

CHUYÊN ĐỀ LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

I. Hiện tượng quang điện ngoài:

1. **Hiện tượng quang điện ngoài:** Khi chiếu một chùm tia sáng thích hợp vào bề mặt tấm kim loại thì nó làm cho các electron bật ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện (hay còn gọi là hiện tượng quang điện ngoài), electron thoát ra khỏi bề mặt kim loại gọi là electron quang điện

2. Các định luật quang

Định luật 1: (định luật về giới hạn quang điện)

Đối với mỗi kim loại, hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại đó phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng λ_0 . λ_0 gọi là giới hạn quang điện của kim loại đó.

$$\lambda \leq \lambda_0$$

3. Thuyết lượng tử ánh sáng:

- Chùm ánh sáng là một chùm hạt, mỗi hạt gọi là photon (lượng tử năng lượng). Năng lượng một lượng tử ánh sáng (hạt photon)

$$\epsilon = \frac{h\nu}{\lambda} = mc^2$$

➤ **Trong đó:** $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js là hằng số Planck. $c = 3 \cdot 10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.; f, λ là tần số, bước sóng của ánh sáng (của bức xạ).; m là khối lượng của photon. ϵ chỉ phụ thuộc vào tần số của ánh sáng, mà không phụ thuộc khoảng cách từ nó tới nguồn

- Với mỗi ánh sáng đơn sắc, các photon đều giống nhau, mỗi photon mang năng lượng $\epsilon = hf$.

- Trong chân không, các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3 \cdot 10^8$ (m/s).

- Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số photon do nguồn phát ra trong 1 đơn vị thời gian.

- Khi nguyên tử, phân tử hay electron phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

U CHÚ Ý

- Chùm sáng dù rất yếu cũng chứa rất nhiều photon, nên ta nhìn chùm sáng như liên tục.

- Các photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động, không có photon đứng yên.

4. GIẢI THÍCH CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN BẰNG THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

• Mô tả hiện tượng quang điện ngoài.

Ánh sáng thích hợp ($\lambda \leq \lambda_0$)

• mô tả hiện tượng quang điện trong.

Ánh sáng thích hợp ($\lambda' \leq \lambda'_0$)

e^- bị bật ra

I. Công thức Einstein (Anh-xanh) về hiện tượng quang điện: $e^- \rightarrow e^- + \gamma$

Theo Einstein, mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng cho một electron. Năng lượng ϵ này dùng để:

— cung cấp cho electron một công thoát A để nó thắng được lực liên kết với mạng tinh thể và thoát khỏi bề mặt kim loại

— truyền cho nó một động năng ban đầu. $W_{\text{đ 0 max}}$

— Truyền một phần năng lượng cho mạng tinh thể. Đối với các electron nằm trên bề mặt kim loại thì động năng này có giá trị cực đại vì không mất phần năng lượng cho mạng tinh thể.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\epsilon = hf = A + W_{\text{đ 0 max}}$$

$$\text{hay } h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2} m_e v_{\text{e 0 max}}^2$$

II. Giải thích các định luật quang điện:

- Giải thích định luật 1:

Để có hiện tượng quang điện xảy ra, tức là có electron bật ra khỏi kim loại, thì:

$$\epsilon \geq A \text{ hay } h \frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A} \text{ hay } \lambda \leq \lambda_0$$

• với λ_0 gọi là giới hạn quang điện của kim loại dùng làm Catot $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$

• Công thoát của e ra khỏi kim loại:

$$A = \frac{h \cdot c}{\lambda_0}$$

- Tần số sóng ánh sáng giới hạn quang điện :

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$$

Bảng giá trị giới hạn quang điện

Chất kim loại	$\lambda_0(\mu\text{m})$	Chất kim loại	$\lambda_0(\mu\text{m})$	Chất bán dẫn	$\lambda_0(\mu\text{m})$
Bạc	0,26	Natri	0,50	Ge	1,88
Đồng	0,30	Kali	0,55	Si	1,11
Kẽm	0,35	Xesi	0,66	PbS	4,14
Nhôm	0,36	Canxi	0,75	CdS	0,90

5. **Lượng tính sóng - hạt của ánh sáng**

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Ta nói ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.
- Trong mỗi hiện tượng quang học, ánh sáng thường thể hiện rõ một trong hai tính chất trên. Khi tính chất sóng thể hiện rõ thì tính chất hạt lại mờ nhạt, và ngược lại.
- Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn, photon có năng lượng càng lớn thì tính chất hạt thể hiện càng rõ, như ở hiện tượng quang điện, ở khả năng đâm xuyên, khả năng phát quang..., còn tính chất sóng càng mờ nhạt.
- Trái lại sóng điện từ có bước sóng càng dài, photon ứng với nó có năng lượng càng nhỏ, thì tính chất sóng lại thể hiện rõ hơn như ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc, ..., còn tính chất hạt thì mờ nhạt.

Dạng 1: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

A. **PHƯƠNG PHÁP.**

1. **Năng lượng một lượng tử ánh sáng (hạt photon)**

$$\varepsilon = \frac{h\nu}{c} = mc^2 ;$$

Trong đó $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ là hằng số Planck. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ là vận tốc ánh sáng trong chân không. f, λ là tần số, bước sóng của ánh sáng (của bức xạ).

2. Công thoát của e ra khỏi kim loại :

$$A = \frac{h \cdot c}{\lambda_0}$$

3. Giới hạn quang điện của kim loại(λ_0) Từ công thức: $A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A}$ với $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

❖ Điều kiện để xảy ra hiện tượng quang điện :

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

Câu 1. Catốt của một tế bào quang điện làm bằng vonfram. Biết công thoát của electron đối với vonfram là $7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Giới hạn quang điện của vonfram bằng

- A. 0,475 μm . B. 0,375 μm . C. 0,276 μm . D. 0,425 μm .

Câu 2. Công thoát electron của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}$ và $\lambda_3 = 0,35 \mu\text{m}$. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó?

- A. Ba bức xạ (λ_1, λ_2 và λ_3). B. Chỉ có bức xạ λ_1 . C. Hai bức xạ (λ_1 và λ_2). D. Không có bức xạ.

Câu 3. Giới hạn quang điện của kẽm là $0,36 \mu\text{m}$, công thoát e của kẽm lớn hơn natri 1,4 lần. Giới hạn quang điện của natri là

- A. 0,257 μm . B. 2,57 μm . C. 0,504 μm . D. 5,04 μm .

Câu 4. Cho công thoát electron của kim loại là $A = 2 \text{ eV}$. Bước sóng giới hạn quang điện của kim loại là:

- A. 0,625 μm B. 0,525 C. 0,675 μm D. 0,585 μm

Câu 5. Chọn câu **Đúng**. Nếu chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, thì:

- A. tấm kẽm mất dần điện tích dương. B. Tấm kẽm mất dần điện tích âm.
C. Tấm kẽm trở nên trung hoà về điện. D. điện tích âm của tấm kẽm không đổi.

Câu 6. Chọn câu trả lời **Đúng**. Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là:

- A. bước sóng của ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại.
B. Công thoát của các electron ở bề mặt kim loại đó.
C. Bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích để gây ra hiện tượng quang điện kim loại đó.
D. là giá trị năng lượng tối thiểu để gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 7. Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ dội vào kim loại được thỏa mãn điều kiện nào sau đây?

A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.

C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Câu 8. Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về hiện tượng quang điện?

- A. Là hiện tượng hiện tượng electron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.
 B. Là hiện tượng hiện tượng electron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại khi tấm kim loại bị nung nóng.
 C. Là hiện tượng hiện tượng electron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại bị nhiễm điện do tiếp xúc với một vật nhiễm điện khác.
 D. Là hiện tượng hiện tượng electron bứt ra khỏi bề mặt tấm kim loại do bất kỳ nguyên nhân nào khác.

Câu 9. (2013) Giới hạn quang điện của một kim loại là $0,75 \mu\text{m}$. Công thoát electron ra khỏi kim loại này bằng

- A. $2,65 \cdot 10^{-19} \text{J}$. B. $26,5 \cdot 10^{-19} \text{J}$. C. $2,65 \cdot 10^{-32} \text{J}$. D. $26,5 \cdot 10^{-32} \text{J}$.

Câu 10. Chọn câu **Đúng**. Theo giả thuyết lượng tử của Planck thì năng lượng....

- A. của mọi electron B. của một nguyên tử C. của một phân tử D. của một chùm sáng đơn sắc
 phải luôn luôn bằng số lần lượng tử năng lượng.

Câu 11. Chọn câu **Đúng**. Theo thuyết photon của Anh-xtan, thì năng lượng:

- A. của mọi photon đều bằng nhau. B. của một photon bằng một lượng tử năng lượng.
 C. giảm dần khi photon ra xa dần nguồn sáng. D. của photon không phụ thuộc vào bước sóng.

Câu 12. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng?

- A. Những nguyên tử hay phân tử vật chất không hấp thụ hay bức xạ ánh sáng một cách liên tục mà thành từng phần riêng biệt, đứt quãng.
 B. Chùm sáng là dòng hạt, mỗi hạt là một photon.
 C. Năng lượng của các photon ánh sáng là như nhau, không phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng.
 D. Khi ánh sáng truyền đi, các lượng tử ánh sáng không bị thay đổi, không phụ thuộc khoảng cách tới nguồn sáng.

Câu 14. Trong chân không, ánh sáng nhìn thấy có bước sóng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$. Tần số của ánh sáng nhìn thấy có giá trị

- A. từ $3,95 \cdot 10^{14} \text{Hz}$ đến $7,89 \cdot 10^{14} \text{Hz}$. B. từ $3,95 \cdot 10^{14} \text{Hz}$ đến $8,50 \cdot 10^{14} \text{Hz}$
 C. từ $4,20 \cdot 10^{14} \text{Hz}$ đến $7,89 \cdot 10^{14} \text{Hz}$. D. từ $4,20 \cdot 10^{14} \text{Hz}$ đến $6,50 \cdot 10^{14} \text{Hz}$

Câu 15. Chiếu bức xạ có tần số f vào một kim loại có công thoát A gây ra hiện tượng quang điện. Giả sử một electron hấp thụ photon sử dụng một phần năng lượng làm công thoát, phần còn lại biến thành động năng K của nó. Nếu tần số của bức xạ chiếu tới là $2f$ thì động năng của electron quang điện đó là

- A. $K - A$. B. $K + A$. C. $2K - A$. D. $2K + A$.

Câu 16. Chiếu bức xạ có bước sóng λ vào một kim loại có công thoát A gây ra hiện tượng quang điện. Giả sử một electron hấp thụ photon sử dụng một phần năng lượng làm công thoát, phần còn lại biến thành động năng K của nó. Giới hạn quang điện của kim loại này là λ_0 . Nếu chiếu bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6\lambda_0$ vào tấm kim loại trên thì

động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện tính theo A là:

- A. $0,6A$. B. $\frac{3A}{2}$. C. $\frac{2A}{3}$. D. $\frac{5A}{3}$.

Câu 18. (Đề thi đại học năm 2013) Gọi ϵ_D là năng lượng của photon ánh sáng đỏ; ϵ_L là năng lượng của photon ánh sáng lục; ϵ_V là năng lượng của photon ánh sáng vàng. Sắp xếp nào sau đây đúng?

- A. $\epsilon_D > \epsilon_V > \epsilon_L$. B. $\epsilon_L > \epsilon_D > \epsilon_V$. C. $\epsilon_V > \epsilon_L > \epsilon_D$. D. $\epsilon_L > \epsilon_V > \epsilon_D$.

Câu 19. (2012) Biết công thoát electron của các kim loại: canxi, kali, bạc và đồng lần lượt là: $2,89 \text{ eV}$; $2,26 \text{ eV}$; $4,78 \text{ eV}$ và $4,14 \text{ eV}$. Chiếu ánh sáng có bước sóng $0,33 \mu\text{m}$ vào bề mặt các kim loại trên. Hiện tượng quang điện không xảy ra với các kim loại nào sau đây?

- A. Kali và đồng. B. Canxi và bạc. C. Bạc và đồng. D. Kali và canxi.

DẠNG 2 : CÔNG SUẤT BỨC XẠ

- **PHƯƠNG PHÁP :** Gọi: P là công suất của nguồn sáng; W là năng lượng ánh sáng của nguồn sáng phát ra trong thời gian t ; N là số photon phát ra trong thời gian t ; ϵ là năng lượng của một photon; λ là bước sóng của ánh sáng phát ra; f là tần số của ánh sáng phát ra.

❖ Ta có:

$$P = \frac{-W}{t} = \frac{-N \cdot \varepsilon}{t} = \frac{N \cdot hf}{t} \Leftrightarrow N = \frac{Pt}{\varepsilon} = \frac{Pt}{hf} = \frac{Pt \cdot \lambda}{hc}$$

🚩 CHÚ Ý : nếu xét 2 chùm bức xạ khác nhau thì

$$\frac{P_1 N_1 \lambda_1}{P_2 N_2 \lambda_2} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 2 \cdot 2} = 1 \cdot 2$$

Câu 20. Một nguồn sáng chỉ phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Công suất bức xạ điện từ của nguồn là 10 W. Số photon mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng

- A. $3,02 \cdot 10^{20}$. B. $0,33 \cdot 10^{19}$. C. $2,01 \cdot 10^{19}$. D. $3,24 \cdot 10^{20}$.

Câu 21. Công suất của nguồn sáng là $P = 2,5 \text{ W}$; biết nguồn phát ra ánh sáng có bước sóng 300 nm. Số photon tới catot trong một đơn vị thời gian là

- A. $38 \cdot 10^{17}$. B. $46 \cdot 10^{17}$. C. $58 \cdot 10^{17}$. D. $68 \cdot 10^{17}$.

Câu 22. (2013) Giả sử một nguồn sáng chỉ phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Công suất phát xạ của nguồn là 10W. Số photon mà nguồn sáng phát ra trong một giây xấp xỉ bằng

- A. $0,33 \cdot 10^{20}$. B. $2,01 \cdot 10^{19}$. C. $0,33 \cdot 10^{19}$. D. $2,01 \cdot 10^{20}$.

Câu 23. (Đề thi đại học năm 2012) Laze A phát ra chùm bức xạ có bước sóng $0,45 \mu\text{m}$ với công suất 0,8W. Laze B phát ra chùm bức xạ có bước sóng $0,60 \mu\text{m}$ với công suất 0,6 W. Tỉ số giữa số photon của laze B và số photon của laze A phát ra trong mỗi giây là

- A. 1. B. $\frac{20}{9}$. C. 2. D. $\frac{3}{4}$.

Câu 24. (2011) Một chất phát quang được kích thích bằng ánh sáng có bước sóng $0,26 \mu\text{m}$ thì phát ra ánh sáng có bước sóng $0,52 \mu\text{m}$. Giả sử công suất của chùm sáng phát quang bằng 20% công suất của chùm sáng kích thích. Tỉ số giữa số photon ánh sáng phát quang và số photon ánh sáng kích thích trong cùng một khoảng thời gian là

- A. $4/5$. B. $1/10$. C. $1/5$. D. $2/5$.

Câu 25. Nguồn sáng A có công suất P_1 phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,400 \mu\text{m}$. Nguồn sáng B có công suất P_2

phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 0,600 \mu\text{m}$. Trong cùng một khoảng thời gian, tỉ số giữa số photon mà nguồn sáng A phát ra so với số photon mà nguồn sáng B phát ra là 5 : 4. Tỉ số giữa P_1 và P_2 là

- A. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{8}{15}$. B. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{6}{5}$. C. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{5}{6}$. D. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{15}{8}$.

Câu 26. Laze A phát ra chùm bức xạ có bước sóng 400nm với công suất 0,6W. Laze B phát ra chùm bức xạ có bước sóng λ với công suất 0,2W. Trong cùng một đơn vị thời gian số photon do laze A phát ra gấp 2 lần số photon do laze B phát ra. Một chất phát quang có khả năng phát ánh sáng màu đỏ và lục. Nếu dùng laze B kích thích chất phát quang trên thì nó phát ra ánh sáng màu

- A. tím. B. đỏ. C. vàng. D. lục.

Câu 27. Một bút laze phát ra ánh sáng đơn sắc bước sóng 532 nm với công suất 5 mW. Một lần bấm sáng trong thời gian 2 s, bút phát ra bao nhiêu photon ?

- A. $2,68 \cdot 10^{16}$ photon. B. $1,86 \cdot 10^{16}$ photon. C. $2,68 \cdot 10^{15}$ photon. D. $1,86 \cdot 10^{15}$ photon.

Câu 28. Để đo khoảng cách từ Trái Đất lên Mặt Trăng người ta dùng một tia Laze phát ra những xung ánh sáng có bước sóng $0,52 \mu\text{m}$, chiếu về phía Mặt Trăng. Thời gian kéo dài mỗi xung là 10-7(s) và công suất chùm Laze là 100000MW. Số

photon chứa trong mỗi xung Laze là:

- A. $2,62 \cdot 10^{15}$ hạt B. $2,62 \cdot 10^{29}$ hạt C. $2,62 \cdot 10^{22}$ hạt D. $5,2 \cdot 10^{20}$ hạt

Câu 29. Một bề mặt kim loại nhận một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $0,38 \mu\text{m}$ nhỏ hơn giới hạn quang điện của kim loại. Trong khoảng một giây, số electron trung bình bật ra là $3,75 \cdot 10^{12}$ electron. Hiệu suất lượng tử (tỉ lệ giữa số electron bật ra và số photon tới bề mặt kim loại trong một đơn vị thời gian) của quá trình này là 0,01%. Công suất trung bình bề mặt kim loại nhận được từ chùm sáng là

- A. 273 mW B. 19,6 mW C. 27,3 mW D. 196 mW

Câu 30. Một chất phát quang được kích thích bằng ánh sáng có bước sóng λ thì phát ra ánh sáng có bước sóng λ' . Biết λ' và λ hơn kém nhau 1,6 lần. Giả sử công suất của chùm sáng phát quang bằng 25% công suất của chùm sáng kích thích. Tỉ số giữa số photon ánh sáng phát quang và số photon ánh sáng kích thích trong cùng một khoảng

thời gian là

A. 0,25

B. 0,4

C. 0,5

D. 0,1

Câu 31. Chất lỏng fluorexein hấp thụ ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda = 0,48\mu\text{m}$ và phát ra ánh có bước sóng $\lambda' = 0,64\mu\text{m}$. Biết hiệu suất của sự phát quang này là 90% (hiệu suất của sự phát quang là tỉ số giữa năng lượng của ánh sáng

phát quang và năng lượng của ánh sáng kích thích trong một đơn vị thời gian), số photon của ánh sáng kích thích chiếu đến trong 1s là $2012 \cdot 10^{10}$ hạt. Số photon của chùm sáng phát quang phát ra trong 1s là

- A. $2,6827 \cdot 10^{12}$. B. $2,4144 \cdot 10^{13}$. C. $1,3581 \cdot 10^{13}$. D. $2,9807 \cdot 10^{11}$

Câu 32. Khi truyền trong chân không, ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 720\text{nm}$, ánh sáng tím có bước sóng $\lambda_2 = 400\text{nm}$. Cho ánh sáng này truyền trong một môi trường trong suốt thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó đối với hai ánh sáng này lần lượt là $n_1 = 1,33$ và $n_2 = 1,34$. Khi truyền trong môi trường trong suốt trên, tỉ số năng lượng của photon có bước sóng λ_1 so với năng lượng photon của bước sóng λ_2 bằng:

- A. 133/134. B. 134/133. C. 5/9. D. 9/5.

Câu 33. Một chất có khả năng phát ra bức xạ có bước sóng $0,5\mu\text{m}$ khi bị chiếu sáng bởi bức xạ $0,3\mu\text{m}$. Gọi P_0 là công suất chùm sáng kích thích và biết rằng cứ 600 photon chiếu tới sẽ có 1 photon bật ra. Công suất chùm sáng phát ra P theo P_0 .

- A. $0,1 P_0$ B. $0,01P_0$ C. $0,001P_0$ D. $100P_0$

DẠNG 3: MẪU NGUYÊN TỬ BOHR-QUANG PHỔ VẠCH CỦA HIDRO

A. LÝ THUYẾT:

I. Mẫu nguyên tử Bo.

1. Tiên đề về trạng thái dừng

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

$$r_n = n^2 \cdot r_0 \quad \text{với } r_0 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m gọi là bán kính Bo. (lúc e ở quỹ đạo K)}$$

Trạng thái dừng n	1	2	3	4	5	6
Tên quỹ đạo dừng	K	L	M	N	O	P
Bán kính: $r_n = n^2 r_0$	r_0	$4r_0$	$9r_0$	$16r_0$	$25r_0$	$36r_0$
Năng lượng e Hidro $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$	$-13,6$	$-3,4$	$-1,51$	$-0,85$	$-0,54$	$-0,38$
	1^2	2^2	3^2	4^2	5^2	6^2

Năng lượng electron trong nguyên tử hydro:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)} \quad \text{Với } n \in \mathbb{N}^*$$

- Bình thường, nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất gọi là trạng thái cơ bản. Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao hơn, gọi là trạng thái kích thích. Thời gian nguyên tử ở trạng thái kích thích rất ngắn (cỡ 10^{-8} s). Sau đó nguyên tử chuyển về trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn và cuối cùng về trạng thái cơ bản.

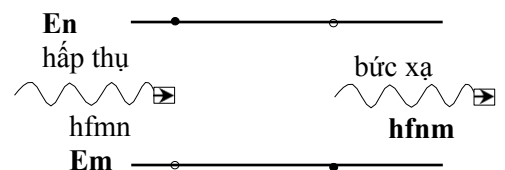
2. Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

- 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: $h f = E_n - E_m$
- Ngược lại, nếu nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một photon có năng lượng $h f$ đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_n lớn hơn.
- Sự chuyển từ trạng thái dừng E_m sang trạng thái dừng E_n ứng với sự nhảy của electron từ quỹ đạo dừng có bán kính r_m sang quỹ đạo dừng có bán kính r_n và ngược lại.

II. Quang phổ phát xạ và hấp thụ của nguyên tử hydro

- Nguyên tử hydro có các trạng thái dừng khác nhau $E_K, E_L, E_M, \dots$. Khi đó electron chuyển động trên các quỹ đạo dừng tương ứng K, L, M, ...
- Khi electron chuyển từ mức năng lượng cao (E_{cao}) xuống mức năng lượng thấp hơn ($E_{thấp}$) thì nó phát ra một photon có năng lượng xác định:

$$\varepsilon = E_{cao} - E_{thấp} = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$$



Mỗi photon có tần số f ứng với một sóng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = \frac{c}{f}$, tức là một vạch quang phổ có một

f

màu (hay một vị trí) nhất định. Điều đó lí giải ***quang phổ phát xạ của hiđrô là quang phổ vạch.***

- Ngược lại nếu một nguyên tử hiđrô đang ở một mức năng lượng $E_{\text{thấp}}$ nào đó mà nằm trong một chùm ánh sáng trắng, trong đó có tất cả các photon có năng lượng từ lớn đến nhỏ khác nhau, thì lập tức nguyên tử đó sẽ

hấp thụ một photon có năng lượng phù hợp $\varepsilon = E_{\text{cao}} - E_{\text{thấp}}$ để chuyển lên mức năng lượng E_{cao} . Như vậy, một sóng ánh sáng đơn sắc đã bị hấp thụ, làm cho trên quang phổ liên tục xuất hiện một vạch tối. Do đó **quang phổ hấp thụ của nguyên tử hiđrô cũng là quang phổ vạch**.

• Bước sóng phát ra khi nguyên tử chuyển mức năng lượng

$$\varepsilon = E_m - E_n \Leftrightarrow hf_{mn} = hc \frac{1}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n$$

CHÚ Ý:

1. **Chứng minh công thức tính năng lượng ở quỹ đạo dừng n bất kì và tính vận tốc ở quỹ đạo bất kì.**

a) Tính bán kính ở quỹ đạo dừng thứ n:

$$r_n = n^2 \cdot r_0 \quad \text{với } r_0 = 0,53 \text{ Å} = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m} \text{ gọi là bán kính Bo. (lúc e ở quỹ đạo K)}$$

b) Tính vận tốc v ở quỹ đạo dừng bất kì và tần số vòng f của electron trên quỹ đạo dừng.

► Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thì lực Coulomb đóng vai trò là lực hướng tâm

$$F_{\text{Coulomb}} = F_{\text{ht}} \quad \left\{ \begin{array}{l} F_{\text{Coulomb}} = \frac{9 \cdot 10^9 e^2}{r_n^2} \\ F_{\text{ht}} = m \frac{v^2}{r_n} = m \omega^2 r_n \end{array} \right.$$

Suy ra: $v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr_n}} = \sqrt{\frac{ke^2}{m(n^2 r_0)}} = \frac{1}{n} \cdot 2,2 \cdot 10^6 \text{ (m/s)}$

Từ đó ta có mối liên hệ giữa vận tốc và bán kính quỹ đạo dừng của electron:

$$v = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n} \text{ (m/s)}$$

► Tần số vòng của electron ở quỹ đạo dừng thứ n: $\nu = \omega / 2\pi$

2. **Động năng- thế năng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n:**

a) **Thế năng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n:** Nếu chọn mốc thế năng ở quỹ đạo dừng của lớp ngoài cùng thì ở các lớp phía trong sẽ có thế năng âm

$$(E_{\text{tn}}) = -F_{\text{Coulomb}} r_n = -\frac{Ke^2}{r_n} = -\frac{Ke^2}{(n^2 r_0)} = -27,2 \text{ eV}$$

b) **Động năng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n:**

$$(E_{\text{đn}}) = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{Ke^2}{r_n} = \frac{1}{2} \frac{Ke^2}{(n^2 r_0)} = 13,6 \text{ eV}$$

c) **Năng lượng của electron khi chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n:**

$$E_n = (E_{\text{đn}}) + (E_{\text{tn}}) = -\frac{Ke^2}{2(n^2 r_0)} = -13,6 \text{ eV}$$

B. CÁC LOẠI BÀI TẬP.

Loại 1: Tính bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron hoặc quỹ đạo dừng thứ n.

► **Phương pháp:**

• Bán kính quỹ đạo dừng thứ n: $r_n = n^2 r_0$ với $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

• Quỹ đạo dừng thứ n: $n = \sqrt{\frac{r_n}{r_0}}$.

Câu 34. Cho bán kính quỹ đạo Bohr thứ nhất là 0,053 nm. Bán kính quỹ đạo Bohr thứ năm là

- A. $2,65.10^{-10}$ m. B. $0,016.10^{-10}$ m. C. $10,25.10^{-10}$ m. D. $13,25.10^{-10}$ m.

Câu 35. Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của electron trong nguyên tử hydro là r_0 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt

- A. $12 r_0$. B. $4 r_0$. C. $9 r_0$. D. $16 r_0$.

Câu 36. Biết bán kính Bo là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Bán kính quỹ đạo dừng M trong nguyên tử hydro bằng

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

Câu 37. Trong nguyên tử hydro, bán kính Bo là $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Ở một trạng thái kích thích của nguyên tử hydro, electron chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính là $r = 2,12.10^{-10}$ m. Quỹ đạo đó có tên gọi là quỹ đạo dừng

- A. L. B. O. C. N. D. M.

Câu 37'. Trong nguyên tử Hydro xét các mức năng lượng từ P trở xuống đến K có bao nhiêu khả năng kích thích để bán kính quỹ đạo của electron tăng lên 4 lần?

- A. 2. B. 1. C. 3. D. 4.

Loại 2: Tính vận tốc, vận tốc góc hoặc tần số của electron ở trạng thái dừng n.

➤ **Phương pháp:**

Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n, ta có:
$$v_n = \frac{2,2 \cdot 10^6}{n} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Từ đó ta có mối liên hệ giữa vận tốc và bán kính quỹ đạo dừng của electron
$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{r_{n1}^2}{r_{n2}^2}} = \frac{n_1}{n_2}$$



CHÚ Ý:

- Tần số vòng của electron ở quỹ đạo dừng thứ n:

$$\omega = \omega_n = 2\pi$$

- Lực tương tác Cu-lông giữa electron và hạt nhân chính là lực hướng tâm: $F = \frac{k e^2}{r_n^2} =$

$$\frac{F_{n_2}}{F_{n_1}} = \frac{(n_1^2)^2}{(n_2^2)^2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^4$$

Câu 38. Trong hiện tượng quang điện ngoài, hai electron quang điện cùng bay vào một từ trường đều có các đường sức từ có phương vuông góc với vận tốc của chúng và tỉ số vận tốc của chúng là 2/3. Biết trong từ trường hai electron này chuyển động theo hai quỹ đạo tròn khác nhau. Tỉ số bán kính của hai quỹ đạo tương ứng là

- A. 2/3. B. 3/2. C. 1/2 D. 2.

Câu 39. Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hydro, chuyển động của electron quanh hạt nhân là chuyển động tròn đều. Tỉ số giữa tốc độ của electron trên quỹ đạo K và tốc độ của electron trên quỹ đạo M bằng

- A. 9. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 40. Bán kính quỹ đạo dừng của electron trong nguyên tử Hydro được tính theo công thức $r_n = n^2 \cdot r_0$ với

$r = 5,3.10^{-11}$ m. Thời gian sống của nguyên tử Hydro ở trạng thái kích thích thứ nhất là $\Delta t = 10^{-8}$ s. Số vòng quay mà electron của nguyên tử Hydro thực hiện được trong thời gian trên là

- A. $8,2.10^6$ vòng quay. B. $4,2.10^7$ vòng quay. C. $1,65.10^7$ vòng quay. D. $3,2.10^5$ vòng quay.

Câu 41. Theo thuyết Bo, electron trong nguyên tử hydro chuyển động trên các quỹ đạo dừng có bán kính $r = n^2 r_0$ ($r_0 =$

$5,3.10^{-11}$ m), cho hằng số điện k = $9.10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$; $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg. Tốc độ của e khi chuyển động ở trạng thái kích thích thứ

nhất là:

- A. $2,2.10^6$ m/s B. $2,2.10^5$ m/s C. $1,1.10^6$ m/s D. $1,1.10^6$ rad/s

Câu 42. Lực tương tác Cu-lông giữa electron và hạt nhân của nguyên tử hydro khi nguyên tử này ở quỹ đạo dừng L là F. Khi nguyên tử này chuyển lên quỹ đạo N thì lực tương tác giữa electron và hạt nhân là:

- A. F/16. B. F/4. C. F/144. D. F/2.

Loại 3: Tính năng lượng của nguyên tử hidro ở trạng thái dừng thứ n hoặc bán kính quỹ đạo dừng thứ n .

Tính tần số và bước sóng tương ứng

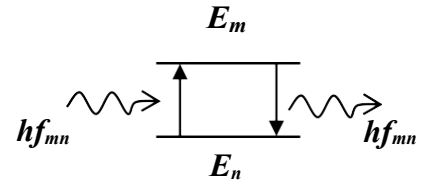
➤ Phương pháp:

- Năng lượng mà nguyên tử phát xạ hoặc hấp thụ được: $\varepsilon = E_{\dots} -$

- Bước sóng phát ra khi nguyên tử chuyển mức năng lượng

$$\varepsilon = E_m - E_n \Leftrightarrow hf_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n$$

$$\Rightarrow \lambda_{mn} = \frac{hc}{E_m - E_n} = \frac{hc}{E_n (1 - \frac{1}{n^2})}$$



CHÚ Ý:

- Bước sóng lớn nhất** (hay tần số nhỏ nhất) có thể phát ra ứng với các quỹ đạo M và N phải ở gần nhau nhất.
- Bước sóng nhỏ nhất** (hay tần số lớn nhất) có thể phát ra ứng với các quỹ đạo M và N phải ở xa nhau nhất.

→ **Ví dụ:** Khi nguyên tử Hidro đang ở trạng thái kích thích mà electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ N ($n = 4$) thì :

+ Bước sóng lớn nhất nó phát ra khi nó chuyển về quỹ đạo M ($n = 3$) $\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{4 \rightarrow 3} - E_{3 \rightarrow 3}} = \frac{hc}{E_4 - E_3}$

+ Bước sóng nhỏ nhất nó phát ra khi nó chuyển về quỹ đạo K ($n = 1$) $\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{4 \rightarrow 1} - E_{1 \rightarrow 1}} = \frac{hc}{E_4 - E_1}$

- Năng lượng của nguyên tử hidro ở trạng thái dừng thứ n: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$ với $n=1;2;3;4;\dots$

$$\Rightarrow \text{Bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron: } r_n = \sqrt{\frac{13,6 \text{ (eV)}}{E_n \text{ (eV)}}}$$

Câu 43. 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 44. Năng lượng ion hóa nguyên tử Hydro là 13,6eV. Bước sóng ngắn nhất mà nguyên tử có thể bức ra là :

- A. 0,122 μm
- B. 0,0913 μm
- C. 0,0656 μm
- D. 0,5672 μm

Câu 45. Biết hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ và độ lớn của điện tích nguyên tố là $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Khi nguyên tử hidro chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng -1,514 eV sang trạng thái dừng có năng lượng -3,407 eV thì nguyên tử phát ra bức xạ có tần số

- A. 2,571.10¹³ Hz.
- B. 4,572.10¹⁴Hz.
- C. 3,879.10¹⁴Hz.
- D. 6,542.10¹²Hz.

Câu 46. Hãy xác định trạng thái kích thích cao nhất của các nguyên tử hidro trong trường hợp người ta chỉ thu được 6 vạch quang phổ phát xạ của nguyên tử hidro :

- A. Trạng thái L
- B. Trạng thái M
- C. Trạng thái N
- D. Trạng thái O

Câu 47. Chọn phát biểu **Đúng**. Ở trạng thái dừng, nguyên tử

- A. không bức xạ và không hấp thụ năng lượng.
- B. Không bức xạ nhưng có thể hấp thụ năng lượng.
- C. không hấp thụ, nhưng có thể bức xạ năng lượng.
- D. Vẫn có thể hấp thụ và bức xạ năng lượng.

Câu 48. Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-dơ-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 có năng lượng ổn định.
- D. Mô hình nguyên tử có hạt nhân.

Câu 49. Cho biết các mức năng lượng của nguyên tử hidro được xác định bởi công thức: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$ (với $n = 1, 2, \dots$). Một nguyên tử hidro ở trạng thái cơ bản sẽ hấp thụ được photon có năng lượng

- A. 5,45eV.
- B. 6eV.
- C. 7,5eV.
- D. 12,75eV.

Câu 50. Trong nguyên tử hidro, electron từ quỹ đạo L chuyển về quỹ đạo K có năng lượng $E_K = -13,6 \text{ eV}$. Bước sóng của ánh sáng phát ra là $\lambda = 0,1218 \mu\text{m}$. Cho biết $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Mức năng lượng ứng với quỹ đạo L bằng

A. -3,4eV.

B. 3,4eV.

C. 4,1eV.

D. -5,6eV.

Câu 51. Khi kích thích nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản bằng cách cho nó hấp thụ photon có năng lượng thích hợp thì bán kính quỹ đạo dừng tăng 9 lần. Biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được xác định bằng công thức: $E_n = -13,6 / n^2 \text{ (eV)}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$). Tính năng lượng của photon đó.

A. 12,1 eV.

B. 12,2 eV.

C. 12,3 eV.

D. 12,4 eV.

Câu 52. Các mức năng lượng của nguyên tử Hidro được tính gần đúng theo công thức: $E_n = -13,6 / n^2 \text{ (eV)}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)
 Có một khối khí hidro đang ở trạng thái cơ bản trong điều kiện áp suất thấp thì được chiếu tới một chùm các photon có mức năng lượng khác nhau. Hỏi trong các photon có năng lượng sau đây photon nào không bị khối khí hấp thụ?

- A. 10,2eV B. 12,75eV C. 12,09eV D. 11,12eV

Câu 53. Một đám nguyên tử Hidrô đang ở trạng thái kích thích mà electron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có bao nhiêu vạch?

- A. 4. B. 3. C. 6. D. 5.

Câu 54. Cho biết: $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ và mức năng lượng ở trạng thái dừng của nguyên tử hidro xác định bởi công thức $E_n = -13,6/n^2 \text{ (eV)}$ (với $n = 1, 2, \dots$). Khi electron chuyển từ quỹ đạo L về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng bằng

- A. 121,8nm. B. 91,34nm. C. 931,4nm. D. 39,34nm.

Câu 55. Mức năng lượng của nguyên tử hidro được xác định theo biểu thức: $E_n = -13,6 / n^2 \text{ (eV)}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) Khi kích thích nguyên tử hidro ở trạng thái cơ bản bằng cách cho hấp thụ một photon có năng lượng thích hợp thì bán kính quỹ đạo dừng của electron tăng lên 9 lần. Bước sóng lớn nhất của bức xạ mà nguyên tử có thể phát ra là

- A. 0,726μm. B. 0,567μm. C. 0,627μm. D. 0,657μm.

Câu 56(2011). Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hidro được xác định bởi công thức :

$E_n = -13,6 / n^2 \text{ (eV)}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử hidro 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. $\lambda_2 = 4\lambda_1$.

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

- A. $1,46 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. B. $1,22 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. C. $4,87 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. D. $9,74 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.

Câu 58. Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hidro, khi electron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon ứng với bức xạ có tần số f_1 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra photon ứng với bức xạ có tần số f_2 . Nếu electron chuyển từ quỹ đạo L về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon ứng với bức xạ có tần số

- A. $f_3 = f_1 - f_2$. B. $f_3 = f_1 + f_2$. C. $f_3 = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$. D. $f_3 = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$.

Câu 59. Theo tiên đề của Bo, khi electron trong nguyên tử hidro chuyển từ quỹ đạo L sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{21} , khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo L thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{32} , khi electron chuyển từ quỹ đạo M sang quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng λ_{31} . Biểu thức xác định λ_{31} là

- A. $\lambda_{31} = \frac{\lambda_{32} \lambda_{21}}{21 - \lambda_{32}}$. B. $\lambda_{31} = \lambda_{32} - \lambda_{21}$. C. $\lambda_{31} = \lambda_{32} + \lambda_{21}$. D. $\lambda_{31} = \frac{\lambda_{32} \lambda_{21}}{21 + \lambda_{32}}$.

Câu 60. Khi chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo L, nguyên tử hidro phát ra photon có bước sóng 0,6563μm. Khi chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L, nguyên tử hidro phát ra photon có bước sóng 0,4861 μm. Khi chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo M, nguyên tử hidro phát ra photon có bước sóng:

- A. 1,1424μm B. 1,8744μm C. 0,1702μm D. 0,2793μm

Câu 61. Mức năng lượng E_n trong nguyên tử hidro được xác định $E_n = -E_0/n^2$ (trong đó n là số nguyên dương, E_0 là năng lượng ứng với trạng thái cơ bản). Khi e nhảy từ quỹ đạo thứ ba về quỹ đạo thứ hai thì nguyên tử hidro phát ra bức xạ có bước sóng λ_0 . Nếu electron nhảy từ quỹ đạo thứ hai về quỹ đạo thứ nhất thì bước sóng của bức xạ được phát ra sẽ là:

- A. $\lambda_0/15$ B. $5\lambda_0/7$ C. λ_0 D. $5\lambda_0/27$.

Câu 62. Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hidro được xác định bởi công thức $E_n = -A/n^2 \text{ (J)}$ (với $n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử hidro 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. $\lambda_2 = 4\lambda_1$ B. $27\lambda_2 = 128\lambda_1$. C. $189\lambda_2 = 800\lambda_1$. D. $\lambda_2 = 5\lambda_1$

Câu 63. Kích thích cho các nguyên tử H chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích sao cho bán kính quỹ đạo tăng 9 lần. Trong quang phổ phát xạ của nguyên tử hidro sau đó, tỉ số giữa bước sóng dài nhất và bước sóng ngắn nhất là:

- A. 32/5 B. 32/37 C. 36/5 D. 9/8

Câu 64. Trong nguyên tử hidro các mức năng lượng được mô tả theo công thức $E = -A/n^2$, trong đó A là hằng số dương. Khi nguyên tử đang ở trạng thái cơ bản thì bị kích thích bởi điện trường mạnh và làm cho nguyên tử có thể phát ra tối đa 15

bức xạ. Hỏi trong các bức xạ mà nguyên tử hiđrô có thể phát ra trong trường hợp này thì tỉ số về bước sóng giữa bức xạ dài nhất và ngắn nhất là bao nhiêu?

A. 79,5

B. $900/11$

C. 1,29

D. 6

DẠNG 4: TIA RÖN-GHEN(TIA X)

1. Tóm tắt công thức

1. Cường độ dòng qua ống Rơn ghen:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \quad (\text{với } N \text{ là số electron phát ra trong thời gian } t \text{ giây})$$

2. Định lý động năng:

$$\text{Áp dụng định lý động năng: } \Delta W = A \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{1}{2} m_e v_0^2 = e \cdot U_{AK}$$

$$\Leftrightarrow U_{AK} = W_d \Leftrightarrow U_{AK} = \frac{m_e v^2}{2e}$$

• Trong đó:

+ Động năng ban đầu của electron bức xạ nhiệt ra khỏi K: $W = \frac{1}{2} m_e v^2 \approx 0$; động năng của electron khi đến A:

$$W = \frac{1}{2} m_e v^2$$

+ Công của lực điện làm electron chuyển động từ K đến A: $A_{KA} = (-e)U_{KA} = e \cdot U_{AK}$.

3. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có: Động năng của electron chuyển hóa thành năng lượng của tia X (ε) và nhiệt (Q) làm nóng Anot. Do đó: $W = \varepsilon + Q \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 = hf + Q$.

$\Rightarrow$ Để có thể tạo ra tia X

$\Leftrightarrow$

$$W_{\tilde{n}} \geq \varepsilon_X \Rightarrow (\varepsilon_{X_{\max}} = W_{\tilde{n}} \Leftrightarrow hf_{\max} = e|U_{AK}| \text{ . Kết quả:})$$

$$f_{\max} = \frac{e \cdot U_{AK}}{h} \text{ \& } \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$$

⚡ CHÚ Ý: Công thức nhiệt lượng: $Q = mC(t_2 - t_1)$

Câu 65. Trong một ống Rơn ghen người ta tạo ra một hiệu điện thế không đổi $U = 2,1 \cdot 10^4 \text{V}$ giữa hai cực. Trong 1 phút người ta đếm được $6,3 \cdot 10^{18}$ electron tới catốt. Cường độ dòng quang điện qua ống Rơn ghen là

- A. 16,8mA. B. 336mA. C. 504mA. D. 1000mA.

Câu 66. Trong một ống Rơn ghen người ta tạo ra một hiệu điện thế không đổi $U = 2,1 \cdot 10^4 \text{V}$ giữa hai cực. Coi động năng ban đầu của electron không đáng kể, động năng của electron khi đến âm cực bằng

- A. $1,05 \cdot 10^4 \text{eV}$. B. $2,1 \cdot 10^4 \text{eV}$. C. $4,2 \cdot 10^4 \text{eV}$. D. $4,56 \cdot 10^4 \text{eV}$.

Câu 67. Trong một ống Rơn ghen người ta tạo ra một hiệu điện thế không đổi $U = 2,1 \cdot 10^4 \text{V}$ giữa hai cực. Tần số cực đại mà ống Rơn ghen có thể phát ra là

- A. $5,07 \cdot 10^{18} \text{Hz}$. B. $10,14 \cdot 10^{18} \text{Hz}$. C. $15,21 \cdot 10^{18} \text{Hz}$. D. $20,28 \cdot 10^{18} \text{Hz}$.

Câu 4. Một ống rơn ghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6 \cdot 10^{-11} \text{m}$. Hiệu điện thế cực đại giữa hai cực của ống là

- A. 21kV. B. 2,1kV. C. 3,3kV. D. 33kV.

Câu 68. Hiệu điện thế giữa đôi catốt và catốt của một ống tia Rơn ghen là 24kV. Nếu bỏ qua động năng của electron bứt ra khỏi catốt thì bước sóng ngắn nhất do ống tia Rơn ghen này phát ra là

- A. 5,2pm. B. 52pm. C. 2,8pm. D. 32pm.

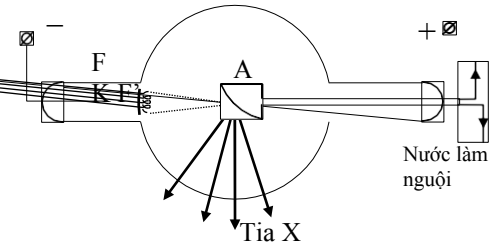
Câu 69. Ống Rơn ghen phát ra tia X có bước sóng nhỏ nhất $\lambda = 5 \text{\AA}$ khi hiệu điện thế đặt vào hai cực của ống là $U = 2 \text{KV}$. Để tăng “độ cứng” của tia Rơn ghen, người ta cho hiệu điện thế giữa hai cực thay đổi một lượng là $\Delta U = 500 \text{V}$. Bước sóng nhỏ nhất của tia X lúc đó bằng

- A. $10 \text{\AA}$. B. $4 \text{\AA}$. C. $3 \text{\AA}$. D. $5 \text{\AA}$.

Một ống tia X phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất là $0,5 \text{\AA}$, cường độ dòng điện qua ống là 10mA . Trả lời các câu hỏi từ 70 đến 73

Câu 70. Năng lượng photon tia X bằng

- A. $3,975 \cdot 10^{-13} \text{J}$. B. $3,975 \cdot 10^{-14} \text{J}$. C. $3,975 \cdot 10^{-15} \text{J}$. D. $3,975 \cdot 10^{-16} \text{J}$.



Câu 71. Hiệu điện thế đặt vào giữa hai cực của ống tia X bằng

A. $2,484.10^4\text{V}$.

B. $2,484.10^5\text{V}$.

C. $2,484.10^6\text{V}$.

D. $2,584.10^4\text{V}$.

Câu 72. Vận tốc của electron khi đập vào đối catôt bằng

A. $9,65.10^7\text{m/s}$.

B. $6,35.10^7\text{m/s}$.

C. $9,35.10^6\text{m/s}$.

D. $9,35.10^7\text{m/s}$.

Câu 73. Số electron đập vào đối catôt trong 1 phút bằng

A. $37,5.10^{15}$.

B. $37,5.10^{17}$.

C. $37,5.10^{18}$.

D. $33,5.10^{17}$.

HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG**1. Chất quang dẫn**

Chất quang dẫn là những chất bán dẫn, dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và dẫn điện tốt khi bị chiếu ánh sáng thích hợp.

2. Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các electron dẫn đồng thời tạo ra các lỗ trống cùng tham gia vào quá trình dẫn điện, gọi là hiện tượng quang điện trong.

3. Quang điện trở

Được chế tạo dựa trên hiệu ứng quang điện trong. Đó là một tấm bán dẫn có giá trị điện trở thay đổi khi cường độ chùm ánh sáng chiếu vào nó thích hợp.

4. Pin quang điện

Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Hoạt động của pin dựa trên hiện tượng quang điện trong của một số chất bán dẫn (đồng ôxít, selen, silic,...). Suất điện động của pin thường có giá trị từ 0,5 V đến 0,8 V

Pin quang điện (pin mặt trời) đã trở thành nguồn cung cấp điện cho các vùng sâu vùng xa, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi. ...

II. So sánh hiện tượng quang điện ngoài và quang điện trong:

So sánh	Hiện tượng quang điện ngoài	Hiện tượng quang dẫn
Vật liệu	Kim loại	Chất bán dẫn
Bước sóng as kích thích	Nhỏ, năng lượng lớn (như tia tử ngoại)	Vừa, năng lượng trung bình (as nhìn thấy..)

Do ưu điểm chỉ cần as kích thích có năng lượng nhỏ (bước sóng dài như as nhìn thấy) nên hiện tượng quang điện trong được ứng dụng trong quang điện trở (điện trở thay đổi khi chiếu as kích thích, dùng trong các mạch điều khiển tự động) và pin quang điện (biến trực tiếp quang năng thành điện năng)

III. Hiện tượng quang-Phát quang.**1. Sự phát quang**

+ Có một số chất khi hấp thụ năng lượng dưới một dạng nào đó, thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong miền ánh sáng nhìn thấy. Các hiện tượng đó gọi là sự phát quang.

+ Mỗi chất phát quang có một quang phổ đặc trưng cho nó.

2. Huỳnh quang và lân quang- So sánh hiện tượng huỳnh quang và lân quang:

So sánh	Hiện tượng huỳnh quang	Hiện tượng lân quang
Vật liệu phát quang	Chất khí hoặc chất lỏng	Chất rắn
Thời gian phát quang	Rất ngắn, tắt rất nhanh sau khi tắt as kích thích	Kéo dài một khoảng thời gian sau khi tắt as kích thích (vài phần ngàn giây đến vài giờ, tùy chất)
Đặc điểm - Ứng dụng	As huỳnh quang luôn có bước sóng dài hơn as kích thích (năng lượng nhỏ hơn- tần số ngắn hơn)	Biển báo giao thông, đèn ống

3. Định luật X-tóc về sự phát quang(Đặc điểm của ánh sáng huỳnh quang)

Ánh sáng phát quang có bước sóng λ_{hq} dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích λ_{kt} :

$$hf_{hq} < hf_{kt} \Rightarrow \lambda_{hq} > \lambda_{kt}.$$

4. Ứng dụng của hiện tượng phát quang

Sử dụng trong các đèn ống để thắp sáng, trong các màn hình của dao động kí điện tử, tivi, máy tính. Sử dụng son phát quang quét trên các biển báo giao thông.

Câu 74. Chọn câu **đúng**. Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng

- A. một chất cách điện trở thành dẫn điện khi được chiếu sáng.
- B. giảm điện trở của kim loại khi được chiếu sáng.
- C. giảm điện trở của một chất bán dẫn, khi được chiếu sáng.
- D. truyền dẫn ánh sáng theo các sợi quang uốn cong một cách bất kỳ.

Câu 75. Chọn câu **đúng**. Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là

- A. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một chất bán dẫn.
- B. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một chất bán dẫn.
- C. nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.
- D. sự giải phóng các êlectron liên kết để chúng trở thành êlectron dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

Câu 76. Chọn câu **đúng**. Pin quang điện là nguồn điện trong đó

- A. quang năng được trực tiếp biến đổi thành điện năng.
- B. năng lượng mặt trời được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- C. một tế bào quang điện được dùng làm máy phát điện.
- D. một quang điện trở, khi được chiếu sáng, thì trở thành máy phát điện.

Câu 77. Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về hiện tượng quang dẫn?

- A. Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng giảm mạnh điện trở của chất bán dẫn khi bị chiếu sáng.

- B. Trong hiện tượng quang dẫn, electron được giải phóng ra khỏi khối chất bán dẫn.
 C. Một trong những ứng dụng quan trọng của hiện tượng quang dẫn là việc chế tạo đèn ống (đèn neon).
 D. Trong hiện tượng quang dẫn, năng lượng cần thiết để giải phóng electron liên kết thành electron là rất lớn.

Câu 78. Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải có bước sóng lớn hơn một giá trị λ_0 phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.
 B. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải có tần số lớn hơn một giá trị f_0 phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.
 C. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì cường độ của chùm bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải lớn hơn một giá trị nào đó phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.
 D. Để một chất bán dẫn trở thành vật dẫn thì cường độ của chùm bức xạ điện từ chiếu vào chất bán dẫn phải nhỏ hơn một giá trị nào đó phụ thuộc vào bản chất của chất bán dẫn.

Câu 79. Điều nào sau đây **sai** khi nói về quang trở?

- A. Bộ phận quan trọng nhất của quang điện trở là một lớp chất bán dẫn có gần 2 điện cực.
 B. Quang điện trở thực chất là một điện trở mà giá trị của nó có thể thay đổi theo nhiệt độ.
 C. Quang điện trở có thể dùng thay thế cho các tế bào quang điện.
 D. quang điện trở là một điện trở mà giá trị của nó không thay đổi theo nhiệt độ.

Câu 80. Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng bứt electron ra khỏi bề mặt kim loại khi chiếu vào kim loại ánh sáng có bước sóng thích hợp.
 B. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng electron bị bắn ra khỏi kim loại khi kim loại bị đốt nóng.
 C. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng electron liên kết được giải phóng thành electron dẫn khi chất bán dẫn được chiếu bằng bức xạ thích hợp.
 D. Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng điện trở của vật dẫn kim loại tăng lên khi chiếu ánh sáng vào kim loại.

Câu 81. Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A. Quang trở là một linh kiện bán dẫn hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện ngoài.
 B. Quang trở là một linh kiện bán dẫn hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện trong.
 C. Điện trở của quang trở tăng nhanh khi quang trở được chiếu sáng.
 D. Điện trở của quang trở không đổi khi quang trở được chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng ngắn.

Câu 82. Trong hiện tượng quang dẫn của một chất bán dẫn. Năng lượng cần thiết để giải phóng một electron liên kết thành electron tự do là A thì bước sóng dài nhất của ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang dẫn ở chất bán dẫn đó được xác định từ công thức

- A. hc/A ; B. hA/c ; C. c/hA ; D. A/hc

ĐÁP ÁN CHƯƠNG 6

1C	2C	3C	4D	5D	6C	7D	8A	9A	10D	11B	12C	14C	15D	16C
18D	19C	20C	21A	22B	23A	24D	25D	26B	27A	28C	29C	30B	31B	32C
33B	34D	35A	36D	37A	37C	38A	39C	40A	41C	42A	43C	44B	45C	46C
47A	48B	49D	50A	51A	52D	53C	54A	55D	56C	57B	58A	59D	60B	61D
62C	63A	64B	65A	66B	67A	68B	69B	70C	71A	72B	73B	74A	75D	76A
77A	78B	79B	80C	81B	82A									