



BUỔI 3: ĐỘ HỤT KHỐI – NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

A. LÝ THUYẾT

1. Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng

- Một vật có khối lượng thì cũng có năng lượng tương ứng và ngược lại.
- Năng lượng E và khối lượng m tương ứng của cùng một vật luôn luôn tồn tại đồng thời và tỉ lệ với nhau, hệ số tỉ lệ là c^2 (c là tốc độ của ánh sáng trong chân không).
- Hệ thức Einstein: $E = mc^2$

2. Đơn vị khối lượng hạt nhân

- Mỗi đơn vị khối lượng nguyên tử (kí hiệu là amu) có giá trị bằng $1/12$ nguyên tử carbon $^{12}_6C$
- $$1 amu = 1,66055 \cdot 10^{-27} kg.$$

Khối lượng tính ra amu			
electron	proton	neutron	Helium (4_2He)
$5,486 \cdot 10^{-4}$	1,00728	1,00867	4,00150

- Các hạt nhân có khối lượng rất lớn so với khối lượng của electron; vì vậy khối lượng nguyên tử tập trung gần như toàn bộ ở hạt nhân.

3. Lực hạt nhân

Lực tương tác giữa các nucleon trong hạt nhân là lực hút, gọi là lực hạt nhân, có tác dụng liên kết các nucleon với nhau.

- Lực hạt nhân không cùng bản chất với lực tĩnh điện hay lực hấp dẫn; nó là một loại lực mới.
- Lực hạt nhân được gọi là lực tương tác mạnh.
- Lực hạt nhân chỉ phát huy tác dụng trong phạm vi kích thước hạt nhân ($\approx 10^{-15} m$).

💡 Em có biết?

Ở ngoài phạm vi kích thước hạt nhân thì lực hạt nhân giảm nhanh xuống không.

4. Độ hụt khối

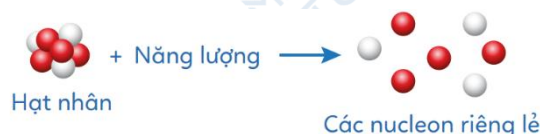
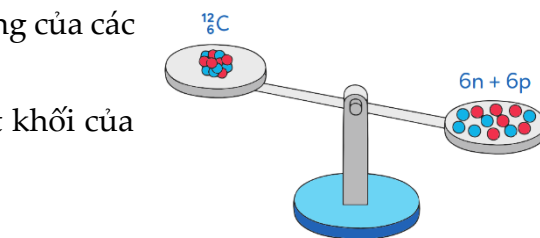
- Khối lượng của một hạt nhân luôn nhỏ hơn tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân đó.
- Độ chênh lệch giữa hai khối lượng đó được gọi là độ hụt khối của hạt nhân, kí hiệu là Δm :

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_X$$

- Với m_X là khối lượng của hạt nhân X.

5. Năng lượng liên kết

- Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ hoặc bằng năng lượng tỏa ra khi các nucleon riêng rẽ kết hợp thành hạt nhân.



$$E_{lk} = \Delta mc^2$$

- Năng lượng liên kết hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV .

6. Năng lượng liên kết riêng

– Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết tính cho một nucleon.

– Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV/nucleon . Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

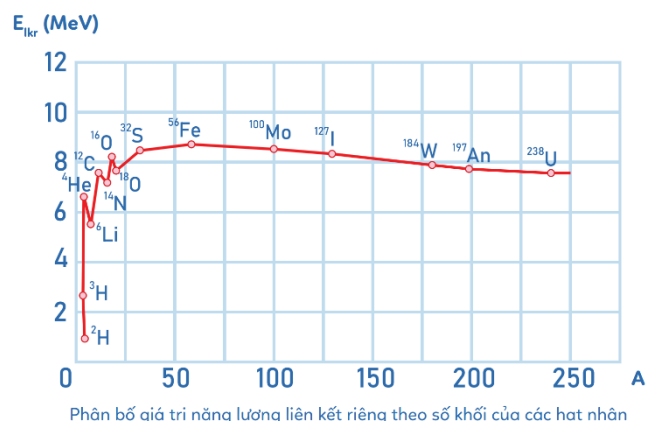
– Các hạt nhân bền vững có $\frac{E_{lk}}{A}$ vào cỡ 8,8 MeV/nucleon .

– Các hạt nhân bền vững nhất nằm ở khoảng giữa của bảng tuần hoàn ứng với $50 < A < 80$.

– Hạt nhân ${}^1_1\text{H}$ không có độ hụt khối, năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng vì bản chất của nó chỉ là một hạt proton.

– Dựa vào đồ thị như hình dưới ta có thể so sánh tính bền vững của các hạt nhân có số khối $A < 56$ hoặc $A \geq 56$ mà không cần tính năng lượng liên kết riêng.

– Các hạt nhân có xu hướng trở nên bền vững hơn. Chính vì thế các hạt nhân nhẹ dễ kết hợp lại, trong khi hạt nhân nặng dễ bị vỡ ra.



B. BÀI TẬP

PHẦN I. Câu trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn. Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 12. Mỗi câu thí sinh chỉ chọn một phương án.

Câu 1: [VNA] Lực hạt nhân

- A. phát huy tác dụng trong phạm vi kích thước của nguyên tử.
- B. không phụ thuộc vào điện tích của các hạt tương tác.
- C. có cường độ nhỏ hơn cường độ của lực hấp dẫn.
- D. thuộc loại tương tác yếu.

Câu 2: [VNA] Phạm vi tác dụng của lực tương tác mạnh trong hạt nhân là

- A. 10^{-13} cm .
- B. 10^{-8} cm .
- C. 10^{-10} cm .
- D. vô hạn.

Câu 3: [VNA] Độ hụt khối của một hạt nhân X

- A. là đại lượng đặc trưng cho mức độ bền vững của hạt nhân.
- B. được xác định bằng biểu thức $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_X$.
- C. càng lớn thì số khối của hạt nhân càng lớn.
- D. là đại lượng đặc trưng cho mức độ phổ biến của hạt nhân.

Câu 4: [VNA] Biết khối lượng hạt nhân He là $m_{\text{He}} = 4,0015 \text{ amu}$. So với khối lượng này thì tổng khối lượng của các nucleon tạo thành nó

- A. bằng nhau.
- B. nhỏ hơn.
- C. lớn hơn.
- D. không so sánh được.

Câu 5: [VNA] Hạt nhân có độ hụt khối càng lớn thì có

- A. năng lượng liên kết riêng càng nhỏ.
- B. năng lượng liên kết càng lớn.
- C. năng lượng liên kết càng nhỏ.
- D. năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Câu 6: [VNA] Năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân được tính bằng

- A. tích của năng lượng liên kết của hạt nhân với số nucleon của hạt nhân ấy.
- B. tích của độ hụt khối của hạt nhân với bình phương tốc độ ánh sáng trong chân không.
- C. thương số của khối lượng hạt nhân với bình phương tốc độ ánh sáng trong chân không.
- D. thương số của năng lượng liên kết của hạt nhân với số nucleon của hạt nhân ấy.

Câu 7: [VNA] Hạt nhân X có số khối A_X , năng lượng liên kết E_X . Hạt nhân Y có số khối A_Y , năng lượng liên kết E_Y . Nếu hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y thì

- A. $\frac{E_X}{A_X} > \frac{E_Y}{A_Y}$.
- B. $E_X > E_Y$.
- C. $E_Y > E_X$.
- D. $\frac{E_X}{A_X} < \frac{E_Y}{A_Y}$.

Câu 8: [VNA] Trong các hạt nhân gồm: $^{61}_{28}\text{Ni}$, $^{90}_{40}\text{Zr}$, $^{142}_{55}\text{Cs}$, $^{235}_{92}\text{U}$, hạt nhân nào sau đây bền vững nhất?

- A. $^{61}_{28}\text{Ni}$.
- B. $^{90}_{40}\text{Zr}$.
- C. $^{142}_{55}\text{Cs}$.
- D. $^{235}_{92}\text{U}$.

Câu 9: [VNA] Cho khối lượng của proton, neutron, hạt nhân ^6_3Li lần lượt là $1,0073 \text{ amu}$; $1,0087 \text{ amu}$; $6,0135 \text{ amu}$. Độ hụt khối của ^6_3Li là

- A. $0,0345 \text{ amu}$.
- B. $0,0245 \text{ amu}$.
- C. $0,0512 \text{ amu}$.
- D. $0,0412 \text{ amu}$.

Câu 10: [VNA] Hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ có năng lượng liên kết là 1784 MeV . Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân này là

- A. $5,45 \text{ MeV/nucleon}$.
- B. $7,59 \text{ MeV/nucleon}$.
- C. $12,47 \text{ MeV/nucleon}$.
- D. $19,39 \text{ MeV/nucleon}$.

Câu 11: [VNA] Các hạt nhân deuterium ^2_1H ; tritium ^3_1H , helium ^4_2He có năng lượng liên kết lần lượt là $2,22 \text{ MeV}$; $8,49 \text{ MeV}$ và $28,16 \text{ MeV}$. Các hạt nhân trên được sắp xếp theo thứ tự giảm dần về độ bền vững của hạt nhân là

- A. ^2_1H ; ^4_2He ; ^3_1H .
- B. ^2_1H ; ^3_1H ; ^4_2He .
- C. ^4_2He ; ^3_1H ; ^2_1H .
- D. ^3_1H ; ^4_2He ; ^2_1H .

Câu 12: [VNA] Một hạt nhân có 8 proton và 9 neutron, năng lượng liên kết riêng của hạt nhân này là $7,75 \text{ MeV/nucleon}$. Biết $m_p = 1,0073 \text{ amu}$; $m_n = 1,0087 \text{ amu}$ và $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Khối lượng của hạt nhân đó là

- A. $16,9455 \text{ amu}$.
- B. $17,0053 \text{ amu}$.
- C. $16,9953 \text{ amu}$.
- D. $17,0567 \text{ amu}$.

PHẦN II. Câu trắc nghiệm đúng sai. Thí sinh trả lời từ câu 1 và câu 2. Trong mỗi ý a), b), c), d) ở mỗi câu, thí sinh chọn đúng hoặc sai.

Câu 1: [VNA] Cho các hạt nhân ^2D , ^4He và ^{14}N . Biết rằng khối lượng của proton là $m_p = 1,00728 \text{ amu}$, khối lượng của neutron là $m_n = 1,00866 \text{ amu}$ và khối lượng của các hạt nhân lần lượt là $m_D = 2,01410 \text{ amu}$; $m_{\text{He}} = 4,00260 \text{ amu}$; $m_N = 14,00307 \text{ amu}$.

Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Hạt nhân ^{14}N có điện tích hạt nhân là $+14 e$.	☐	☐
b) Tổng số neutron có trong các hạt nhân là 10.	☐	☐
c) Bán kính của hạt nhân ^{14}N được xác định gần đúng bằng $2,892 \text{ fm}$.	☐	☐
d) Hạt nhân He có năng lượng liên kết riêng lớn nhất.	☐	☐

Câu 2: [VNA] Cho các hạt nhân ^1H , ^4He và ^{14}N . Biết rằng khối lượng của proton là $m_p = 1,00728 \text{ amu}$, khối lượng của neutron là $m_n = 1,00866 \text{ amu}$ và khối lượng của các hạt nhân lần lượt là $m_H = 2,0141 \text{ amu}$; $m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ amu}$; $m_N = 14,00307 \text{ amu}$.

Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Hạt nhân ^1H được tạo thành bởi 1 neutron và 1 proton.	☐	☐
b) Độ hụt khối là độ chênh lệch giữa tổng khối lượng các hạt tạo thành hạt nhân và khối lượng hạt nhân.	☐	☐
c) Điện tích hạt nhân ^{14}N gấp 7 lần hạt ^1H .	☐	☐
d) Hạt nhân ^{14}N có năng lượng liên kết riêng lớn nhất.	☐	☐

PHẦN III. Câu trắc nghiệm trả lời ngắn. Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 4.

Câu 1: [VNA] Khối lượng của proton, neutron, hạt nhân $^{37}_{18}\text{Ar}$ lần lượt là $1,0073 \text{ amu}$; $1,0087 \text{ amu}$; $36,9565 \text{ amu}$. Độ hụt khối của $^{37}_{18}\text{Ar}$ là bao nhiêu amu (làm tròn kết quả tới chữ số hàng phần trăm)?

Đáp án:

Câu 2: [VNA] Cho khối lượng của proton, neutron và hạt nhân He lần lượt là: $1,0073 \text{ amu}$; $1,0087 \text{ amu}$ và $4,0015 \text{ amu}$ và $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ^4_2He là bao nhiêu MeV (làm tròn kết quả tới chữ số hàng phần mười)?

Đáp án:

Câu 3: [VNA] Hạt nhân $^{90}_{40}\text{Zr}$ có năng lượng liên kết là 783 MeV . Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân này là bao nhiêu MeV/nucleon (làm tròn kết quả tới chữ số hàng phần mười)?

Đáp án:

Câu 4: [VNA] Hạt nhân ^9_4Be có độ hụt khối là $0,0627 \text{ amu}$. Cho khối lượng của proton và neutron lần lượt là $1,0073 \text{ amu}$ và $1,0087 \text{ amu}$. Khối lượng của hạt nhân ^9_4Be là bao nhiêu amu (làm tròn kết quả tới chữ số hàng phần trăm)?

Đáp án:

-----HẾT-----