text{B}$, $^{12}_5\text{B}$.

ب) تقع الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^+ تحت وادي الإستقرار ، و في المجال $1 \leq Z \leq 7$ تقع تحت الخط $N = Z$ ، أين يكون $N < Z$ و على هذا الأساس فمجموعة الأنوية المشعة ذات نمط تفكك β^+ هي : $^{12}_7\text{N}$, $^{13}_7\text{N}$, $^{11}_6\text{C}$, ^8_5B .

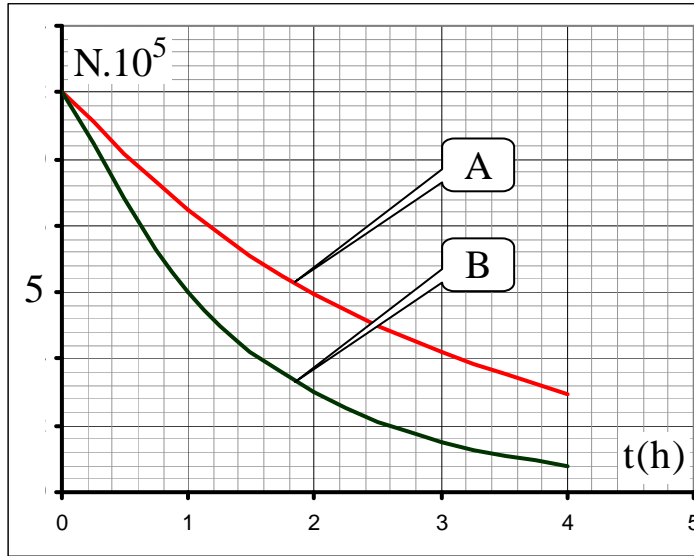
ج) المجموعة الأولى يكون فيها عدد البروتونات أقل من عدد النترونات ، المجموعة الثانية يكون فيها عدد البروتونات أكبر من عدد النترونات .



التمرين (5) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 21 على الموقع)

عينتان من أنوية نظيرين A و B للعنصر A_ZX غير مستقرين .

- 1- ما المقصود بنواة غير مستقرة ؟
- 2- باعتبار أن العينتان تتكونان من العدد N_0 من الأنوية في اللحظة $t = 0$. هل يمكن أن يكون للعينتين النشاط الإشعاعي نفسه في كل لحظة ؟ علل .
- 3- ذكر بقانون التناقص الإشعاعي .
- 4- يمثل البيان الموضح في (الشكل-1) تغيرات عدد الأنوية غير المتفككة بدلالة الزمن لكل من العينتين A و B :



اعتمادا على هذا البيان أوجد :

- أ- عدد الأنوية الابتدائية N_0 .
- ب- زمن نصف العمر $(t_{1/2})_A$ و $(t_{1/2})_B$ لكل من النظيرين .
- ج- ثابت التفكك الإشعاعي λ_A و λ_B لكل من النظيرين .

أجوبة مختصرة :

1) المقصود بنواة غير مستقرة ، هي أنها نواة مشعة تصدر جسيمات α أو β مصحوب أحيانا بإصدار اشعاع كهرومغناطيسي γ ، 2) لا يمكن للنواتين أن يكون لهما نفس النشاط الإشعاعي A_0 رغم أن لهما نفس عدد الأنوية الابتدائية ، لأن النشاط الإشعاعي A يتناسب طرديا مع ثابت التفكك λ الذي يختلف من نواة إلى أخرى .

$$(3) \quad N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (4- \text{أ} \quad N_0 = 10^6 \quad \text{ب} \quad (t_{1/2})_A = 2 \text{ h} , (t_{1/2})_B = 1 \text{ h} .$$

$$(ج) \quad \lambda_A = 9.63 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} , \lambda_B = 1.92 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1} .$$