

CHỦ ĐỀ 2 : MẪU NGUYÊN TỬ BO

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN

I. Mô hình hành tinh nguyên tử

1. Mô hình hành tinh nguyên tử của Rơ-đơ-pho.

Nguyên tử gồm:

- Hạt nhân: mang điện tích dương, chiếm toàn bộ khối lượng của nguyên tử.
 - Electron: mang điện tích, chuyển động quanh hạt nhân theo những quỹ đạo tròn hoặc elip.
- Nguyên tử trung hòa về điện.

2. Hạn chế

- Không giải thích được tính bền vững của các nguyên tử.
- Không giải thích được sự tạo thành quang phổ vạch của các nguyên tử.

II. Các tiên đề của Bo về cấu tạo nguyên tử

1. Tiên đề về trạng thái dừng

- Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trong các trạng thái dừng thì nguyên tử không bức xạ.
- Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, electron chỉ chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có **bán kính hoàn toàn xác định** gọi là các **quỹ đạo dừng**.

* Đối với nguyên tử Hidrô

- Năng lượng: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV)
- Bán kính: $r_n = n^2 r_0$

Với $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$: Bán kính Bo

$n = 1, 2, 3, \dots$: lượng tử số

Tên quỹ đạo	K (n=1)	L (n = 2)	M (n=3)	N (n = 4)	O (n = 5)	P (n =6)
Bán kính	r_0	$4 r_0$	$9 r_0$	$16 r_0$	$25 r_0$	$36 r_0$

* Bình thường nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất và electron chuyển động gần hạt nhân nhất. Đó là **trạng thái cơ bản**. (bền vững)

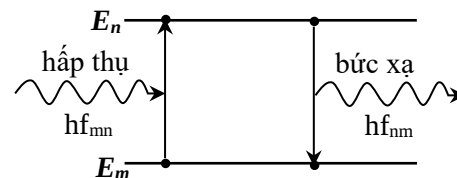
* Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử sẽ chuyển lên các trạng thái dừng có năng lượng cao hơn, electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính lớn hơn. Các trạng thái này gọi là các **trạng thái kích thích** (kém bền, chỉ tồn tại trong thời gian cỡ 10^{-8}s)

2. Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

- Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m nhỏ hơn thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$:

$$\varepsilon = hf_{nm} = E_n - E_m$$

- Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trong trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao E_n .



III. Quang phổ phát xạ và hấp thụ của nguyên tử Hidrô

- Khi nguyên tử Hidrô chuyển từ mức E_{cao} xuống mức $E_{\text{thấp}}$ thì nó phát ra 1 photon có năng lượng hoàn toàn xác định:

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thấp}$$

Như vậy, tần số f (bước sóng λ) có giá trị xác định. Nên quang phổ phát xạ nguyên tử Hidrô là quang phổ vạch.

- Ngược lại khi nguyên tử Hidrô chuyển từ mức $E_{thấp}$ nằm trong chùm sáng trắng thì nó hấp thụ 1 photon có năng lượng phù hợp $\varepsilon = E_{cao} - E_{thấp}$ thì chuyển lên mức năng lượng E_{cao} .
Như vậy một sóng ánh sáng đơn sắc bị hấp thụ, làm cho quang phổ liên tục xuất hiện 1 vạch tối. Do đó quang phổ hấp thụ của nguyên tử Hidrô là quang phổ vạch.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

1. *Tính bán kính, năng lượng ở các trạng thái dừng.*

Phương pháp: Áp dụng công thức

- Năng lượng: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$

- Bán kính: $r_n = n^2 r_0$

Với $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$: Bán kính Bo

$n = 1, 2, 3, \dots$: lượng tử số

2. *Tính năng lượng, tần số, bước sóng khi có sự dịch chuyển giữa 2 mức năng lượng*

Phương pháp: Áp dụng công thức

- Năng lượng: $\varepsilon = hf_{nm} = E_n - E_m$

- Tần số: $hf = E_{cao} - E_{thấp}$

- Bước sóng: $\frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thấp}$

* **Lưu ý:** $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

3. *Tính số vạch phổ tối đa phát ra: $N = \frac{n(n-1)}{2}$*

4. *Tính vận tốc và tần số quay của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng n*

- Lực Coulông giữa electron và hạt nhân giữ vai trò lực hướng tâm $k \frac{e^2}{r_n^2} = m_e \frac{v^2}{r_n}$ nên

Vận tốc của electron: $v = e \sqrt{\frac{k}{m_e r_n}} = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n} \text{ (m/s)}$; với $\begin{cases} k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Nm}^2 / \text{C}^2) \\ m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$

Tần số quay của electron: $\omega = 2\pi f = \frac{v}{r_n} \rightarrow f = \frac{v}{2\pi r_n}$

C. TRẮC NGHIỆM LÝ THUYẾT

Câu 1.(TN 2007) Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về mẫu nguyên tử Bo ?

A. Trong trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

B. Trong trạng thái dừng, nguyên tử có bức xạ.

C. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m ($E_m < E_n$) thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng $(E_n - E_m)$.

D. Nguyên tử chỉ tồn tại ở một số trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng.

Câu 2.(TN 2007) Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về mẫu nguyên tử Bo?

A. Nguyên tử bức xạ khi chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích.

B. Trong các trạng thái dừng, động năng của electron trong nguyên tử bằng không.

C. Khi ở trạng thái cơ bản, nguyên tử có năng lượng cao nhất.

D. Trạng thái kích thích có năng lượng càng cao thì bán kính quỹ đạo của electron càng lớn.

Câu 3.(TN 2008) Theo các tiên đề của Bo về cấu tạo nguyên tử, khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng (E_n) sang trạng thái dừng có năng lượng (E_m) thấp hơn thì phát ra một photon có năng lượng bằng

- A.** E_n . **B.** E_m . **C.** $(E_n - E_m)$. **D.** $(E_n + E_m)$.

Câu 4.(TN 2008) Theo tiên đề về trạng thái dừng của Bo, phát biểu nào sau đây là *sai*?

- A.** Bình thường, nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất gọi là trạng thái cơ bản.
B. Ở trạng thái dừng, nguyên tử luôn bức xạ do electron luôn chuyển động quanh hạt nhân.
C. Trong các trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.
D. Nguyên tử chỉ tồn tại trong những trạng thái có năng lượng xác định gọi là trạng thái dừng.

Câu 5.(TN 2011) Trong nguyên tử hiđrô, với r_0 là bán kính B_0 thì bán kính quỹ đạo dừng của electron không thể là

- A.** $12r_0$. **B.** $25r_0$. **C.** $9r_0$. **D.** $16r_0$.

Câu 6.: (TN 2013) Theo mẫu nguyên tử Bo, một nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái cơ bản, electron của nguyên tử chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính r_0 . Khi nguyên tử này hấp thụ một photon có năng lượng thích hợp thì electron có thể chuyển lên quỹ đạo dừng có bán kính bằng

- A.** $9r_0$. **B.** $12r_0$. **C.** $10r_0$. **D.** $11r_0$.

Câu 7. (ĐH 2009) Một đám nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái kích thích mà electron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi electron chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có bao nhiêu vạch?

- A.** 3. **B.** 1. **C.** 6 **D.** 4.

Câu 8. Chọn câu *sai* về hai tiên đề của Bo

- A.** Nguyên tử phát ra một photon khi chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng thấp E_m sang trạng thái dừng có mức năng lượng cao hơn E_n
B. Trạng thái dừng có mức năng lượng càng thấp thì càng bền vững
C. Trạng thái dừng là trạng thái có năng lượng xác định mà nguyên tử tồn tại mà không bức xạ
D. Năng lượng của photon hấp thụ hay phát ra bằng đúng với hiệu hai mức năng lượng mà nguyên tử dịch chuyển: $\varepsilon = E_n - E_m$ (Với $E_n > E_m$)

Câu 9.(Trích MH 2020) Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo. Gọi r_0 là bán kính B_0 . Trong các quỹ đạo dừng của electron có bán kính lần lượt là $r_0, 4r_0, 9r_0, 16r_0$, quỹ đạo có bán kính nào ứng với trạng thái dừng có mức năng lượng thấp nhất?

- A.** r_0 . **B.** $4r_0$. **C.** $9r_0$. **D.** $16r_0$.

Câu 10. (TN 2012) Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hiđrô, bán kính quỹ đạo dừng của electron trên quỹ đạo K là r_0 . Bán kính quỹ đạo dừng của electron trên quỹ đạo N là

- A.** $16r_0$. **B.** $9r_0$. **C.** $4r_0$. **D.** $25r_0$.

D. TRẮC NGHIỆM BÀI TẬP

Câu 1.(Trích MH 2019) Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo, khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $-3,4 \text{ eV}$ sang trạng thái dừng có năng lượng $-13,6 \text{ eV}$ thì nó phát ra một photon có năng lượng là

- A.** $10,2 \text{ eV}$. **B.** $13,6 \text{ eV}$. **C.** $3,4 \text{ eV}$. **D.** $17,0 \text{ eV}$.

Câu 2.(Trích 2018) Xét tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo. Khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $-1,51 \text{ eV}$ về trạng thái dừng có năng lượng $-3,4 \text{ eV}$ thì nó phát ra một photon ứng với bức xạ có bước sóng λ . Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Giá trị của λ là

A. $0,487.10^{-6}$ m. B. $0,103.10^{-6}$ m. C. $0,657.10^{-6}$ m. D. $0,122.10^{-6}$ m.

Câu 3.(Trích QG 2019)Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng $-5,44.10^{-19}$ J sang trạng thái dừng có mức năng lượng $-21,76.10^{-19}$ J thì phát ra photon tương ứng với ánh sáng có tần số f. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s. Giá trị của f là

A. $1,64.10^{15}$ Hz. B. $4,11.10^{15}$ Hz. C. $2,05.10^{15}$ Hz. D. $2,46.10^{15}$ Hz.

Câu 4.(Trích QG 2019)Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử của Bo. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng $-3,4$ eV sang trạng thái dừng có mức năng lượng $-13,6$ eV thì phát ra photon có năng lượng ε . Lấy $1\text{eV} = 1,6.10^{-19}$ J. Giá trị của ε là

A. $2,720.10^{-18}$ J. B. $1,632.10^{-18}$ J. C. $1,360.10^{-18}$ J. D. $1,088.10^{-18}$ J.

Câu 5.(Trích QG 2019)Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo, quỹ đạo dừng K của electron có bán kính là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Quỹ đạo dừng L có bán kính là

A. $21,2.10^{-11}$ m. B. $47,7.10^{-11}$ m. C. $84,8.10^{-11}$ m. D. $132,5.10^{-11}$ m.

Câu 6.(Trích QG 2019)Xét nguyên tử hidro theo mẫu nguyên tử Bo, quỹ đạo dừng K của electron có bán kính là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Quỹ đạo dừng N có bán kính là

A. $84,8.10^{-11}$ m. B. $132,5.10^{-11}$ m. C. $21,2.10^{-11}$ m. D. $47,7.10^{-11}$ m.

Câu 7. (TN 2011) Theo tiêu đề Bo, khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_M = -1,5$ eV sang trạng thái dừng có năng lượng $E_L = -3,40$ eV thì phát ra photon có tần số xấp xỉ bằng

A. $4,560.10^{15}$ Hz B. $2,280.10^{15}$ Hz C. $0,228.10^{15}$ Hz D. $0,456.10^{15}$ Hz

Câu 8. (TN 2012)Khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_M = -1,51$ eV sang trạng thái dừng có năng lượng $E_K = -13,6$ eV thì nguyên tử phát ra một photon ứng với bức xạ có bước sóng

A. $0,1210$ μm . B. $0,1027$ μm . C. $0,6563$ μm . D. $0,4861$ μm .

Câu 9. (TN 2013)Theo tiên đề Bo, khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_M = -1,51$ eV sang trạng thái dừng có năng lượng $E_K = -13,6$ eV thì nó phát ra một photon có tần số bằng

A. $2,28.10^{15}$ Hz B. $2,92.10^{15}$ Hz C. $0,22.10^{15}$ Hz D. $4,56.10^{15}$ Hz

Câu 10. (TN 2014) Trong nguyên tử hiđrô, khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n về trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn thì nó phát ra bức xạ có bước sóng $0,1218\mu\text{m}$ (trong chân không). Độ chênh lệch giữa hai mức năng lượng nói trên là

A. $1,63.10^{-20}$ J. B. $1,63.10^{-24}$ J C. $1,63.10^{-18}$ J D. $1,63.10^{-19}$ J

Câu 11. (ĐH 2011) Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì n.lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV) (với $n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển

từ quỹ đạo dừng $n = 3$ về quỹ đạo dừng $n = 1$ thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_1 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 5$ về quỹ đạo dừng $n = 2$ thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_2 . Mối liên hệ giữa hai bước.sóng λ_1 và λ_2 là

A. $27\lambda_2 = 128\lambda_1$. B. $\lambda_2 = 5\lambda_1$. C. $189\lambda_2 = 800\lambda_1$ D. $\lambda_2 = 4\lambda_1$.

Câu 12. Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV) với $n \in \mathbb{N}^*$. Một đám khí hiđrô hấp thụ năng lượng chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao nhất là E_3 (ứng với quỹ đạo M). Tỉ số giữa bước sóng dài nhất và ngắn nhất mà đám khí trên có thể phát ra là

A. $27/8$. B. $32/5$ C. $32/27$ D. $32/3$

Câu 13.(ĐH 2013) Các mức năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử hidro được xác định bằng biểu thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{eV}$ ($n=1,2,3,\dots$). Nếu nguyên tử hidro hấp thụ một photon có năng lượng 2,55eV thì bước sóng nhỏ nhất của bức xạ mà nguyên tử hidro có thể phát ra là

A. $9,74.10^{-8}\text{m}$ **B.** $1,46.10^{-8}\text{m}$ **C.** $1,22.10^{-8}\text{m}$ **D.** $4,87.10^{-8}\text{m}$.

Câu 14. (QG 2015) Một đám nguyên tử hiđrô đang ở trạng thái cơ bản. Khi chiếu bức xạ có tần số f_1 vào đám nguyên tử này thì chúng phát ra tối đa 3 bức xạ. Khi chiếu bức xạ có tần số f_2 vào đám nguyên tử này thì chúng phát ra tối đa 10 bức xạ. Biết năng lượng ứng với các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô được tính theo biểu thức $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ (E_0 là hằng số dương, $n = 1,2,3,\dots$). Tỉ số

$\frac{f_1}{f_2}$ là

A. $\frac{10}{3}$ **B.** $\frac{27}{25}$ **C.** $\frac{3}{10}$ **D.** $\frac{25}{27}$

Câu 15. Mức năng lượng của nguyên tử hiđrô có biểu thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$. Khi kích thích nguyên tử hiđrô từ quỹ đạo dừng m lên quỹ đạo n bằng năng lượng 2,55eV thì thấy bán kính quỹ đạo tăng 4 lần. Bước sóng nhỏ nhất mà nguyên tử hiđrô có thể phát ra là

A. $1,46.10^{-6} \text{ m}$ **B.** $9,74.10^{-8} \text{ m}$ **C.** $4,87.10^{-7} \text{ m}$ **D.** $1,22.10^{-7} \text{ m}$

Câu 16. Năng lượng của nguyên tử hiđrô cho bởi công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$. Chiếu vào đám khí hiđrô ở trạng thái cơ bản bức xạ điện từ có tần số f , sau đó đám khí phát ra 6 bức xạ có bước sóng khác nhau. Tần số f là

A. $1,92.10^{-34} \text{ Hz}$ **B.** $1,92.10^{28} \text{ MHz}$ **C.** $3,08.10^{-15} \text{ Hz}$ **D.** $3,08.10^9 \text{ MHz}$

Câu 17. Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6 \text{ (eV)}/n^2$ với n là số nguyên; $n = 1$ ứng với mức cơ bản K; $n = 2, 3, 4 \dots$ ứng với các mức kích thích L, M, N... Cho biết $r_0 = 0,53 \text{ (}\text{\AA}\text{)}$. Xác định bán kính quỹ đạo dừng Bo thứ hai và tính vận tốc electron trên quỹ đạo dừng đó.

A. $r_2 = 2,12 \text{ (}\text{\AA}\text{)}; v_2 = 1,1.10^6 \text{ (m/s)}$ **B.** $r_2 = 2,12 \text{ (}\text{\AA}\text{)}; v_2 = 1,2.10^6 \text{ (m/s)}$
C. $r_2 = 2,11 \text{ (}\text{\AA}\text{)}; v_2 = 1,1.10^6 \text{ (m/s)}$ **D.** $r_2 = 2,11 \text{ (}\text{\AA}\text{)}; v_2 = 1,2.10^6 \text{ (m/s)}$

Câu 18.(Trích MH 2018) Xét nguyên tử hiđrô theo mẫu nguyên tử Bo. Lấy $r_0 = 5,3.10^{-11} \text{ m}$; $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$; $k = 9.10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$ và $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$. Khi chuyển động trên quỹ đạo dừng M, quãng đường mà electron đi được trong thời gian 10^{-8} s là

A. 12,6 mm **B.** 72,9 mm. **C.** 1,26 mm. **D.** 7,29 mm.

-----HẾT-----