الكيمياء النووية

سؤال أيدي في هذا الدرس إما نظري أو اختر الإجابة

- رمز النواة:

A ← العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

Z ← العدد الذري = عدد البروتونات

ملاحظة هامة: عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

مثال: عنصر الهيليوم ^4_2He

2 بروتون
2 نيوترون
2 إلكترون

* ملاحظة:

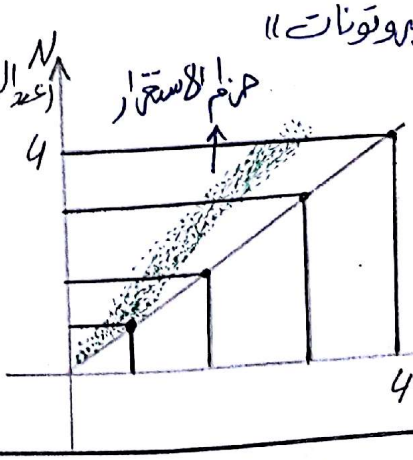
عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

* ملاحظة: البروتونات شحنتها موجبة.
الإلكترونات شحنتها سالبة.
النيوترونات شحنتها معدلة.

الاستقرار النووي:

ماهو معيار الاستقرار النووي؟

الجواب: هي النسبة بين عدد النيوترونات (N) والعدد الذري «عدد البروتونات»



* نتائج من الرسمة:

حزام الاستقرار؟ هي المنطقة التي تقع فيها النوى المستقرة أما النوى التي تقع خارج هذه المنطقة هي النوى غير المستقرة.

- عندما يكون العدد الذري صغير يكون $\frac{N}{Z} \simeq 1$
- عندما يكون العدد الذري كبير يكون $\frac{N}{Z} > 1$

نتيجة: النظير المستقر $\frac{N}{Z}$ له تختلف عن النظير غير المستقر $\frac{N}{Z}$ له.

الجسيمات الأولية:

الجسيم	رمزه
النيوترون	^1_0n
البروتون	^1_1p أو ^1_1H
جسيم بيتا	$^0_{-1}\beta$ أو $^0_{-1}e$
جسيم ألفا	$^4_2\alpha$ أو ^4_2He
بوزيترون	$^0_{+1}\beta$ أو $^0_{+1}e$

* أنواع التحولات النووية:

1) التحول النووي بيتا:

سؤال الصورة: ماهي العملية التي تقوم بها النواة التي تقع فوق حزام الاستقرار؟ لكي تعود للحزام!!

ج: يتحال النيوترون إلى بروتون + إلكترون وفق المعادلة:

$$^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^0_{-1}\beta$$

إلكترون أو جسيم بيتا

لذلك اسم التحول (تحول بيتا)

Scanned by CamScanner

• المعادلة العامة لتحول β:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + Energy $$

مثال: تتحول نواة الثوريوم $^{231}_{90}Th$ إلى نواة البروتاكتينيوم $^{231}_{91}Pa$.

- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول ثم حدد نوعه.

$$ {}^{231}_{90}Th \rightarrow {}^{231}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}\beta + Energy $$

نوع التحول: بيتا.

2) التحول من النوع بوزيترون:

سؤال دورة: ماهي العملية التي تقوم بها النواة التي تعجز كتلة جزائم الاستقرار التي تعود إلى الخزائم؟

ج: تحلل البروتون إلى نوترون وبوزيترون وفق المعادلة:

$$ {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e $$

• المعادلة العامة لتحول بوزيترون:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}\beta + Energy $$

دورة: أكمل التفاعل التالي ثم حدد نوعه.

$$ {}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e + Energy $$

نوع التحول: بوزيترون.

3) الأسر الإلكتروني: موقعة

سؤال: أين يحدث هذا التفاعل؟

ج: عندما تكون نواة كتلة جزائم ولا تمتلك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون.

• ماهي العملية التي تقوم بها النواة التي تعجز كتلة جزائم ولا تمتلك طاقة لإطلاق بوزيترون؟

تلتقط النواة الإلكترون من السحابة الإلكترونية في تباعد البروتون لتحولي النوترون وفق المعادلة:

$$ {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n $$

• المعادلة العامة لتحول الأسر الإلكتروني:

$$ {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + Energy $$

سؤال توضيح: لتحول نواة الروبيديوم $(^{81}_{37}Kb)$ إلى نواة الكريبتون $(^{81}_{36}Kr)$.

* اكتب التفاعل وحدد نوعه عندما تأسر أحد الإلكترونات.

$$ {}^{81}_{37}Kb + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{81}_{36}Kr + Energy $$

الأسر الإلكتروني

4) التحول من النوع ألفا (α):

* أين يحدث هذا النوع؟

في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83.

• المعادلة العامة:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha + Energy $$

Scanned by CamScanner

دورة 2014: أكمل التفاعل التالي وحدد نوعه.

$^{235}_{92}U \rightarrow {}^{231}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + Energy$

تحول من النوع ألفا (α).

نشاط (9):

$^{90}_{38}Sr \rightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}e + Energy$

تحول من النوع بيتا (β).

$^{92}_{42}Ru \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{92}_{43}Tc + Energy$

تحول من النوع بيتا (β)

$^{212}_{84}Po \rightarrow {}^{208}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He + Energy$

تحول من النوع ألفا.

* مقارنة بين جسيمات α وجسيمات β وأشعة γ.

ص 10 من الكتاب

• سلاسل النشاط الإشعاعي

هي تحولات نووية متسلسلة تتحول بها النواة المشعة إلى عنصر آخر وفق عدة مراحل حتى نصل إلى النواة المستقرة.

ملاحظة هامة: • سلاسل النشاط الإشعاعي تنتهي دائما بالرصاص Pb. ويوجد في الطبيعة ثلاث سلاسل للنشاط الإشعاعي.

مثال: تتحول نواة اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ إلى نواة الرصاص المستقر $^{206}_{82}Pb$ وفق

$^{238}_{92}U \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb + Energy$: المعادلة

الحل:

(1) احسب عدد التحولات من النوع ألفا (α) (x).

$238 = 4x + 0y + 206$

$238 = 4x + 206$

$238 - 206 = 4x \Rightarrow x = 8$

(2) احسب عدد التحولات من النوع β (y).

$92 = 2x - y + 82$

$92 = 16 - y + 82$

$y = 98 - 92 \Rightarrow y = 6$

(3) اكتب المعادلة النووية الكلية.

$^{238}_{92}U \rightarrow 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}^{0}_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb + Energy$

طامة الأرباط (نشاط 6ص 13)

• نشاط (3) ص 11

	جسيم بيتا	البوزيترون
من مميزاته		
موقع النواة التي تظلق ---	تحت حزام الاستقرار	تحت حزام الاستقرار
التأثر بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللبوس الموجب لكفة مشحونة	تنحرف نحو اللبوس السالب لكفة مشحونة

• نشاط (5) ص 13

$^{235}_{92}U \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$

$235 = 4x + 207$ (1)

Scanned by CamScanner

$235 - 207 = 4x$

$28 = 4x \Rightarrow x = 7$

$92 = 2x - y + 82$

$92 = 14 - y + 82$

$y = 96 - 92 \Rightarrow y = 4$

$${}^{235}_{92}U \rightarrow 7\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$$ (2)

مسألة: إذا علمت أنّ كتلة البروتون $1,6726 \times 10^{-27}\,kg$

كتلة النوترون $1,6749 \times 10^{-27}\,kg$

كتلة نواة الهليوم $m_2 = 6,4024 \times 10^{-27}\,kg$

المطلوب: احسب الطاقة المنتشرة في أثناء تشكل نواة الهليوم ${}^{4}_{2}He$ ← عدد البروتونات

الحل:

$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$\Delta m = m_2 - m_1$ ← كتلة نواة الهليوم ← كتلة مكونات نواة الهليوم وهي بروتونات ونوترونات

$m_1 = 2 \times 1,6726 \times 10^{-27} + 2 \times 1,6749 \times 10^{-27}$

$\Rightarrow m_1 = 6,695 \times 10^{-27}\,kg$

$\Delta m = m_2 - m_1$

$= 6,4024 \times 10^{-27} - 6,695 \times 10^{-27}$

$\Rightarrow \Delta m = -0,2926 \times 10^{-27}\,kg$

نحوّل:

$\Delta E = (-0,2926 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$

$= -0,2926 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$

$\Rightarrow \Delta E = -2,6334 \times 10^{-11}\,J$

ج

فالطاقة:

$\Delta E = E_2 - E_1$

$\Delta m = m_2 - m_1$

- (−) طاقة الانشطار.
- (+) طاقة الارتباط.

- **طاقة ارتباط النواة:**

هي الطاقة التي تكتسبها تقديرا للنواة عند تفككها إلى مكوناتها الأساسية من بروتونات ونيوترونات وهي تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة أثناء تشكل النواة.

سؤال اختبار هام: في المثال السابق استنتج قيمة (طاقة الارتباط) لنواة الهليوم

$\Delta E = +2,6334 \times 10^{-11}\,J$

- انشطار ${}^{14}_{7}N$

$\Delta E = -38 \times 10^{+27}\,J/s$ (تشع) $\quad \Delta m = ?$

$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$ ثلاث دقائق

$\Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} = \frac{-38 \times 10^{+27} \times 3 \times 60}{(3 \times 10^8)^2}$

$= \frac{-38 \times 10^{+28} \times 18}{9 \times 10^{16}}$

$\Rightarrow \Delta m = -76 \times 10^{+12}\,kg$

ج

Scanned by CamScanner

* عمر النظير للمادة المشعة: توقع 2020

هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى للنظير المشع في عينة منه وقت إشعاعي.

سؤال خيارات: بماذا تتعلق عمر النصف؟
لنوع المادة المشعة فقط.

• قانون امتحان:

الزمن الكلي = عمر النصف × عدد التركيزات.

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$$

• تطبيق هام: خيارات

إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3 years. احسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{3}$ ما كان عليه.

فكرة الحل: تتلاشى من N حتى تصل إلى $\frac{N}{8}$.

الحل:

$$N \xrightarrow{1} \frac{N}{2} \xrightarrow{2} \frac{N}{4} \xrightarrow{3} \frac{N}{8}$$

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$$

$$= 3 \times 3 = 9 \text{ years}$$

* تطبيق (2): يبلغ عدد النوى في عنصر مشع 16×10^5 وبعد زمن 150 s يصبح العدد 200 000 نواة.
المطلوب: احسب عمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$.

فكرة الحل: تتلاشى من الرقم 16×10^5 وتترك نصف نصف حتى تصل لـ 200 000.

الحل:

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{1} 8 \times 10^5 \xrightarrow{2} 4 \times 10^5 \xrightarrow{3} 2 \times 10^5$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{150}{3} = 50 \text{ s}$$

• ملاحظات امتحانية:

1) إذا أعطى عدد النوى الكلي وطلب عمر النصف اللازم فإننا نتلاشى من هذا العدد ثم نصف نصف ونتوقف عند عدد النوى الجديد.

2) إذا أعطى عمر النصف وطلب الزمن اللازم الكلي للوصول إلى نسبة من المادة فإننا نتلاشى من N حتى نصل إلى النسبة نصف نصف.

• التفاعلات النووية: بأي أحدها

أولاً: تفاعلات الالتقام:

تلتقط النواة القذيفة دون أن تنقسم (يتم التقاط النيوترون كما هي) وتشع طاقة.

مثال دورة: ذهب

$$^{197}_{79}Au + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{198}_{79}Au + Energy$$

- اذكر نوع التفاعل.

التقاط (لأن الذهب بقي ذهب)

ثانياً: تفاعلات التظاهر:

تتحول النواة المقذوفة إلى عنصر جديد وتظهر مسبم أخر.

مثال:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + Energy$$

تفاعل تظاهر (لأن النيتروجين صار أوكسجين و الهيليوم صار بروتون).

نشاط (9) ص 16

$$^{200}_{80}Hg + ^{1}_{1}p \rightarrow ^{197}_{79}Au + ^{4}_{2}\alpha + Energy$$

تفاعل تظاهر

مركز أونلاين التعليمي - اللاذقية - 0900187017

Scanned by CamScanner

ثالثاً: تفاعلات الانشطار النووي:

تنشطر نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين بكتلة.

مادة ① → مادة ② + مادة ③ (بدون قذيفة) (مهم)

$$^{236}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + Energy$$

تفاعل انشطار (لأن اليورانيوم ← Ba و Kr)

نشاط (11) ص 17

$$^{236}_{92}U \rightarrow ^{137}_{52}Te + ^{97}_{40}Zr + 2\,^{1}_{0}n + Energy$$

تفاعل الانشطار النووي.

رابعاً: تفاعلات الاندماج النووي:

تندمج نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل.

مثال (ديتريوم + بروتون ← تريتريوم)

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{1}_{1}H + Energy$$

تفاعل اندماج نووي.

(مادتين خفيفتين أعطت نواة أثقل $^{3}_{1}H$)

نشاط (12) ص 18

$$4\,^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + 2\,^{0}_{+1}e + Energy$$

نوعه: تفاعل الاندماج النووي (مهم)

اختبر نفسك: أو ⇐ اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على:

d) نوع العنصر المشع.

2) حدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

b) الاندماج

3) من خواص أشعة غاما:

c) تنتشر بسرعة الضوء.

4) تتفكك نواة الثوريوم $^{228}_{90}Th$ بإطلاق خمسة جسيمات ألفا متحولة إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}Po$ فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:

b) 3

$$^{228}_{90}Th \rightarrow ^{216}_{84}Po + x\,^{4}_{2}\alpha$$

$$90 = 84 + 2x$$

$$90 - 84 = 2x \Rightarrow x = 3$$

5) تتحول نواة الكربون $^{14}_{6}C$ إلى نواة النتروجين $^{14}_{7}N$ وتطلق عندئذ:

c) جسيم بيتا.

$$^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$$

6) عند تحول نواة النتروجين $^{14}_{7}N$ إلى نواة الكربون المشع $^{14}_{6}C$ فإنها:

d) تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}p$$

7) يبلغ عمر النصف لمادة مشعة $t_{1/2} = 24$ days وكتلتها 1 kg تتكون لنسبة المتبقية منها بعد 72 days مساوية:

a) $\frac{1}{8}$.

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$$

$$72 = 24 \times n \Rightarrow n = \frac{72}{24} = 3$$

$$1 \xrightarrow{①} \frac{1}{2} \xrightarrow{②} \frac{1}{4} \xrightarrow{③} \frac{1}{8}$$

8) يبلغ عدد النوى في عينة مشعة 8×10^{20} وبعد زمن قدره 120 s يصبح عدد النوى 10^{20} فيكون عمر النصف لهذه المادة مساوياً:

c) 40 s

$$8\times10^{20} \xrightarrow{①} 4\times10^{20} \xrightarrow{②} 2\times10^{20} \xrightarrow{③} 10^{20}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{120}{3} = 40\,s$$

Scanned by CamScanner

9) تظلق نواة عنصر مشع $^{A}_{Z}X$ جسيم ألفا ثم تظلق النواة الناتجة جسيم بيتا فتنتج نواة:

$^{A-4}_{Z-1}Y$ (d

مرحلة أولى: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Z + {}^{4}_{2}\alpha$

مرحلة ثانية: $^{A-4}_{Z-2}Z \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1}Y + {}^{0}_{-1}\beta$

10) نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار للعودة إلى حزام الاستقرار فإنها تظلق جسيم:

${}^{0}_{-1}e$ (a

تحت الحزام ⇓ تظلق بوزيترون ${}^{0}_{+1}e$, ${}^{0}_{+1}\beta$

فوق الحزام ⇓ تظلق بيتا ${}^{0}_{-1}\beta$, ${}^{0}_{-1}e$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) يعد النيوترون أفضل قذيفة نووية.

لأنه متعادل الشحنة فلا يحدث تدافع بينه وبين النواة المقذوفة.

2) كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.

بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة ضخمة تحفظ بالعلاقة: $\Delta E = \Delta m . C^2$

3) إطلاق النواة للبوزيترون.

بسبب تحول البروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فيظلق بوزيترون خارج النواة.

4) يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.

بسبب النقص في الكتلة وهذا النقص يتحول إلى طاقة هائلة.

5) إطلاق النواة للالكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا

بسبب تحول النيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فيظلق جسيم بيتا خارج النواة.

6) عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي.

لأنها أمواج كهرطيسية لا تحمل شحنة كهربائية.

7) تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي.

لأنهما تحملان شحنة كهربائية.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1) $^{232}_{90}Th \rightarrow x\,{}^{4}_{2}\alpha + y\,{}^{0}_{-1}\beta + {}^{208}_{82}Pb + Energy$

$232 = 4x + 208$

$232 - 208 = 4x \Rightarrow 24 = 4x$

$\Rightarrow x = 6$

$90 = 2x - y + 82$

$90 = 12 - y + 82 \Rightarrow y = 94 - 90$

$\Rightarrow y = 4$

$^{232}_{90}Th \rightarrow 6\,{}^{4}_{2}\alpha + 4\,{}^{0}_{-1}\beta + {}^{208}_{82}Pb + Energy$

2) من حيث

	جسيمات ألفا	جسيمات بيتا
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا.
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين	تحمل شحنة سالبة
السرعة	0,05 C	0,9C

Scanned by CamScanner

3) $^{64}_{29}Cu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{64}_{29}Cu + Energy$ التقاط.

$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He + Energy$ تفاعل.

$^{236}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{51}Sb + {}^{101}_{41}Nb + 3{}^{1}_{0}n + Energy$ انشطار نووي.

4) $^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{212}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + Energy$ بيتا.

$^{40}_{19}K + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + Energy$ تحول من النوع الأول الإلكتروني.

$^{220}_{86}Rn \rightarrow {}^{216}_{84}Po + {}^{4}_{2}He + Energy$ ألفا.

5) $^{37}_{18}Ar + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{37}_{17}Cl + Energy$ أسر الإلكتروني.

رابعا: المسألة الأولى

الطلب (1) اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.

$^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}\beta + Energy$

الطلب (2) احسب المدة الزمنية المتبقية من العود الطبيعي بعد 24 days.

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$

$24 = 8 \times n \Rightarrow n = \frac{24}{8} = 3$

$N \xrightarrow{1} \frac{N}{2} \xrightarrow{2} \frac{N}{4} \xrightarrow{3} \frac{N}{8}$

المدة هي: $\frac{1}{8}$

المسألة الثالثة

$\Delta E = \Delta m . c^2$

$= -0,23 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^{8})^2$

$= -0,23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$

$\Rightarrow \Delta E = -2,07 \times 10^{-11} J$

ولكن طاقة الارتباط: طاقة موجبة

$\Rightarrow \Delta E = +2,07 \times 10^{-11} J$

المسألة الثانية

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$

$480 = t_{\frac{1}{2}} \times 4 \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{480}{4} = 120$ years

$N \xrightarrow{1} \frac{N}{2} \xrightarrow{2} \frac{N}{4} \xrightarrow{3} \frac{N}{8} \xrightarrow{4} \frac{N}{16}$

المسألة الرابعة

$\Delta E = \Delta m \times C^2$

$-38 \times 10^{+27} \times 72 \times 60 = \Delta m \times 9 \times 10^{16}$

$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{+27} \times 72 \times 60}{9 \times 10^{16}}$

$\Rightarrow \Delta m = -18410 \times 10^{+11} Kj$

انتهى الدرس ... ♥

أ. فارس جبل & أ. أمل أمهان

Scanned by CamScanner