ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

# أسئلة دورات محلولة

# الفيزياء النووية ٢

## A 2 Z LIBRARY

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم ( فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ،علم الحياة )

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية ( SMS ) أو عبر (What's app) على الرقم TEL: 0931497960

ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

| | | |
|---|---|---|
| جامعة طرطوس- كلية العلوم – قسم الفيزياء | تاريخ الامتحان 14-10-2025 | مقرر الفيزياء النووية 2– س$^4$ ف |
| العام الدراسي 2024-2025م –الدورة التكميلية | | الدرجة: 100 |
| مدة الامتحان: ساعتان | | اسم الطالب: |

(الجزء النظري: 90 درجة)

**السؤال الأول (15 درجة):** أجب بصح أو خطأ وصحّح الخطأ:

1- تُعتبر الكثافة النووية كبيرة جداً وهي من مرتبة $10^{18} g/m^3$

2- تصنف التفاعلات النووية وفق آلية أو ميكانيكية التفاعل إلى: طاقات منخفضة، طاقات متوسطة، طاقات مرتفعة.

3- نقول عن التصادم النووي أنّهُ تصادم مرن إذا لم يطرأ على الطاقة الحركية الكلية تغير ملحوظ من جراء عملية التصادم.

4- يمثّل العدد الكوانتي الرئيسي مجموع عددين: العدد الكوانتي المداري والعدد الكوانتي القطري.

5- الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 2 هو h .

**السؤال الثاني (29 درجة):**

1- اشرح عملية تجميع أو اقتران النكليونات $(\vec{J} - \vec{J})$ موضحاً ذلك بالرسم.

2- لديك نكليون على السوية S يتجمع مع نكليون على السوية P . المطلوب: وضح كيف يتم تجميع هذين النكليونين؟

3- أوجد سبين ونوعية النواة التالية $^{20}_{10}Ne$ مع الرسم المطلوب الذي يوضح توزع النكليونات على السويات الطاقية؟

**السؤال الثالث (23 درجة):**

ليكن لدينا التفاعل النووي التالي:

$$^{150}_{62}Sm + ^{1}_{1}P \rightarrow \alpha + ^{147}_{61}Pm$$

إذا كانت نواة السماريوم في سويتها الأساسية غير المهيجة، المطلوب:

1- احسب $E_Q$ وماذا تستنتج.

2- احسب طاقة العتبة في الجملة المخبرية مع العلم أنَّ:

$$m_{Sm} = 149.917276\ amu\ , m_{\alpha} = 4.002603 amu,$$
$$m_{Pm} = 146.915108\ amu\ , m_{p} = 1.007825\ amu$$

3- أوجد طاقة العتبة في الجملة المخبرية إذا كانت النواة مهيجة وكانت طاقة التهيج تساوي $W = 1.7MeV$ ؟

**السؤال الرابع (23 درجة):**

1- اكتب العلاقة الرياضية نصف التجريبية B(A,Z) المعبّرة عن طاقة ارتباط النواة موضحاً باختصار إلى ماذا يشير كلّ حدّ من حدودها؟

2- عدد خصائص النوى السحرية؟

(الجزء العملي 10 درجة) **السؤال الخامس:** (يُجيب على هذا السؤال الطالب الذي ليس لديه علامة عملي):

- اذكر الفرضيات التي يستند إليها نموذج القطرة السائلة؟

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح  مدرّس المقرر: د. سمر عمران

A to Z

سُلّم تصحيح امتحان مقرر الفيزياء النووية لطلاب س4 ف - كلية العلوم - جامعة طرطوس- الدورة التكميلية للعام الدراسي 2025-2024

**الجواب الأول (15 درجة): (لكلمة خطأ درجة واحدة ولكل تصحيح 2 درجة، أما كلمة صح فلها 3 درجات):**

1- (خطأ) التصحيح: تعتبر الكثافة النووية كبيرة جداً وهي من مرتبة $10^{18}kg/m^3$ .

2- (خطأ)، التصحيح: تصنف التفاعلات النووية وفق طاقة الجسيمات المقذوفة إلى: طاقات منخفضة، طاقات متوسطة، طاقات مرتفعة. **أو** تصنف التفاعلات النووية وفق آلية أو ميكانيكية التفاعل إلى: نوى مركبة، تفاعلات مباشرة، تهيج أو تحريض كولوني.

3- (صح)

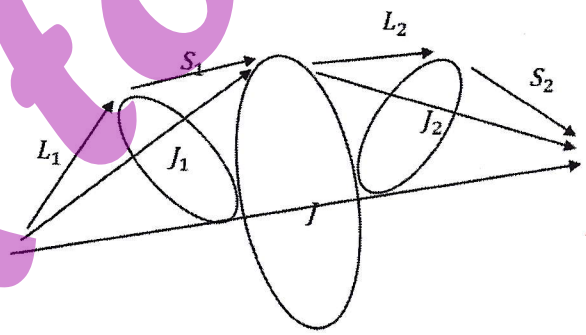
4- (صح)

5- (خطأ) التصحيح: الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 2 هو d ، **أو** الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 5 هو h .

**الجواب الثاني (29 درجة): (الأول 8 درجات، الثاني 12، الثالث 9)**

1- عملية تجميع أو اقتران النكليونات $(\vec{J}-\vec{J})$:

نقوم بتجميع العزمين المداري والسبيني للنكليون الأول لنحصل على العزم الكلي للنكليون الأول $J_1$ ونقوم أيضاً بتجميع العزمين المداري والسبيني للنكليون الثاني لنحصل على العزم الكلي للنكليون الثاني $J_2$ ، أخيراً نقوم بتجميع $J_1$ مع $J_2$ لكي نحصل على العزم الكلي للنكليون، كما يبدو في الشكل التالي: علماً أنَّ هذه الطريقة تُستخدم عادة في حالة العناصر الثقيلة. (الشرح 4 درجات)+ الرسم (4 درجات)




2- لدينا نكليوناً على السوية السوية S المقابلة لعزم مداري $l=0$ يتجمع مع نكليون على السوية P حيث أنَّ $l=1$ . يتم تجميع هذين النكليونين بالطريقة التالية:

من أجل ذلك نحسب العزم الحركي للنكليون الأول:

$$\vec{j}_1=\vec{l}_1+\vec{s}_1=l+\frac{1}{2}=0+\frac{1}{2}=\frac{1}{2} \qquad \text{(درجة 2)}$$

ثم نوجد العزم الحركي للنكليون الثاني:

مكتبة A to Z

$$\vec{j}_2 = \vec{l}_2 + \vec{s}_2 = l \pm \frac{1}{2} = 1 \pm \frac{1}{2} = \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \quad \text{(درجة 2)}$$

بعد ذلك نقوم بتجميع $J_1$ مع $J_2$ على مرحلتين:

الأولى: تمثّل $j_1 = j_2 = \frac{1}{2}$ وتعطي:

$$J = j_1 \pm j_2 = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \Rightarrow J = 0,1 \quad \text{(درجة 2)}$$

الثانية: تمثّل $j_1 = \frac{1}{2}$ و $j_2 = \frac{3}{2}$ وتعطي:

$$J = j_1 \pm j_2 = \frac{1}{2} \pm \frac{3}{2} \Rightarrow J = 1,2 \quad \text{(درجة 2)}$$

هذا يعني أنَّ عملية التجميع تؤدي إلى أربع قيم مختلفة لـ J ، يمثّل كل منها سوية طاقية محددة، ويمكننا تمثيل هذه السويات الأربع على النحو التالي: (4 درجة)

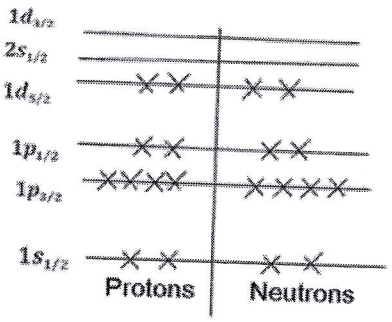
$$\left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{1}{2}}\right)_0 \ , \ \left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{1}{2}}\right)_1$$
$$\left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{3}{2}}\right)_1 \ , \ \left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{3}{2}}\right)_2$$

حيث أنَّ قيمة J توضع كدليل سفلي من الجهة اليمنى كما يوضع بين القوسين الرمزان المعبران عن الحالة الإفرادية للنكليونين بتابعية قيمة $l$ و $j$ لكل منهما.

3- سبين ونوعية النواة $^{20}_{10}Ne$:

$N = 10$ نترون (زوجي) $\Rightarrow$ (زوجي) $Z = 10$ بروتون (2 درجة)

وبالتالي تتزاوج جميع النكليونات، أي أنَّ $J = 0$ أما النوعية فهي $\pi = (-1)^l$ ولكن الطبقة تقابل $l = 2$ لذا فالنوعية زوجية (+) ونكتب إذاً $J^\pi = (0)^+$ . (4 درجات)+ (للرسم 3 درجات)




$^{20}_{10}Ne$

مكتبة A to Z

**الجواب الثالث (23 درجة):** ليكن لدينا التفاعل النووي التالي:

$$^{150}_{62}Sm + ^{1}_{1}P \rightarrow \alpha + ^{147}_{61}Pm$$

الحل:

$$E_Q = (E_{Sm} + E_p) - (E_\alpha + E_{Pm}) = (m_{Sm} + m_p - m_\alpha - m_{Pm}).c^2 \text{(درجة 3)}$$

$$= (149.917276 + 1.007825 - 4.002603 - 146.915108).931.48 \text{(درجة 3)}$$

$$= 6.8836MeV \text{(درجة 3)}$$

حيث: $E_{amu} = m_{amu}c^2 = 931.48MeV$

نلاحظ أنَّ الطاقة موجبة أي أنَّ التفاعل ناشر للحرارة. (2 درجة)

لإيجاد طاقة العتبة في نظام المختبر للنواة في سويتها الأساسية غير المهيجة نكتب العلاقة التالية:

$$(T_L)_s = \frac{m_1 + m_2}{m_2}(-Q) = \frac{m_p + m_{Sm}}{m_{Sm}}(-Q) \text{(درجة 3)}$$

حيث $m_1$ و $m_2$: الكتلة السكونية للمقذوف، الكتلة السكونية للهدف على الترتيب.

$$\Rightarrow (T_L)_s = -\frac{m_p + m_{Sm}}{m_{Sm}}Q = -\frac{1.007825 + 149.917276}{149.917276}(6.8836)$$

$$= -6.9298MeV \text{(درجة 3)}$$

❖ الآن إذا كانت النواة مهيجة وكانت طاقة التهيج تساوي $W = 1.7MeV$ أوجد طاقة العتبة في نظام المختبر؟

$$(T_L)_s = \frac{m_1 + m_2}{m_2}(-Q + W) = \frac{m_p + m_{Sm}}{m_{Sm}}(-Q + W) \text{(درجة 3)} =$$

$$= \frac{1.007825 + 149.917276}{149.917276}(-6.88 + 1.7) = -5.2184MeV \text{(درجة 3)}$$

**الجواب الرابع (23 درجة): (الأول 14، الثاني 9)**

1- العلاقة الرياضية نصف التجريبية B(A,Z) المعبرة عن طاقة ارتباط النواة:

$$B(A,Z) = a_V A - a_s A^{2/3} - a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - \delta + \xi \quad \text{(درجة 2)}$$

حيث $a_V$ و $a_s$ و $a_c$ و $a_a$ ثوابت مستقلة عن A و Z (العدد الكتلي والعدد الذري)، وتأخذ قيمها العددية بناءً على النتائج التجريبية لذلك تسمى بالثوابت التجريبية.

$N$ : عدد النترونات ، $Z$: عدد البروتونات ، $\delta$: ثابت يتعلق بالنواة.

ملاحظة تفسير كل حدّ من حدود العلاقة له (2 درجة)

مكتبة أ.ع.ز

**الحدّ الأول:** $B_V = a_V A$ طاقة الارتباط الحجمية، يتعلق هذا الحدّ بحجم النواة الذي يساوي $\frac{4}{3}\pi R^3$ وذلك بفرض أنّ النواة كروية الشكل، ويتناسب مع العدد الكتلي A.

**الحدّ الثاني:** $B_s = a_s A^{2/3}$ طاقة الارتباط السطحية، يتعلق هذا الحدّ بسطح النواة، يعطينا فكرة حول عدد النكليونات الموجودة في المركز أو البنية الداخلية للنواة وكذلك عدد النكليونات المتوضعة بالقرب من القشرة الخارجية للنواة (سطح النواة). ونشير إلى أنّ هذا الحدّ يسيطر من أجل النوى الخفيفة.

**الحدّ الثالث:** $(\Delta B)_c = a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}}$ طاقة الارتباط الناتجة عن التدافع الكولوني نتيجة التأثير المتبادل بين البروتونات ذات الشحنة الكهربائية الموجبة ضمن النواة. إنّ مساهمة هذا الحدّ تنقص طاقة الارتباط $\frac{B}{A}$ وتبدو أهميته في النوى الثقيلة (أي من أجل قيم كبيرة لـ Z) أي من أجل $A \cong 60$ وما فوق.

**الحدّ الرابع:** طاقة الارتباط اللاتناظرية أو اللامتناظرة. نشير إلى أنّ هذا الحدّ يعكس سعي النواة لامتلاك نفس العدد من البروتونات والنترونات، وهذا واضح في النوى الخفيفة المستقرة التي يكون فيها $N = Z$ ، لكن ذلك لا يتحقق من أجل النوى الثقيلة بسبب أهمية الطاقة الكولونية التي تفضل زيادة عدد النترونات على عدد البروتونات.

**الحدّ الخامس (طاقة التزاوج):** إنّ هذا الحدّ $\delta(A,Z)$ يأخذ بالحسبان التزاوج بين النكليونات. ويمثل خاصية عدم الاستقرار للنوى الزوجية البروتونات والنترونات بالمقارنة مع النوى الفردية – الفردية، حيث إنّ النظائر المستقرة من النوع الأخير نادرة جداً في الطبيعة.

**الحدّ السادس (طاقة التزاوج):** إنّ هذا الحدّ $\xi$ يأخذ بالحسبان مفهوم الطبقات النووية. وهو موجب إذا كانت قيم N أو Z قريبة من الأعداد السحرية.

2- خصائص النوى السحرية:

- استقرار عالٍ: هي النوى الأكثر استقراراً والتي تأخذ فيها N أو Z أو كلاهما أحد القيم العددية التالية: 126,82,50,28,20,8,2 (تسمى الأعداد السحرية) .
- طاقة ارتباط عالية: هي عبارة عن نوى ذات طاقة ارتباط قوي جداً وتحريض هذه النوى يتطلب طاقة أكبر بكثير من الطاقة اللازمة لتحريض النوى اللاسحرية.
- عزم رباعي الأقطاب الكهربائي للنوى السحرية صغير جداً مما يدل على الشكل الكروي لهذ النوى، وهذا يعود أيضاً إلى التوازن في القوى النووية.
- كل نواة تحوي أحد الأعداد السحرية لها عدد كبير من النظائر أو الايزوتونات المستقرة وطاقة فصل النترونات فيها عالية جداً .
- مقاومة عالية للانشطار: تُظهر النوى السحرية مقاومة أكبر للانشطار النووي التلقائي.

A to Z مكتبة

- وفرة طبيعية عالية (أكثر انتشاراً في الطبيعة): بعض النوى السحرية مثل $Pb^{208}$(82 بروتون و 126 نترون) تكون أكثر وفرة في الطبيعة بسبب استقرارها.
- نصف عمر طويل: غالباً ما تكون النظائر ذات النوى السحرية أكثر ثباتاً وعمراً أطول.
- النوى السحرية المغلفة بالكامل (بروتونات ونترونات سحرية) سبينها صفر أما إذا كانت سحرية بجانب واحد فقط قد يكون سبينها ليس صفراً.
- التكافؤ غالباً موجب أما الشحنة فتعتمد على عدد البروتونات وليست بالضرورة موجبة بالكامل.

**الجزء العملي: الجواب الخامس (10 درجة): (هذا السؤال أجاب عليه الطلاب الذين ليس لديهم علامة عملي):**

الفرضيات التي يستند إليها نموذج القطرة السائلة:

- النواة عبارة عن مادة غير قابلة للانضغاط بحيث أنَّ نصف القطر النووي يتناسب مع الكتلة الذرية (العدد الكتلي) وفق العلاقة $R \sim A^{\frac{1}{3}}$ (4 درجات)
- القوى النووية متماثلة لكل نكليون وهي بشكل خاص لا تتعلق بطبيعة النكليون أي أنها لا تميز بين النكليونات (نترون أو بروتون). (3 درجات)
- القوى النووية ذات مدى قصير أقل من نصف القطر الكروي ولكن تأثيرها أكبر من تأثير أية قوى موجودة في الطبيعة. (3 درجات)

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرّس المقرر: د. سمر عمران

مكتبة A to Z

| | | |
|---|---|---|
| جامعة طرطوس- كلية العلوم – قسم الفيزياء | تاريخ الامتحان 3-8 -2025 | مقرر الفيزياء النووية 2– س4 ف |
| العام الدراسي 2024-2025م الفصل الدراسي الثاني | | الدرجة: 90 (تسعون نظري)+10عملي |
| مدة الامتحان: ساعتان | | اسم الطالب: |

**السؤال الأول (15 درجة):**

**أجب بصح أو خطأ وصحح الخطأ:**

1- يمثّل العدد الكوانتي الرئيسي مجموع عددين: العدد الكوانتي السبيني والعدد الكوانتي الكلي.

2- الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 2 هو g .

3- تعتبر الكثافة النووية كبيرة جداً وهي من مرتبة $10^5 g/m^3$

4- تصنف التفاعلات النووية وفق آلية التفاعل إلى: نوى خفيفة، نوى ثقيلة، نوى متوسطة الثقل.

5- نقول عن التصادم النووي أنّهُ تصادم غير مرن إذا لم يطرأ على الطاقة الحركية الكلية تغير ملحوظ من جراء عملية التصادم.

**السؤال الثاني (23 درجة):**

ليكن لدينا التفاعل النووي التالي:

$$^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}P + ^{23}_{10}Ne$$

إذا كانت نواة الصوديوم في سويتها الأساسية غير المهيجة، المطلوب:

1- احسب $E_Q$ وماذا تستنتج.

2- احسب طاقة العتبة في الجملة المخبرية مع العلم أنّ:

$$m_{Na} = 22.98977\ amu\ , m_n = 1.008665\ amu,$$
$$m_{Ne} = 22.99447\ amu\ , m_p = 1.007825\ amu$$

3- أوجد طاقة العتبة في الجملة المخبرية إذا كانت النواة مهيجة وكانت طاقة التهيج تساوي $W = 1.7MeV$ ؟

**السؤال الثالث (32 درجة):**

1- اشرح عملية تجميع أو اقتران النكليونات $(\vec{J} - \vec{J})$ موضحاً ذلك بالرسم.

2- لديك نكليون على السوية S يتجمع مع نكليون على السوية P . المطلوب: وضح كيف يتم تجميع هذين النكليونين؟

3- أوجد سبين ونوعية النوى التالية $^{20}_{10}Ne\ ,\ ^{39}_{18}K$ مع الرسم المطلوب الذي يوضح توزع النكليونات على السويات الطاقية؟

**السؤال الخامس (20 درجة):**

1- اذكر الفرضيات التي يستند إليها نموذج القطرة السائلة؟

2- اكتب العلاقة الرياضية نصف التجريبية B(A,Z) المعبرة عن طاقة ارتباط النواة موضحاً باختصار إلى ماذا يشير كلّ حدّ من حدودها؟

**السؤال السادس (10 درجة): (يُجيب على هذا السؤال الطالب الذي ليس لديه علامة عملي والإجابة تتم على ورقة خارجية مختومة):**

- اذكر خصائص النوى السحرية؟

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرّسة المقرر: د. سمر عمران

A to Z

سلّم تصحيح امتحان مقرر الفيزياء النووية لطلاب س4 ف - كلية العلوم - جامعة طرطوس- الدورة الفصلية الثانية للعام الدراسي 2025-2024

**الجواب الأول (15 درجة): (لكلمة خطأ درجة واحدة ولكل تصحيح 2 درجة):**

1- يمثّل العدد الكوانتي الرئيسي مجموع عددين العدد الكوانتي السبيني والعدد الكوانتي الكلي.(خطأ)
التصحيح: يمثّل العدد الكوانتي الرئيسي مجموع عددين العدد الكوانتي المداري والعدد الكوانتي القطري.

2- الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 2 هو g .
(خطأ) التصحيح: الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 2 هو d ، أو الرمز الطيفي المقابل للسوية التي تملك قيمة للعدد المداري تساوي 4 هو g .

3- تعتبر الكثافة النووية كبيرة جداً وهي من مرتبة $10^5 g/m^3$ . (خطأ)
التصحيح: تعتبر الكثافة النووية كبيرة جداً وهي من مرتبة $10^{18} kg/m^3$ .

4- تصنف التفاعلات النووية وفق آلية التفاعل إلى: نوى خفيفة، نوى ثقيلة، نوى متوسطة الثقل. (خطأ)،
التصحيح: تصنف التفاعلات النووية وفق نواة الهدف إلى: نوى خفيفة، نوى ثقيلة، نوى متوسطة الثقل. أو تصنف التفاعلات النووية وفق آلية التفاعل إلى: نوى مركبة، تفاعلات مباشرة، تهيج أو تحريض كولوني.

5- نقول عن التصادم النووي أنّهُ تصادم غير مرن إذا لم يطرأ على الطاقة الحركية الكلية تغير ملحوظ من جراء عملية التصادم. (خطأ) التصحيح: نقول عن التصادم النووي أنّهُ تصادم مرن إذا لم يطرأ على الطاقة الحركية الكلية تغير ملحوظ من جراء عملية التصادم.

**الجواب الثاني (23 درجة):** ليكن لدينا التفاعل النووي التالي:

$$^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}P + ^{23}_{10}Ne$$

الحل:

$$E_Q = Q = (E_{Na} + E_n) - (E_p - E_{Ne}) = (m_{Na} + m_n - m_p - m_{Ne}).c^2 \text{(درجة 3)}$$
$$= (22.98977 + 1.008665 - 1.007825 - 22.99447).931.48 \text{(درجة 3)}$$
$$= -3.59MeV \text{(درجة 3)}$$

حيث: $E_{amu} = m_{amu}c^2 = 931.48MeV$

نلاحظ أنَّ الطاقة سالبة أي أنَّ التفاعل ماص للحرارة.(2 درجة)

لإيجاد طاقة العتبة في نظام المختبر للنواة في سويتها الأساسية غير المهيجة نكتب العلاقة التالية:

$$(T_L)_s = \frac{m_1 + m_2}{m_2}(-Q) = \frac{m_n + m_{Na}}{m_{Na}}(-Q) \text{(درجة 3)}$$

حيث $m_1$ و $m_2$: الكتلة السكونية للمقذوف، الكتلة السكونية للهدف على الترتيب.

$$\Rightarrow (T_L)_s = -\frac{m_n + m_{Na}}{m_{Na}} Q = -\frac{1.008665 + 22.98977}{22.98977}(-3.59) = 3.762MeV \text{ (درجة 3)}$$

❖ الآن إذا كانت النواة مهيجة وكانت طاقة التهيج تساوي $W = 1.7MeV$ أوجد طاقة العتبة في نظام المختبر؟

$$(T_L)_s = \frac{m_1 + m_2}{m_2}(-Q + W) = \frac{m_n + m_{Na}}{m_{Na}}(-Q + W) \text{ (درجة 3)} =$$

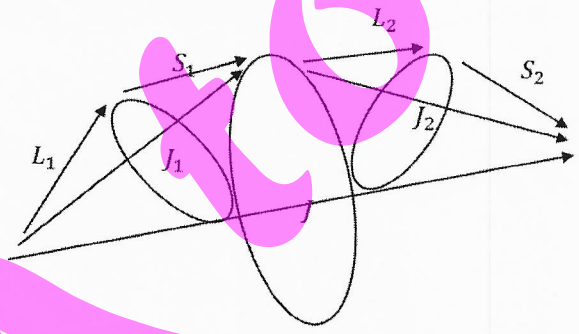
$$= \frac{1.008665 + 22.98977}{22.98977}(3.59 + 1.7) = 1.0438745(5.29)$$

$$= 5.522MeV \text{ (درجة 3)}$$

**الجواب الثالث (32 درجة): (الأول 8 درجات، الثاني 12، الثالث 12)**

1- عملية تجميع أو اقتران النكليونات $(\vec{J} - \vec{J})$:

نقوم بتجميع العزمين المداري والسبيني للنكليون الأول لنحصل على العزم الكلي للنكليون الأول $J_1$ ونقوم أيضاً بتجميع العزمين المداري والسبيني للنكليون الثاني لنحصل على العزم الكلي للنكليون الثاني $J_2$ ، أخيراً نقوم بتجميع $J_1$ مع $J_2$ لكي نحصل على العزم الكلي للنكليون، كما يبدو في الشكل التالي: علماً أنَّ هذه الطريقة تُستخدم عادة في حالة العناصر الثقيلة. (الشرح 4 درجات)+ الرسم (4 درجات)




2- لدينا نكليوناً على السوية السوية S المقابلة لعزم مداري $l = 0$ يتجمع مع نكليون على السوية P حيث أنَّ $l = 1$ . يتم تجميع هذين النكليونين بالطريقة التالية:

من أجل ذلك نحسب العزم الحركي للنكليون الأول:

$$\vec{J}_1 = \vec{l}_1 + \vec{s}_1 = l + \frac{1}{2} = 0 + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad \text{(درجة 2)}$$

ثم نوجد العزم الحركي للنكليون الثاني:

$$\vec{J}_2 = \vec{l}_2 + \vec{s}_2 = l \pm \frac{1}{2} = 1 \pm \frac{1}{2} = \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \quad \text{(درجة 2)}$$

بعد ذلك نقوم بتجميع $J_1$ مع $J_2$ على مرحلتين:

الأولى: تمثّل $j_1 = j_2 = \frac{1}{2}$ وتعطي:

$$J = j_1 \pm j_2 = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \Rightarrow J = 0,1 \quad \text{(درجة 2)}$$

الثانية: تمثّل $j_1 = \frac{1}{2}$ و $j_2 = \frac{3}{2}$ وتعطي:

$$J = j_1 \pm j_2 = \frac{1}{2} \pm \frac{3}{2} \Rightarrow J = 1,2 \quad \text{(درجة 2)}$$

هذا يعني أنَّ عملية التجميع تؤدي إلى أربع قيم مختلفة لـ J ، يمثّل كل منها سوية طاقية محددة، ويمكننا تمثيل هذه السويات الأربع على النحو التالي: (4 درجة)

$$\left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{1}{2}}\right)_0 \ , \ \left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{1}{2}}\right)_1$$
$$\left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{3}{2}}\right)_1 \ , \ \left(S_{\frac{1}{2}}, P_{\frac{3}{2}}\right)_2$$

حيث أنَّ قيمة J توضع كدليل سفلي من الجهة اليمنى كما يوضع بين القوسين الرمزان المعبران عن الحالة الإفرادية للنكليونين بتابعية قيمة $l$ و $j$ لكل منهما.

3- سبين ونوعية النوى التالية:

- من أجل $^{39}_{19}K$ لدينا:

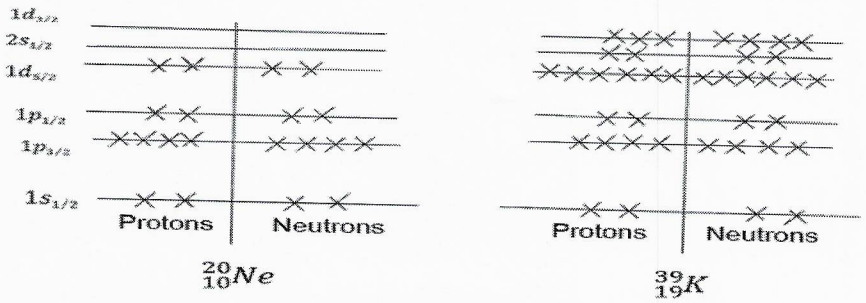
$$Z = 19 \text{ بروتون } \left(\text{فردي}\right) \Rightarrow N = 20 \text{ نترون (زوجي)}$$

وبالتالي تتزاوج جميع النكليونات باستثناء البروتون الفردي في السوية $1d_{\frac{3}{2}}$ هذا يعني أنَّ البروتون الفردي الأخير هو الذي يحدد الميزات، أي أنَّ $J = \frac{3}{2}$ أما النوعية فهي $\pi = (-1)^l$ ولكن الطبقة تقابل $l = 2$ لذا فالنوعية زوجية (+) ونكتب إذاً $J^\pi = \left(\frac{3}{2}\right)^+$ . (4 درجة)

- من أجل $^{20}_{10}Ne$ لدينا:

$$Z = 10 \text{ بروتون } \left(\text{زوجي}\right) \Rightarrow N = 10 \text{ نترون (زوجي)}$$

وبالتالي تتزاوج جميع النكليونات، أي أنَّ $J = 0$ أما النوعية فهي $\pi = (-1)^l$ ولكن الطبقة تقابل $l = 2$ لذا فالنوعية زوجية (+) ونكتب إذاً $J^\pi = (0)^+$ . (4 درجة)




(لكل رسمة 2 درجة)

A to Z

**ملاحظة:** في حال أجاب الطالب على $^{39}_{18}K$ يُحسب الجواب صحيح في حال كتب الطالب

(فردي) $N = 21 \Longrightarrow$ (زوجي) $Z = 18$ ، $l = 3$ ، $J^{\pi} = \left(\frac{7}{2}\right)^{-}$ (4 درجة)

وفي الرسم يوضع النترون الفردي الأخير على السوية $1f_{\frac{7}{2}}$ (للرسم 2 درجة).

**الجواب الخامس (20 درجة): (الأول 6، الثاني 14)**

1- الفرضيات التي يستند إليها نموذج القطرة السائلة: (لكل تعداد 2 درجة)

- النواة عبارة عن مادة غير قابلة للانضغاط بحيث أنَّ نصف القطر النووي يتناسب مع الكتلة الذرية (العدد الكتلي) وفق العلاقة $R \sim A^{\frac{1}{3}}$
- القوى النووية متماثلة لكل نكليون وهي بشكل خاص لا تتعلق بطبيعة النكليون أي أنها لا تميز بين النكليونات (نترون أو بروتون).
- القوى النووية ذات مدى قصير أقل من نصف القطر الكروي ولكن تأثيرها أكبر من تأثير أية قوى موجودة في الطبيعة.

2- العلاقة الرياضية نصف التجريبية B(A,Z) المعبرة عن طاقة ارتباط النواة:

$$B(A,Z) = a_V A - a_s A^{2/3} - a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - \delta + \xi \quad \text{(2 درجة)}$$

حيث $a_V$ و $a_s$ و $a_c$ و $a_a$ ثوابت مستقلة عن A و Z (العدد الكتلي والعدد الذري)، وتأخذ قيمها العددية بناءً على النتائج التجريبية لذلك تسمى بالثواب التجريبية.

$N$ : عدد النترونات ، $Z$: عدد البروتونات ، $\delta$: ثابت يتعلق بالنواة.

<u>ملاحظة تفسير كل حدّ من حدود العلاقة له (2 درجة)</u>

**الحدّ الأول:** $B_V = a_V A$ طاقة الارتباط الحجمية، يتعلق هذا الحدّ بحجم النواة الذي يساوي $\frac{4}{3}\pi R^3$ وذلك بفرض أنَّ النواة كروية الشكل، ويتناسب مع العدد الكتلي A.

**الحدّ الثاني:** $B_s = a_s A^{2/3}$ طاقة الارتباط السطحية، يتعلق هذا الحدّ بسطح النواة، يعطينا فكرة حول عدد النكليونات الموجودة في المركز أو البنية الداخلية للنواة وكذلك عدد النكليونات المتوضعة بالقرب من القشرة الخارجية للنواة (سطح النواة). ونشير إلى أنَّ هذا الحدّ يسيطر من أجل النوى الخفيفة.

**الحدّ الثالث:** $(\Delta B)_c = a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}}$ طاقة الارتباط الناتجة عن التدافع الكولوني نتيجة التأثير المتبادل بين البروتونات ذات الشحنة الكهربائية الموجبة ضمن النواة. إنَّ مساهمة هذا الحدّ تنقص طاقة الارتباط $\frac{B}{A}$ وتبدو أهميته في النوى الثقيلة (أي من أجل قيم كبيرة لـ Z) أي من أجل $A \cong 60$ وما فوق.

**الحدّ الرابع:** طاقة الارتباط اللاتناظرية أو اللامتناظرة. نشير إلى أنَّ هذا الحدّ يعكس سعي النواة لامتلاك نفس العدد من البروتونات والنترونات، وهذا واضح في النوى الخفيفة المستقرة التي يكون فيها $N = Z$ ، لكن ذلك لا يتحقق من أجل النوى الثقيلة بسبب أهمية الطاقة الكولونية التي تفضل زيادة عدد النترونات على عدد البروتونات.

**الحدّ الخامس (طاقة التزاوج):** إنَّ هذا الحدّ $\delta(A,Z)$ يأخذ بالحسبان التزاوج بين النكليونات. ويمثل خاصية عدم الاستقرار للنوى الزوجية البروتونات والنترونات بالمقارنة مع النوى الفردية – الفردية، حيث إنَّ النظائر المستقرة من النوع الأخير نادرة جداً في الطبيعة.

**الحدّ السادس (طاقة التزاوج):** إنَّ هذا الحدّ $\xi$ يأخذ بالحسبان مفهوم الطبقات النووية. وهو موجب إذا كانت قيم N أو Z قريبة من الأعداد السحرية.

**الجواب السادس (10 درجة عملي): (هذا السؤال أجاب عليه الطلاب الذين ليس لديهم علامة عملي وتمت الإجابة على ورقة خارجية مختومة)**

خصائص النوى السحرية:

- استقرار عالٍ: هي النوى الأكثر استقراراً والتي تأخذ فيها N أو Z أو كلاهما أحد القيم العددية التالية: 126,82,50,28,20,8,2 (تسمى الأعداد السحرية) .
- طاقة ارتباط عالية: هي عبارة عن نوى ذات طاقة ارتباط قوي جداً وتحريض هذه النوى يتطلب طاقة أكبر بكثير من الطاقة اللازمة لتحريض النوى اللاسحرية.
- عزم رباعي الأقطاب الكهربائي للنوى السحرية صغير جداً مما يدل على الشكل الكروي لهذ النوى، وهذا يعود أيضاً إلى التوازن في القوى النووية.
- كل نواة تحوي أحد الأعداد السحرية لها عدد كبير من النظائر أو الايزوتونات المستقرة وطاقة فصل النترونات فيها عالية جداً .
- مقاومة عالية للانشطار: تُظهر النوى السحرية مقاومة أكبر للانشطار النووي التلقائي.
- وفرة طبيعية عالية (أكثر انتشاراً في الطبيعة): بعض النوى السحرية مثل $Pb^{208}$(82 بروتون و 126 نترون) تكون أكثر وفرة في الطبيعة بسبب استقرارها.
- نصف عمر طويل: غالباً ما تكون النظائر ذات النوى السحرية أكثر ثباتاً وعمراً أطول.
- النوى السحرية المغلفة بالكامل (بروتونات ونترونات سحرية) سبينها صفر أما إذا كانت سحرية بجانب واحد فقط قد يكون سبينها ليس صفراً.
- التكافؤ غالباً موجب أما الشحنة فتعتمد على عدد البروتونات وليست بالضرورة موجبة بالكامل.

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح  مدرّسة المقرر: د. سمر عمران

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة طرطوس-كلية العلوم
قسم الفيزياء

مقرر الفيزياء النووية2
لطلاب السنة الرابعة
اسم الطالب:
الرقم الجامعي:

**السؤال الأول (15 درجة):**

أجب بصح أو خطأ ثم صحح العبارة الخاطئة.

1. طاقة العتبة هي الطاقة الناتجة عن تفاعل ماص للحرارة.
2. يتطلب تشكيل نواة مركبة نوى هدف حقيقية وزمن عبور $10^{-22}sec$.
3. في النموذج النووي الموحد، تُمثَل النواة الهدف بكرة زجاج شفافة جزئياً لموجة الجسم الوارد.
4. تصنف التفاعلات النووية ووفق الطاقة لثلاثة انواع (نوى خفيفة، متوسطة، ثقيلة).
5. عائلة اللبتونات ذات بنية داخلية مكونة من ثلاث كواركات وسبين صحيح.
6. القوى النووية القوية مسؤولة عن تفكك النوى.

**السؤال الثاني (25 درجة):**

أشرح باختصار المعنى الفيزيائي للعبارات التالية:

$$1.\ B(A,Z) = a_v A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - a_p A^{\frac{-3}{4}}$$

$$2.\ U(r) = -[V(r) + iW(r)]$$

$$3.\ \vec{I} = \frac{\vec{\sigma}}{2}$$

**السؤال الثالث (20 درجة):**

أوجد سبين ونوعية النوى التالية: $^{66}_{24}CU,\ ^{73}_{33}As$

**السؤال الرابع (30 درجة):**

ليكن التفاعل التالي: $^{1}_{1}P + ^{27}_{13}Al \rightarrow (^{28}_{14}Si) \rightarrow ^{27}_{13}Al + ^{1}_{1}P$

المطلوب:

1. أحسب الطاقة الحركية الصغرى التي يجب أن يحملها البروتون كي يحدث التفاعل.
2. أحسب طاقة تهيج النواة المركبة (بفرض $E_P = 0.5eV$).
3. هل قناة التفكك التالية ممكنة: $^{28}_{14}Si \rightarrow ^{24}_{12}Mg + ^{4}_{2}\alpha$.
4. سبين ونوعية النواة المركبة، علماً ان أسر البروتون يتم في السوية (S) أو (P).

علماً أن:

$$J_{(P)} = \left(\frac{1}{2}\right)^+, J_{^{27}_{13}Al} = \left(\frac{5}{2}\right)^+, {}^{1}_{1}H = 1.007825, {}^{4}_{2}\alpha = 4.002603$$

$$^{27}_{13}Al = 26.981539, {}^{28}_{14}Si = 27.97693, {}^{24}_{12}Mg = 23.985042, U = 931.49\ MeV$$

مدرس المقرر

أ. د. تيسير أحمد معلا

12.2.2025

سلم تصحيح فرض (2)

الجواب الأول: (15 نقطة)

(2) 1) خطأ: لأن الطاقة الصفرى التي يجب أن نزود بها لتفكيك الماء هي الكارنة كي يحدث.

(3) 2) خطأ: يتطلب تشكيل نواة مركبة نواة هدف ثقيلة، وزمن عبور $10^{-16}$ sec.

(2) 3) خطأ: في النموذج الضوئي.

(3) 4) خطأ: تصنيف النوى الى (خفيفة، متوسطة، ثقيلة) أما التفاعلات النووية وفق الطاقة (منخفضة، متوسطة، عالية).

(2) 5) خطأ: عائلة النيوترونات لا تملك نيترون واحد.

(3) 6) خطأ: النوى النووية الخفيفة، أما النوى النووية الثقيلة فهي المسؤولة عن تماسك النواة.

الجواب الثاني: 25

(I) (3) $B_v = a_v A$ - الطاقة الحجمية للنواة.

(3) $B_s = -a_s A^{\frac{2}{3}}$ - طاقة سطح النواة وتعبر عن طاقة الربط النووية.

(3) $B_c = -a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}}$ - طاقة التنافر الكولوني.

(3) $B_a = -a_a \frac{(N-Z)^2}{A}$ - تعكس سعي النواة للحصول على نفس العدد من النترونات والبروتونات.

(3) $B_p = -a_p A^{-\frac{3}{4}} \delta$ - تعبر عن خاصية عدم استقرار النوى الزوجية بالمقارنة مع الزوجية فردية.

(II) - $U(r) = -[V(r) + iW(r)]$.

(5) في نموذج النواة الضوئي، يعبر عن احتمالية امتصاص نوكليون من نكليونات الحزمة الواردة، ويعبر الحدان $U(r)$ و $W(r)$ عن احتمال انتشار النكليونات أو امتصاصها.

(III) - $\vec{I} = \frac{\vec{\sigma}}{2}$ (5) يعبر عن تزويج سبين نكليون النواة، و $\vec{\sigma}$ عدد توجه النكليون في النواة.

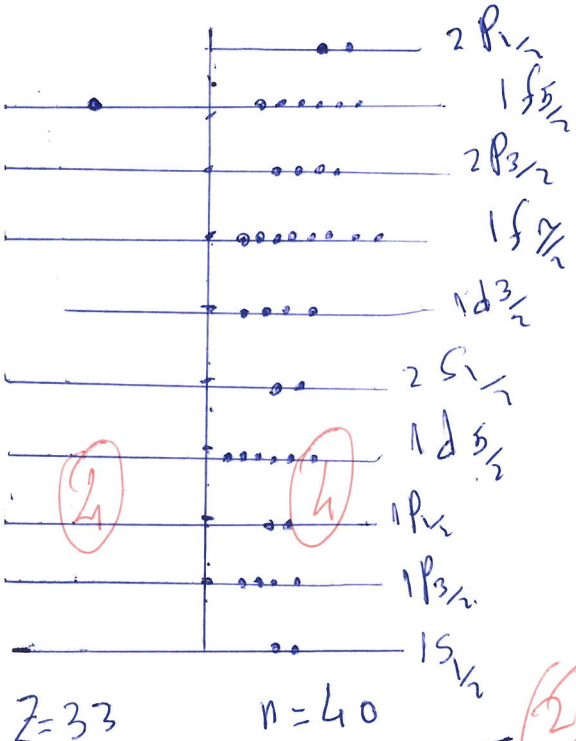
$\vec{J} = \vec{l} + \vec{\sigma}$ : مجموعات باولي.

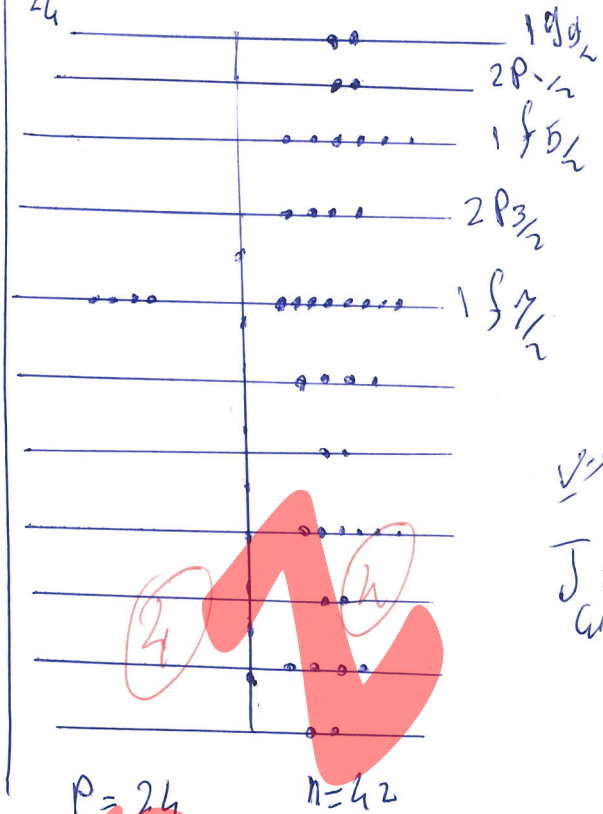
A to Z

## التمرين الثالث : 20

$^{73}_{33}As \Rightarrow Z=33, n=40$

$^{66}_{24}Cr \Rightarrow Z=24, n=42$




نواة زوجية - زوجية

$J_{Cr}=(0)^+$ (2)

$l=0 \quad 1 \quad 2 \quad 3$

s, p, d, f

$\Rightarrow J_{As}=(\frac{5}{2})^-$ (2) ; $P=(-1)^3=-1$

## التمرين الرابع : 30

$$^1_1P + ^{27}_{13}Al \longrightarrow (^{28}_{14}Si^*) \longrightarrow ^{27}_{13}Al + ^1_1P$$

1 - الطاقة الحركية الحدية:

$$(E_n)_L \geq \frac{m_p + m_{Al}}{m_{Al}} \left[ m_p + M_{^{27}_{13}Al} - M_{^{28}_{13}Al} - m_p \right] = 0$$ (5)

2 طاقة تهيج النواة المركبة:

$$W_{ex} = (E_n)_L + S_L = 0 + (m_p + M_{^{27}_{13}Al} - M_{^{28}_{13}Si^*})c^2 = 11.58 \text{ MeV}$$ (5)

3 حل قناة التفاعل ممكنة:

$$^{28}_{14}Si^* \longrightarrow ^{24}_{12}Mg + ^4_2\alpha .$$ (5)

$$(W_{ex})_{min} = S_L = (M_{Mg} + m_\alpha - M_{Si^*})c^2 \simeq 9.98 \text{ MeV}$$

بما أن $(W_{ex})_{min} < W_{ex}$ فالتفاعل ممكن.

A to Z

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة طرطوس-كلية العلوم
قسم الفيزياء

مقرر الفيزياء النووية2
لطلاب السنة الرابعة
اسم الطالب:
الرقم الجامعي:

**السؤال الأول (15 درجة):**

أجب بصح أو خطأ ثم صحح العبارة الخاطئة.

1. تعطى طاقة العتبة بالجملة المخبرية بالعلاقة: $(T_v)_s = -Q$.
2. تحدث تفاعلات النوى المركبة غالباً مع نكليونات السطح بزمن $10^{-24} sec$.
3. ما يميز نموذج النواة المركبة، المسار الحر الوسطي للمقذوف داخل الهدف.
4. تصنف التفاعلات النووية وفق آلية حدوثها لثلاثة أنواع (طاقة منخفضة، متوسطة، عالية).
5. عائلة الهدرونات لا تمتلك بنية داخلية.
6. القوى النووية الضعيفة مسؤولة عن تماسك مكونات النواة.
7. تحدث تفاعلات الاندماج النووي بواسطة النوى الثقيلة ومع درجات حرارة متوسطة.

**السؤال الثاني (15 درجة):**

أشرح آلية حدوث الانشطار النووي، فق نموذج القطرة السائلة، موضحاً ذلك بالرسم.

**السؤال الثالث (25 درجة):**

أوجد سبين ونوعية النوى التالية: $^{70}_{31}Ga,\ ^{88}_{39}Y$

**السؤال الرابع (35 درجة):**

ليكن التفاعل التالي: $n + {}^{27}_{14}Si \rightarrow ({}^{28}_{14}Si) \rightarrow {}^{27}_{14}Si + n$

المطلوب:

1. أحسب الطاقة الحركية الصغرى التي يجب أن يحملها النترون ليحدث التفاعل.
2. أحسب طاقة تهيج النواة المركبة (بفرض $E_n = 0.5eV$).
3. هل قناة التفكك التالية ممكنة: ${}^{28}_{14}Si \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{4}_{2}\alpha$.
4. سبين ونوعية النواة المركبة، علماً ان أسر النترون يتم في السوية (S) أو (P).

كما أن:

$$(J_n)^P = \left(\frac{1}{2}\right)^+, J_{Si} = \left(\frac{5}{2}\right)^+, n = 1.008665\ U, U = 931.49\ MeV$$

$$^{27}_{14}Si = 26.986703\ U, {}^{28}_{14}Si = 27.97693\ U$$

مدرس المقرر

أ. د. تيسير أحمد معلا

A to Z

Sabbagh

الجواب الأول: (15)

1- خطأ - تعطى طاقة الهسته بالجملة الخبرية بالعلاقة $\left(\frac{\Pi}{L}\right)_S = -\frac{m_1+m_2}{m_2}\Phi$ (3)

أما في جملة عركزها كتلة: $\left(\frac{\Pi}{L}\right)_S = -\Phi$

2- خطأ - حدث تفاعلات نووية مركبة مع نكليونات ذات الطاقة الواحدة وبزمن $10^{-16}$ sec. (2)

3- خطأ - حاجز الوسط الخارجي الحر الواسطي للتفوق ذات النواة (2)

4- توصيف التفاعلات النووية وفق الطاقة لنواتج (متخصصة، متوسطة، عالية) (2)

5- خطأ - مثال عائلة الهدرونات خفيفة وعالية (ثلاث كواركات أو كواركات) (2)

6- خطأ - القوى النووية الضعيفة مسؤولة عن تفاعلات النوويات، (2)
القوى النووية القوية مسؤولة عن ما حول النواة.

7- خطأ - حدث تفاعلات إندماج النووي بواسطة النوى الخفيفة ومع طاقات عالية. (2)

الجواب الثاني: (15)

توصيف آلية ارتطام النوى الكبيرة على نوى الهدف بسائلة، حيث يلعب حد السطح والحد الكولوني دور في تشوه النواة، فإذا كانت الطاقة بعد التشوه أطلبتية تتجاوز الحد الأدنى الكولوني (2)
بضعف أن النواة غير قابلة للانشطار.

حجم النواة الإهليلجي $\frac{4}{3}\Pi ab^2$ (3) عندما يكون حجمها $\frac{4}{3}\Pi R^3$ بنصف محور أكبر $a = R(1+\eta)$ - بنصف محور أصغر $b = R/(1+\eta)$ - عندما $\eta = 0$ حالة كرة.

Date : / /

Subject:

لنكتب حدا الطاقة $E_s$ والكولوني $E_c$ من أجل القيم الصغيرة للمعامل $\eta$ :

$$E_s = a_s A^{2/3}\left(1 + \frac{2}{5}\eta^2 + \dots\right)$$

$$E_c = a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}}\left(1 - \frac{1}{5}\eta^2 + \dots\right)$$

(1) (3)

نلاحظ من خلال هذه العلاقة أن طاقة التفاعل الكولوني للنواة الأصلية أقل بما هي عليه في النواتين الناتجتين لأن النواتين أصبحتا أكثر بعدا عن بعضهما

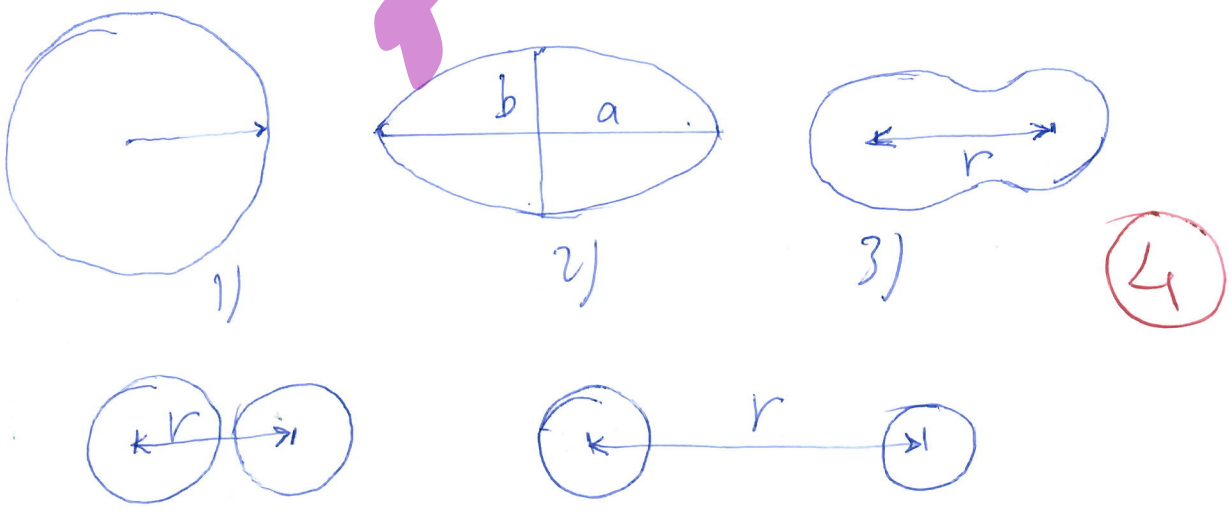
لنأخذ من العلاقة (1) الحدود المتعلقة بالعامل $\eta^2$ فقط فيكون لفارق الطاقتين السابقين

$$\Delta E \simeq \eta^2\left(\frac{2}{5}a_s A^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{5}a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}}\right). \quad (2)$$ (2)

من أجل $\Delta E$ سالبة عندما:

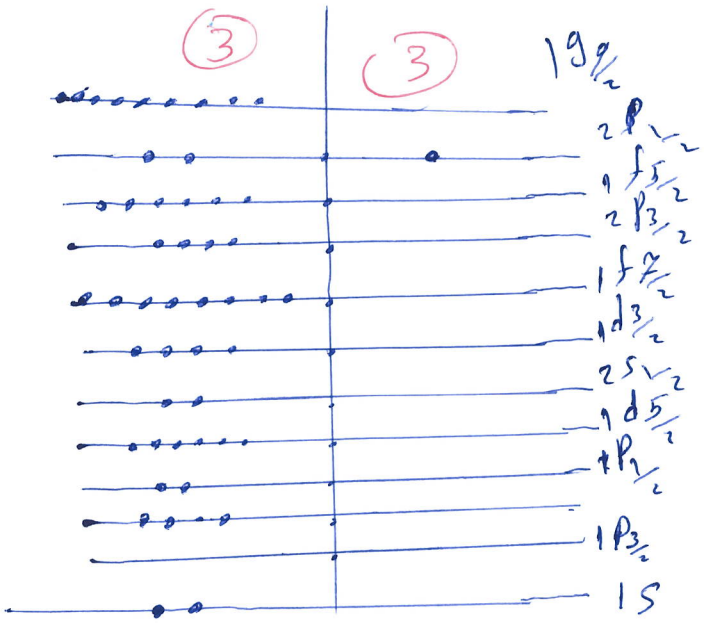
$$\frac{Z^2}{A} \geq 2\frac{a_s}{a_c} \simeq 49 \quad (3)$$ (1)

عندما يتحقق الشرط (3) يسيطر فوى التفاعل الكولوني على قوى التماسك النووي مما يساعد على ازدياد التشوه وانشطار النواة إلى نواتين كما في الشكل:



25 الحل بالكامل:

$^{88}_{39}Y$ ; $Z=39$, $n=49$




$n=49$ ; $Z=39$

$J_p = \frac{1}{2}^-$ , $J_n = \frac{9}{2}^-$

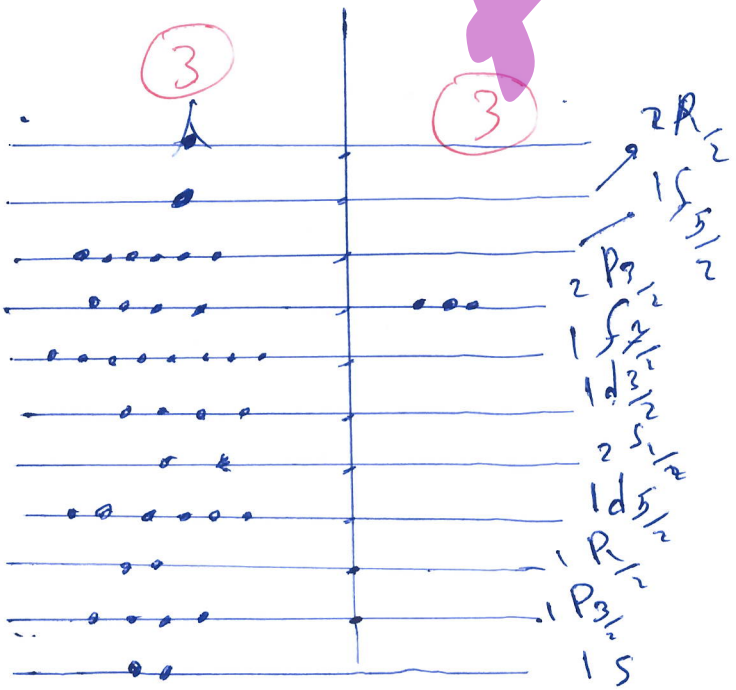
$P = (-1)^{l_n + l_p} = (-1)^{4+1} = -1$ (2)

$|\vec{J}_p - \vec{J}_n| \le J \le |\vec{J}_p + \vec{J}_n|$

$|\frac{9}{2} - \frac{1}{2}| \le J \le |\frac{9}{2} + \frac{1}{2}|$

$J = 4, 5^-$ (4)

$^{70}_{31}Ga$ , $Z=31$, $n=39$




$n=39$ ; $Z=31$

$J_n = \frac{1}{2}^+$, $J_p = \frac{3}{2}^+$ (3)

$P = (-1)^{l+1} = +$ , $l_p = +1$, $l_n = +1$

$|\vec{J}_p - \vec{J}_n| \le \vec{J} \le |\vec{J}_p + \vec{J}_n|$

$|\frac{1}{2} - \frac{3}{2}| \le \vec{J} \le |\frac{1}{2} + \frac{3}{2}|$

$J = 1^+, 2^+$ (4)

A to Z

$M_\alpha = 4.002603\ u$.

$M_{^{24}Mg} = 23.985042\ u$.

## الجواب الأول :

1) حساب الطاقة الحركية الصغرى للنترون لحدوث التفاعل :

$$n + {}^{28}_{14}Si \longrightarrow {}^{28}_{14}Si \longrightarrow n + {}^{27}_{14}Si$$

نطبق العلاقة :

$$(m_n + M_{^{28}Si} - M^*_{^{28}Si})c^2 + (E_n)_1 \frac{M_{^{28}Si}}{m_n + M_{^{28}Si}} \geq (m_n + M_{^{27}Si} - M_{^{28}Si})c^2$$

$$\Rightarrow (E_n)_1 \frac{M_{^{28}Si}}{m_n + M_{^{28}Si}} \geq 0 \Rightarrow \boxed{E_n \geq 0} \quad (5)$$

2) طاقة تحرير الفوتون الوحيدة :

$$W_{ex} = (E_n)_1 \left(\frac{M_{Si}}{m_n + M_{Si}}\right)c^2 + (m_n + M_{Si} - M^*_{Si})c^2$$

بما أن $E_n = 0.5\ eV$ المهمل جدا بالنسبة للطاقة الموجودة نجد أن :

$$W_{ex} = (m_n + M_{^{27}Si} - M_{^{28}Si})c^2 = 17.174\ MeV \quad (3)$$

3) في الحالة $^{28}Si \rightarrow {}^4\alpha + {}^{24}Mg$ حدوث

$$(W_{ex})_{min} = (m_\alpha + M_{^{24}Mg} - M_{^{28}Si})c^2 = 9.981\ MeV.$$

(2) نلاحظ أن هذه القيمة أكبر من قيمة طاقة الفوتون الوحيد $W_{ex}$ إذن التفاعل حدوث.

4) حساب السبب وتوضيح الفوتون الوحيد :

من أجل الوجهة $S(\ell=0)$ لدينا:

$P=(+)(+)(-1)^0=+1$

- الفوعية:

- إذن نجمع بين $J_n=\frac{1}{2}$ و $J_{S_1}=\frac{5}{2}$ لدينا: $\vec{J}=\vec{J}_n+\vec{J}_{S_1}$

$|\vec{J}_n-\vec{J}_{S_1}|\leq|\vec{J}|\leq|\vec{J}_n+\vec{J}_{S_1}|\Rightarrow$ (5)

$|\frac{1}{2}-\frac{5}{2}|\leq\bar{J}\leq|\frac{1}{2}+\frac{5}{2}|\Rightarrow J=2^+,3^+$

من أجل الوجهة $P(\ell=1)$ لدينا:

$P=(+)(+)(-1)^1=-1$

- الفوعية:

- إذن نجمع بين $\ell=1$ و $S=2$:

$|1-2|\leq\bar{J}\leq|1+2|\Rightarrow J=1^-,2^-,3^-$ (5)

أو نجمع بين $\ell=1$ و $S=3$:

$|1-3|\leq\bar{J}\leq|1+3|\Rightarrow J=2^-,3^-,4^-$ (5)

A to Z

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة طرطوس-كلية العلوم
قسم الفيزياء

مقرر الفيزياء النووية2
لطلاب السنة الرابعة
اسم الطالب:
الرقم الجامعي:

**السؤال الأول (15 درجة):**

أجب بصح أو خطأ ثم صحح العبارة الخاطئة.

1. طاقة العتبة هي الطاقة الناتجة عن تفاعل ماص للحرارة.
2. يتطلب تشكيل نواة مركبة نوى هدف حقيقية وزمن عبور $10^{-22}sec$.
3. في النموذج النووي الموحد، تُمثَّل النواة الهدف بكرة زجاج شفافة جزئياً لموجة الجسم الوارد.
4. تصنف التفاعلات النووية ووفق الطاقة لثلاثة انواع (نوى خفيفة، متوسطة، ثقيلة).
5. عائلة اللبتونات ذات بنية داخلية مكونة من ثلاث كواركات وسبين صحيح.
6. القوى النووية القوية مسؤولة عن تفكك النوى.

**السؤال الثاني (25 درجة):**

أشرح باختصار المعنى الفيزيائي للعبارات التالية:

$$1.\ B(A,Z) = a_v A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - a_p A^{\frac{-3}{4}}$$

$$2.\ U(r) = -[V(r) + iW(r)]$$

$$3.\ \vec{I} = \frac{\vec{\sigma}}{2}$$

**السؤال الثالث (20 درجة):**

أوجد سبين ونوعية النوى التالية: ${}^{66}_{24}CU,\ \ {}^{73}_{33}As$

**السؤال الرابع (30 درجة):**

ليكن التفاعل التالي: ${}^{1}_{1}P + {}^{27}_{13}Al \rightarrow ({}^{28}_{14}Si) \rightarrow {}^{27}_{13}Al + {}^{1}_{1}P$

المطلوب:

1. أحسب الطاقة الحركية الصغرى التي يجب أن يحملها البروتون كي يحدث التفاعل.
2. أحسب طاقة تهيج النواة المركبة (بفرض $E_P = 0.5eV$).
3. هل قناة التفكك التالية ممكنة: ${}^{28}_{14}Si \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{4}_{2}\alpha$.
4. سبين ونوعية النواة المركبة، علماً ان أسر البروتون يتم في السوية (S) أو (P).

علماً أن:

$$J_{(P)} = \left(\frac{1}{2}\right)^{+}, J_{{}^{27}_{13}Al} = \left(\frac{5}{2}\right)^{+}, {}^{1}_{1}H = 1.007825, {}^{4}_{2}\alpha = 4.002603$$

$${}^{27}_{13}Al = 26.981539, {}^{28}_{14}Si = 27.97693, {}^{24}_{12}Mg = 23.985042, U = 931.49\ MeV$$

مدرس المقرر

أ. د. تيسير أحمد معلا

مكتبة A to Z

## الجواب الأول: « 15 درجة »

(2) 1- خطأ + هي الطاقة الحركية الصغرى التي يجب أن نزود بها نواة ما لكي تتفكك.
($\theta < 0$) ليصبح حدوثه ممكنا.

(3) 2- خطأ - تتطلب تشكل نواة مركبة نواة قصيرة وزمن عبور $10^{-16}$ sec.

(2) 3- خطأ - النوى 12 الأكثر.

(3) 4- خطأ: "منخفض، متوسطة، عالية" هو العكس.

(3) 5- خطأ: النيوترونات لا تملك شحنة (كهربائية) وسبينها $\frac{1}{2}\hbar$

(2) 6- خطأ: القوى النووية الضعيفة مسؤولة عن تفكك النوى.

مكتبة A to Z

## الجواب الثاني: « 5 درجات »

1: $B(A,Z) = a_v A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - a_p A^{-\frac{3}{4}} . \delta$

$B_v$ طاقة الربط للنواة، $B_s$ طاقة الربط للنواة، $B_c$ طاقة الربط للنواة، $B_a$ طاقة الربط للنواة، $B_p$ طاقة الربط للنواة.

أولا: (2) $B_v = a_v A$ - الطاقة الحجمية للنواة.

ثانيا: (2) $B_s = -a_s A^{\frac{2}{3}}$ - تصحيح طاقة السطح، تنقص طاقة ارتباط النواة.

ثالثا: (3) $B_c = -a_c Z^2 / A^{\frac{1}{3}}$ - تمثل طاقة التدافع الكولومبي الناتجة عن وجود البروتونات.

رابعا: (3) $B_a = -a_a \frac{(N-Z)^2}{A}$ - يعكس سعي النواة لامتلاك نفس العدد من البروتونات والنترونات.

خامسا: (3) $B_p = -a_p A^{-\frac{3}{4}} . \delta$ - حالة عدم استقرار القوى المزدوجة البروتونات والنترونات.

بالمقارنة مع الفيزياء الكلاسيكية.

2- $U(r) = -[V(r) + iW(r)]$.

(3) كمون الكمون و الصوتي ، الذي يصف عملية امتصاص الكاليون من الموائع بين

(3) $V(r)$ و $W(r)$ يصفان عملية انتشار و كمونات الكرة الواردة وعملية امتصاصها.

3- $\vec{I} = \frac{\vec{\sigma}}{2}$.

$\vec{I}$ - يزود بين الكاليون و الموائع ، $\vec{\sigma}$ مصفوفات باولي ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ )

(2) مصفوفة

$\vec{I}$ - يمثل عزم الدوران الكمومي

$\vec{\sigma}$ - محور و الف الذاتي للتكليون من الموائع.

A to Z

الجواب الثالث ... 20 درجة

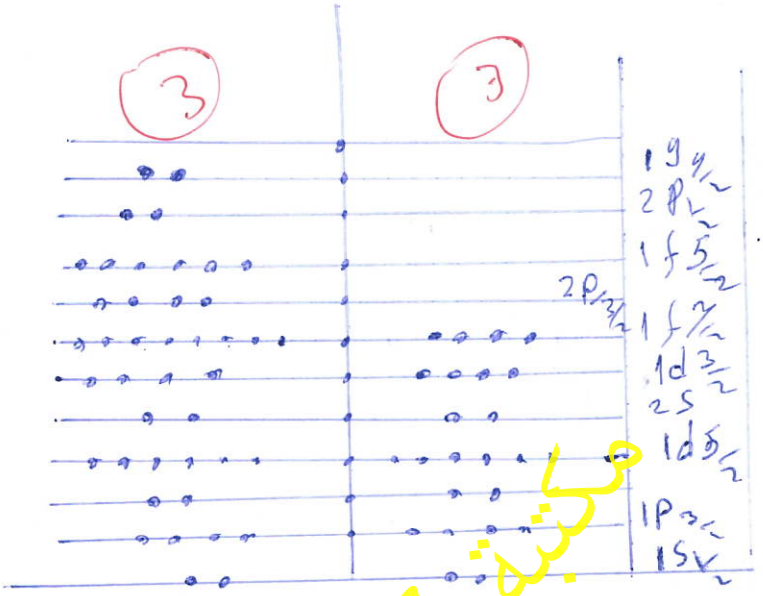
- تبين ونوعية النواة $^{66}_{24}Cr$

عدد البروتونات 24 (2)

عدد النيوترونات 42

لديها نكليون فرد إذاً:

$J = (0)^+$ (2)




مكتبة A to Z

- تبين ونوعية النواة $^{73}_{33}As$ :

عدد البروتونات 33 (2)

عدد النيوترونات 40

$J_n = (0)$, $J_p = \frac{5}{2}$

$P = (-1)^3 = -1$ (2)

$J = (\frac{5}{2})^-$

التمرين الأول: (30 درجة)

الأسئلة:

$$(E_a)_2 \geq \frac{m_a + M_X}{M_X}\left[m_a + M_X - m_b - M_Y\right]$$

$$(E_p)_2 \geq \frac{m_p + M_{13}^{27}Al}{M_{13}^{27}Al}\left[m_p + M_{13}^{27}Al - M_{13}^{27}Al - M_p\right] = 0$$

(6)

مكتبة A to Z

$$\boxed{(E_p)_2 > 0}$$ إذن

ثانياً: طاقة الكمون:

$$W_X = (E_a)_2 \frac{M_X}{m_a + M_X} - (m_a + M_X - M_C)c^2$$

$$W_X = (E_p)_2 \frac{M_{13}^{27}Al}{m_p + M_{13}^{27}Al} - \left[m_p + M_{13}^{27}Al - M_{14}^{28}Si\right]c^2$$

(6)

$$W_X = 11.58 \text{ MeV}$$

ثالثاً:

$$^{28}_{14}Si \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + \alpha$$

$$(W_X)_{min} = \left(M_{12}^{24}Mg + m_\alpha - M(^{28}_{14}Si)\right)c^2$$

(6)

$$(W_X)_{min} = 9.98 \text{ MeV}$$

إذا هذه الطاقة كافية لذلك $(W_X)_{min} < (W_X)_2$.

رابعاً: $|J_a - J_x| \leq J_c \leq |J_a + J_x|$

1) الحد الذي فيه $S(\ell=0)$:

$P = (+)(+)(+) = +$

$|\frac{5}{2} - \frac{1}{2}| \leq J_B \leq |\frac{5}{2} + \frac{1}{2}|$ (6)

$J_c = 2^+, 3^+$

2) الحد الذي فيه $P(\ell=1)$:

$P = (+)(+)(-) = -$

$|2-1| \leq J \leq |2+1|$ (6)

$J = 1^-, 2^-, 3^-$

$|3-1| \leq J \leq |3+1|$

$J = 2^-, 3^-, 4^-$

$(J_c)^P = 1^-, 2^-, 3^-, 4^-$

مكتبة A to Z