

Thầy NGUYỄN THÀNH NAM



CHUẨN BỊ KÌ THI THPT QUỐC GIA NĂM 2019

Môn: Vật Lí

CHỦ ĐỀ: SÓNG ÁNH SÁNG – MẪU NGUYÊN TỬ BO

Nguồn: Tổng hợp và sưu tầm

I. CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ

1. Mẫu nguyên tử Bo

Tiên đề Bo

- Nguyên tử chỉ tồn tại trong các trạng thái dừng có năng lượng xác định.

Trong trạng thái dừng của nguyên tử, electron chuyển động quanh hạt nhân trên quỹ đạo dừng có bán kính xác định:

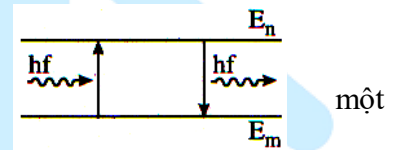
$$r_n = n^2 r_0 \quad (r_0 = 5,3.10^{-11} \text{ m})$$

- Khi chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng E_n sang trạng thái dừng có mức năng lượng $E_m < E_n$ thì nguyên tử phát ra photon có tần số f xác định bởi:

$$E_n - E_m = hf,$$

trong đó h là hằng số Planck ($h = 6,625.10^{-34} \text{ J.s}$).

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng E_m mà hấp thụ được photon có tần số f thì nó chuyển lên trạng thái E_n (Hình 4.1).



Hình 4.1

2. Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô

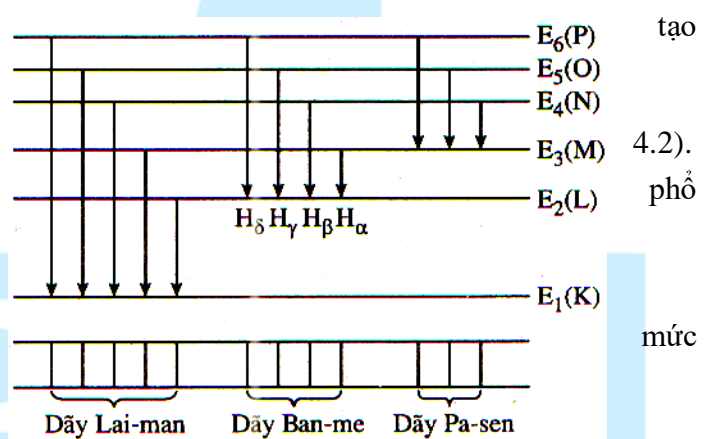
Mẫu nguyên tử của Bo giải thích được cấu trúc quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô.

Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô gồm nhiều dãy vạch xác định, tách rời nhau (Hình

Trong vùng tử ngoại có một dãy vạch quang gọi là dãy *Lai-man*; các vạch này được tạo thành khi các electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài (L, M, N...) về quỹ đạo K, ứng với sự chuyển của nguyên tử từ các trạng thái dừng có mức năng lượng lớn hơn ($E_2, E_3...$) về trạng thái dừng có mức năng lượng thấp nhất E_1 .

Kế tiếp dãy *Lai-man* là dãy *Ban-me*, trong đó có một phần nằm trong vùng tử ngoại, một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy (phần này có 4 vạch H_α (đỏ), H_β (lam), H_γ (chàm), H_δ (tím)). Các vạch quang phổ trong dãy *Ban-me* được tạo thành khi electron chuyển từ các quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L, ứng với sự chuyển nguyên tử từ các trạng thái dừng có mức năng lượng lớn hơn về trạng thái dừng có mức năng lượng E_2 .

Dãy thứ ba, trong vùng hồng ngoại, gọi là dãy *Pa-sen* gồm các vạch quang phổ được tạo thành khi nguyên tử chuyển từ các trạng thái dừng có mức năng lượng lớn hơn về mức năng lượng E_3 .



Hình 4.2

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI DẠNG TOÁN CƠ BẢN (tự luận và trắc nghiệm)

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

a) Áp dụng hai tiên đề của Bo, chú ý đến các hệ thức:

$$hf_{mn} = h \frac{c}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n \quad (1)$$

và $r_n = n^2 r_0$ (với $n = 1, 2, 3$; $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$) (2)

b) Nắm vững sơ đồ ở hình 16.2 để hình dung sự chuyển mức năng lượng tạo thành các vạch quang phổ (từ đó tìm được tần số, bước sóng của vạch quang phổ cần xét) và biết được vạch quang phổ đó thuộc dãy quang phổ nào. Thường đề bài cho biết bước sóng (hay tần số) của một số vạch quang phổ và yêu cầu dựa vào đó tìm bước sóng (hay tần số) của một số vạch quang phổ khác. Trong trường hợp đó, cần vận dụng các hệ thức trung gian, chẳng hạn:

$$E_3 - E_1 = (E_3 - E_2) + (E_2 - E_1)$$

hay $E_3 - E_2 = (E_3 - E_1) - (E_2 - E_1) \dots$

c) Cần chú ý đến các đơn vị đo khi tính toán bằng số.

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

B. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1. Nguyên tử hiđrô gồm một hạt nhân và một electron quay xung quang hạt nhân này. Bán kính quỹ đạo dừng thứ nhất $r_1 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$.

a) Tính vận tốc và số vòng quay của electron trong 1 giây trên quỹ đạo đó.

b) Tính vận tốc, động năng, thế năng và năng lượng của electron trên quỹ đạo thứ hai theo đơn vị eV.

Hướng dẫn giải

a) Lực Cu - lông giữa hạt nhân với electron là lực hướng tâm.

$$k \frac{e^2}{r_1^2} = m \frac{v_1^2}{r_1} \text{ suy ra } v_1 = e \sqrt{\frac{k}{mr_1}} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

Ta có: $v_1 = 2\pi r_1 \cdot n_1$ suy ra $n_1 = \frac{v_1}{2\pi r_1} = 6,6 \cdot 10^{15}$ vòng/s.

b) Ta có: $r_2 = 4r_1 = 2,12 \cdot 10^{-10} \text{m}$.

Do đó: $v_2 = e \sqrt{\frac{k}{mr_2}} \approx 1,093 \cdot 10^6 \text{m/s}$.

$$W_{n_2} = \frac{1}{2} m v_2^2 = 3,396 \text{eV}; W_{t_2} = -k \frac{e^2}{r_2} = -6,792 \text{eV}$$

$$W_2 = W_{n_2} + W_{t_2} = 3,396 \text{eV} = 3,4 \text{eV}$$

Ví dụ 2. Một nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_3 = -1,5 \text{eV}$ sang trạng thái dừng có năng lượng $E_2 = -3,4 \text{eV}$. Tìm bước sóng của bức xạ do nguyên tử phát ra.

Cho biết $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức $hf_{mn} = h \frac{c}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n$, ta có: $= E_3 - E_2$

Suy ra: $\lambda_{32} = \frac{hc}{E_3 - E_2} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{[-1,5 - (-3,4)] \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,654 \mu\text{m}$.

Ví dụ 3. Trong quang phổ hiđrô, bước sóng λ (μm) của các vạch quang phổ như sau:

Vạch thứ nhất của dãy Lai-man: $\lambda_{21} = 0,1216$.

Vạch H_α của dãy Ban-me: $\lambda_{32} = 0,6563$.

Vạch đầu của dãy Pa-sen: $\lambda_{43} = 1,8751$.

Tính bước sóng của hai vạch quang phổ thứ hai, thứ ba của dãy Lai-man (λ_{31} và λ_{41}) của vạch H_β của dãy Ban-me (λ_{42}).

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức: $\frac{1}{\lambda_{mn}} = \frac{E_m - E_n}{hc}$ với $m > n$ (Hình 4.3)

Dãy Lai-man:

$$\text{Từ } \frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{E_3 - E_1}{hc} = \frac{E_3 - E_2}{hc} + \frac{E_2 - E_1}{hc} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$$

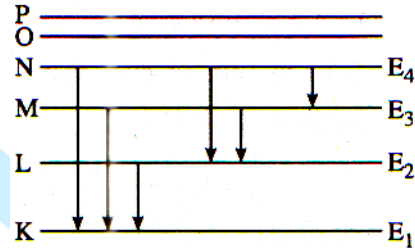
suy ra: $\lambda_{31} = 0,1026\mu\text{m}$.

suy ra $\lambda_{41} = 0,0973\mu\text{m}$.

- Dãy Ban-me:

$$\text{Từ } \frac{1}{\lambda_{42}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{32}}$$

suy ra $\lambda_{42} = 0,486 \text{ L}\mu\text{m}$.



Hình 4.3

Ví dụ 4. Đề dẫn chung cho câu 1 và câu 2

Trong quang phổ hiđrô, các bước sóng λ của các vạch

quang phổ như sau: Vạch thứ nhất của dãy Lai-man: $\lambda_{21} = 0,121586\mu\text{m}$. Vạch quang phổ H_α của dãy Ban-me:

$\lambda_{32} = 0,656279\mu\text{m}$. Ba vạch đầu tiên của dãy Pa-sen: $\lambda_{43} = 1,8751\mu\text{m}$; $\lambda_{53} = 1,2818\mu\text{m}$; $\lambda_{63} = 1,0938\mu\text{m}$.

Câu 1. Tần số của hai vạch quang phổ thứ hai và thứ ba của dãy Lai-man có thể lần lượt nhận những giá trị đúng nào sau đây?

- A. $2,925 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$ và $3,085 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$.
- B. $2,925 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ và $3,085 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.
- C. $2,925 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$ và $3,085 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$.
- D. Một cặp giá trị khác.

Câu 2. Tần số của các vạch (theo thứ tự) $H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ của dãy Ban-me là

- A. $0,6171 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$ và $0,6911 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$ và $0,6914 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$.
- B. $0,6171 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$ và $0,6911 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$ và $0,6914 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$.
- C. $0,6171 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ và $0,6911 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ và $0,6914 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.
- D. Các giá trị khác.

Hướng dẫn chọn đáp án

Câu 1. Vạch thứ hai của dãy Lai-man ứng với trường hợp chuyển mức năng lượng từ E_3 xuống E_1 :

$$f_{31} = \frac{E_3 - E_1}{h} = \frac{E_3 - E_2 + E_2 - E_1}{h} = \frac{E_3 - E_2}{h} + \frac{E_2 - E_1}{h} = \frac{c}{\lambda_{32}} + \frac{c}{\lambda_{21}}$$

Hay: $f_{31} = f_{32} + f_{21} = 0,4571 \cdot 10^{15} + 2,468 \cdot 10^{15} = 2,925 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

Lập luận tương tự:

- Vạch thứ ba của dãy Lai-man ứng với trường hợp chuyển mức năng lượng từ E_4 xuống E_1 :

$$f_{41} = f_{43} + f_{31} = 0,16 \cdot 10^{15} + 2,925 \cdot 10^{15} = 3,085 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Chọn B.

Câu 2. Vạch H_β của dãy Ban-me ứng với trường hợp chuyển mức năng lượng từ E_4 xuống E_2 :

$$f_{42} = f_{43} + f_{32} = 0,16 \cdot 10^{15} + 0,4571 \cdot 10^{15} = 0,6171 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Vạch H_γ của dãy Ban-me ứng với trường hợp chuyển mức năng lượng từ E_5 xuống E_2 :

$$f_{52} = f_{53} + f_{32} = 0,234 \cdot 10^{15} + 0,4571 \cdot 10^{15} = 0,6911 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Vạch H_δ của dãy Ban-me ứng với trường hợp chuyển mức năng lượng từ E_6 xuống E_3 :

$$f_{62} = f_{63} + f_{32} = 0,2743 \cdot 10^{15} + 0,4571 \cdot 10^{15} = 0,6914 \cdot 10^{15} \text{Hz.}$$

Chọn C.

C. BÀI TẬP ÔN LUYỆN

4.1. Trong quang phổ vạch của hiđrô, bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Lai-man là 121,7nm, của vạch thứ nhất của dãy Ban-me là 656,3nm. Tính bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man.

4.2. Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, nếu biết tần số của vạch quang phổ đầu tiên trong dãy Lai-man là f_1 và tần số của vạch kề với nó trong dãy này là f_2 thì tần số f_α của vạch quang phổ H_α trong dãy Ban-me là bao nhiêu?

4.3. Biết bán kính quỹ đạo thứ nhất (bán kính Bo) là $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Xác định bán kính quỹ đạo Bo thứ hai, thứ ba của nguyên tử hiđrô.

4.4. Năng lượng nguyên tử hiđrô gồm động năng của electron và thế năng của tương tác Cu-lông giữa hạt nhân và electron

a) Hãy tìm biểu thức năng lượng trạng thái dừng E_n theo r_0 . Cho biết r_0 là bán kính quỹ đạo Bo.

b) Cho $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Hãy tìm năng lượng của hiđrô ở trạng thái cơ bản.

4.5. Từ bước sóng dài nhất của dãy Lai-man là $\lambda_{21} = 0,1217 \mu\text{m}$ và dựa vào công thức $E_n = -\frac{A}{n^2}$ (với

A là hằng số) xem Bài 4.4. Hãy suy ra năng lượng mức cơ bản và mức kích thích đầu tiên của nguyên tử hiđrô.

4.6. Biết bước sóng dài nhất của hai dãy Lai-man và Ban-me là $0,1217 \mu\text{m}$ và $\lambda_{32} = 0,6576 \mu\text{m}$. Tìm bước sóng λ_{31} của dãy Lai-man.

4.7. Biết hai bước sóng đầu tiên của dãy Lai-man là $0,1217 \mu\text{m}$ và $0,1027 \mu\text{m}$, tìm bước sóng dài nhất của dãy Ban-me.

4.8. a) Một nguyên tử hiđrô mà electron của nó đang ở quỹ đạo N có thể phát ra được nhiều nhất là mấy loại bức xạ (có λ khác nhau)?

b) Một nguyên tử hiđrô mà electron của nó ở quỹ đạo O có thể phát ra được nhiều nhất là mấy photon, các photon đó ứng với ánh sáng thuộc dãy nào?

4.9. Xuất phát từ hai hệ quả của tiên đề Bo, cho biết $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Hãy tìm:

a) Năng lượng của photon λ_{32} .

b) Bước sóng ngắn nhất của dãy Pa-sen.

c) Tần số lớn nhất của photon trong dãy Ban-me

4.10. Bước sóng của vạch đỏ và vạch lam trong dãy Ban-me của quang phổ hiđrô là $\lambda_\alpha = 0,656 \mu\text{m}$, $\lambda_\beta = 0,486 \mu\text{m}$. Tính bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen.

4.11. Năng lượng ion hóa của nguyên tử hiđrô là 13,6eV. Vạch đỏ trong quang phổ hiđrô ứng với bước sóng $\lambda_{đỏ} = 0,655 \mu\text{m}$. Hãy tính bước sóng ngắn nhất ứng với các vạch trong dãy Lai-man và trong dãy Ban-me.

4.12. Các vạch quang phổ trong dãy Ban-me của nguyên tử hiđrô ứng với các bước sóng sau:

$\lambda_{đỏ} = 0,656 \mu\text{m}$ (vạch đỏ); $\lambda_{lam} = 0,486 \mu\text{m}$ (vạch lam)

$\lambda_{chàm} = 0,434 \mu\text{m}$ (vạch chàm); $\lambda_{tím} = 0,410 \mu\text{m}$ (vạch tím)

Hãy tính bước sóng ứng các vạch quang phổ trong dãy Pa-sen vùng hồng ngoại của nguyên tử hiđrô.

4.13. Bán kính quỹ đạo Bo thứ nhất là $r_1 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Tính vận tốc v_1 , động năng, thế năng và năng lượng E_1 của electron trên quỹ đạo Bo thứ nhất.

4.14. Trong quang phổ hiđrô, bước sóng λ (nm) của các vạch quang phổ như sau:

Vạch thứ 3 của dãy Lai-man $\lambda_{41} = 97,3$.

Vạch H_α của dãy Ban-me $\lambda_{32} = 656,3$.

Ba vạch đầu tiên của dãy Pa-sen $\lambda_{43} = 1875,1$; $\lambda_{53} = 1281,8$; $\lambda_{63} = 1093,8$. Tính bước sóng của 2 vạch quang phổ thứ nhất, thứ hai của dãy Lai-man và các vạch H_β , H_γ , H_δ của dãy Ban-me.

4.15. Electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ mức năng lượng thứ ba về mức năng lượng thứ nhất. Tính năng lượng photon phát ra và tần số của photon đó.

$$\text{Cho biết năng lượng của nguyên tử hiđrô ở mức thứ } n \text{ là } E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV.}$$

Hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

4.16. Khi kích thích nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản, bán kính quỹ đạo dừng của electron tăng lên 9 lần. Tính các bước sóng của các bức xạ mà nguyên tử hiđrô có thể phát ra sau đó, biết rằng năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô là

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV} \text{ với } n = 1, 2, \dots$$

4.17. Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-đơ-pho ở điểm nào dưới đây?

- A. Hình dạng quỹ đạo của các electron
- B. Lực tương tác giữa electron và hạt nhân nguyên tử.
- C. Trạng thái dừng là trạng thái có năng lượng ổn định.
- D. Mô hình nguyên tử có hạt nhân.

4.18. Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử có nội dung là:

- A. Nguyên tử hấp thụ photon, thì chuyển trạng thái dừng.
- B. Nguyên tử bức xạ photon, thì chuyển trạng thái dừng.
- C. Mỗi khi chuyển trạng thái dừng, nguyên tử bức xạ hoặc hấp thụ photon có năng lượng đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa hai trạng thái đó.
- D. Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào, thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

4.19. Bước sóng dài nhất trong dãy Ban-me là $0,6560 \mu\text{m}$. Bước sóng dài nhất trong dãy Lai-man là $0,1220 \mu\text{m}$. Bước sóng dài thứ hai của dãy Lai-man là

- A. $0,0528 \mu\text{m}$.
- *B. $0,1029 \mu\text{m}$.
- C. $0,1112 \mu\text{m}$.
- D. $0,1211 \mu\text{m}$

4.20. Cho biết năng lượng của nguyên tử hiđrô ở mức cơ bản là $E_1 = -13,5900 \text{ eV}$.

Một ngọn lửa hiđrô có thể hấp thụ photon nào sau đây?

- A. Photon có năng lượng $\varepsilon_1 = 3,3975 \text{ eV}$.
- B. Photon có năng lượng $\varepsilon_2 = 1,5100 \text{ eV}$.
- C. Photon có năng lượng $\varepsilon_3 = 0,8475 \text{ eV}$.
- *D. Photon có năng lượng $\varepsilon_4 = 0,6625 \text{ eV}$.

4.21. Biết bước sóng của ba vạch đầu tiên trong dãy Ban-me là: $\lambda_1 = 656 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 486 \text{ nm}$; $\lambda_3 = 434 \text{ nm}$. Bước sóng của 2 vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen là

- A. 1565 nm ; 1093 nm .
- B. 1875 nm ; 1093 nm .
- *C. 1875 nm ; 1282 nm .
- D. 1565 nm ; 1282 nm .

4.22. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dãy Ban-me?

- A. Dãy Ban-me nằm trong vùng tử ngoại.
- B. Dãy Ban-me nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.
- C. Dãy Ban-me nằm trong vùng hồng ngoại.
- *D. Dãy Ban-me gồm một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần nằm trong vùng tử ngoại.

4.23. Các vạch quang phổ thuộc dãy Ban-me ứng với sự chuyển của electron từ các quỹ đạo ngoài về

- A. quỹ đạo K.
- C. quỹ đạo M.

*B. quỹ đạo L.

D. quỹ đạo O.

4.24. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Lai-man là 122nm, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai của dãy Ban-me là 656 μm và 0,4860 μm . Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Lai-man là

A. 0,0224 μm .B. 0,4324 μm .C. 0,0975 μm .D. 0,3672 μm .

4.25. Hai vạch quang phổ có bước sóng dài nhất của dãy Lai-man có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,1216\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,1026\mu\text{m}$. Bước sóng dài nhất của vạch quang phổ của dãy Ban-me là

A. 0,5875 μm .*B. 0,6566 μm .C. 0,6873 μm .D. 0,5672 μm .

4.26. Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô là 13,6eV. Tần số lớn nhất của bức xạ mà nguyên tử có thể phát ra là

A. 0,33.10¹⁵Hz.*B. 33.10¹⁵Hz.C. 6,6.10¹⁵Hz.D. 1,33.10¹⁵Hz.

4.27. Trong quang phổ vạch của hiđrô, bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Lai-man. ứng với sự chuyển của êlectron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là 121,7nm, vạch thứ nhất của dãy Ban-me ứng với sự dịch chuyển từ quỹ đạo M \rightarrow L là 656,3nm. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M \rightarrow K bằng

A. 0,5346 μm .B. 0,7780 μm .*C. 102,7 μm .D. 389 μm .

4.28. Trong quang phổ vạch phát xạ của nguyên tử hiđrô, dãy Ban-me có

A. bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là H α , H β , H γ , H δ , các vạch còn lại thuộc miền hồng ngoại.B*. bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là H α , H β , H γ , H δ , các vạch, còn lại thuộc miền tử ngoại.

C. Tất cả các vạch đều nằm trong miền tử ngoại

D. Tất cả các vạch đều nằm trong miền hồng ngoại.

4.29. Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Lai-man là $\lambda_1 = 0,122\mu\text{m}$ và bước sóng của vạch kề với nó trong dãy này là $\lambda_2 = 0,103\mu\text{m}$ thì bước sóng λ_α của vạch quang phổ H α trong dãy Ban-me là

A. $(\lambda_1 + \lambda_2)$.*B. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$.C. $(\lambda_1 - \lambda_2)$.D. $\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$.

4.30. Dãy Pa-sen trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, được tạo thành khi electron chuyển từ các quỹ đạo ngoài về quỹ đạo

A. K.

B. L.

*C. M.

D. N.

4.31. Nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản có năng lượng E₁ bị kích thích và chuyển sang trạng thái có năng lượng E₃. Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính bằng công thức $E_n = \frac{13,6}{n^2}$ (eV)

. Trong trường hợp này, nguyên tử không thể phát ra sóng điện từ có bước sóng nào nêu dưới đây? (Các bước sóng tính gần đúng đến 4 chữ số có nghĩa).

*A. 0,2436 μm .B. 0,6576 μm .C. 0,1218 μm .D. 0,1027 μm .

4.32. Vạch quang phổ đỏ và vạch quang phổ chàm trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô tạo ra khi electron chuyển quỹ đạo

A. từ M, L về K.

*B. Từ M, O về L.

C. từ P, O về M.

D. Từ P, O về L.

4.33. Gọi f₁ và f₂ tương ứng là tần số lớn nhất và nhỏ nhất của photon thuộc dãy Lai-man, f₃ là tần số lớn nhất của photon thuộc dãy Ban-me thì:

*A. f₁ = f₂ + f₃.B. f₁ = f₂ - f₃.C. f₃ = $\frac{f_1 + f_2}{2}$.D. f₃ = f₁ + f₂.

4.34. Cho biết hai vạch đầu tiên trong dãy Lai-man có bước sóng lần lượt là $\lambda_{21} = 0,122\mu\text{m}$, $\lambda_{31} = 0,103\mu\text{m}$. Vạch H α trong dãy Ban-me có bước sóng là

*A. 0,661 μm . B. 0,561 μm . C. 0,641 μm . D. 0,743 μm .

4.35. Bước sóng của vạch đỏ và lam trong quang phổ của nguyên tử hiđrô lần lượt là $\lambda_1 = 0,6563\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,4861\mu\text{m}$. Bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Pa-sen là

*A. 1,8744 μm . B. 0,6563 μm . C. 1,5335 μm . D. 0,8746 μm .

4.36. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dãy Lai-man?

*A. Dãy Lai-man nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Lai-man nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Lai-man nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Lai-man gồm một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần nằm trong vùng tử ngoại.

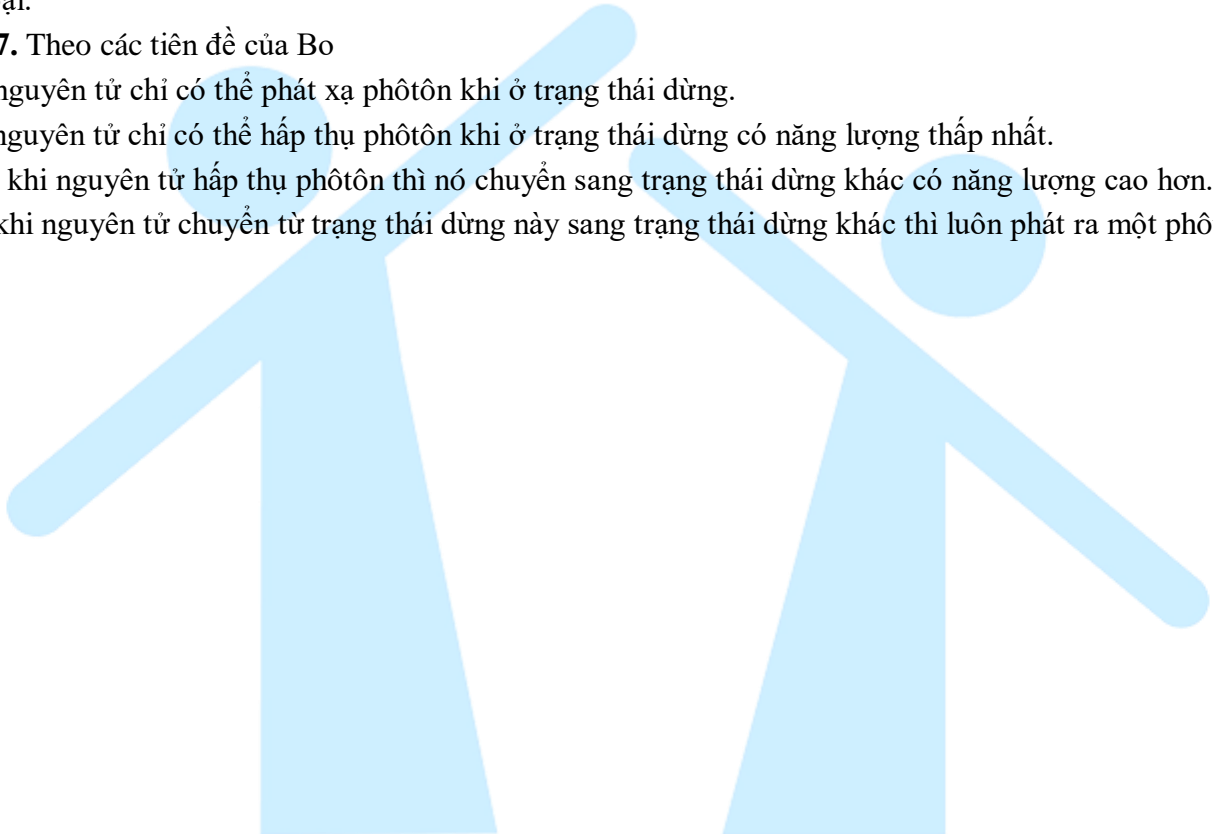
4.37. Theo các tiên đề của Bo

A. nguyên tử chỉ có thể phát xạ photon khi ở trạng thái dừng.

B. nguyên tử chỉ có thể hấp thụ photon khi ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất.

*C. khi nguyên tử hấp thụ photon thì nó chuyển sang trạng thái dừng khác có năng lượng cao hơn.

D. khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng này sang trạng thái dừng khác thì luôn phát ra một photon.



H O C M A I

GIẢI CHI TIẾT

4.1. Ta có:

$$\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\Rightarrow \lambda_{31} = \frac{\lambda_{ML}\lambda_{LK}}{\lambda_{ML} + \lambda_{LK}} = \frac{121,7 \cdot 656,3}{121,7 + 656,3} = 102,7 \text{ nm}.$$

4.2. Ta có:

$$\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21} \Rightarrow hf_{32} = hf_{31} - hf_{22}$$

$$f_{32} = f_{31} - f_{22} = 2,92 \cdot 10^{15} - 2,46 \cdot 10^{15} = 0,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}.$$

4.3. Bán kính các quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương của các số nguyên liên tiếp.

$$\text{Bán kính quỹ đạo Bo thứ hai: } r_2 = 4r_0 = 4 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} = 2,12 \text{ \AA}.$$

$$\text{Bán kính quỹ đạo Bo thứ ba: } r_3 = 9r_0 = 9 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 4,77 \text{ \AA}.$$

4.4. a) Năng lượng trạng thái dừng gồm động năng của electron và thế năng của tương tác Cu-lông :

$$E_n = -\frac{ke^2}{r_n} + \frac{mv^2}{2}.$$

$$\text{Do lực Cu-lông là lực hướng tâm nên: } \frac{mv^2}{r_n} = \frac{ke^2}{r_n^2} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{ke^2}{2r_n}$$

$$\text{Vậy } E_n = -\frac{ke^2}{r_n} + \frac{ke^2}{2r_n} = \frac{ke^2}{2r_n} \Rightarrow E_n = \frac{-ke^2}{n^2 \cdot 2r_0} \quad (\text{với } n \in \mathbb{N}) \quad (1)$$

$$\text{b) Khi } n=1 \text{ thì } E_1 = -\frac{ke^2}{2r_0}$$

Thay $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ vào (1), ta có

$$E_1 = -13,59 \text{ eV}.$$

$$4.5. \lambda_{21} = \frac{hc}{E_2 - E_1}; E_2 = \frac{E_1}{4}; \lambda_{21} = \frac{hc}{-\frac{3}{4}E_1} = -\frac{4hc}{3E_1} \quad (1)$$

$$\text{Năng lượng mức cơ bản là: } E_1 = \frac{4hc}{3\lambda_{21}} = -21,77 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -13,6 \text{ eV}.$$

$$\text{Năng lượng mức kích thích 1: } E_2 = \frac{E_1}{4} = -8,710 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -3,4 \text{ eV}.$$

$$4.6. \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 \quad (1); \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 \quad (2)$$

$$\text{Cộng theo vế hai phương trình: } \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}}.$$

$$\text{Vậy, } \lambda_{31} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{32}}{\lambda_{21} + \lambda_{32}} = 0,1027 \cdot 10^{-6} \text{ m}.$$

$$4.7. \frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 \quad (1) \quad \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 \quad (2)$$

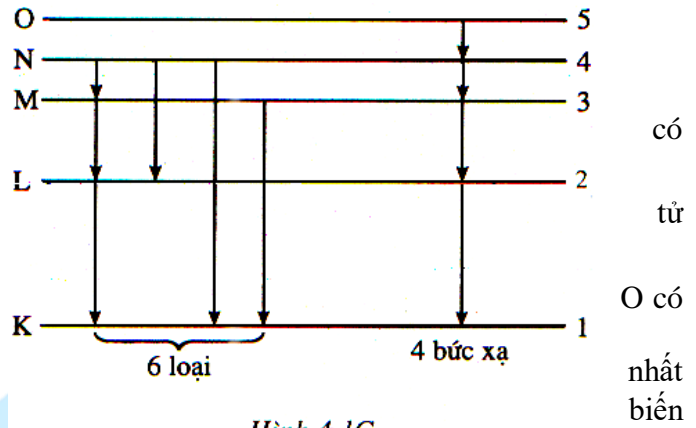
Trừ theo về hai phương trình ta có:

$$\lambda_{32} = \frac{\lambda_{31}\lambda_{21}}{\lambda_{21} - \lambda_{31}} = 0,6578 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

4.8. a.) Khả năng phát xạ bức xạ khi nguyên tử electron ở quỹ đạo N, là 6 bức xạ (Hình 4.1G):

Một hồng ngoại λ_{43} ; hai khả kiến $\lambda_{32}, \lambda_{42}$; ba ngoại $\lambda_{41}, \lambda_{31}, \lambda_{21}$.

b) Nguyên tử mà electron của nó ở quỹ đạo thể phát ra được 10 loại bức xạ. Tuy nhiên chỉ 1 nguyên tử thôi thì khi phát ra được nhiều bức xạ là 4 bức xạ: hai hồng ngoại $\lambda_{54}, \lambda_{43}$; một khả λ_{32} ; một tử ngoại λ_{21} .



Hình 4.1G

4.9. a) $\epsilon_{32} = E_3 - E_2 = \frac{ke^2}{2r_0} \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right] = \frac{ke^2}{2r_0} \cdot \frac{5}{36} = \frac{5ke^2}{72r_0}$

b) Tương tự, bước sóng ngắn nhất của dãy Pa-sen là $\lambda_{\infty 3}$.

$$\frac{hc}{\lambda_{\infty 3}} = E_{\infty} - E_3 = -E_3 = \frac{ke^2}{18r_0} \Rightarrow \lambda_{\infty 3} = \frac{hc}{-E_3} = \frac{18hcr_0}{ke^2} = 0,8229 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

c) $hf_{\infty 2} = E_{\infty} - E_2 = -E_2 = \frac{ke^2}{8r_0} \Rightarrow f_{\infty 2} = \frac{ke^2}{8r_0 h} = 0,81 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

4.10. 1,875 μm .

4.11. Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô là năng lượng cần thiết cung cấp cho nguyên tử hiđrô để đưa electron từ quỹ đạo K ra vô cực.

$$E_{\infty} - E_K = 13,6\text{eV} = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Vạch có bước sóng ngắn nhất trong dãy Lai-man và vạch ứng với bước chuyển của electron từ vô cực về quỹ đạo K.

$$\frac{hc}{\lambda_{\infty K}} = E_{\infty} - E_K = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda_{\infty K} = \frac{hc}{E_{\infty} - E_K} = 0,9134 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,09134 \mu\text{m}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\infty K}} = \frac{1}{\lambda_{\infty L}} + \frac{1}{\lambda_{LK}}$$

$$\lambda_{\infty L} = \frac{0,656 \cdot 0,09134}{0,656 - 0,09134} = 0,1061 \mu\text{m}$$

4.12. Ba vạch trong dãy Pa-sen ứng với các bước sóng $\lambda_{PM}, \lambda_{OM}$ và λ_{MN} . Với λ_{ML} là bước sóng của ánh sáng đỏ, λ_{NL} bước sóng của ánh sáng lam, λ_{OL} là ánh sáng của bước sóng chàm và λ_{PL} là bước sóng của ánh sáng tím. Ta có những hệ thức sau:

$$\frac{1}{\lambda_{PL}} = \frac{1}{\lambda_{PM}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{tím}} = \frac{1}{\lambda_{PM}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}} \quad (1)$$

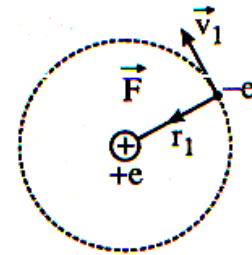
$$\frac{1}{\lambda_{OL}} = \frac{1}{\lambda_{OM}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{chàm}} = \frac{1}{\lambda_{OM}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\lambda_{NL}} = \frac{1}{\lambda_{MN}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{lam}} = \frac{1}{\lambda_{MN}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}}$$

Từ (1), (2) và (3), ta tính được các bước sóng ứng với các vạch quang phổ trong dãy Pa-sen của nguyên tử hiđrô: $1,875\mu\text{m}$; $1,282\mu\text{m}$; $1,093\mu\text{m}$.

4.13. Lực Cu-lông giữa hạt nhân với electron là lực hướng tâm (Hình 4.2G)

$$\begin{cases} F_e = k \frac{e^2}{r_1^2} \\ F_{ht} = m \frac{v_1^2}{r_1} \end{cases} \Rightarrow k \frac{e^2}{r_1^2} = m \frac{v_1^2}{r_1}$$



Hình 4.2G

suy ra $v_1 = e \sqrt{\frac{k}{mr_1}} = 21,85 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.

Động năng của electron : $W_d = \frac{1}{2} m v_1^2 \approx 21,7227 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx 13,6 \text{ eV}$.

Thế năng tương tác giữa hạt nhân với electron : $W_t = -k \frac{e^2}{r_1} = -27,2 \text{ eV}$.

Năng lượng của electron trên quỹ đạo Bo thứ nhất:

$$W = W_d + W_t = -13,6 \text{ eV}$$

4.14. (Hình 4.3G)

• Dãy Lai-man.

$$\frac{1}{\lambda_{41}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{31}} \Rightarrow \lambda_{31} = 102,6 \text{ nm}$$

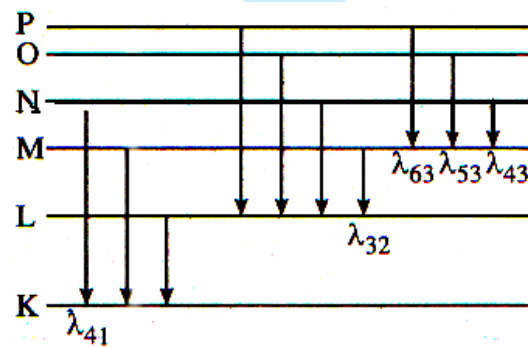
$$\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{21} = 121,6 \text{ nm}$$

• Dãy Ban-me.

$$\frac{1}{\lambda_{42}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \lambda_{42} = 486,1 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda_{52}} = \frac{1}{\lambda_{53}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \lambda_{52} = 434,1 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda_{62}} = \frac{1}{\lambda_{63}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \lambda_{62} = 410,2 \text{ nm}$$



Hình 4.3G

4.15. Năng lượng của photon phát ra:

$$\Delta E = E_3 - E_1 = -13,6 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2} \right) = -12,088 \text{ eV}$$

4.16. Nguyên tử hiđrô ở trạng thái kích thích, electron ở trạng thái dừng ứng với $n^2 = 9 \Rightarrow n = 3$.

Sau đó electron trở về các lớp trong cơ thể phát ra các bức xạ có bước sóng λ_{31} , λ_{32} , λ_{21} như hình 4.4G.

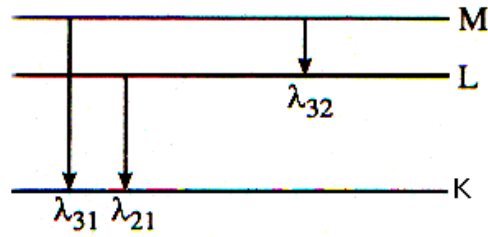
• Dãy Lai-an.

$$\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{E_3 - E_1}{hc} \Rightarrow \lambda_{31} = 0,103\mu\text{m}$$

$$\frac{1}{\lambda_{21}} = \frac{E_2 - E_1}{hc} \Rightarrow \lambda_{21} = 0,121\mu\text{m}$$

• Dãy Ban-me

$$\frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{E_3 - E_2}{hc} \Rightarrow \lambda_{32} = 0,657\mu\text{m}$$



Hình 4.4G

4.17. Chọn C. Điểm khác nhau giữa mẫu nguyên Bo với mẫu nguyên tử Rơ-đơ-pho là nguyên tử chỉ tồn tại ở trạng thái dừng có năng lượng ổn định.

4.18. Chọn C.

4.19. Chọn B. Áp dụng tiên đề 2 của Bo đối với nguyên tử hiđrô, ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 \text{ và } \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{31} = 0,1029\mu\text{m}.$$

4.20. Chọn D. $E_1 = -13,5900\text{eV}$; $E_2 = -\frac{E_1}{4} = 3,3975\text{eV}$;

$$E_3 = \frac{E_1}{9} = -1,5100\text{eV}; E_4 = \frac{E_1}{16} = -0,8475\text{eV}.$$

Theo tiên đề 2 của Bo, nguyên tử chỉ hấp thụ các photon có năng lượng $\varepsilon_{mn} = E_m - E_n$.

Trong 4 photon nêu ở đề bài, ngọn lửa khí hiđrô chỉ hấp thụ photon có năng lượng ε_4 , đó là photon ứng với bước sóng λ_{43} ở miền hồng ngoại:

$$\varepsilon_4 = E_4 - E_3$$

4.21. Chọn C.

$$\lambda_{P1} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = \frac{656.486}{656 - 486} = 1875\text{nm}.$$

$$\lambda_{P2} = \frac{\lambda_1 \lambda_3}{\lambda_2 - \lambda_3} = \frac{656.434}{656 - 434} = 1282\text{nm}.$$

4.22. Chọn D. Dãy Ban-me gồm một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần nằm trong vùng tử ngoại.

4.23. Chọn B. Các vạch quang phổ thuộc dãy Ban-me ứng với sự chuyển của electron từ các quỹ đạo ngoài về quỹ đạo L.

4.25. Chọn B. Dựa vào sơ đồ mức năng lượng và hệ thức: $\frac{hc}{\lambda_{\min}} = E_m - E_n$

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_{31}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{32} = 0,6566\mu\text{m}$$

4.26. Chọn B. $hf_{\max} = E_\infty - E_1 = 13,6.1,6.10^{-19}\text{J} \Rightarrow f = 3,3.10^5\text{Hz}$.

4.27. Chọn C. $\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$

$$\Rightarrow \lambda_{MK} = \frac{\lambda_{ML} \lambda_{LK}}{\lambda_{ML} + \lambda_{LK}} = \frac{121,7.656,3}{121,7 + 656,3} = 102,7\text{nm}$$

4.28. Chọn B. Bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$, các vạch còn lại thuộc miền tử ngoại.

4.29. Chọn B. $\varepsilon_{32} = \varepsilon_{31} - \varepsilon_{22} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_\alpha} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1}$

$$\Rightarrow \lambda_\alpha = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = \frac{0,122 \cdot 0,103}{0,122 - 0,133} = 0,661 \mu\text{m}$$

4.30. Chọn C. Dãy Pa-sen trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, được tạo thành khi electron chuyển từ các quỹ đạo ngoài về quỹ đạo M.

4.31. Chọn A. Ta có $E_1 = -13,6(\text{eV}); E_2 = \frac{E_1}{4}; E_3 = \frac{E_1}{9};$

$$\lambda_{21} = \frac{hc}{E_2 - E_1} = -\frac{4hc}{3E_1} \approx 0,1218 \cdot 10^{-6} \text{m};$$

$$\lambda_{31} = \frac{hc}{E_3 - E_1} = -\frac{9hc}{8E_1} \approx 0,1027 \cdot 10^{-6} \text{m}$$

$$\lambda_{23} = \frac{hc}{E_2 - E_3} = -7,2 \frac{hc}{E_1} \approx 0,6576 \cdot 10^{-6} \text{m}$$

4.32. Chọn B.

4.33. Chọn A. $hf_1 = E_\infty - E_1; hf_2 = E_2 - E_1; hf_3 = E_\infty - E_2 = hf_1 - hf_2;$

$$\Rightarrow f_1 = f_2 + f_3.$$

4.34. Chọn A. $h = \frac{c}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1(1); h = \frac{c}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1(2).$ Từ đó suy ra:

$$\lambda_{32} = \frac{\lambda_{21} \lambda_{31}}{\lambda_{21} - \lambda_{31}} \approx 0,061 \mu\text{m}$$

4.35. Chọn A. Vạch đỏ ứng với sự chuyển mức năng lượng từ M \rightarrow L:

$$h \frac{c}{\lambda_1} = E_M - E_L \quad (1)$$

Vạch lam ứng với sự chuyển mức năng lượng từ N \rightarrow L:

$$h \frac{c}{\lambda_2} = E_N - E_L \quad (2)$$

Vạch có bước sóng dài nhất trong dãy Pa-sen ứng với sự chuyển mức năng lượng từ N \rightarrow M. Trừ vế với vế của (2) và (1) ta có:

$$h \frac{c}{\lambda_2} - h \frac{c}{\lambda_1} = E_N - E_M = \frac{hc}{\lambda_m}$$

Từ đó ta có $\lambda_m \approx 1,8744 \mu\text{m}.$

4.36. Chọn A.

4.37. Chọn C.