كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء نووية٢

المحاضرة: مسائل/نظري/د. سمر عمران

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

مسائل - لمقرر الفيزياء النووية 2 – د. سمر عمران

مسألة (1): يُعرف عزم رباعي الأقطاب الكهربائي للنواة بالعلاقة التالية:

$$Q = \frac{\rho}{e}\int (3z^2 - r^2)d\tau$$

حيث: ρ كثافة الشحنة النووية والتكامل مأخوذ عل كل الحجم النووي. كما أنَّ قياس Q للنوى التالية أدى إلى القيم المقابلة لكل نواة:

$$^{17}_{8}O \qquad \mathrm{Q} = -0.004 \times 10^{-24} cm^2$$
$$^{33}_{16}S \qquad \mathrm{Q} = -0.06 \times 10^{-24} cm^2$$
$$^{35}_{16}S \qquad \mathrm{Q} = +0.06 \times 10^{-24} cm^2$$
$$^{167}_{68}Er \qquad \mathrm{Q} = +10.2 \times 10^{-24} cm^2$$

نفرض أنَّ لهذه النوى شكلاً اهليلجياً، فإذا كان b,a يمثلان نصفي المحورين للشكل المذكور وبفرض أنَّ:

$R = \frac{a+b}{2}$ نصف القطر الوسطي للنواة، $\eta = \frac{a-b}{2}$ معامل التشوه، المطلوب مايلي:

1- ماهو معامل التشوه للنوى المذكورة؟

2- ماهو المعنى الفيزيائي لإشارة عزم رباعي الأقطاب الكهربائي المُقاس؟

3- إذا كان السبين الكلي والنوعية للنوى المذكورة هو على التسلسل:

$J^P = \frac{5^+}{2}$ من أجل $^{17}_{8}O$ و $J^P = \frac{3^+}{2}$ من أجل $^{35}_{16}S$ و $J^P = \frac{7^+}{2}$ من أجل $^{167}_{68}Er$

احسب عزم الأقطاب المغناطيسي المتوقع للسويات الأساسية لهذه النوى.

الحل: 1- معامل التشوه للنواة $^{17}_{8}O$

يُعطى عزم رباعي الأقطاب الكهربائي الذاتي بالعلاقة التالية:

$$Q_{int} = \frac{4}{5}ZR^2\eta \Longrightarrow \eta = \frac{5Q_{int}}{4R^2Z}$$

$$\mathrm{Q}_{int} = -0.004 \times 10^{-24} cm^2 = -0.004 \times 10^{-28} m^2$$

نلاحظ أنَّ $\mathrm{Q}_{int} < 0$ وبالتالي لدينا نواة على شكل قطع ناقص مفلطح وفق المحور X .

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}} = 1.5 \times 10^{-15} m (17)^{\frac{1}{3}} = 3.21 \times 10^{-15} m$$

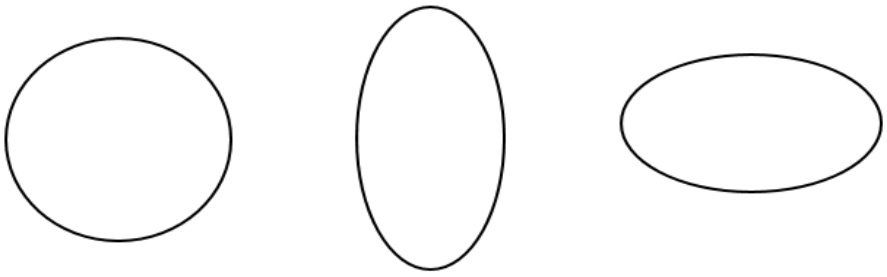
$$\Longrightarrow \eta = \frac{5(-0.004 \times 10^{-28} m^2)}{4(3.21 \times 10^{-15} m)^2 \times (8)} = \frac{-2 \times 10^{-30}}{1.643 \times 10^{-32}} = -6.065 \times 10^{-3}$$

وبنفس الطريقة نجد η للنوى الباقية.

ملاحظة: أهملنا e شحنة البروتون في علاقة عزم رباعي الأقطاب الكهربائي الذاتي لأنها ثابت مشترك لجميع النوى وهنا التركيز على درجة التشوه.

2- بالنسبة للمعنى الفيزيائي لإشارة عزم رباعي الأقطاب الكهربائي المُقاس نلاحظ مايلي:

- $Q_{int} = 0$ من أجل $\eta = 0$ هذا يعني أنَّ $b = a$ وبالتالي ونقول في هذه الحالة أنَّ النواة كروية الشكل. هذا يعني أنَّ الكمون النووي أو الجهد النووي هو كمون مركزي.
- $Q_{int} > 0$ من أجل $b > a$ ونقول في هذه الحالة أنَّ النواة كروية تأخذ الشكل الاهليلجي المتطاول ولها عزم رباعي أقطاب كهربائي موجب.
- $Q_{int} < 0$ من أجل $b < a$ ونقول في هذه الحالة أنَّ النواة كروية تأخذ الشكل الاهليلجي المسطح (المفلطح) ولها عزم رباعي أقطاب كهربائي سالب.



$Q_{int} = 0$	$Q_{int} > 0$	$Q_{int} < 0$
$b = a$	$b > a$	$b < a$

3-تُعطى العلاقة بين عزم رباعي الأقطاب الكهربائي النووي والسبين الكلي:

$$Q = \frac{Q_{int}}{2}\frac{2J-1}{J+1}$$

$J^P = \frac{5}{2}^+$ من أجل $^{17}_{8}O$:

$$Q = \frac{-0.004 \times 10^{-28} m^2}{2}\frac{2\left(\frac{5}{2}\right)-1}{\frac{5}{2}+1} = -2.28 \times 10^{-31} m^2$$

وبالطريقة نفسها نحسب لباقي النوى.

مسألة (2): احسب نسبة المحور الرئيسي إلى المحور الثانوي $\frac{a}{b}$ لنواة التيتانيوم $^{181}_{73}Ta$ علماً أنَّ Q_{int} تساوي $+6 \times 10^{-24} cm^2$ ، ملاحظة: اعتبر أنَّ $R = 1.5A^{\frac{1}{3}}$

الحل: لدينا:

$$Q_{int} = \frac{4}{5} Z R^2 \eta \quad ; \quad \eta = \frac{a-b}{R}$$

من أجل نواة التيتانيوم $^{181}_{73}Ta$ لدينا:

$$R = 1.5A^{\frac{1}{3}} = 1.5(181)^{\frac{1}{3}} = 8.48fm = 8.48 \times 10^{-15}m$$

$$\Longrightarrow \eta = \frac{5Q_{int}}{4R^2Z} = \frac{5 \times 6 \times 10^{-24} \times 10^{-4}m^2}{4 \times 73 \times (8.48 \times 10^{-15})^2 m} = 0.143$$

$$\frac{a}{b} \approx 1 + \eta = 1 + 0.143 = 1.143$$

مسألة (3): طاقة الربط للنوى ذات العدد الذري Z والعدد الكتلي A يمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية weisacker نصف التجريبية كما يلي:

$$B = a_V A - a_s A^{2/3} - a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - \frac{a_p}{A^{1/2}}$$

أوجد الطاقة اللازمة لإزالة نترون من النواة $^{40}_{20}Ca$ علماً أنَّ:

$$a_V = 15.56MeV, a_s = 17.23MeV, a_c = 0.697MeV,$$
$$a_a = 23.285MeV, a_p = -12.012MeV$$

الحل: لدينا $Z = 20 \Longrightarrow N = 40 - 20 = 20$

$$B(^{40}_{20}Ca) = (15.56 \times 40) - \left(17.23 \times (40)^{2/3}\right) - \left(0.697 \frac{(20)^2}{(40)^{1/3}}\right) - 0 + \frac{12}{(40)^{1/2}}$$
$$= 622.4 - 201.52 - 81.52 + 1.89 = 341.25$$

$$B(^{39}_{20}Ca) = (15.56 \times 39) - \left(17.23 \times (39)^{2/3}\right) - \left(0.697 \frac{(20)^2}{(39)^{1/3}}\right) - \left(23.285 \frac{(19-20)^2}{39}\right) +$$
$$0 = 606.84 - 198.15 - 82.21 - 0.597 = 326.883$$

الحدّ الأخير في العلاقتين تمّ التعبير عنه في حالتين : (زوجي – زوجي) $Z = 20 \Longrightarrow N = 20$ وبالتالي لهذا الحدّ قيمة ، (فردي – زوجي) $Z = 20 \Longrightarrow N = 39 - 20 = 19$ وبالتالي قيمته صفر حيث تم إزالة نترون واحد.

بطرح النواتج نحصل على طاقة الربط من أجل نترون: $B(v) = 14.37MeV$ وهي الطاقة المطلوبة لفصل نترون واحد عن النواة.