

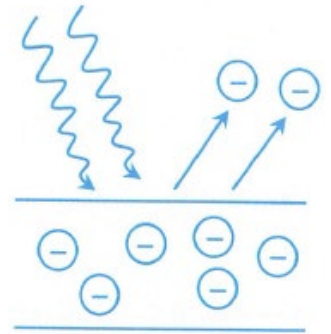
CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

A. LÝ THUYẾT

I. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN (NGOÀI)

1. Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện

- Năm 1887, Héc đã chiếu một chùm sáng do hồ quang phát ra vào tấm kẽm tích điện âm gắn vào cần của một tĩnh điện kế, thì thấy góc lệch của kim tĩnh điện kế giảm đi. Thay kẽm bằng kim loại khác, hiện tượng xảy ra tương tự.
- Kết quả: Ánh sáng hồ quang đã làm bật electron ra khỏi bề mặt tấm kẽm tích điện âm.



2. Hiện tượng quang điện

Hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện ngoài (gọi tắt là hiện tượng quang điện).

STUDY TIP

Các electron bật ra được gọi là các electron quang điện, hay quang electron.

3. Các định luật quang điện

- Định luật quang điện thứ nhất (định luật về giới hạn quang điện): Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện λ_0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện: $\lambda \leq \lambda_0$.
- Định luật quang điện thứ hai (định luật về cường độ dòng quang điện bão hòa): Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \leq \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm ánh sáng kích thích.
- Định luật quang điện thứ ba (định luật về động năng cực đại của quang electron): Động năng ban đầu cực đại của quang electron không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

II. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG (THUYẾT PHOTON)

Thuyết sóng điện từ về ánh sáng không giải thích được định luật về giới hạn quang điện nên cần phải có thuyết mới phù hợp.

1. Giả thuyết Plăng

- Năm 1900, Plăng đã đề xướng giả thuyết về lượng tử năng lượng.
- Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng. Lượng tử năng lượng, kí hiệu là ε , có giá trị bằng: $\varepsilon = hf$. Trong đó:
 - + f : tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra.
 - + h : là một hằng số, gọi là hằng số Plăng. $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J.s$

Chú ý

+ Năng lượng của mỗi photon rất nhỏ. Một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều photon do rất nhiều

nguyên tử, phân tử phát ra. Vì vậy, ta nhìn thấy chùm sáng liên tục.

+ Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động. Không có photon đứng yên.

2. Thuyết lượng tử ánh sáng. Photon

- Chùm ánh sáng là chùm các photon (các lượng tử ánh sáng). Mỗi photon có năng lượng xác định (năng lượng của 1 photon $\varepsilon = hf (J)$, f là tần số của sóng ánh sáng đơn sắc tương ứng). Cường độ chùm sáng tỉ lệ với số photon phát ra trong 1 giây.

- Phân tử, nguyên tử, electron... phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

- Các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8 m/s$ trong chân không.

III. GIẢI THÍCH CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

1. Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$$

Trong đó: λ : bước sóng ánh sáng kích thích. (m)

A: công thoát của kim loại. (J)

v_{0max} : Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron. (m/s)

2. Giải thích định luật quang điện thứ nhất

Anhxtanh cho rằng, hiện tượng quang điện xảy ra là do electron trong kim loại hấp thụ photon của ánh sáng kích thích. Mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng ε của nó cho một electron. Muốn electron bứt ra khỏi bề mặt kim loại thì năng lượng ε phải lớn hơn hoặc bằng công thoát của kim loại, tức

$$\varepsilon \geq A \Leftrightarrow h\frac{c}{\lambda} \geq A \Leftrightarrow \lambda \leq \frac{hc}{A} = \lambda_0$$

Với $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ là giới hạn quang điện.

3. Giải thích định luật quang điện thứ hai

Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với số quang electron bứt ra khỏi catot trong một đơn vị thời gian.

Với các chùm sáng có khả năng gây ra hiện tượng quang điện thì: Số quang electron bị bật ra khỏi mặt catot trong một đơn vị thời gian lại tỉ lệ thuận với số photon đến đập vào mặt catot trong thời gian đó. Số photon này tỉ lệ với cường độ của chùm sáng tới. Vậy cường độ dòng điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

4. Giải thích định luật quang điện thứ ba

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron

$$\text{là: } \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

Nhận xét

Động năng ban đầu cực đại của quang electron chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

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, 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.
- Hiện tượng quang điện là bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.
- Hiện tượng quang điện là bằng chứng quan trọng chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt.
- 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.

IV. 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 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 oxit, selen, silic,...). Suất điện động của pin thường có giá trị từ 0,5 V đến 0,8 V.

STUDY TIP

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...

V. SO SÁNH HIỆN TƯỢNG QUANG BIẾN NGOÀI VÀ QUANG ĐIỆN TRONG

- Hiện tượng quang điện ngoài có sự bứt các electron ra khỏi khối chất, còn hiện tượng quang điện trong chỉ bứt các electron liên kết thành electron dẫn ngay trong khối chất đó.
- Năng lượng cần thiết để bứt electron ra khỏi liên kết trong bán dẫn khá nhỏ so với công thoát của electron khỏi kim loại, nên giới hạn quang điện trong lớn hơn giới hạn quang điện ngoài

VI. 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**.

STUDY TIP

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

2. Định luật Xtốc về sự phát quang

Ánh sáng phát quang có bước sóng λ' dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích λ_{kt} : $\lambda' > \lambda_{kt}$

3. Ứng dụng của hiện tượng phát quang

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

VII. 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 $r_n = n^2 \cdot r_0$, với n là số nguyên và $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$, gọi là bán kính Bo.

n	1	2	3	4	5	6...
Tên	K	L	M	N	O	P...

- Năng lượng electron trong nguyên tử hydro: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} (eV)$, với n là số tự nhiên dương.
- 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 các 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: $E_n - E_m = hf$
- Ngược lại, nếu nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một photon có năng lượng hf 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.

VIII. QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HYDRÔ

1. Đặc điểm của quang phổ hiđrô

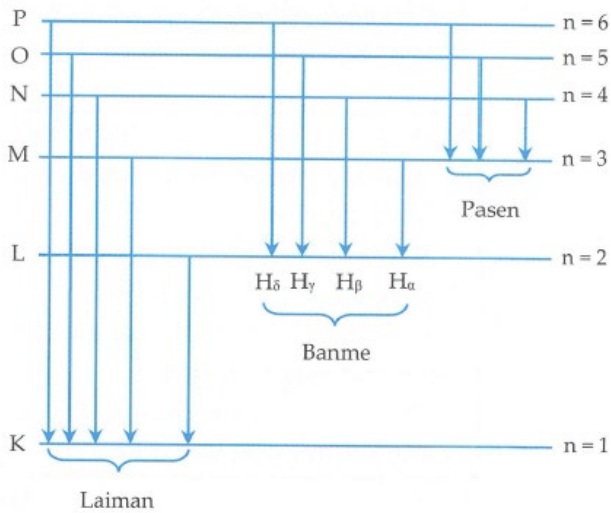
- Nó là quang phổ vạch.
- Các vạch của quang phổ tạo thành các dãy khác nhau trong các vùng ánh sáng khác nhau.
- + Dãy Lai-man (Lyman): gồm các vạch trong miền tử ngoại.
- + Dãy Ban-me (Balmer): gồm các vạch nằm trong miền tử ngoại và một số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy: vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm, vạch tím.
- + Dãy Pa-sen (Paschen): gồm các vạch nằm trong miền hồng ngoại.
- Bình thường, các nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản. Khi nhận được năng lượng kích thích, chúng chuyển lên các trạng thái kích thích khác nhau. Khi chuyển về trạng thái cơ bản, chúng sẽ phát ra các photon năng lượng quy định bởi tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử.
- Mỗi photon ứng với một sóng điện từ có tần số hay bước sóng xác định. Mỗi sóng điện từ là một sóng ánh sáng đơn sắc. Mỗi ánh sáng đơn sắc cho lên kính ảnh của máy quang phổ một vạch màu nhất định. Đó là một vạch quang phổ.

Chú ý

- Khi chụp quang phổ của khí hiđrô trong các đèn phóng điện, người ta đã xác định được chính xác bước sóng và quy luật sắp xếp của các vạch trong quang phổ đó.
- Dùng mẫu nguyên tử Bohr, người ta giải thích được cấu trúc của quang phổ và tính được bước sóng ứng với các vạch trong quang phổ đó.

2. Sự giải thích sự tạo thành các dãy

- **Các vạch trong dãy Lai-man** (ánh sáng nằm trong miền tử ngoại) được tạo thành khi electron trong các nguyên tử hiđrô chuyển từ các quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K: L về K; M về K; N về K; O về K; P về K.
- **Các vạch trong dãy Ban-me** (1 số vạch nằm trong miền tử ngoại và 1 số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy) được tạo thành khi electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L:
 - Vạch đỏ H_{α} ($0,6563\mu m$) ứng với sự chuyển M về L;
 - Vạch lam H_{β} ($0,4861\mu m$) ứng với sự chuyển N về L;
 - Vạch chàm H_{γ} ($0,4340\mu m$) ứng với sự chuyển O về L;
 - Vạch tím H_{δ} ($0,4103\mu m$) ứng với sự chuyển P về L.
- **Các vạch trong dãy Pa-sen** (ánh sáng nằm trong miền hồng ngoại) được tạo thành khi các electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M.
- Nếu biểu diễn mỗi mức năng lượng ứng với một quỹ đạo dùng bằng một vạch nằm ngang thì ta có sơ đồ mức năng lượng.
- Trong sơ đồ mức năng lượng, các sự chuyển được biểu diễn bằng các mũi tên hướng từ trên xuống dưới. Phía dưới sơ đồ có vẽ các vạch quang phổ ứng với các sự chuyển đó.



Sơ đồ chuyển mức năng lượng của nguyên tử hiđrô khi tạo thành các dãy quang phổ

IX. SƠ LƯỢC LAZE

Laze là một nguồn sáng phát ra một chùm sáng cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

1. Đặc điểm của laze

- Laze có tính đơn sắc rất cao.
- Tia laze là chùm sáng kết hợp (các photon trong chùm có cùng tần số và cùng pha).
- Tia laze là chùm sáng song song (có tính định hướng cao).
- Tia laze có cường độ lớn. Ví dụ: laze rubi (hồng ngọc) có cường độ tới 10^6 W / cm^2 .

2. Một số ứng dụng của laze

- Tia laze được dùng như dao mổ trong phẫu thuật mắt, để chữa một số bệnh ngoài da (nhờ tác dụng nhiệt),...
- Tia laze dùng truyền thông tin bằng cáp quang, vô tuyến định vị, điều khiển con tàu vũ trụ,...
- Tia laze dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút chỉ bảng, bản đồ, thí nghiệm quang học ở trường phổ thông,...
- Tia laze được dùng trong đo đạc, ngắm đường thẳng...
- Ngoài ra tia laze còn được dùng để khoan, cắt, tôi,... chính xác các vật liệu trong công nghiệp.

CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

I. TRẮC NGHIỆM LÝ THUYẾT

1, Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rơi vào kim loại phải thoả mãn điều kiện nào sau đây?

- A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.
- B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.
- C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện
- D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Lời giải

Để gây ra hiệu ứng quang điện, bức xạ chiếu vào kim loại phải thỏa mãn định luật I quang điện: bước sóng của ánh sáng kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện.

Đáp án C.

Ví dụ 2: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

- A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất của kim loại.
- B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.
- C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc tần số của chùm ánh sáng kích thích.
- D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Lời giải

Từ công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron

$$\text{là: } \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

Suy ra động năng ban đầu cực đại của quang electron chỉ phụ thuộc vào bước sóng (hoặc tần số) của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Phát biểu nào sau đây là đúng?

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

Lời giải

Dãy Lyman (Lyman): gồm các vạch trong miền tử ngoại.

Dãy Balmer (Balmer): gồm các vạch nằm trong miền tử ngoại và một số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy: vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm, vạch tím.

Dãy Pa-sen (Paschen): gồm các vạch nằm trong miền hồng ngoại

Đáp án A.

Ví dụ 4: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ photon thì chuyển trạng thái dừng.

B. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử bức xạ photon thì chuyển trạng thái dừng.

C. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: 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. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

Lời giải

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

Đáp án C.

Ví dụ 5: Phát biểu nào dưới đây về lưỡng tính sóng hạt là sai?

A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng thể hiện tính chất sóng.

B. Hiện tượng quang điện ánh sáng thể hiện tính chất hạt.

C. Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn càng thể hiện rõ tính chất sóng.

D. Các sóng điện từ có bước sóng càng dài thì tính chất sóng càng thể hiện rõ hơn tính chất hạt.

Lời giải

Bước sóng càng ngắn, năng lượng càng lớn, khả năng đâm xuyên lớn, nên thể hiện rõ tính chất hạt.

Đáp án C.

Ví dụ 6: Theo thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây đúng?

A. Photon ứng với ánh sáng đơn sắc có năng lượng càng lớn nếu ánh sáng đó có tần số càng lớn.

B. Năng lượng của photon giảm dần khi photon ra xa dần nguồn sáng.

C. Photon tồn tại trong cả trạng thái đứng yên và trạng thái chuyển động.

D. Năng lượng của mọi loại photon đều bằng nhau.

Lời giải

A. Đúng, vì năng lượng của photon tỉ lệ thuận với tần số.

B. Sai, vì năng lượng của photon không phụ thuộc vào khoảng cách từ photon đến nguồn.

C. Sai, vì photon không tồn tại trong trạng thái đứng yên.

D. Sai, photon có tần số khác nhau thì năng lượng khác nhau.

Đáp án A.

C. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có bước sóng ngắn thích hợp.

D. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một chùm bức xạ có bước sóng ngắn thích hợp và hiệu điện thế giữa anôt và catôt của TBQĐ là U_{AK} phải lớn hơn hiệu điện thế hãm U_h .

Câu 6: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất của kim loại.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc tần số của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 7: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi giới hạn quang điện λ_0 của kim loại làm catôt nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng kích thích

B. Với ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda \geq \lambda_0$ thì cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm ánh sáng kích thích.

C. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.

D. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 8: Chọn câu đúng:

A. Khi tăng cường độ của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

B. Khi tăng bước sóng của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

C. Khi giảm bước sóng của chùm ánh sáng kích thích xuống hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

D. Khi ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang điện. Nếu giảm bước sóng của chùm bức xạ thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng lên.

Câu 9: Chọn câu đúng

A. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

B. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

C. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.

D. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catôt và anôt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 10: Theo quan điểm của thuyết lượng tử phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Chùm ánh sáng là một dòng hạt, mỗi hạt là một photon mang năng lượng.

B. Cường độ chùm sáng tỉ lệ thuận với số photon trong chùm.

C. Khi ánh sáng truyền đi các photon ánh sáng không đổi, không phụ thuộc khoảng cách đến nguồn sáng.

D. Các photon có năng lượng bằng nhau vì chúng lan truyền với vận tốc bằng nhau.

Câu 11: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.

B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất kim loại dùng làm catôt.

C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 12: 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 13: 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 14: 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 15: 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. $\frac{hc}{A}$.

B. $\frac{hc}{c}$.

C. $\frac{c}{hA}$.

D. $\frac{A}{hc}$.

Câu 16: 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 17: Phát biểu nào sau đây là đúng nhất khi nói về nội dung tiên đề "các trạng thái dừng của nguyên tử" trong mẫu nguyên tử Bo?

A. Trạng thái dừng là trạng thái có năng lượng xác định.

B. Trạng thái dừng là trạng thái mà nguyên tử đứng yên.

C. Trạng thái dừng là trạng thái mà năng lượng của nguyên tử không thay đổi được.

D. Trạng thái dừng là trạng thái mà nguyên tử có thể tồn tại trong một khoảng thời gian xác định mà không bức xạ năng lượng.

Câu 18: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ photon thì chuyển trạng thái dừng.

B. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử bức xạ photon thì chuyển trạng thái dừng.

C. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: 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. Tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử có nội dung là: Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

Câu 19: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dây Laiman nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dây Laiman nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dây Laiman nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dây Laiman một phần trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần trong vùng tử ngoại.

Câu 20: Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Dây Banme nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dây Banme nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dây Banme nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dây Banme nằm một phần trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần trong vùng tử ngoại.

Câu 21: Chọn câu đúng: Các vạch thuộc dãy Banme ứng với sự chuyển mức năng lượng của electron từ các quỹ đạo ngoài về

A. Quỹ đạo K.

B. Quỹ đạo L.

C. Quỹ đạo M.

D. Quỹ đạo O.

Câu 22: Trong quang phổ của nguyên tử hydro, các vạch $\alpha, \beta, \gamma, \sigma$ trong dãy Banme có bước sóng nằm trong khoảng bước sóng của

A. tia Ronghen.

B. ánh sáng nhìn thấy.

C. tia hồng ngoại.

D. tia tử ngoại.

Câu 23: Sự phát sáng của vật nào dưới đây là sự phát quang?

A. Tia lửa điện.

B. Hồ quang.

C. Bóng đèn ống.

D. Bóng đèn pin.

Câu 24: Tia laze không có đặc điểm nào sau đây:

A. Độ đơn sắc cao.

B. Độ định hướng cao.

C. Cường độ lớn.

D. Công suất lớn.

Câu 25: Trong laze rubi có sự biến đổi dạng năng lượng nào dưới đây thành quang năng

A. Điện năng.

B. Nhiệt năng.

C. Cơ năng.

D. Quang năng.

Câu 26: Sự phát xạ cảm ứng là gì?

- A. Đó là sự phát ra photon bởi một nguyên tử.
- B. Đó là sự phát xạ của một nguyên tử ở trạng thái kích thích dưới tác dụng của một điện từ trường có cùng tần số.
- C. Đó là sự phát xạ đồng thời của hai nguyên tử có tương tác lẫn nhau.
- D. Đó là sự phát xạ của một nguyên tử ở trạng thái kích thích, nếu hấp thụ thêm một photon có cùng tần số.

Câu 27: Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze nào?

- A. Khí.
- B. Lỏng.
- C. Rắn
- D. Bán dẫn.

Câu 28: Màu đỏ của rubi do ion nào phát ra?

- A. ion nhôm.
- B. ion ôxi.
- C. ion crôm.
- D. ion khác

Câu 29: Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc vào tấm kẽm có giới hạn quang điện $0,35\mu m$. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chùm bức xạ chiếu vào tấm kẽm có bước sóng là:

- A. $0,1\mu m$.
- B. $0,2\mu m$.
- C. $0,3\mu m$.
- D. $0,4\mu m$.

Câu 30: Chọn câu đúng:

- A. Hiện tượng giao thoa dễ quan sát đối với ánh sáng có bước sóng ngắn.
- B. Hiện tượng quang điện chứng tỏ tính chất sóng của ánh sáng.
- C. Những sóng điện từ có tần số càng lớn thì tính chất sóng thể hiện càng rõ.
- D. Sóng điện từ có bước sóng lớn thì năng lượng photon nhỏ.

Câu 31: Trong các ánh sáng đơn sắc sau đây, ánh sáng nào có khả năng gây ra hiện tượng quang điện mạnh nhất:

- A. Ánh sáng tím.
- B. Ánh sáng lam.
- C. Ánh sáng đỏ.
- D. Ánh sáng lục.

Câu 32: Công thức liên hệ giữa giới hạn quang điện λ_0 , công thoát A, hằng số Planck h và vận tốc ánh sáng c là:

- A. $\lambda_0 = \frac{hA}{c}$.
- B. $\lambda_0 = \frac{A}{hc}$.
- C. $\lambda_0 = \frac{c}{hA}$.
- D. $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$.

Câu 33: Khi chiếu sóng điện từ xuống bề mặt tấm kim loại, hiện tượng quang điện xảy ra nếu:

- A. sóng điện từ có nhiệt độ đủ cao.
- B. sóng điện từ có bước sóng thích hợp.
- C. sóng điện từ có cường độ đủ lớn.
- D. sóng điện từ phải là ánh sáng nhìn thấy được.

Câu 34: Electron quang điện bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi bị chiếu ánh sáng nếu:

- A. Cường độ của chùm sáng rất lớn.
- B. Bước sóng của ánh sáng lớn.
- C. Tần số ánh sáng nhỏ.
- D. Bước sóng nhỏ hơn hay bằng một giới hạn xác định.

Câu 35: Phát biểu nào dưới đây về lưỡng tính sóng hạt là sai?

- A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng thể hiện tính chất sóng.
- B. Hiện tượng quang điện ánh sáng thể hiện tính chất hạt.
- C. Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn càng thể hiện rõ tính chất sóng.
- D. Các sóng điện từ có bước sóng càng dài thì tính chất sóng càng thể hiện rõ hơn tính chất hạt.

Câu 36: Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là:

- A. Bước sóng dài nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó để gây ra được hiện tượng quang điện.

- B. Bước sóng ngắn nhất của bức xạ chiếu vào kim loại đó để gây ra được hiện tượng quang điện
- C. Công nhỏ nhất dùng để bứt electron ra khỏi kim loại đó.
- D. Công lớn nhất dùng để bứt electron ra khỏi kim loại đó.

Câu 37: Phát biểu nào sau đây là không đúng theo thuyết lượng tử ánh sáng?

- A. Chùm ánh sáng là một chùm hạt, mỗi hạt được gọi là một photon mang năng lượng.
- B. Cường độ chùm ánh sáng tỉ lệ thuận với số photon trong chùm.
- C. Khi ánh sáng truyền đi các photon không đổi, không phụ thuộc vào khoảng cách đến nguồn sáng.
- D. Các photon có năng lượng bằng nhau vì chúng lan truyền với tốc độ bằng nhau.

Câu 38: Hiện tượng nào sau đây là hiện tượng quang điện?

- A. Electron bứt ra khỏi kim loại bị nung nóng.
- B. Electron bật ra khỏi kim loại khi ion đập vào.
- C. Electron bị bật ra khỏi kim loại khi kim loại có hiệu điện thế lớn.
- D. Electron bật ra khỏi mặt kim loại khi chiếu tia tử ngoại vào kim loại.

Câu 39: Hãy chọn câu đúng nhất. Chiếu chùm bức xạ có bước sóng λ vào kim loại có giới hạn quang điện λ_0 . Hiện tượng quang điện xảy ra khi:

- A. $\lambda > \lambda_0$.
- B. $\lambda < \lambda_0$.
- C. $\lambda = \lambda_0$.
- D. Cả câu B và C.

Câu 40: 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 41: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rơi vào kim loại được thoả mãn điều kiện nào sau đây?

- A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.
- B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.
- C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.
- D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Câu 42: Giới hạn quang điện tùy thuộc vào

- A. bản chất của kim loại.
- B. điện áp giữa anốt và catốt của tế bào quang điện.
- C. bước sóng của ánh sáng chiếu vào catốt.
- D. điện trường giữa anốt và catốt.

Câu 43: Chọn câu đúng. Theo thuyết phôtôn của Anh-xtanh, thì năng lượng

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

Câu 44: Với $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ lần lượt là năng lượng của photon ứng với các bức xạ màu vàng, bức xạ tử ngoại và bức xạ hồng ngoại thì

- A. $\varepsilon_3 > \varepsilon_1 > \varepsilon_2$.
- B. $\varepsilon_2 > \varepsilon_1 > \varepsilon_3$.
- C. $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$.
- D. $\varepsilon_2 > \varepsilon_3 > \varepsilon_1$.

Câu 45: Gọi bước sóng λ_0 là giới hạn quang điện của một kim loại, λ là bước sóng ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại đó, để hiện tượng quang điện xảy ra thì

- A. chỉ cần điều kiện $\lambda > \lambda_0$.
- B. phải có cả hai điều kiện: $\lambda = \lambda_0$ và cường độ ánh sáng kích thích phải lớn.
- C. phải có cả hai điều kiện: $\lambda > \lambda_0$ và cường độ ánh sáng kích thích phải lớn.
- D. chỉ cần điều kiện $\lambda \leq \lambda_0$

Câu 46: Kim loại Kali (K) có giới hạn quang điện là $0,55\mu m$. Hiện tượng quang điện không xảy ra khi chiếu vào kim loại đó bức xạ nằm trong vùng

- A. ánh sáng màu tím. B. ánh sáng màu lam. C. hồng ngoại. D. tử ngoại.

Câu 47: Nếu quan niệm ánh sáng chỉ có tính chất sóng thì không thể giải thích được hiện tượng nào dưới đây?

- A. Khúc xạ ánh sáng. B. Giao thoa ánh sáng. C. Quang điện. D. Phản xạ ánh sáng.

Câu 48: Lần lượt chiếu hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,75\mu m; \lambda_2 = 0,25mm$ vào một tấm kẽm có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0,35mm$. Bức xạ nào gây ra hiện tượng quang điện?

- A. Không có bức xạ nào trong hai bức xạ trên. B. Chỉ có bức xạ λ_2 .

- C. Chỉ có bức xạ λ_1 . D. Cả hai bức xạ.

Câu 49: Trong thí nghiệm Hécxơ, nếu chiếu ánh sáng tím vào lá nhôm tích điện âm thì

- A. điện tích âm của lá nhôm mất đi. B. tấm nhôm sẽ trung hòa về điện.

- C. điện tích của tấm nhôm không thay đổi. D. tấm nhôm tích điện dương.

Câu 50: Khi chiếu vào kim loại một chùm ánh sáng mà không thấy các e thoát ra vì

- A. chùm ánh sáng có cường độ quá nhỏ.
B. công thoát e nhỏ hơn năng lượng photon.
C. bước sóng ánh sáng lớn hơn giới hạn quang điện.
D. kim loại hấp thụ quá ít ánh sáng đó.

ĐÁP ÁN

1-A	2-D	3-A	4-A	5-D	6-D	7-C	8-D	9-D	10-D
11-C	12-B	13-C	14-A	15-A	16-C	17-A	18-C	19-A	20-D
21-B	22-B	23-C	24-D	25-D	26-A	27-D	28-C	29-D	30-D
31-A	32-D	33-B	34-D	35-C	36-A	37-D	38-D	39-D	40-D
41-C	42-A	43-B	44-B	45-D	46-C	47-C	48-B	49-C	50-C

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Bài toán sử dụng công thức Anhtan về hiện tượng quang điện

1.1. Phương pháp

Để làm bài toán về sử dụng công thức Anhtan về hiện tượng quang điện, ta cần nhớ và nắm vững những công thức và kiến thức cơ bản sau.

- Năng lượng của photon ánh sáng: $\varepsilon = hf$

Trong chân không: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$

- Công thức Anhtan về hiện tượng quang điện:

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$$

Trong đó: λ : bước sóng ánh sáng kích thích, (m).

A : công thoát của kim loại. (J)

$v_{0\max}$: Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron. (m/s)

- Giới hạn quang điện: $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$

- Công thoát của electron ra khỏi kim loại: $A = \frac{hc}{\lambda_0}$

STUDY TIP

- Các hằng số:

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js};$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s};$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

- Đổi đơn vị:

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m};$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m};$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J};$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

1.2. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Giới hạn quang điện của kẽm là $\lambda_0 = 0,35 \mu\text{m}$. Tính công thoát của electron khỏi kẽm?

A. 3,549eV

B. 3,549MeV

C. 5,349eV

D. 5,349MeV

Lời giải

Ví dụ này chỉ đơn thuần sử dụng công thức, và chú ý thay số cho chuẩn đơn vị.

Công thoát của e ra khỏi kim loại:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,35 \cdot 10^{-6}} = 5,67 \cdot 10^{-19} J = 3,549 eV$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catot là $0,66 \mu m$. Tính:

a) Công thoát của kim loại dùng làm catot theo đơn vị J và eV.

b) Tính động năng cực đại ban đầu và độ lớn vận tốc cực đại của e quang điện khi bứt ra khỏi catot, biết ánh sáng chiếu vào có bước sóng là $0,5 \mu m$.

Lời giải

a) Công thoát của kim loại dùng làm catot là:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,66 \cdot 10^{-6}} = 3,01 \cdot 10^{-19} J = 1,88 eV$$

b) Theo công thức Anhtanh về hiện tượng quang điện, động năng ban đầu cực đại của quang e khi bứt ra khỏi catot là:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2} m v_{0\max}^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_{0\max}^2 = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = 9,63 \cdot 10^{-20} J.$$

Độ lớn vận tốc ban đầu cực đại của quang e là:

$$v_{0\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m_e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,6} \right)} = 4,6 \cdot 10^5$$

Ví dụ 3: Chiếu lần lượt hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 600 nm$ và $\lambda_2 = 0,3 \mu m$ vào một tấm kim loại thì nhận được các quang e có vận tốc cực đại lần lượt là $v_1 = 2 \cdot 10^5 m/s$ và $v_2 = 4 \cdot 10^5 m/s$. Chiếu bằng bức xạ có bước sóng $\lambda_3 = 0,2 \mu m$ thì vận tốc cực đại của quang điện tử là

- A.** $5 \cdot 10^5 m/s$ **B.** $2\sqrt{7} \cdot 10^5 m/s$ **C.** $\sqrt{6} \cdot 10^5 m/s$ **D.** $6 \cdot 10^5 m/s$

Lời giải

Theo công thức Anhtanh về hiện tượng quang điện, ta có

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{1}{2} m v_1^2 \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{1}{2} m v_2^2 \\ \frac{hc}{\lambda_3} = A + \frac{1}{2} m v_3^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} hc \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) (1) \\ hc \left(\frac{1}{\lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = \frac{1}{2} m (v_3^2 - v_1^2) (2) \end{cases}$$

Lập tỉ số (2) và (1) ta có:

$$\frac{v_3^2 - v_1^2}{v_2^2 - v_1^2} = \frac{\frac{1}{\lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1}}{\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}} \Rightarrow \frac{v_3^2 - 4 \cdot 10^{10}}{16 \cdot 10^{10} - 4 \cdot 10^{10}} = 2 \Rightarrow v_3 = 2\sqrt{7} \cdot 10^5 (m/s)$$

Ví dụ 4: Chiếu lần lượt 3 bức xạ đơn sắc có bước sóng theo tỉ lệ $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : 2 : 1,5$ vào catốt của một tế bào quang điện thì nhận được các electron quang điện có vận tốc ban đầu cực đại tương ứng và có tỉ lệ $v_1 : v_2 : v_3 = 2 : 1 : k$, với k bằng:

A. $\sqrt{3}$

B. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

C. $\sqrt{2}$

D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$

Lời giải

Theo công thức Anhtanh về hiện tượng quang điện, ta có:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda} = A + 4 \frac{mv^2}{2} & (1) \\ \frac{hc}{2\lambda} = A + \frac{mv^2}{2} & (2) \\ \frac{hc}{1,5\lambda} = A + k^2 \frac{mv^2}{2} & (3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (1) - (2) \Rightarrow \frac{hc}{2\lambda} = 3 \frac{mv^2}{2} \\ (3) - (2) \Rightarrow \frac{hc}{6\lambda} = (k^2 - 1) \frac{mv^2}{2} \end{cases} \Rightarrow 3 = \frac{3}{k^2 - 1} \Rightarrow k = \sqrt{2}$$

2. Bài toán hiệu điện thế hãm, hiệu điện thế giữa anốt và catốt trong tế bào quang điện**2.1. Phương pháp**

Khảo sát hiện tượng quang điện dùng tế bào quang điện.

Tế bào quang điện là một bình bằng thạch anh đã hút hết không khí (tế bào quang điện chân không) bên trong có hai điện cực:

- Anốt: là một vòng dây kim loại.
- Catốt: có dạng 1 chỏm cầu bằng kim loại mà ta cần khảo sát.

Chiếu ánh sáng có bước sóng thỏa mãn định luật I quang điện vào catốt thì xảy ra hiện tượng quang điện và trong mạch xuất hiện dòng điện gọi là dòng quang điện, tạo nên bởi các electron bị bật ra từ catốt.

Gọi hiệu điện thế giữa anốt (A) và catốt (K) là U_{AK}

- Khi $U_{AK} > 0$, giữa A và K xuất hiện một điện trường hướng từ A sang K. Điện trường này gây ra lực điện tác dụng lên các electron bật ra từ K, làm electron di chuyển từ K sang A tạo ra dòng điện. Khi ta tăng U_{AK} thì I tăng. Khi tăng U_{AK} đến một giá trị U_1 nào đó thì I không tăng nữa mà có một giá trị xác định. Tức là khi $U_{AK} \geq U_1$ thì cường độ dòng điện không đổi $I = I_{bh}$. Giá trị I_{bh} được gọi là cường độ dòng quang điện bão hòa.

- Khi $U_{AK} < 0$, giữa A và K xuất hiện một điện trường hướng từ K sang A. Điện trường này gây ra lực điện tác dụng lên các electron bật ra từ K, làm cản trở electron đi từ K sang A.

Khi ta giảm U_{AK} cho nó càng âm thì độ lớn của nó càng lớn, điện trường càng lớn, lực điện tác dụng lên electron càng lớn làm cản trở electron càng lớn.

- Khi U_{AK} giảm đến một giá trị $U_{AK} = -U_h$ ($U_h > 0$) thì cường độ dòng điện bằng không. Tức là khi $U_{AK} = -U_h$ thì cường độ dòng điện vẫn bằng không. Đây chính là điều kiện để dòng quang điện triệt tiêu. Trong đó U_h được gọi là hiệu điện thế hãm.

- Áp dụng định lí biến thiên động năng, ta có:

$$0 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = F_d \cdot d \cdot \cos(\pi) = -(-e)E \cdot d = eU_{AK} = -eU_h$$

Trong đó $e = +1,6 \cdot 10^{-19} C$. Từ đó ta suy ra mối liên hệ giữa động năng ban đầu cực đại của quang e và hiệu điện thế hãm là: $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eU_h$

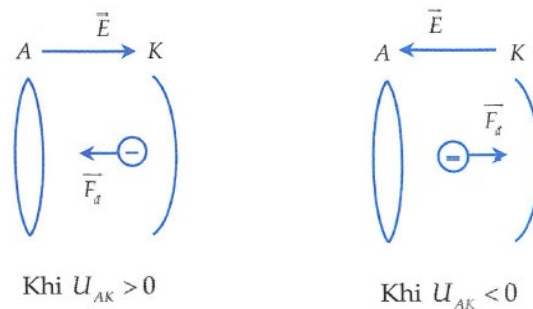
- Nếu đặt vào hai đầu A và K một hiệu điện thế U_{AK} thì theo định lí biến thiên động năng, ta có:

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eU_{AK}$$

Trong đó v là vận tốc của electron khi đập vào A.

$$\text{Từ đó suy ra: } \frac{1}{2}mv^2 = eU_h + eU_{AK} = e(U_h + U_{AK})$$

- Nếu chiếu một bức xạ điện từ vào một quả cầu kim loại đặt ra xa các vật khác thì quả cầu được tích điện đến điện thế cực đại V_m chính là hiệu điện thế hãm trong tế bào quang điện.



2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Catốt của một tế bào quang điện có công thoát bằng 3,5eV.

- Tìm tần số giới hạn và giới hạn quang điện của kim loại ấy.
- Khi chiếu vào catốt một bức xạ có bước sóng 250 nm có xảy ra hiện tượng quang điện không?
- Tìm hiệu điện thế giữa A và K để dòng quang điện bằng 0.
- Tìm động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện
- Tìm vận tốc của các electron quang điện khi bật ra khỏi K.

Lời giải

$$\text{a) Tần số giới hạn quang điện là: } f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{A}{h} = \frac{3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,625 \cdot 10^{-34}} = 0,845 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{Giới hạn quang điện là } \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,5 \cdot 10^{-19}} = 3,55 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,355 \mu\text{m}$$

b) Vì $\lambda = 250\text{nm} = 0,250\mu\text{m} < \lambda_0 = 0,355\mu\text{m}$ nên xảy ra hiện tượng quang điện.

c) Để dòng quang điện triệt tiêu thì: $\frac{1}{2}mv_{0\text{max}}^2 = eU_h$

$$U_k = \frac{mv_{0\text{max}}^2}{2e} = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left(\frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{25 \cdot 10^{-8}} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \right) = 1,47\text{V}$$

Vậy để dòng quang điện triệt tiêu thì $U_{AK} = -U_h = -1,47\text{V}$

d) Động năng ban đầu cực đại

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{25 \cdot 10^{-8}} - \frac{1}{3,5 \cdot 10^{-8}} \right) = 0,235 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

e) Vận tốc ban đầu cực đại của electron

$$v_0 = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,235 \cdot 10^{-18}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 7,19 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Ví dụ 2: Chiếu một ánh sáng có bước sóng $0,45\mu\text{m}$ vào catot của một tế bào quang điện. Công thoát kim loại làm catot là 2eV . Tìm hiệu điện thế giữa anot và catot để dòng quang điện triệt tiêu?

A. $U_{AK} = -0,76\text{V}$

B. $U_{AK} = 0,76\text{V}$

C. $U_{AK} = -0,38\text{V}$

D. $U_{AK} = 0,38\text{V}$

Lời giải

Để triệt tiêu dòng quang điện thì $U_{AK} = -U_h$ với U_h được xác định bởi

$$U_h = \frac{mv_{0\text{max}}^2}{2e} = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = 0,76\text{V}$$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Lần lượt chiếu vào catot của một tế bào quang điện hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,5\mu\text{m}$ thì hiệu điện thế hãm khác nhau ba lần. Giới hạn quang điện của kim loại làm catot là:

A. $0,745\mu\text{m}$

B. $0,723\mu\text{m}$

C. $0,667\mu\text{m}$

D. $0,689\mu\text{m}$

Lời giải

Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu\text{m}$ ta có

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0\text{max}}^2 = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_{h1}$$

Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 0,5\mu\text{m}$ ta có

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0\text{max}}^2 = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_{h2}$$

Vì $\lambda_2 < \lambda_1 \Rightarrow U_{h2} > U_{h1} \Rightarrow U_{h2} = 3U_{h1}$

$$\text{Từ đó ta có: } \begin{cases} 3\frac{hc}{\lambda_1} = 3\frac{hc}{\lambda_0} + 3eU_{h1} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = 3\frac{hc}{\lambda_0} + 3eU_{h1} \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} = \frac{2}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{3\lambda_2 - \lambda_1} = 0,667\mu m$$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Catốt của một tế bào trong quang điện có công thoát electron bằng 3,55eV. Người ta lần lượt chiếu vào catốt này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,390\mu m$ và $\lambda_2 = 0,270\mu m$. Với bức xạ nào thì hiện tượng quang điện xảy ra? Tính độ lớn của hiệu điện thế hãm trong trường hợp này. Cho vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8 m/s$, hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34} J.s$; độ lớn của điện tích của electron $|e| = 1,6.10^{-19} C$; $1eV = 1,6.10^{-19} J$

- A. $U_h = -1,05V$ B. $U_h = 1,05V$ C. $U_h = -0,38V$ D. $U_h = 0,38V$

Lời giải

$$\text{Giới hạn quang điện } A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3,55.1,6.10^{-19}} \approx 0,350\mu m$$

Ta có $\lambda_1 > \lambda_0$: không xảy ra hiện tượng quang điện.

$\lambda_2 < \lambda_0$: xảy ra hiện tượng quang điện.

$$\text{Vì } eU_h = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_h$$

$$\text{Suy ra độ lớn hiệu điện thế hãm: } U_h = \frac{hc}{e} \left(\frac{\lambda_0 - \lambda_2}{\lambda_0\lambda_2} \right) = 1,05V$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Catốt của một tế bào quang điện có công thoát electron $A = 1,88 eV$. Chiếu một chùm sáng có bước sóng λ vào catốt này thì hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện thì hiệu điện thế hãm có độ lớn 1,15V. Biết rằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34} J.s$; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8 m/s$; độ lớn điện tích của electron $|e| = 1,6.10^{-19} C$; $1eV = 1,6.10^{-19} J$. Tính bước sóng?

- A. $0,41\mu m$ B. $0,72\mu m$ C. $0,67\mu m$ D. $0,28\mu m$

Lời giải

$$\text{Từ công thức Anhtanh về hiện tượng quang điện } \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = A + eU_h$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{A + eU_h} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{(1,88 + 1,15).1,6.10^{-19}} = 0,41.10^{-6} m$$

Đáp án A.

Ví dụ 6: Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,180\mu m$ vào katot của một tế bào quang điện thì hiện tượng quang điện xảy ra. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện thì hiệu điện thế hãm có độ lớn 2,124V. Nếu

đặt giữa anốt và catốt của tế bào quang điện hiệu điện thế $U_{AK} = 8V$ thì động năng cực đại của electron quang điện khi nó tới anốt bằng bao nhiêu?

- A. $10,124eV$ B. $5,062eV$ C. $3,375eV$ D. $2,696eV$

Lời giải

Theo định lí biến thiên động năng, ta có $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eU_{AK}$

Trong đó v là vận tốc của electron khi đập vào anốt.

Từ đó suy ra động năng của electron khi tới anốt là:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU_h + eU_{AK} = e(U_h + U_{AK}) = 10,124eV$$

Đáp án A.

Ví dụ 7: Chiếu ánh sáng bước sóng $\lambda = 0,42\mu m$ vào catốt của một tế bào quang điện có công thoát $A = 2eV$. Để triệt tiêu dòng quang điện thì hiệu điện thế đặt vào giữa anốt và catốt của tế bào quang điện đó phải thỏa mãn điều kiện gì? Biết rằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 m/s$; độ lớn điện tích của electron $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} C$; $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

- A. $U_{AK} \leq -0,958V$ B. $U_{AK} \leq 0,958V$ C. $U_{AK} \leq -0,525V$ D. $U_{AK} \leq 0,525V$

Lời giải

Từ công thức Anhtanh về hiện tượng quang điện:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU_h \Rightarrow U_h = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = 0,958V$$

Vậy để triệt tiêu dòng quang điện thì $U_{AK} \leq -0,958V$

Đáp án A.

Ví dụ 8: Katốt của tế bào quang điện có công thoát $1,5eV$, được chiếu bởi bức xạ đơn sắc λ . Lần lượt đặt vào tế bào, điện áp $U_{AK} = 3V$ và $U_{AK} = 15V$, thì thấy vận tốc cực đại của electron khi đập vào anốt tăng gấp đôi. Giá trị của λ là:

- A. $0,259\mu m$ B. $0,795\mu m$ C. $0,497\mu m$ D. $0,211\mu m$

Lời giải

Theo định lí biến thiên động năng:

$$\begin{cases} eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \\ eU'_{AK} = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = 4 \cdot \frac{mv^2}{2} - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \end{cases} \Rightarrow 3 \cdot \frac{mv^2}{2} = e(U'_{AK} - U_{AK})$$

Từ đó ta có $\frac{mv^2}{2} = 4eV$. Suy ra $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = \frac{1}{2}mv^2 - eU_{AK} = 1eV$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = 1,5 + 1 = 2,5eV \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{2,5eV} = 0,497\mu m$$

Đáp án C.

Ví dụ 9: Một quả cầu bằng đồng (Cu) cô lập về điện được chiếu bởi 1 bức xạ điện từ có $\lambda = 0,14\mu m$.

Cho giới hạn quang điện của Cu là $\lambda_0 = 0,3(\mu m)$. Tính điện thế cực đại của quả cầu.

A. 4,73V

B. 2,69V

C. - 4,73V

D. - 2,69V

Lời giải

Ban đầu, quả cầu chưa tích điện. Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14\mu m$ vào quả cầu thì electron bị bứt ra khỏi bề mặt quả cầu và quả cầu tích điện dương, quả cầu có một điện thế. Số electron bị bứt ra khỏi bề mặt quả cầu ngày càng tăng, điện thế của quả cầu tăng dần và khi điện thế quả cầu đạt đến giá trị V_{\max} thì các electron vừa mới bị bứt ra thêm lại bị hút trở lại quả cầu, và điện thế của quả cầu không tăng nữa. Vậy giá trị cực đại V_{\max} của điện thế quả cầu chính là hiệu điện thế hãm trong tế bào quang điện.

$$\text{Do đó ta có: } eU_h = eV_{\max} = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$$

$$\text{Suy ra } V_{\max} = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left(\frac{1}{0,14 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,3 \cdot 10^{-6}} \right) = 4,73V$$

Đáp án A.

Ví dụ 10: Công thoát electron khỏi đồng là 4,57eV. Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14\mu m$ vào một quả cầu bằng đồng đặt xa các vật khác. Tính giới hạn quang điện của đồng và điện thế cực đại mà quả cầu đồng tích được.

A. 0,38 μm và 4,1V

B. 0,27 μm và 4,3V

C. 0,38 μm và 4,57V

D. 0,27 μm và 3,5V

Lời giải

$$\text{Giới hạn quang điện của đồng là: } \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,57 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,27 \cdot 10^{-6} m$$

Lập luận tương tự bài trên, ta có điện thế cực đại

$$eV_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - A \Rightarrow V_{\max} = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = 4,3V$$

Đáp án B.

Ví dụ 11: Công thoát của electron đối với đồng là 4,47 eV.

a) Tính giới hạn quang điện của đồng?

b) Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14\mu m$ vào một quả cầu bằng đồng cách li với vật khác thì tích điện đến điện thế cực đại là bao nhiêu? Tính vận tốc ban đầu cực đại của quang electron.

c) Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ' vào quả cầu bằng đồng cách li với các vật khác thì quả cầu đạt điện thế cực đại 3 (V). Tính λ' và vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện.

Cho biết: $h = 6,626.10^{-34} (J.s)$; $c = 3.10^8 (m/s)$; $m_e = 9,1.19^{-31} (kg)$

Lời giải

a) Giới hạn quang điện của đồng là: $\lambda_0 = \frac{hc}{A} = 27.10^{-9} m = 27 nm$

b) Gọi điện thế cực đại của quả cầu bằng đồng là V_{\max}

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$

Mà điện thế cực đại của vật tính theo công thức:

$$\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eV_{\max} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = A + eV_{\max}$$

$$\text{Suy ra } V_{\max} = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A}{e} = \frac{\frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,14.10^{-6}} - 4,47.1,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} = 4,403V$$

$$\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eV_{\max} \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot |e| \cdot V_{\max}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6.10^{-19} \cdot 4,4}{9,1.10^{-31}}} = 1,244.10^6 m/s$$

$$\text{Lại có: } \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eV_{\max} \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot V_{\max}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6.10^{-19} \cdot 4,403}{9,1.10^{-31}}} = 1,244.10^6 m/s$$

c) Bước sóng có giá trị là $\lambda' = \frac{hc}{A + eV'_{\max}} = 0,166 (\mu m)$

$$\text{Vận tốc ban đầu cực đại } v_{0\max} = \sqrt{\frac{2eV'_{\max}}{m_e}} = 1,027.10^6 (m/s)$$

Ví dụ 12: Lần lượt chiếu hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,405 (\mu m)$, $\lambda_2 = 0,436 (\mu m)$ vào bề mặt của một kim loại và đo hiệu điện thế hãm tương ứng $U_{h1} = 1,15 (V)$; $U_{h2} = 0,93 (V)$. Cho biết: $h = 6,625.10^{-34} (J.s)$; $c = 3.10^8 (m/s)$; $e = 1,6.10^{-19} (C)$. Tính công thoát của kim loại đó.

A. 1,92eV

B. 1,15eV

C. 0,93eV

D. 2,1eV

Lời giải

Theo công thức Anhxtanh về hiện tượng quang điện, ta có

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = A + eU_h$$

$$\text{Từ đó ta có } \begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + eU_{h1} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + eU_{h2} \end{cases}$$

$$\text{Suy ra công thoát của kim loại là: } A = \frac{1}{2} \left[hc \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) - e(U_{h1} + U_{h2}) \right] = 1,92 (eV)$$

Đáp án A.

Ví dụ 13: Chiếu bức xạ có tần số f_1 vào quả cầu kim loại đặt cô lập thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng một nửa công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ vào quả cầu đó thì điện thế cực đại của quả cầu là $5V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu trên (đang trung hòa về điện) thì điện thế cực đại của quả cầu là:

- A. $2V_1$ B. $2,5V_1$ C. $4V_1$ D. $3V_1$

Lời giải

Chiếu bức xạ có tần số f_1 thì : $hf_1 = A + \frac{1}{2}mv^2 = A + \frac{1}{2}A = 1,5A$

Điện thế cực đại là V_1 nên ta có: $eV_1 = W_{d_0 \max} = \frac{1}{2}A$

Chiếu bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ thì:

$$hf_2 = A + eV_2 = A + e5V_1 = A + 5.0,5A = 3,5A = hf_1 + hf$$

Chiếu bức xạ có tần số f thì hiệu điện thế cực đại của quả cầu là:

$$V_{\max} = \frac{1}{e}(hf - A) = \frac{1}{e}(hf_2 - hf_1 - A) = \frac{3,5A - 1,5A - A}{e} = \frac{A}{e}$$

Mà $eV_1 = \frac{1}{2}A$ nên suy ra $V_{\max} = 2V_1$

Đáp án A.

Ví dụ 14: Chiếu bức xạ có tần số f_1 vào quả cầu kim loại đặt cô lập thì xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu là V_1 và động năng ban đầu cực đại của electron quang điện đúng bằng một phần ba công thoát của kim loại. Chiếu tiếp bức xạ có tần số $f_2 = f_1 + f$ vào quả cầu kim loại đó thì điện thế cực đại của quả cầu là $7V_1$. Hỏi chiếu riêng bức xạ có tần số f vào quả cầu kim loại trên (đang trung hòa về điện) thì điện thế cực đại của quả cầu là:

- A. $2V_1$ B. $2,5V_1$ C. $4V_1$ D. $3V_1$

Lời giải

Tương tự như câu trên.

Đáp án D.

3. Bài toán về hiệu suất lượng tử

3.1. Phương pháp

- Số photon nguồn sáng phát ra trong 1 giây là: $N = \frac{P}{\varepsilon}$

- Số photon tới catốt trong mỗi giây chính bằng số photon mà nguồn phát ra:

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{\frac{hc}{\lambda}}$$

Trong đó: P là công suất của chùm sáng chiếu vào catốt.

ε là năng lượng của mỗi photon có bước sóng λ .

- Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là:

$$n = \frac{I_{bh}}{e}$$

Trong đó I_{bh} là cường độ dòng quang điện bão hòa (A).

- Hiệu suất lượng tử xác định bởi: $H = \frac{n}{N} \cdot 100\%$

3.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một ngọn đèn phát ra ánh sáng đơn sắc có $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ sẽ phát ra bao nhiêu photon trong 10s nếu công suất đèn là $P = 10\text{W}$.

- A. $3,0189 \cdot 10^{20}$ B. $6 \cdot 10^{20}$ C. $3,0189 \cdot 10^{16}$ D. $6,04 \cdot 10^{16}$

Lời giải

Số photon phát ra trong 10s giây là

$$N' = 10N = 10 \frac{P}{\varepsilon} = 10 \frac{P\lambda}{hc} = 10 \cdot \frac{10 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 3,0189 \cdot 10^{20}$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Chiếu một chùm bức xạ vào tế bào quang điện có catot làm bằng Na thì cường độ dòng quang điện bão hòa là $3\mu\text{A}$. Số electron bị bứt ra khỏi catot trong hai phút là bao nhiêu?

- A. $3,25 \cdot 10^{15}$ B. $2,35 \cdot 10^{14}$ C. $2,25 \cdot 10^{15}$ D. $4,45 \cdot 10^{15}$

Lời giải

Số electron bứt ra khỏi catot trong hai phút là:

$$120n = 120 \frac{I_{bh}}{e} = 120 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,25 \cdot 10^{15} \text{ (electron)}$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Chiếu vào catốt một ánh sáng có bước sóng $0,546\mu\text{m}$, thì dòng quang điện bão hòa có giá trị là 2mA. Công suất bức xạ là 1,515 W. Tính hiệu suất lượng tử.

- A. 3% B. 0,3% C. 0,03% D. 30%

Lời giải

Số photon tới catot trong mỗi giây là

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{1,515 \cdot 0,546 \cdot 10^{-6}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 4,16 \cdot 10^{18}$$

Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là

$$n = \frac{I_{bh}}{e} = \frac{2.10^{-3}}{1,6.10^{-19}} = 1,25.10^{16}$$

Hiệu suất lượng tử là $H = \frac{n}{N} = \frac{1,25.10^{16}}{4,16.10^{18}} = 0,3\%$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Một tế bào quang điện có catôt làm bằng Asen có công thoát electron bằng 5,15 eV. Chiếu chùm sáng đơn sắc có bước sóng $0,20\mu m$ vào catôt của tế bào quang điện thì thấy cường độ dòng quang điện bão hòa là $4,5\mu A$. Biết công suất chùm bức xạ là 3 mW. Xác định vận tốc cực đại của electron khi nó vừa bị bật ra khỏi catôt và hiệu suất lượng tử.

A. 0,093%

B. 0,95%

C. 100%

D. 93%

Lời giải

Động năng ban đầu cực đại của electron là:

$$\frac{mv_{0max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A \Rightarrow v_{0max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)} = 0,6.10^6 \text{ m/s}$$

Số photon tới catot trong mỗi giây là $N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{0,03.0,2.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^8} = 3.10^{16}$

Số electron quang điện bứt ra khỏi bề mặt kim loại trong mỗi giây là

$$n = \frac{I_{bh}}{e} = \frac{4,5.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 2,8.10^{13}$$

Hiệu suất lượng tử là $H = \frac{n}{N} = 0,093\%$

Đáp án A.

Ví dụ 5: Nguồn sáng thứ nhất có công suất P_1 phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 450nm$. Nguồn sáng thứ hai có công suất P_2 phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_2 = 0,60\mu m$. Trong cùng một khoảng thời gian, tỉ số giữa số photon mà nguồn thứ nhất phát ra so với số photon mà nguồn thứ hai phát ra là 3:1. Tỉ số P_1 và P_2 là:

A. 4

B. $\frac{9}{4}$

C. $\frac{4}{3}$

D. 3

Lời giải

Ta có $\begin{cases} P_1 = N_1\varepsilon_1 \\ P_2 = N_2\varepsilon_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{N_1\varepsilon_1}{N_2\varepsilon_2} = \frac{N_1\lambda_2}{N_2\lambda_1} = 3 \cdot \frac{0,6}{0,45} = 4$

Đáp án A.

4. Bài toán về chiếu đồng thời hai bức xạ vào tế bào quang điện

Ví dụ 1: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,25\mu m$ vào catot của một tế bào quang điện cần một hiệu điện thế hãm $U_1 = 3V$ để triệt tiêu dòng quang điện. Chiếu đồng thời λ_1 và $\lambda_2 = 0,15\mu m$ thì hiệu điện thế hãm khi đó là bao nhiêu?

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

Lời giải

Hiệu điện thế hãm phải có giá trị sao cho nó cản trở được tất cả các electron bứt ra từ catot để triệt tiêu dòng quang điện.

Phương trình Anhtan về hiện tượng quang điện

$$\frac{hc}{\lambda_1} = A + eU_{h_1}$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = A + eU_{h_2}$$

Từ đó suy ra rằng bước sóng càng nhỏ thì hiệu điện thế hãm càng lớn. Vì $\lambda_2 < \lambda_1$ nên hiệu điện thế hãm trong bài này là U_{h_2}

Ta có $hc\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) = e(U_{h_2} - U_{h_1})$ nên $U_{h_2} = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) + U_{h_1} = 6,306V$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,276\mu m$ vào catot của một tế bào quang điện làm bằng nhôm thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là 1,05V. Thay bức xạ trên bằng bức xạ $\lambda_2 = 0,248\mu m$ và catot giờ làm bằng đồng thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện giờ là 0,86V. Vậy khi chiếu đồng thời cả hai bức xạ λ_1 và λ_2 vào catot giờ là hợp kim đồng và nhôm thì hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là

- A. 1,05V B. 1,55V C. 0,86V D. 1,91V

Lời giải

Phương trình Anhtan về hiện tượng quang điện

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A_{Al} + eU_{h_1} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A_{Cu} + eU_{h_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_{Al} = \frac{hc}{\lambda_1} - eU_{h_1} = 5,521 \cdot 10^{-19} J \\ A_{Cu} = \frac{hc}{\lambda_2} - eU_{h_2} = 6,638 \cdot 10^{-19} J \end{cases}$$

Vì $\lambda_2 < \lambda_1$ nên nếu hiệu điện thế hãm là U_h thì ta có $\frac{hc}{\lambda_2} = A_{Cu} + eU_h$

Từ phương trình trên, nếu công thoát càng nhỏ thì U_h càng lớn, mà công thoát của đồng lớn hơn công

thoát của nhôm, nên ta có: $\frac{hc}{\lambda_2} = A_{Al} + eU_h$

Từ đó suy ra $U_h = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda_2} - A_{Al} \right) = 1,55V$

Đáp án B.

5. Bài tập rèn luyện kỹ năng

Câu 1: Kết quả nào sau đây khi thí nghiệm với tế bào quang điện là không đúng?

- A. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào tần số ánh sáng kích thích.
- B. Khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U_{AK} = 0$ vẫn có dòng quang điện.
- C. Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.
- D. Ánh sáng kích thích phải có tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.

Câu 2: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là sai?

- A. 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. Khi ánh sáng truyền đi, lượng tử ánh sáng không bị thay đổi và không phụ thuộc khoảng cách tới nguồn sáng.
- C. Năng lượng của lượng tử ánh sáng do lớn hơn năng lượng của lượng tử ánh sáng tím.
- D. Mỗi chùm sáng dù rất yếu cũng chứa một số rất lớn lượng tử ánh sáng.

Câu 3: Catốt của một tế bào quang điện làm bằng kim loại có giới hạn quang điện là $\lambda_0 = 0,825\mu m$.

Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{2}$ và $\lambda_2 = \frac{3\lambda_0}{4}$ vào catốt. Cho

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là

- A. 1,5 V B. 2,0 V C. 0,2 V D. 0,5 V

Câu 4: Kết nào sau đây khi thí nghiệm với tế bào quang điện không đúng?

- A. Khi $U_{AK} = 0$ vẫn có thể có dòng quang điện.
- B. Đối với mỗi kim loại làm catốt, ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng một giới hạn λ_0 nào đó.
- C. Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào cường độ chùm ánh sáng kích thích.
- D. Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.

Câu 5: Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là

- A. bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện.
- B. bước sóng liên kết với quang electron.
- C. bước sóng của ánh sáng kích thích.
- D. công thoát electron ở bề mặt kim loại đó.

Câu 6: Chọn câu sai. Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào mặt một tấm đồng cô lập về điện. Ta có:

- A. Khi công của lực điện trường bằng với động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện thì không còn electron quang điện bứt ra khỏi quả cầu.
- B. Quả cầu tích điện dương sẽ tạo một điện trường có tác dụng kéo các electron trở về quả cầu.
- C. Các photon bứt electron quang điện ra khỏi quả cầu nên quả cầu này tích điện dương.

D. Điện thế V của quả cầu đạt giá trị cực đại V_{\max} với $V_{\max} = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{hc}{e\lambda_0}$ (với $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$)

Câu 7: Chọn câu đúng.

A. Khi tăng cường độ của chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

B. Khi giảm bước sóng của chùm sáng kích thích xuống hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

C. Khi tăng bước sóng của chùm sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng quang điện tăng lên hai lần.

D. Khi ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang điện, nếu giảm bước sóng của chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện tăng lên.

Câu 8: Lần lượt chiếu vào catốt của tế bào quang điện hai bức xạ $\lambda_1 = 0,26 \mu m$ và $\lambda_2 = 1,2\lambda_1$ thì vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện bứt ra từ catốt lần lượt là với v_1 và $v_2; v_2 = 0,75v_1$. Giới hạn quang điện của kim loại làm catốt này bằng

A. $0,42 \mu m$

B. $0,2 \mu m$

C. $0,86 \mu m$

D. $1,2 \mu m$

Câu 9: Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào catốt của tế bào quang điện: Để triệt tiêu dòng quang điện cần hiệu điện thế hãm U_h . Phát biểu nào sau đây sai?

A. khi cường độ chùm ánh sáng kích thích tăng thì $U_h' = U_h$

B. năng lượng photon ánh sáng bằng công thoát của electron khỏi kim loại thì $U_h = 0$

C. khi $U_{AK} > U_h$, sẽ không có electron nào đến được anốt.

D. khi ánh sáng kích thích có bước sóng giảm thì $U_h' > U_h$

Câu 10: Catốt của một tế bào quang điện làm bằng Xêsi là kim loại có công thoát electron A , được chiếu bởi bức xạ có bước sóng thích hợp. Cho cường độ dòng điện bão hòa $I_{bh} = 2 \mu A$ và hiệu suất quang điện $H = 0,5\%$. Cho $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$. Số photon tới catốt trong mỗi giây là

A. $2,5 \cdot 10^{12}$ photon

B. $1,25 \cdot 10^{15}$ photon.

C. $12,5 \cdot 10^{15}$ photon.

D. $2,5 \cdot 10^{15}$ photon

Câu 11: Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là photon.

B. Photon có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.

C. Năng lượng photon càng nhỏ khi cường độ chùm ánh sáng càng nhỏ.

D. Năng lượng của photon càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với photon đó càng nhỏ.

Câu 12: Chiếu vào một tế bào quang điện một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $0,48 \mu m$ thì có dòng quang điện xuất hiện, khi đó nếu đặt vào hai đầu cực anốt và catốt một hiệu điện thế hãm có độ lớn bằng $1,88 V$ thì sẽ làm cường độ dòng quang điện triệt tiêu. Công thoát của kim loại làm catốt bằng

A. $0,07 eV$

B. $0,707 eV$

C. $70,7 eV$

D. $7,07 eV$

Câu 13: Dòng quang điện bão hòa xảy ra khi

A. có bao nhiêu electron bay ra khỏi catốt thì có bấy nhiêu electron bay trở lại catốt.

B. tất cả các electron thoát ra khỏi catốt trong mỗi giây đều về anốt.

C. số electron bật ra khỏi catốt bằng số photon ánh sáng chiếu vào catốt.

D. các electron có vận tốc $v_{0\max}$ đều đến anốt.

Câu 14: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Ron-ghe-n là 20 kV. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Bước sóng nhỏ nhất của tia Ron-ghe-n do ống Ron-ghe-n phát ra bằng

- A. $6,21 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ B. $6,625 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ C. $3,456 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ D. $8,25 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

Câu 15: Năng lượng của phôtôn sẽ được dùng

A. một nửa để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài và một nửa biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$

B. để electron bù đắp năng lượng do va chạm với các ion và thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài.

C. để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$

D. để thắng được lực cản của môi trường ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2$

Câu 16: Kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện có công thoát electron $A = 2,2 \text{ eV}$. Chiếu vào catốt một bức xạ có bước sóng λ . Muốn triệt tiêu dòng quang điện, người ta phải đặt vào anốt và catốt một hiệu điện thế hãm. Bước sóng có giá trị

- A. $0,477 \mu\text{m}$ B. $0,377 \mu\text{m}$ C. $0,677 \mu\text{m}$ D. $0,577 \mu\text{m}$

Câu 17: Dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 chiếu vào catốt của một tế bào quang điện. Khi đặt vào anốt và catốt của tế bào quang điện này hiệu điện thế hãm U_{h1} thì dòng quang điện triệt tiêu. Khi dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_2 thì dòng quang điện triệt tiêu khi hiệu điện thế hãm $U_{h2} = 0,25U_{h1}$. Tỷ

số vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện $\frac{v_{0\max1}}{v_{0\max2}}$ trên hai trường hợp trên là

- A. 0,5 B. 2 C. 4 D. 2,5

Câu 18: Trong thí nghiệm Hecxơ: chiếu một chùm sáng, phát ra từ một hồ quang vào một tấm kẽm thì thấy các electron bật ra khỏi tấm kim loại. Khi chắn chùm sáng hồ quang bằng tấm thủy tinh dày thì thấy không có electron bật ra nữa, điều này chứng tỏ

A. ánh sáng phát ra từ hồ quang có bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện của kẽm.

B. tấm thủy tinh đã hấp thụ tất cả ánh sáng phát ra từ hồ quang.

C. tấm kim loại đã tích điện dương và mang điện thế dương.

D. chỉ có ánh sáng thích hợp mới gây ra được hiện tượng quang điện.

Câu 19: Electron bật ra khỏi kim loại khi có ánh sáng chiếu vào là vì

A. ánh sáng đó có bước sóng xác định.

B. vận tốc của electron khi đến bề mặt kim loại lớn hơn vận tốc giới hạn của kim loại đó.

C. năng lượng phôtôn lớn hơn công thoát của electron khỏi kim loại đó.

D. năng lượng phôtôn ánh sáng đó lớn hơn năng lượng của electron.

Câu 20: Công thoát electron của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} J$. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng là $\lambda_1 = 0,18 \mu m$, $\lambda_2 = 0,21 \mu m$ và $\lambda_3 = 0,35 \mu m$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$, $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó?

- A. Cả ba bức xạ.
- B. Chỉ có bức xạ λ_1
- C. Không có bức xạ nào trong ba bức xạ trên
- D. Hai bức xạ (λ_1 và λ_2)

Câu 21: Chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào catốt của tế bào quang điện: Để triệt tiêu dòng quang điện cần hiệu điện thế hãm U_h . Phát biểu nào sau đây sai?

- A. Khi $U_{AK} > U_h$, sẽ không có electron nào đến được anốt.
- B. Khi ánh sáng kích thích có bước sóng giảm thì $U_h > U_h$
- C. Khi cường độ chùm ánh sáng kích thích tăng thì U_h không đổi.
- D. Khi $U_h = 0$, năng lượng photon ánh sáng bằng công thoát của electron khỏi kim loại.

Câu 22: Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,46 \mu m$ vào một tấm kim loại và electron quang điện bật ra với động năng ban đầu cực đại là $W_{d_0 \max}$. Thay bức xạ trên bởi bức xạ có bước sóng $\lambda_2 = 0,32 \mu m$ thì electron quang điện bật ra với động năng ban đầu cực đại là $3W_{d_0 \max}$. Giới hạn quang điện của kim loại bằng

- A. $0,45 \mu m$
- B. $0,59 \mu m$
- C. $0,625 \mu m$
- D. $0,485 \mu m$

Câu 23: Chọn câu đúng

- A. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.
- B. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.
- C. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để triệt tiêu dòng quang điện.
- D. Hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế dương cần đặt giữa catốt và anốt của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 24: Phát biểu nào sau đây là không đúng?

- A. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm ánh sáng kích thích.
- B. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bản chất kim loại dùng làm catốt.
- C. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.
- D. Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 25: 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 26: 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. Hiệu điện thế hãm.

Câu 27: Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ dội vào kim loại được thoả mãn điều kiện nào sau đây?

- A. Tần số lớn hơn giới hạn quang điện.
- B. Tần số nhỏ hơn giới hạn quang điện.
- C. Bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện
- D. Bước sóng lớn hơn giới hạn quang điện.

Câu 28: Chọn phát biểu Đúng. Với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hoà:

- A. triệt tiêu, khi cường độ chùm sáng kích thích nhỏ hơn một giá trị giới hạn.
- B. tỉ lệ với bình phương cường độ chùm sáng.
- C. tỉ lệ với căn bậc hai của cường độ chùm sáng.
- D. tỉ lệ với cường độ chùm sáng.

Câu 29: Điều nào dưới đây sai, khi nói về những kết quả rút ra từ thí nghiệm với tế bào quang điện?

- A. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện luôn có giá trị âm khi dòng quang điện triệt tiêu.
- B. Dòng quang điện vẫn còn tồn tại ngay cả khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện bằng không.
- C. Cường độ dòng quang điện bão hoà không phụ thuộc vào cường độ chùm sáng kích thích.
- D. Giá trị của hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích.

Câu 30: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về hiện tượng quang điện?

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

ĐÁP ÁN

1-D	2-C	3-A	4-C	5-A	6-D	7-D	8-A	9-C	10-D
11-A	12-B	13-B	14-A	15-C	16-A	17-B	18-D	19-C	20-D
21-A	22-B	23-B	24-C	25-D	26-C	27-C	28-D	29-C	30-A

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án D

Vì theo định luật quang điện đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của λ_0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện. Mặt khác lại

có: $\lambda = \frac{c}{f}$ nên để gây ra được hiện tượng quang điện thì tần số phải lớn hơn hoặc bằng tần số giới hạn của quang điện.

Câu 2: Đáp án C

Theo thuyết lượng tử ánh sáng ta có:

+ Chùm ánh sáng là chùm các photon (các lượng tử ánh sáng). Mỗi photon có năng lượng xác định (năng lượng của một photon là $\varepsilon = hf$, f là tần số của ánh sáng đơn sắc). Cường độ chùm sáng tỷ lệ với số photon phát ra trong một giây

+ Phân tử, nguyên tử, electron...phát xạ hay hấp thụ ánh sáng nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ photon.

+ Các photon bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ trong chân không: Năng lượng của mỗi photon rất nhỏ, một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều photon do rất nhiều nguyên tử, phân tử phát ra nên ta nhìn thấy chùm sáng liên tục. Photon chỉ tồn tại trong trạng thái chuyển động, không có photon đứng yên.

Theo đó thì vì $f_d < f_t$ nên năng lượng của lượng tử ánh sáng đỏ phải nhỏ hơn ánh sáng tím.

Câu 3: Đáp án A

Tế bào quang điện có giới hạn $\lambda_0 = 0,825 \mu\text{m}$. Chiều đồng thời hai bức xạ $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{2}$; $\lambda_2 = \frac{3\lambda_0}{4}$. Vì để triệt tiêu dòng quang điện thì cả hai bức xạ đều phải gây ra hiện tượng quang điện nên:

$$\begin{aligned} \frac{hc}{\lambda_1} &= \frac{hc}{\lambda_0} + e.U \Leftrightarrow hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = e.U \\ \Rightarrow U &= \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \\ &= \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}} \cdot \left(\frac{1}{\frac{0,825.10^{-6}}{2}} - \frac{1}{0,825.10^{-6}} \right) = 1,5V \end{aligned}$$

Câu 4: Đáp án C

Chỉ có cường độ dòng quang điện bão hòa tỷ lệ với cường độ của chùm sáng kích thích còn hiệu điện thế hãm không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích.

Câu 5: Đáp án A

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích có thể gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 6: Đáp án D

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào mặt một tấm đồng cô lập về điện thì điện thế V của quả

cầu đạt giá trị cực đại V_{\max} với $V_{\max} = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$

Câu 7: Đáp án D

Vì cường độ dòng quang điện bão hòa chỉ tỷ lệ với cường độ chùm ánh sáng kích thích chứ không phải tỷ lệ thuận nên khi tăng cường độ chùm ánh sáng kích thích lên hai lần thì cường độ dòng điện cũng tăng lên nhưng không phải là tăng lên hai lần. Còn khi giảm bước sóng của chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của electron quang điện sẽ tăng lên.

Câu 8: Đáp án A

Theo định luật quang điện ta có:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{mv_2^2}{2} = A + \frac{m(0,75v_1)^2}{2} = A + \frac{9}{16} \frac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{9}{16} \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{9}{16} A + \frac{9}{16} \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{9}{16} \frac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow hc \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{9}{16\lambda_1} \right) = \frac{7}{16} A = \frac{7}{16} \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 0,42 \mu m$$

Câu 9: Đáp án C**Câu 10: Đáp án D**

Ta có: $I_{bh} = ne$ mà $H = \frac{n}{N} \Rightarrow N = \frac{n}{H} = \frac{I_{bh}}{e.H}$

Vậy số photon tới catot trong mỗi giây là:

$$N = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5 \cdot 10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{15} \text{ (photon)}$$

Câu 11: Đáp án A**Câu 12: Đáp án B**

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + e.U \Leftrightarrow \frac{19,8765 \cdot 10^{-26}}{0,48 \cdot 10^{-6}} = A + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,88 \Rightarrow A = 0,707 eV$

Câu 13: Đáp án B

Dòng quang điện bão hòa khi tất cả các electron thoát ra khỏi catot trong mỗi giây đều về anot.

Câu 14: Đáp án A

Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen do ống rơn-ghen phát ra là:

$$\frac{hc}{\lambda} = e.U \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eU} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.20.10^3} = 6,21.10^{-11} m$$

Câu 15: Đáp án C

Năng lượng của photon sẽ được dùng để electron thắng lực liên kết trong tinh thể thoát ra ngoài, phần còn lại biến thành động năng ban đầu cực đại $\frac{1}{2}mV_{0max}^2$

Câu 16: Đáp án A

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + e.U \Leftrightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda} = 2,2.1,6.10^{-19} + 1,6.10^{-19}.0,4 \Rightarrow \lambda = 0,4777 \mu m$

Câu 17: Đáp án B

Ta có:
$$\begin{cases} eU_1 = \frac{mV_{0max1}^2}{2} \\ eU_2 = \frac{mV_{0max2}^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{0max1}^2}{V_{0max2}^2} = \frac{U_1}{U_2} = 4 \Rightarrow \frac{V_{0max1}}{V_{0max2}} = 2$$

Câu 18: Đáp án D

Trong thí nghiệm Hecxo: chiếu một chùm sáng phát ra từ một hồ quang vào một tấm kẽm thì thấy các electron bật ra khỏi tấm kim loại. Khi chắn chùm sáng hồ quang bằng một tấm thủy tinh dày thì thấy không có electron bật ra nữa, điều này chứng tỏ chỉ có ánh sáng thích hợp mới gây ra được hiện tượng quang điện.

Câu 19: Đáp án C

Electron bật ra khỏi kim loại khi có ánh sáng chiếu vào vì năng lượng photon lớn hơn công thoát của electron kim loại đó.

Câu 20: Đáp án D

Công thoát của một kim loại là: $A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{19,875.10^{-26}}{7,64.10^{-19}} = 2,6014.10^{-7} m = 0,26 \mu m$

Để xảy ra hiện tượng quang điện thì $\lambda \leq \lambda_0$, nên bức xạ gây ra được hiện tượng quang điện đối với kim loại này là: $\lambda_1; \lambda_2$

Câu 21: Đáp án A

Câu 22: Đáp án B

Ta có:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + W_{0\max} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + 3W_{0\max} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{3hc}{\lambda_1} = 3A + 3W_{0\max} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + 3W_{0\max} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2A = \frac{3hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2} = 19,875 \cdot 10^{-26} \left(\frac{3}{0,46 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,32 \cdot 10^{-6}} \right)$$

$$= 6,75102 \cdot 10^{-19}$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = 5,888 \cdot 10^{-7} m = 0,59 \mu m$$

Câu 23: Đáp án B

Theo định nghĩa hiệu điện thế hãm là hiệu điện thế âm cần đặt vào giữa catot và anot của tế bào quang điện để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện.

Câu 24: Đáp án C

Theo công thức ta được $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{0\max} \Rightarrow W_{0\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$ rõ ràng động năng ban đầu cực đại của

electron quang điện phụ thuộc vào bước sóng của chùm ánh sáng kích thích.

Câu 25: Đáp án D

Nếu chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm thì điện tích âm của tấm kẽm không thay đổi vì chùm tia hồng ngoại bao gồm các bức xạ có bước sóng lớn hơn hoặc bằng $0,76 \mu m$. Còn tấm kẽm có bước sóng nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy nên khi chiếu chùm tia hồng ngoại vào thì không xảy ra hiện tượng quang điện nên tấm kẽm không thay đổi điện tích.

Câu 26: Đáp án C

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là bước sóng giới hạn của ánh sáng kích thích để gây ra hiện tượng quang điện kim loại đó.

Câu 27: Đáp án C

Để gây được hiệu ứng quang điện, bức xạ rọi vào kim loại được thỏa mãn điều kiện bước sóng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

Câu 28: Đáp án D

Đối với một bức xạ có bước sóng thích hợp thì cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ chùm sáng.

Câu 29: Đáp án C

Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ chùm sáng kích thích.

Câu 30: Đáp án A

Hiện tượng quang điện là hiện tượng electron bật ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.

CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

III. BÀI TẬP VỀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HYDRO

1. Phương pháp

- Bán kính quỹ đạo dừng thứ n của electron trong nguyên tử hiđrô:

$$r_n = n^2 r_0$$

Với $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$ ra là bán kính Bo (ở quỹ đạo K).

- Khi nguyên tử đang ở mức năng lượng cao chuyển xuống mức năng lượng thấp thì phát ra photon, ngược lại chuyển từ mức năng lượng thấp chuyển lên mức năng lượng cao nguyên tử sẽ hấp thụ photon.

$$E_{cao} - E_{thấp} = hf$$

- Bước sóng dài nhất λ_{NM} khi electron chuyển từ $N \rightarrow M$.

Bước sóng ngắn nhất $\lambda_{\infty M}$ khi electron chuyển từ $\infty \rightarrow M$.

- Bước sóng phát ra khi nguyên tử chuyển mức năng lượng: $\varepsilon = E_n - E_m$ hay tương đương:

$$hf = \frac{hc}{\lambda_{nm}} = E_n - E_m \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{E_n - E_m}{hc}$$

- Các dãy quang phổ của nguyên tử hiđrô

+ Dãy Laiman: Khi electron ($n > 1$) chuyển về quỹ đạo K ($m = 1$) thì phát ra các vạch thuộc dãy Laiman:

$$\frac{1}{\lambda_{n1}} = \frac{E}{hc} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ với } n \geq 2$$

Các vạch thuộc vùng tử ngoại.

+ Dãy Banme: Khi electron chuyển từ quỹ đạo ngoài ($n > 2$) về quỹ đạo L ($m = 2$) thì phát ra các vạch

$$\text{thuộc dãy Banme: } \frac{1}{\lambda_{n2}} = \frac{E}{hc} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ với } n \geq 3$$

Gồm 4 vạch: đỏ H_α ($0,656 \mu m$), lam H_β ($0,486 \mu m$), chàm H_γ ($0,434 \mu m$), tím H_δ ($0,410 \mu m$) và một phân ở vùng tử ngoại.

+ Dãy Pasen: Khi các electron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài ($n > 3$) về quỹ đạo M ($m = 3$):

$$\frac{1}{\lambda_{n3}} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ với } n \geq 4$$

Các vạch thuộc vùng hồng ngoại

- Năng lượng electron trong nguyên tử hiđrô: $E_n = \frac{E_0}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2} (eV)$ với n là số tự nhiên dương, là kí

hiệu của lượng tử số.

$E_0 = -13,6 eV$: năng lượng ở trạng thái cơ bản.

- Các bức xạ của dãy Banmer (nhìn thấy):

+ Vạch đỏ $H_\alpha : \lambda_\alpha = \lambda_{ML} = \lambda_{32} : \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2$

+ Vạch lam $H_\beta : \lambda_\beta = \lambda_{NL} = \lambda_{42} : \frac{hc}{\lambda_{42}} = E_4 - E_2$

+ Vạch chàm $H_\gamma : \lambda_\gamma = \lambda_{OL} = \lambda_{52} : \frac{hc}{\lambda_{52}} = E_5 - E_2$

+ Vạch tím $H_\phi : \lambda_\phi = \lambda_{PL} = \lambda_{62} : \frac{hc}{\lambda_{62}} = E_6 - E_2$

- Các vạch có bước sóng dài nhất của các dãy:

+ Dãy Laiman: $\lambda_{21} : \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 ;$

+ Dãy Banmer: $\lambda_{32} : \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 ;$

+ Dãy Paschen: $\lambda_{42} : \frac{hc}{\lambda_{43}} = E_4 - E_3$

- Khi một đám nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ n có thể (khả dĩ) phát ra số bức xạ điện từ cho bởi:

$$N = C_n^2 = \frac{n!}{(n-2)!2!}$$

(Trong đó C_n^2 là tổ hợp chập 2 của n phần tử).

Thật vậy, chọn 2 trạng thái trong n trạng thái có C_n^2 cách.

- Khi một nguyên tử ở trạng thái kích thích thứ n có thể (khả dĩ) phát ra số bức xạ điện từ cho bởi:

$$N = n - 1.$$

CHƯƠNG 6. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

III. BÀI TẬP VỀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIDRO

Ví dụ 1: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo $r_0 = 5,3.10^{-11}m$. Bán kính quỹ đạo dừng N là:

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

Lời giải

Bán kính quỹ đạo $r = n^2 r_0$. Quỹ đạo dừng N ứng với $n = 4$.

Bán kính quỹ đạo dừng N là $r = 4^2 \cdot 5,3.10^{-11} = 84,8.10^{-11}m$

Đáp án C

Ví dụ 2: Nguyên tử Hidro bị kích thích chuyển lên quỹ đạo có năng lượng cao. Sau đó chuyển từ quỹ đạo có năng lượng $E_3 \rightarrow E_1$ thì phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $f_{31} = 4200Hz$. Khi chuyển từ $E_3 \rightarrow E_2$ thì phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $f_{32} = 3200Hz$. Tần số của ánh sáng phát ra khi nó chuyển từ mức năng lượng $E_2 \rightarrow E_1$?

- A. 1000 Hz. B. 7400 Hz. C. 100 Hz. D. 740 Hz.

Lời giải

Ta có: $hf_{21} = E_2 - E_1 = (E_3 - E_1) - (E_3 - E_2) = hf_{31} - hf_{32}$

Từ đó suy ra khi chuyển từ mức năng lượng E_2 về E_1 thì

$$f_{21} = f_{31} - f_{32} = 1000Hz$$

Đáp án A

STUDY TIP

Cộng tần số như cộng vectơ: $f_{32} + f_{21} = f_{31}$

Ví dụ 3: Trong quang phổ hiđrô, bước sóng $\lambda(\mu m)$ của các vạch quang phổ như sau: Vạch thứ nhất của dãy Laiman $\lambda_{21} = 0,1216\mu m$; vạch H_α của dãy Ban-me $\lambda_{H_\alpha} = 0,6563\mu m$. Vạch đầu của dãy Pa-sen $\lambda_{43} = 1,8751\mu m$. Tính bước sóng của hai vạch quang phổ thứ hai, thứ ba của dãy Lai-man và của vạch H_β ?

Lời giải

Áp dụng công thức $\frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{E_n - E_m}{hc}$ với $m > n$

Vạch H_β ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 4$ về $n = 2$

$$\text{Ta có: } \frac{1}{\lambda_{42}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_\alpha} \Rightarrow \lambda_{42} = \frac{\lambda_{43}\lambda_\alpha}{\lambda_{43} + \lambda_\alpha}$$

Vạch thứ hai của dãy Lai man ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 3$ về $n = 1$

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

Từ đó suy ra $\lambda_{31} = 0,1026(\mu m)$

Vạch thứ ba của dãy Lai man ứng với electron chuyển từ quỹ đạo dừng $n = 4$ về $n = 1$

$$\frac{1}{\lambda_{41}} = \frac{1}{\lambda_{42}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \Rightarrow \lambda_{41} = \frac{\lambda_{42}\lambda_{21}}{\lambda_{42} + \lambda_{21}} = 0,097\mu m$$

Ví dụ 4: 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. Biết rằng năng lượng của các

trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô là $E_n = \frac{-13,6}{n^2}(eV)$ với $n = 1, 2, \dots$. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$,

$c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

Lời giải

Bán kính quỹ đạo được xác định bởi $r_n = n^2 r_0$. Khi kích thích nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản, bán kính quỹ đạo dừng của electron tăng lên 9 lần nên suy ra $n = 3$. Sau đó electron trở về lớp trong có thể phát ra các bức xạ có bước sóng $\lambda_{31}; \lambda_{32}; \lambda_{21}$

Dãy Lai-man: $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{E_3 - E_1}{hc} \Rightarrow \lambda_{31} = 0,103(\mu m)$

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

Dãy Ban-me: $\frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{E_3 - E_2}{hc} \Rightarrow \lambda_{32} = 0,657(\mu m)$

Đáp án B

Ví dụ 5: Electron trong nguyên tử hydro chuyển từ quỹ đạo dừng có mức năng lượng lớn về quỹ đạo dừng có mức năng lượng nhỏ hơn thì vận tốc electron tăng lên 4 lần. Electron đã chuyển từ quỹ đạo

A. N về L.

B. N về K.

C. N về M.

D. M về L.

Lời giải

Lực Culông đóng vai trò là lực hướng tâm nên ta có $k \frac{e^2}{r^2} = m_e \frac{v^2}{r}$

$$\text{Từ đó ta có } \begin{cases} v_1^2 = k \frac{e^2}{m_e r_1} \\ v_2^2 = k \frac{e^2}{m_e r_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{r_2}{r_1} = 16 \Rightarrow r_2 = 16r_1$$

Mà bán kính Bo $r_n = n^2 r_0$ vậy $n = 4$ ứng với quỹ đạo N và chuyển về quỹ đạo cơ bản là K.

Đáp án B

Ví dụ 6: Cho biết năng lượng cần thiết tối thiểu để bứt điện tử ra khỏi nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là 13,6eV. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là

A. $\lambda_{p_{\min}} = 0,622\mu m$.

B. $\lambda_{p_{\min}} = 0,822\mu m$.

C. $\lambda_{p_{\min}} = 0,730\mu m$.

D. $\lambda_{p_{\min}} = 0,922\mu m$.

Lời giải

Ta có năng lượng ở trạng thái dừng n là $E_n = \frac{E_0}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2}(eV)$

Vạch có bước sóng ngắn nhất trong dãy Pasen ứng với mức năng lượng chuyển từ $n = +\infty$ về $n = 3$. Ta

có: $\frac{hc}{\lambda_{\infty 3}} = E_{\infty} - E_3 = 0 - \frac{-13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{3^2} = 2,42 \cdot 10^{-19} (J)$

Từ đó suy ra $\lambda_{\infty 3} = \frac{hc}{2,42 \cdot 10^{-19}} = 0,822\mu m$

Đáp án B

Ví dụ 7: Bước sóng của vạch quang phổ đầu tiên trong dãy Laiman là $\lambda_0 = 122nm$, của hai vạch H_{α} và H_{β} trong dãy Banme lần lượt là $\lambda_1 = 656nm$ và $\lambda_2 = 486nm$. Hãy tính bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman và vạch đầu tiên trong dãy Pasen.

Lời giải

Ta có $\frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = (E_3 - E_2) + (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{31}}$

Mặt khác, $\lambda_{32} = \lambda_1 = 656nm, \lambda_{31} = \lambda_0 = 122nm$, do đó bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy

Laiman là: $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_{31} = \frac{\lambda_1 \lambda_0}{\lambda_1 + \lambda_0} = 103nm$

Tương tự, ta có bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là:

$\frac{1}{\lambda_{43}} = \frac{1}{\lambda_{42}} + \frac{1}{\lambda_{23}} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_{43} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} = 1875nm$

Ví dụ 8: Trong quang phổ của nguyên tử hiđrô, vạch ứng với bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là $\lambda_1 = 0,1216\mu m$ và vạch ứng với sự chuyển của electron từ quỹ đạo M về quỹ đạo K có bước sóng $\lambda_2 = 0,1026\mu m$. Hãy tính bước sóng dài nhất λ_3 trong dãy Banme.

A. $0,4566\mu m$

B. $0,6566\mu m$

C. $0,355\mu m$

D. $0,711\mu m$

Lời giải

Bước sóng dài nhất λ_3 trong dãy Banme ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo L.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda_3} = E_M - E_L = (E_M - E_K) + (E_L - E_K) = \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = 0,6566\mu m$

Đáp án B

Ví dụ 9: Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ở trạng thái dừng được cho bởi công thức:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} (eV) \text{ với } n \text{ là số nguyên; } n=1 \text{ ứng với mức cơ bản K; } n=2,3,4,\dots \text{ ứng với các mức kích}$$

thích L, M, N,...

a) Tính năng lượng ion hoá của nguyên tử hiđrô.

b) Tính bước sóng của vạch đỏ H_α trong dãy Banme.

Lời giải

a) Để ion hóa nguyên tử hiđrô thì ta phải cung cấp cho nó một năng lượng để electron nhảy từ quỹ đạo K ($n=1$) ra khỏi sự liên kết với hạt nhân ($n=\infty$).

Do đó năng lượng ion hóa của nguyên tử hiđrô là:

$$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - \left(-\frac{13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1^2} \right) = 21,76 \cdot 10^{-19} J$$

b) Bước sóng của vạch đỏ trong dãy Banme là:

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 \Rightarrow \lambda_{32} = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 0,658 \mu m.$$

Ví dụ 10: Biết bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Laiman là: $\lambda_{21} = 0,122 \mu m$ và vạch cuối cùng của dãy banme là $\lambda_{\infty 2} = 0,365 \mu m$. Tìm năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô.

A. 13,6 eV.

B. 6,8 eV.

C. 3,4 eV.

D. 2,9 eV.

Lời giải

Với vạch đầu tiên của dãy laiman ta có: $\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_L - E_K$ (1)

Với vạch cuối cùng của dãy banme ta có: $\frac{hc}{\lambda_{\infty 2}} = E_\infty - E_L$ (2)

Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđrô: $E = E_\infty - E_K$

Từ (1) và (2) ta có $E = \frac{hc}{\lambda_{21}} + \frac{hc}{\lambda_{\infty 2}} = 13,6 eV$

Đáp án A

Ví dụ 11: Kích thích cho các nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích sao cho bán kính quỹ đạo dừng tăng 25 lần. Trong quang phổ phát xạ của nguyên tử hiđrô sau đó, tỉ số giữa bước sóng dài nhất và bước sóng ngắn nhất là:

A. $\frac{128}{3}$.

B. $\frac{128}{9}$.

C. $\frac{128}{16}$.

D. $\frac{64}{13}$.

Lời giải

Bán kính quỹ đạo được xác định bởi $r_n = n^2 r_0$.

Nguyên tử hidro chuyển từ trạng thái cơ bản lên trạng thái kích thích sao cho bán kính quỹ đạo dừng tăng 25 lần, suy ra $n = 5$.

Bước sóng dài nhất ứng với năng lượng bé nhất - chuyển từ trạng thái 5 sang trạng thái 4: $\lambda_{54} = \frac{hc}{E_5 - E_4}$

Bước sóng ngắn nhất ứng với năng lượng lớn nhất - chuyển từ trạng thái 5 sang trạng thái 1:

$$\lambda_{51} = \frac{hc}{E_5 - E_1}$$

$$\text{Vậy } \frac{\lambda_{54}}{\lambda_{51}} = \frac{E_5 - E_1}{E_5 - E_4} = \frac{-\frac{13,6}{5^2} + \frac{13,6}{1^2}}{-\frac{13,6}{5^2} + \frac{13,6}{4^2}} = \frac{384}{9} = \frac{128}{3}.$$

Đáp án A

Ví dụ 12: Cho mức năng lượng của nguyên tử hidro xác định bằng công thức

$$E_n = \frac{E_0}{n^2} = (E_0 = -13,6eV, n = 1, 2, 3, 4, \dots). \text{ Để có thể bức xạ tối thiểu 6 photon thì nguyên tử H phải hấp}$$

thụ photon có mức năng lượng là:

- A. 12,75 eV. B. 10,2 eV. C. 12,09 eV. D. 10,06 eV.

Lời giải

Để có thể bức xạ tối thiểu 6 photon nguyên tử Hidro phải hấp thụ photon để chuyển lên quỹ đạo từ N trở lên, tức là $n \geq 4$. Năng lượng của photon hấp thụ

$$\varepsilon = E_4 - E_1 = E_0 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 12,75eV.$$

Đáp án A

Ví dụ 13: Theo mẫu nguyên tử Bo thì trong nguyên tử hidro, bán kính quỹ đạo dừng của electron trên các quỹ đạo là $r_n = n^2 r_0$, với $r_0 = 0,53 \cdot 10^{-10} m; n = 1, 2, 3, \dots$ là các số nguyên dương tương ứng với các mức năng lượng của các trạng thái dừng của nguyên tử. Gọi v là tốc độ của electron trên quỹ đạo K. Khi nhảy lên quỹ đạo M, electron có tốc độ bằng

- A. $\frac{v}{9}$. B. $3v$. C. $\frac{v}{\sqrt{3}}$. D. $\frac{v}{3}$.

Lời giải

Khi e chuyển động trong trên các quỹ đạo thì lực tĩnh điện Culông đóng vai trò là lực hướng tâm

$$k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow k \frac{|e^2|}{r} = mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}} = |e| \sqrt{\frac{k}{m \cdot n^2 r_0}} = \frac{|e|}{n} \sqrt{\frac{k}{m r_0}}$$

$$\text{Ở quỹ đạo K thì } n = 1 \text{ suy ra tốc độ } v = |e| \sqrt{\frac{k}{m r_0}}$$

Ở quỹ đạo M thì $n = 3$ suy ra tốc độ $v' = \frac{|e|}{3} \sqrt{\frac{k}{mr_0}} = \frac{v}{3}$.

Đáp án D

Ví dụ 14: Mức năng lượng của nguyên tử Hydro có biểu thức $E_n = \frac{E_0}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2} eV$. Khi kích thích nguyên tử hidro từ quỹ đạo dừng m lên quỹ đạo n bằng năng lượng 2,55eV, thấy bán kính quỹ đạo tăng 4 lần. Bước sóng nhỏ nhất mà nguyên tử hidro có thể phát ra là:

- A. $1,46 \cdot 10^{-6} m$. B. $9,74 \cdot 10^{-8} m$. C. $4,87 \cdot 10^{-7} m$. D. $1,22 \cdot 10^{-7} m$

Lời giải

Khi kích thích nguyên tử hidro từ quỹ đạo dừng m lên quỹ đạo n bằng năng lượng 2,55eV, thấy bán kính quỹ đạo tăng 4 lần nên ta có $\frac{r_n}{r_m} = \left(\frac{n}{m}\right)^2 = 4 \Rightarrow n = 2m$

Ta có $E_n - E_m = -13,6 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = -13,6 \left(\frac{1}{4m^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 2,55$. Suy ra $m = 2, n = 4$

Bước sóng nhỏ nhất nguyên tử hidro có thể phát ra:

$$\lambda = \frac{hc}{E_4 - E_1} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{-13,6 \left(\frac{1}{4^2} - 1 \right) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 9,74 \cdot 10^{-8} m$$

Đáp án B

Ví dụ 15: Chiếu 1 chùm bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,1027(\mu m)$ qua khí hidro ở nhiệt độ và áp suất thích hợp thì chất khí này phát ra 3 bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ biết $\lambda_3 = 0,6563(\mu m)$, ứng với bức xạ đỏ. Năng lượng của nguyên tử hidro có biểu thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2} (eV), n = 1, 2, 3, \dots$. Giá trị của bước sóng λ_2 là:

- A. Không đủ dữ kiện để tính. B. $0,1876(\mu m)$.
C. $0,1116(\mu m)$. D. $0,1216(\mu m)$.

Lời giải

Năng lượng cung cấp cho đám nguyên tử H:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,1027 \cdot 10^{-6}} = 1,935 \cdot 10^{-18} (J) = 12,095 (eV)$$

Gọi n là mức năng lượng cao nhất mà đám nguyên tử H sau khi bị kích thích chuyển lên, ta có:

$$\Delta E = E_n - E_1 = 13,6 - \frac{13,6}{n^2} = 12,095 \Rightarrow n = 3$$

Nguyên tử Hidro chỉ phát ra ba bức xạ, tức là các nguyên tử Hidro lúc đầu ở trạng thái cơ bản, sau đó hấp thụ năng lượng và ở mức cao nhất là M ($n = 3$).

Ba bức xạ ứng với:

- 1) Từ $M \rightarrow L$ sẽ phát ra bức xạ có bước sóng lớn nhất, tức là ứng với λ_3 .
- 2) Từ $M \rightarrow K$ sẽ phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất, tức là ứng với λ_1 .
- 3) Vậy còn lại là λ_2 : ứng với từ mức $L \rightarrow K$. Ta có: $0,1216(\mu\text{m})$.

Đáp án D

Ví dụ 16: Theo mẫu Bo về nguyên tử hydro, nếu lực tương tác tĩnh điện giữa hạt nhân khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng L và F thì khi electron chuyển động dừng N. Lực này sẽ

- A. $\frac{F}{16}$. B. $\frac{F}{9}$. C. $\frac{F}{4}$. D. $\frac{F}{25}$.

Lời giải

Lực tương tác tĩnh điện giữa electron và hạt nhân ở quỹ đạo dừng thứ n:

$$F_n = k \frac{e^2}{r_n^2} = k \frac{e^2}{(n^2 r_0)^2} = k \frac{e^2}{r_0^2} \cdot \frac{1}{n^4}$$

Từ đó ta có: $\frac{F_4}{F_2} = \frac{2^4}{4^4} = \frac{1}{16}$ hay $F_4 = \frac{F}{16}$.

Đáp án A

BÀI TẬP RÈN LUYỆN KĨ NĂNG

Câu 1: Gọi λ_α và λ_β lần lượt là 2 bước sóng của 2 vạch H_α và H_β trong dãy Banme. Gọi λ_1 là bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen. Xác định mối liên hệ λ_α , λ_β , λ_1 .

- A. $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\alpha} + \frac{1}{\lambda_\beta}$. B. $\lambda_1 = \lambda_\beta - \lambda_\alpha$. C. $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\beta} - \frac{1}{\lambda_\alpha}$. D. $\lambda_1 = \lambda_\beta + \lambda_\alpha$.

Câu 2: Gọi λ_1 và λ_2 lần lượt là 2 bước sóng của 2 vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai trong dãy Lai man. Gọi λ_α là bước sóng của vạch trong dãy Banme. Xác định mối liên hệ λ_α , λ_1 , λ_2 .

- A. $\frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$. B. $\frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}$. C. $\frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}$. D. $\lambda_\alpha = \lambda_1 + \lambda_2$.

Câu 3: Trong quang phổ của hydro vạch thứ nhất của dãy Laiman $\lambda = 0,1216\mu\text{m}$; vạch H_α của dãy Banme $\lambda_\alpha = 0,6560\mu\text{m}$; vạch đầu tiên của dãy Pasen $\lambda_1 = 1,8751\mu\text{m}$. Bước sóng của vạch thứ ba của dãy Laiman bằng

- A. $0,1026\mu\text{m}$. B. $0,0973\mu\text{m}$. C. $1,1250\mu\text{m}$. D. $0,1975\mu\text{m}$.

Câu 4: Vạch quang phổ đầu tiên của các dãy Banme và Pasen trong quang phổ của nguyên tử hydro có bước sóng lần lượt là $0,656\mu\text{m}$ và $1,875\mu\text{m}$. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai của dãy Banme là

- A. $0,286\mu\text{m}$. B. $0,093\mu\text{m}$. C. $0,486\mu\text{m}$. D. $0,103\mu\text{m}$.

Câu 5: Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman là $0,103\mu m$, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ 2 trong dãy Banme là $0,656\mu m$ và $0,486\mu m$. Bước sóng của vạch thứ 3 trong dãy Laiman là

- A. $0,0224\mu m$. B. $0,4324\mu m$. C. $0,0976\mu m$. D. $0,3627\mu m$.

Câu 6: Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là $0,122\mu m$, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ 2 trong dãy Banme là $0,656\mu m$ và $0,486\mu m$. Bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là

- A. $1,8754\mu m$. B. $1,3627\mu m$. C. $0,9672\mu m$. D. $0,7645\mu m$.

Câu 7: Biết bước sóng ứng với hai vạch đầu tiên trong dãy Laiman của quang phổ Hydro là $\lambda_1 = 0,122\mu m$ và $\lambda_2 = 0,103\mu m$. Bước sóng của vạch H_α trong quang phổ nhìn thấy của nguyên tử Hidrô bằng

- A. $0,46\mu m$. B. $0,625\mu m$. C. $0,66\mu m$. D. $0,76\mu m$.

Câu 8: Vạch đầu tiên của dãy Laiman và vạch cuối cùng của dãy Banme trong quang phổ hidrô có bước sóng $\lambda_1 = 0,1218\mu m$ và $\lambda_2 = 0,3653\mu m$. Năng lượng ion hóa (theo đơn vị eV) của nguyên tử Hidrô khi ở trạng thái cơ bản

- A. $3,6eV$. B. $26,2eV$. C. $13,6eV$. D. $10,4eV$.

Câu 9: Vạch thứ hai của dãy Laiman có bước sóng $\lambda = 0,1026\mu m$. Cho biết năng lượng cần thiết tối thiểu để bứt electron ra khỏi nguyên tử hidrô từ trạng thái cơ bản là $13,6eV$. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen bằng

- A. $0,482\mu m$. B. $0,832\mu m$. C. $0,725\mu m$. D. $0,866\mu m$.

Câu 10: Cho giá trị các mức năng lượng của nguyên tử hidrô là $E_1 = -13,6eV$, $E_2 = -3,4eV$, $E_3 = -1,5eV$. Bước sóng dài nhất của bức xạ trong dãy Laiman là:

- A. $0,12\mu m$. B. $0,09\mu m$. C. $0,65\mu m$. D. $0,45\mu m$.

Câu 11: Biết bán kính Bo $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$. Bán kính quỹ đạo L của nguyên tử Hidrô là

- A. $21,2 \cdot 10^{-11} m$. B. $10,6 \cdot 10^{-11} m$. C. $2,65 \cdot 10^{-11} m$. D. Đáp án khác.

Câu 12: Khi êlectrôn (electron) trong nguyên tử hidrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng $-0,85 eV$ sang quỹ đạo dừng có năng lượng $-13,60 eV$ thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

- A. $0,4340\mu m$. B. $0,4860\mu m$. C. $0,0974\mu m$. D. $0,6563\mu m$.

Câu 13: Trong quang phổ vạch của hidrô (quang phổ của hidrô), bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Laiman ứng với sự chuyển của êlectrôn (electron) từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là $0,1217\mu m$, vạch thứ nhất của dãy Banme ứng với sự chuyển M đến L là $0,6563\mu m$. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Laiman ứng với sự chuyển M đến K bằng

- A. $0,1027\mu m$. B. $0,5346\mu m$. C. $0,7780\mu m$. D. $0,3890\mu m$.

Câu 14: Trong nguyên tử hidrô, xét các mức năng lượng từ K đến P có bao nhiêu khả năng kích thích để êlectrôn tăng bán kính quỹ đạo lên 4 lần?

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

Câu 15: Trong nguyên tử hiđrô, êlectrôn từ quỹ đạo L chuyển về quỹ đạo K có năng lượng $E_K = -13,6eV$. Bước sóng bức xạ phát ra bằng là $\lambda = 0,1218\mu m$. Mức năng lượng ứng với quỹ đạo L bằng:

- A. $3,2eV$. B. $-3,4eV$. C. $-4,1eV$. D. $-5,6eV$.

Câu 16: Chùm nguyên tử H đang ở trạng thái cơ bản, bị kích thích phát sáng thì chúng có thể phát ra tối đa 3 vạch quang phổ. Khi bị kích thích electron trong nguyên tử H đã chuyển sang quỹ đạo:

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

Câu 17: Cho $1eV = 1,6.10^{-19} J$; $h = 6,625.10^{-34} Js$; $c = 3.10^8 m/s$. Khi êlectrôn (electron) trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng $E_m = -0,85eV$ sang quỹ đạo dừng có năng lượng $E = -13,60eV$ thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

- A. $0,0947\mu m$. B. $0,4340\mu m$. C. $0,4860\mu m$. D. $0,6563\mu m$.

Câu 18: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5,3.10^{-11} m$. Bán kính quỹ đạo dừng N là

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

Câu 19: Cho bán kính quỹ đạo Bo thứ nhất $0,53.10^{-10} m$. Bán kính quỹ đạo Bo thứ năm là:

- A. $2,65.10^{-10} m$. B. $0,106.10^{-10} m$. C. $10,25.10^{-10} m$. D. $13,25.10^{-10} m$.

Câu 20: Biết hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34} J.s$ và độ lớn của điện tích nguyên tố là $1,6.10^{-19} C$. Khi nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $-1,514 eV$ sang trạng thái dừng có năng lượng $-3,407eV$ thì nguyên tử phát ra bức xạ có tần số

- A. $2,571.10^{13} Hz$. B. $4,752.10^{13} Hz$. C. $3,879.10^{13} Hz$. D. $6,542.10^{13} Hz$.

Câu 21: Cho: $1eV = 1,6.10^{-19} J$; $h = 6,625.10^{-34} J.s$; $c = 3.10^8 m/s$. Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng có năng lượng $-0,85 eV$ sang quỹ đạo dừng có năng lượng $-13,60 eV$ thì nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng

- A. $0,4340\mu m$. B. $0,4860\mu m$. C. $0,0947\mu m$. D. $0,6563\mu m$.

Câu 22: Một nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_M = -1,5eV$ sang trạng thái năng lượng $E_L = -3,4eV$. Bước sóng của bức xạ phát ra là:

- A. $0,434\mu m$. B. $0,486\mu m$. C. $0,564\mu m$. D. $0,654\mu m$.

Câu 23: Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là $0,6560\mu m$. Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là $0,1220\mu m$. Bước sóng dài thứ hai của dãy Laiman là

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

Câu 24: Trong quang phổ vạch của hiđrô bước sóng dài nhất trong dãy Laiman bằng $1215A$, bước sóng ngắn nhất trong dãy Ban-me bằng $3650A$. Tìm năng lượng ion hoá nguyên tử hiđrô khi electron ở trên quỹ đạo có năng lượng thấp nhất là: (cho $h = 6,625.10^{-34} Js$; $c = 3.10^8 m/s$; $1A = 10^{-10} m$)

- A. $13,6 (eV)$. B. $-13,6 (eV)$. C. $13,1 (eV)$. D. $-13,1 (eV)$.

Câu 25: Mức năng lượng của các quỹ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là $E_1 = -13,6eV$; $E_2 = -3,4eV$; $E_3 = -1,5eV$; $E_4 = -0,85eV$. Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các photon có năng lượng nào dưới đây để nhảy lên một trong các mức trên:

- A. 12,2 eV. B. 3,4 eV. C. 10,2 eV. D. 1,9 eV.

Câu 26: Trong nguyên tử hiđrô mức năng lượng ứng với quỹ đạo dừng thứ n được cho bởi:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV. \text{ Năng lượng ứng với vạch phổ } H_\beta \text{ là:}$$

- A. 2,55 eV. B. 13,6 eV. C. 3,4 eV. D. 1,9 eV.

Câu 27: Bước sóng ứng với bốn vạch quang phổ Hydro là vạch tím: $0,4102\mu m$; vạch chàm: $0,4340\mu m$; vạch lam: $0,4861\mu m$; vạch đỏ: $0,6563\mu m$. Bốn vạch này ứng với sự chuyển của electron trong nguyên tử Hydro từ các quỹ đạo M, N, O và P về quỹ đạo L. Hỏi vạch lam ứng với sự chuyển nào?

- A. Sự chuyển $M \rightarrow L$. B. Sự chuyển $N \rightarrow L$.
C. Sự chuyển $O \rightarrow L$. D. Sự chuyển $P \rightarrow L$.

Câu 28: Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J.s$; $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Mức năng lượng của các quỹ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là $-13,6eV$; $-3,4eV$; $-1,5eV$... với: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$; $n = 1, 2, 3, \dots$. Khi electron chuyển từ mức năng lượng ứng với $n = 3$ về $n = 1$ thì sẽ phát ra bức xạ có tần số:

- A. $2,9 \cdot 10^{14} Hz$. B. $2,9 \cdot 10^{15} Hz$. C. $2,9 \cdot 10^{16} Hz$. D. $2,9 \cdot 10^{17} Hz$.

Câu 29: Biết vạch thứ hai của dãy Lyman trong quang phổ của nguyên tử hiđrô có bước sóng là $102,6nm$ và năng lượng tối thiểu cần thiết để bứt electron ra khỏi nguyên tử từ trạng thái cơ bản là $13,6eV$. Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là

- A. $83,2nm$. B. $0,8321\mu m$. C. $1,2818m$. D. $752,3nm$.

Câu 30: Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là $0,6560\mu m$. Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là $0,1220\mu m$. Bước sóng dài thứ hai của dãy Laiman là

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

Câu 31: Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là $1220nm$, bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai của dãy Banme là $0,656\mu m$ và $0,4860\mu m$. Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Laiman là

- A. $0,0224\mu m$. B. $0,4324\mu m$. C. $0,0975\mu m$. D. $0,3672\mu m$.

Câu 32: Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử Hydro được tính theo công thức $E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$ ($n = 1, 2, 3, \dots$). Khi electron trong nguyên tử Hydro chuyển từ quỹ đạo dừng thứ $n = 3$ sang quỹ đạo dừng $n = 2$ thì nguyên tử Hydro phát ra photon ứng với bức xạ có bước sóng bằng:

- A. $0,4350\mu m$. B. $0,4861\mu m$. C. $0,6576\mu m$. D. $0,4102\mu m$.

Câu 33: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Laiman là:

- A. $f_{max} = \frac{E_0}{hc}$; $\lambda_{min} = \frac{h}{E_0}$. B. $f_{max} = \frac{E_0}{h}$; $\lambda_{min} = \frac{h}{E_0}$.
C. $f_{max} = \frac{E_0}{h}$; $\lambda_{min} = \frac{hc}{E_0}$. D. $f_{max} = \frac{E_0}{hc}$; $\lambda_{min} = \frac{hc}{E_0}$.

Câu 34: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Banme là:

- A. $f_{max} = \frac{E_0}{4hc}$; $\lambda_{min} = \frac{4h}{E_0}$. B. $f_{max} = \frac{E_0}{4h}$; $\lambda_{min} = \frac{4hc}{E_0}$.

$$C. f_{max} = \frac{E_0}{4h}; \lambda_{min} = \frac{4h}{E_0}.$$

$$D. f_{max} = \frac{E_0}{4hc}; \lambda_{min} = \frac{4hc}{E_0}.$$

Câu 35: Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Pasen là:

$$A. f_{max} = \frac{E_0}{9h}; \lambda_{min} = \frac{9hc}{E_0}.$$

$$B. f_{max} = \frac{E_0}{9hc}; \lambda_{min} = \frac{9h}{E_0}.$$

$$C. f_{max} = \frac{E_0}{9hc}; \lambda_{min} = \frac{9hc}{E_0}.$$

$$D. f_{max} = \frac{E_0}{9h}; \lambda_{min} = \frac{9h}{E_0}.$$

ĐÁP ÁN

1-C	2-C	3-B	4-C	5-C	6-A	7-C	8-C	9-B	10-A
11-A	12-C	13-A	14-C	15-B	16-A	17-A	18-B	19-B	20-B
21-C	22-D	23-B	24-D	25-C	26-A	27-B	28-B	29-B	30-B
31-C	32-C	33-C	34-B	35-A					

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án C

Theo đề ta có: $\lambda_\alpha, \lambda_\beta$ lần lượt là 2 bước sóng của hai vạch H_α, H_β .

Gọi λ_1 là bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen nên ta có: $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_\beta} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\beta} - \frac{1}{\lambda_\alpha}$

Câu 2: Đáp án C

Làm tương tự câu 1. Suy ra ta được: $\frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}$

Câu 3: Đáp án B

Ta có: $\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_\alpha} + \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{0,1216} + \frac{1}{0,6560} + \frac{1}{1,875}$

$\Rightarrow \lambda_3 = 0,09726 \mu m$

Câu 4: Đáp án C

Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai của dãy Banme là:

$\frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_{1B}} + \frac{1}{\lambda_{2P}} = \frac{1}{0,656} + \frac{1}{1,875} \Rightarrow \lambda_2 = 0,48597 \mu m$

Câu 5: Đáp án c

Bước sóng của vạch thứ ba của dãy Laiman là:

$\frac{1}{\lambda_{3L}} = \frac{1}{\lambda_{2L}} + \frac{1}{\lambda_{2B}} + \frac{1}{\lambda_{1B}} = \frac{1}{0,103} + \frac{1}{0,486} - \frac{1}{0,656}$

$\Rightarrow \lambda_{3L} = 0,0976 \mu m$

Câu 6: Đáp án A

Bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pasen là:

$$\frac{1}{\lambda_{1P}} = \frac{1}{\lambda_{2B}} - \frac{1}{\lambda_{1P}} = \frac{1}{0,486} - \frac{1}{0,656} \Rightarrow \lambda_{1P} = 1,8754 \mu m$$

Câu 7: Đáp án C

Bước sóng của vạch H_{α} trong quang phổ nhìn thấy của nguyên tử Hydro bằng:

$$\frac{1}{\lambda_{H_{\alpha}}} = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{0,103} - \frac{1}{0,122} \Rightarrow \lambda_{H_{\alpha}} = 0,66 \mu m$$

Câu 8: Đáp án C

Ta có:
$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 \\ \frac{hc}{\lambda_2} = E_{\infty} - E_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_{\infty} - E_1 = \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_1} = 2,1758 \cdot 10^{-18} = 13,6 eV .$$

Câu 9: Đáp án B

Vạch thứ hai của dãy Laiman có bước sóng thỏa mãn: $\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1$. Năng lượng tối thiểu để bứt electron

ra khỏi nguyên tử hidro ở trạng thái cơ bản là: $E_{\infty} - E_1 = 13,6 eV$.

Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen thỏa mãn:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_{\infty} - E_1 = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6} - \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,1026 \cdot 10^{-6}} = 2,38865 \cdot 10^{-19}$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,832 \mu m .$$

Câu 10: Đáp án A

Bước sóng dài nhất của bức xạ trong dãy Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1$$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{\lambda} = (-3,4) - (-13,6) = 10,2 eV$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,12 \mu m .$$

Câu 11: Đáp án A

Bán kính quỹ đạo L của nguyên tử Hidro là:

$$r_L = r_0 \cdot n^2 = 5,3 \cdot 10^{-11} \cdot 2^2 = 2,12 \cdot 10^{-10} (m)$$

Câu 12: Đáp án C

Nguyên tử phát ra bức xạ điện từ có bước sóng là:

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

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{\lambda} = ((0,85) - (-13,6)) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,0974 \mu m.$$

Câu 13: Đáp án A

Theo đề ra ta có:
$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = E_L - E_K \\ \frac{hc}{\lambda_2} = E_M - E_L \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_M - E_K = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_3} \Rightarrow \lambda_3 = 0,1027 \mu m.$$

Câu 14: Đáp án C

Trong nguyên tử Hidro, xét các mức năng lượng từ K đến P có số khả năng kích thích để electron tăng bán kính quỹ đạo lên 4 lần là: Từ K đến L ; từ L đến N ; từ M đến P. Tổng có 3 khả năng.

Câu 15: Đáp án B

Ta có:
$$\frac{hc}{\lambda} = E_L - E_K$$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,1028 \cdot 10^{-6}} = E_L - (-13,6) \Rightarrow E_L = -3,4 eV.$$

Câu 16: Đáp án A

Khi bị kích thích nguyên tử H đã chuyển sang quỹ đạo n .

Theo đề ra ta có:
$$\frac{n(n-1)}{2} = 3 \Rightarrow n = 3.$$

Vậy quỹ đạo này là M.

Câu 17: Đáp án A

Nguyên tử phát bức xạ điện từ có bước sóng là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_m - E = (-0,85) - (-13,6) \Rightarrow \lambda = 0,0947 \mu m$$

Câu 18: Đáp án B

Bán kính quỹ đạo dừng N là:

$$r_N = n^2 r_0 = 4^2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} = 8,48 \cdot 10^{-10} m$$

Câu 19: Đáp án B

Bán kính quỹ đạo Bo thứ năm là:

$$r_5 = n^2 r_0 = 5^2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} = 13,25 \cdot 10^{-10} m$$

Câu 20: Đáp án B

Nguyên tử phát ra bức xạ có tần số là: $hf = E_{cao} - E_{thấp}$

$$\Leftrightarrow 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot f = ((-1,514) - (-3,4)) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\Rightarrow f = 4,752 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

Câu 21: Đáp án C

Nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng là:

$$\frac{hc}{\lambda} = (-0,85 + 13,6) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \lambda = 0,0974 \mu\text{m}.$$

Câu 22: Đáp án D

Bước sóng của bức xạ phát ra là:

$$\frac{hc}{\lambda} = (-1,5 + 3,4) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \lambda = 0,654 \mu\text{m}.$$

Câu 23: Đáp án B

Bước sóng dài nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_3 - E_2$

Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_2 - E_1$

Vậy bước sóng dài thứ hai của Laiman là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda = 0,1029 \mu\text{m}$$

Câu 24: Đáp án D

Bước sóng dài nhất trên quỹ đạo Laiman là: $\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1$

Bước sóng ngắn nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_\infty - E_2$

Năng lượng ion hóa nguyên tử hidro khi electron ở trên quỹ đạo có năng lượng thấp nhất là:

$$E_\infty - E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} = 13,6 \text{ eV}$$

Câu 25: Đáp án C

Ta có: Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các photon để nhảy lên một trong các mức trên

khi mà thỏa mãn $n = \sqrt{\frac{-13,6}{E - 13,6}}$ là một số nguyên.

Thay lần lượt từng giá trị của các các mức năng lượng đề bài cho ta thấy khi $E = 10,2 \text{ eV}$ thì $n = 2$ nên thỏa mãn.

Câu 26: Đáp án A

Năng lượng ứng với vạch phổ H_β là:

$$E = E_3 - E_2 = \frac{-13,6}{4^2} + \frac{13,6}{2^2} = 2,55 \text{ eV}$$

Câu 27: Đáp án B

Vạch lam ứng với sự chuyển từ $N \rightarrow L$.

Câu 28: Đáp án B

Khi electron chuyển từ mức năng lượng ứng với $n = 3$ về $n = 1$ thì phát ra bức xạ có tần số:

$$hf = E_2 - E_1 = \frac{-13,6}{3^2} + 13,6 = 12,089 \Rightarrow f = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ (Hz)}$$

Câu 29: Đáp án B

Bước sóng ứng với vạch thứ hai của dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_2$

Năng lượng nguyên tử từ trạng thái cơ bản là: $E_\infty - E_2 = 13,6eV$

Bước sóng ngắn nhất của vạch quang phổ trong dãy Pasen là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_\infty - E_3 = 13,6eV - \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda = 0,8321\mu m$$

Câu 30: Đáp án B

Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman và bước sóng dài nhất trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1$;

$$\frac{hc}{\lambda_2} = E_3 - E_2$$

Vậy bước sóng dài thứ hai trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda = 0,1029\mu m$

Câu 31: Đáp án C

Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1$

Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai trong dãy Banme là: $\frac{hc}{\lambda_2} = E_3 - E_2$; $\frac{hc}{\lambda_3} = E_4 - E_2$

Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Laiman là: $\frac{hc}{\lambda_4} = E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_3} + \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_4 = 0,0975\mu m$

Câu 32: Đáp án C

Bước sóng của bức xạ cần tìm là: $\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_2$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{\lambda \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{-13,6}{3^2} + \frac{13,6}{2^2} \Rightarrow \lambda = 0,6576\mu m.$$

Câu 33: Đáp án C

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Laiman là: $f_{max} = \frac{E_0}{h}$; $\lambda_{min} = \frac{hc}{E_0}$.

Câu 34: Đáp án B

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Banme là: $f_{max} = \frac{E_0}{4h}; \lambda_{min} = \frac{4hc}{E_0}$.

Câu 35: Đáp án A

Tần số lớn nhất và bước sóng nhỏ nhất của dãy Pasen là: $f_{max} = \frac{E_0}{h}; \lambda_{min} = \frac{9hc}{E_0}$.

IV. BÀI TẬP VỀ TIA RÕN-GHEN (TIA X)

- Tia X là sóng điện từ có bước sóng từ $10^{-8} m$ đến $10^{-11} m$.

- Cách tạo ra tia X: Ống phát ra tia X đơn giản là các ống tia catốt, trong đó có lắp thêm một điện cực bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn để chắn dòng tia catốt. Cực kim loại này gọi là đối catốt.

Chú ý

Các electron từ âm cực (Katot) được tăng tốc trong điện trường mạnh, nên có động năng lớn. Khi electron đập vào đối âm cực, chúng xuyên qua lớp vỏ nguyên tử, tương tác với hạt nhân và electron ở bên trong và phát ra sóng điện từ có bước sóng cực ngắn (tia X).

1. Bước sóng nhỏ nhất, tần số lớn nhất của tia X.

1.1. Phương pháp

Gọi U_{AK} là điện áp đặt vào Anốt và Catốt của ống Cu-lít-giơ (ống Ronghen). Theo định lí biến thiên động năng, ta có:

$$W_{dA} - W_{dK} = eU_{AK}$$

Nếu coi động năng của electron khi bứt ra khỏi Catốt vô cùng nhỏ thì ta có

$$W_{dA} = eU_{AK}$$

Khi đến Anốt, các electron có năng lượng là W_{dA} , năng lượng này sẽ chuyển hóa thành nhiệt lượng làm nóng Anốt và một phần năng lượng phát ra tia X. Vậy ta có

$$W_{dA} = eU_{AK} = Q + \frac{hc}{\lambda_x} \geq \frac{hc}{\lambda_x}$$

Từ đó suy ra $\lambda_x \geq \frac{hc}{eU_{AK}}$. Dấu bằng xảy ra khi $Q = 0$, tức là toàn bộ động năng của electron khi đập vào

Anốt chuyển thành năng lượng của tia X.

Vậy bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: $\lambda_{x \min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$

Tần số lớn nhất của tia X là: $f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{x \min}}$

1.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Trong một ống Ron ghen. Biết hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U = 2.10^4 (V)$. Hãy tìm bước sóng nhỏ nhất λ_{\min} của tia Ron ghen do ống phát ra? Bỏ qua động năng ban đầu của electron khi bứt ra khỏi catốt

A. 0,31 pm.

B. 0,62 pm.

C. 0,93 pm.

D. 0,46 pm.

Lời giải

Bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: $\lambda_{x \min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$.

Thay số với

$$U_{AK} = 2.10^4 (V); h = 6,625.10^{-34} (J.s); e = 1,6.10^{-19} (C); c = 3.10^8 (m/s).$$

$$\text{Ta có: } \lambda_{\min} = \frac{6,625.10^{-34} \cdot 3.10^8}{1,6.10^{-19} \cdot 2.10^{16}} = 0,62.10^{-12} (m) = 0,62 (pm)$$

Đáp án B.

Ví dụ 2: Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Ronghen là 18,75kV. Bỏ qua động năng ban đầu của electron khi bứt ra khỏi catốt. Tần số lớn nhất mà tia Ronghen phát ra là bao nhiêu? Cho $e = 1,6.10^{-19}$, $h = 6,625.10^{-34} J.s$, $c = 3.10^8 m/s$.

- A. $3,8.10^{18} \text{ Hz}$. B. $6,3.10^{18} \text{ Hz}$. C. $4,2.10^{18} \text{ Hz}$. D. $2,1.10^{18} \text{ Hz}$.

Lời giải

$$\text{Bước sóng ngắn nhất của tia X phát ra là: } \lambda_{X \min} = \frac{hc}{eU_{AK}}$$

$$\text{Tần số lớn nhất của tia X là: } f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{X \min}} = \frac{eU_{AK}}{h} = 4,2.10^{18} \text{ Hz}$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Một ống Cu-lít-giơ (ống tia X) đang hoạt động. Bỏ qua động năng ban đầu của các electron khi bứt ra khỏi catốt. Ban đầu, hiệu điện thế giữa anốt và catốt là U thì tốc độ của electron khi đập vào anốt là v . Khi hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $1,5U$ thì tốc độ của electron đập vào anốt thay đổi một lượng 4000 km/s so với ban đầu. Giá trị của v là

- A. $1,78.10^7 m/s$. B. $3,27.10^6 m/s$.
C. $8,00.10^7 m/s$. D. $2,67.10^6 m/s$.

Lời giải

$$\text{Ta có: } \frac{1}{2}mv^2 = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} \Rightarrow v \sim \sqrt{U}$$

Gọi vận tốc lúc đầu là v_1 , lúc sau là v_2

$$\Rightarrow \begin{cases} v_2 - v_1 = 4000 \text{ km/s} = 4.10^6 \text{ m/s} \\ \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{1,5U}{U}} = \sqrt{1,5} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = v = 1,78.10^7 \text{ m/s} \\ v_2 = 2,18.10^7 \text{ m/s} \end{cases}$$

Đáp án A.

1.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Ống Ronghen đặt dưới hiệu điện thế $U_{AK} = 19995V$. Tính bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra

- A. $6,2.10^{-8} m$. B. $3,1.10^{-8} m$. C. $9,3.10^{-8} m$. D. $5,8.10^{-8} m$.

Câu 2: Hiệu điện thế giữa hai điện cực của ống Cu-lít-giơ (Ống tia X) là $U_{AK} = 2.10^4 V$. Bỏ qua động năng ban đầu của electron khi bứt ra khỏi catốt. Tính tần số lớn nhất của tia X mà ống có thể phát ra

- A. $0,215.10^{19} Hz$. B. $0,398.10^{19} Hz$. C. $0,483.10^{19} Hz$. D. $0,5.10^{19} Hz$.

ĐÁP ÁN

Câu 1: Đáp án A.

Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra là:

$$\lambda_{X \min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875.10^{-26}}{1,6.10^{-19}.19995} = 6,2.10^{-8} m.$$

Câu 2: Đáp án C.

Tần số lớn nhất mà ống có thể phát ra:

$$f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{X \min}} = \frac{eU_{AK}}{h} = \frac{1,6.10^{-19}.19995}{6,625.10^{-34}} = 4,83.10^{18} (Hz).$$

2. Vận tốc cực đại của electron khi đập vào anốt

2.1. Phương pháp

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của e , ta có

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}}$$

Nếu động năng ban đầu của e khi bứt khỏi Catốt là W_{dK} thì ta có

$$W_{dA} - W_{dK} = eU_{AK} \Rightarrow \frac{m_e v_A^2}{2} = v_A = \sqrt{\frac{2(eU_{AK} + W_{dK})}{m_e}}$$

2.2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hiệu điện thế giữa Anốt và Catốt của ống Cu-lít-giơ là 20kV. Cho $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của electron. Tính vận tốc của electron khi đập vào anốt?

- A. $8,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. B. $4,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. C. $6,7 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. D. $4,8 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

Lời giải

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của e , ta có vận tốc của electron khi tới anốt là:

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}} = 8,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một ống Cu-lít-giơ có công suất trung bình 300W, hiệu điện thế giữa anốt và catốt có giá trị 10 kV. Tính tốc độ cực đại của các electron khi tới anốt.

- A. $0,57 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. B. $0,32 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
C. $0,64 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. D. $0,58 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Lời giải

Nếu bỏ qua động năng ban đầu của electron, ta có vận tốc của electron khi tới anốt là:

$$W_{dA} = eU_{AK} = \frac{m_e v_A^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}} = 0,58 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Đáp án D.

Ví dụ 3: Khi tăng hiệu điện thế của một ống tia X lên n lần với $n > 1$, thì bước sóng cực tiểu của tia X mà ống phát ra giảm một lượng $\Delta\lambda$. Hiệu điện thế ban đầu của ống là:

- A. $\frac{hc}{e(n-1)\Delta\lambda}$. B. $\frac{hc(n-1)}{en\Delta\lambda}$. C. $\frac{hc}{en\Delta\lambda}$. D. $\frac{hc(n-1)}{e\Delta\lambda}$.

Lời giải

$$\text{Ta có: } \begin{cases} eU_{AK} = \frac{hc}{\lambda} \\ enU_{AK} = \frac{hc}{\lambda - \Delta\lambda} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{U_{AK}} = \frac{e\lambda}{hc} \\ \frac{1}{nU_{AK}} = \frac{e(\lambda - \Delta\lambda)}{hc} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{U_{AK}} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{e\Delta\lambda}{hc}$$

Từ đó suy ra hiệu điện thế ban đầu của ống là $U_{AK} = \frac{hc(n-1)}{en\Delta\lambda}$

Đáp án B.

2.3. Bài tập tự luyện

Câu 1: Trong ống Cu-lít-giơ để tạo ra tia X (tia Rơn-ghen), biết tốc độ của êlectrôn tới anốt là $5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn khi bật ra khỏi catốt. Để giảm tốc độ của êlectrôn khi đến anốt $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ thì hiệu điện thế giữa hai đầu ống phải giảm là

- A. 1465 V. B. 1092 V. C. 1535 V. D. 1635 V.

Câu 2: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là $U_0 = 18200 \text{ V}$. Bỏ qua động năng của electron khi bật ra khỏi catốt. Tính bước sóng ngắn nhất của tia X do ống phát ra. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- A. 68pm. B. 6,8pm. C. 34pm. D. 3,4pm.

Câu 3: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là 18,75 kV. Biết độ lớn điện tích electron (electron), tốc độ sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của electron. Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen do ống phát ra là

- A. $0,4625 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. B. $0,5625 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.
C. $0,6625 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. D. $0,6625 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Câu 4: Ống Cu-lít-giơ hoạt động với hiệu điện thế cực đại 50 (kV). Bước sóng nhỏ nhất của tia X mà ống có thể tạo ra là: (lấy gần đúng). Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- A. 0,25 (Angstrom). B. 0,75 (Angstrom).
C. 2 (Angstrom). D. 0,5 (Angstrom).

Câu 5: Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là $U_0 = 25 \text{ kV}$. Coi vận tốc ban đầu của chùm electron (electron) phát ra từ catốt bằng không. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Tần số lớn nhất của tia Rơnghen do ống này có thể phát ra là

- A. $6,038 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$. B. $60,380 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.
C. $6,038 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. D. $60,380 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$.

Câu 6: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $2,65 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Bỏ qua động năng ban đầu của các electron khi thoát ra khỏi bề mặt catốt. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Điện áp cực đại giữa hai cực của ống là:

- A. 46875V. B. 4687,5V. C. 15625V. D. 1562,5V.

Câu 7: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng nhỏ nhất là 5 Å. Cho điện tích electron là $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, hằng số Planck là $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, vận tốc của ánh sáng trong chân không là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Hiệu điện thế cực đại U_0 giữa anốt và catốt là bao nhiêu?

- A. 2500 V. B. 2485 V. C. 1600 V. D. 3750 V.

Câu 8: Một ống Cu-lít-giơ phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6,21 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Biết độ lớn điện tích electron (electron), tốc độ sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$. Bỏ qua động năng ban đầu của electron. Điện áp cực đại giữa anốt và catốt của ống là

A. 2 kV.

B. 20 kV.

C. 2,15 kV.

D. 21,15 kV.

ĐÁP ÁN

1-B	2-A	3-D	4-A	5-A	6-A	7-B	8-B
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án B.

Khi bỏ qua động năng ban đầu của e , ta có vận tốc của electron khi tới anot sẽ là:

$$v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AK}}{m_e}}$$

Nên khi $v_A = 5 \cdot 10^7 (m/s)$ thì hiệu điện thế giữa anot và catot của ống Cu-lít-giơ là: $U_{AK} = 7109,375V$.

Còn để vận tốc khi đến anot giảm xuống còn $v_A = 4,6 \cdot 10^7 (m/s)$ thì hiệu điện thế lúc này là:

$$U_{AK} = 6017,375V.$$

Vậy hiệu điện thế giữa hai đầu ống phải giảm

$$7109,375 - 6017,375 = 1092V.$$

Câu 2: Đáp án A.

Bước sóng ngắn nhất của tia X do ống Cu-lít-giơ phát ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18200} = 6,8 \cdot 10^{-11} = 678pm.$$

Câu 3: Đáp án D.

Bước sóng nhỏ nhất của tia X do ống Cu-lít-giơ phát ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18,75 \cdot 10^3} = 0,6625 \cdot 10^{-10} m.$$

Câu 4: Đáp án A.

Bước sóng nhỏ nhất tia X có thể tạo ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 10^3} = 2,484375 \cdot 10^{-11} = 0,2484375 \text{ \AA}$$

Câu 5: Đáp án A.

Tần số lớn nhất tia Rơn ghen do ống này có thể phát ra là:

$$f = \frac{eU_{AK}}{h} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^3}{6,625 \cdot 10^{-34}} = 6,038 \cdot 10^{18} Hz.$$

Câu 6: Đáp án A.

Điện áp cực đại giữa hai cực của ống là:

A. $60,380.10^{18}$ Hz.

B. $6,038.10^{15}$ Hz.

C. $60,380.10^{15}$ Hz.

D. $6,038.10^{18}$ Hz.

Câu 12: Công suất bức xạ của Mặt Trời là $3,9.10^{26}$ W. Năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là

A. $3,3696.10^{30}$ J.

B. $3,3696.10^{29}$ J.

C. $3,3696.10^{32}$ J.

D. $3,3696.10^{31}$ J.

Câu 13: Trong chân không, bức xạ đơn sắc vàng có bước sóng là $0,589 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^8$ m/s và $e = 1,6.10^{-19}$ C. Năng lượng của photon ứng với bức xạ này có giá trị là

A. 2,11 eV.

B. 4,22 eV.

C. 0,42 eV.

D. 0,21 eV.

Câu 14: Đối với nguyên tử hiđrô, các mức năng lượng ứng với các quỹ đạo dừng K, M có giá trị lần lượt là: $-13,6$ eV; $-1,51$ eV. Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^8$ m/s và $e = 1,6.10^{-19}$ C. Khi electron chuyển từ quỹ đạo dừng M về quỹ đạo dừng K, thì nguyên tử hiđrô có thể phát ra bức xạ có bước sóng

A. $102,7 \mu\text{m}$.

B. $102,7 \text{mm}$.

C. $102,7 \text{nm}$.

D. $102,7 \text{pm}$.

Câu 15: Một nguồn phát ra ánh sáng có bước sóng $662,5 \text{nm}$ với công suất phát sáng là $1,5.10^{-4}$ W. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^8$ m/s. Số photon được nguồn phát ra trong 1 s là

A. 5.10^{14} .

B. 6.10^{14} .

C. 4.10^{14} .

D. 3.10^{14} .

Câu 16: 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 17: Công thoát electron của một kim loại là $7,64.10^{-19}$ 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 $\lambda_3 = 0,35 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, $c = 3.10^8$ m/s. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó?

A. Hai bức xạ (λ_1 và λ_2)

B. Không có bức xạ nào trong ba bức xạ trên.

C. Cả ba bức xạ (λ_1 , λ_2 và λ_3)

D. Chỉ có bức xạ λ_1 .

Câu 18: Đối với nguyên tử hiđrô, khi electron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra photon có bước sóng $0,1026 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, $e = 1,6.10^{-19}$ C và $c = 3.10^8$ m/s. Năng lượng của photon này bằng

A. 1,21 eV.

B. 11,2 eV.

C. 12,1 eV.

D. 121 eV.

Câu 19: Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $0,452 \mu\text{m}$ và $0,243 \mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là $0,5 \mu\text{m}$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, $c = 3.10^8$ m/s và $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng

A. $2,29 \cdot 10^4 \text{ m/s}$.

B. $9,24 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

C. $9,61 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.

D. $1,34 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Câu 20: Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính theo công thức $-\frac{13,6}{n^2}(eV)(n=1,2,3,\dots)$. Khi electron trong nguyên tử hiđrô chuyển từ quỹ đạo dừng $n=3$ sang quỹ đạo dừng $n=2$ thì nguyên tử hiđrô phát ra photon ứng với bức xạ có bước sóng bằng

A. $0,4350 \mu\text{m}$.

B. $0,4861 \mu\text{m}$.

C. $0,6576 \mu\text{m}$.

D. $0,4102 \mu\text{m}$.

Câu 21: Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang với tần số $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Khi dùng ánh sáng có bước sóng nào dưới đây để kích thích thì chất này không thể phát quang?

A. $0,55 \mu\text{m}$.

B. $0,45 \mu\text{m}$.

C. $0,38 \mu\text{m}$.

D. $0,40 \mu\text{m}$.

Câu 22: Theo mẫu nguyên tử Bo, bán kính quỹ đạo K của electron trong nguyên tử hiđrô là r_0 . Khi electron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt

A. $12r_0$.

B. $4r_0$.

C. $9r_0$.

D. $16r_0$.

Câu 23: Một kim loại có công thoát electron là $7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Chiếu lần lượt vào kim loại này là các bức xạ có bước sóng

$$\lambda_1 = 0,18 \mu\text{m}, \lambda_2 = 0,21 \mu\text{m}, \lambda_3 = 0,32 \mu\text{m}$$

$$\text{và } \lambda_4 = 0,35 \mu\text{m}.$$

Những bức xạ có thể gây hiện tượng quang điện ở kim loại này có bước sóng là

A. λ_1, λ_2 và λ_3 .

B. λ_1 và λ_2 .

C. λ_2, λ_3 và λ_4 .

D. λ_3 và λ_4 .

Câu 24: Một nguồn sáng chỉ phát ra ánh sáng đơn sắc có tần số $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Công suất bức xạ điện từ của nguồn là 10 W . Số photon mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng

A. $3,02 \cdot 10^{19}$.

B. $0,33 \cdot 10^{19}$.

C. $3,02 \cdot 10^{20}$.

D. $3,24 \cdot 10^{19}$.

Câu 25: Nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_n = -1,5 \text{ eV}$ sang trạng thái dừng có năng lượng $E_m = -3,4 \text{ eV}$. Bước sóng của bức xạ mà nguyên tử hiđrô phát ra xấp xỉ bằng

A. $0,654 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

B. $0,654 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.

C. $0,654 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.

D. $0,654 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.

Câu 26: 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. Hãy tính tỷ lệ số photon mà nguồn kích thích và số photon mà nguồn phát ra trong một giây.

A. $\frac{1}{10}$.

B. $\frac{4}{5}$.

C. $\frac{2}{5}$.

D. $\frac{1}{5}$.

Câu 27: Trong nguyên tử hiđrô, bán kính Bo là $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m. Ở một trạng thái kích thích của nguyên tử hiđrô, electron chuyển động trên quỹ đạo dừng có bán kính là $r = 2,12 \cdot 10^{-10}$ m. Quỹ đạo đó có tên gọi là quỹ đạo dừng

A. L.

B. N.

C. O.

D. M.

Câu 28: Khi electron ở quỹ đạo dừng thứ n thì năng 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 bước sóng λ_1 và λ_2 là

A. $\lambda_2 = 5\lambda_1$.

B. $27\lambda_2 = 128\lambda_1$.

C. $\lambda_2 = 4\lambda_1$.

D. $189\lambda_2 = 800\lambda_1$.

Câu 29: Khi chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda_1 = 0,30 \mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện thì xảy ra hiện tượng quang điện và hiệu điện thế hãm lúc đó là 2 V. Nếu đặt vào giữa anốt và catốt của tế bào quang điện trên một hiệu điện thế $U_{AK} = -2\text{V}$ và chiếu vào catốt một bức xạ điện từ khác có bước sóng $\lambda_2 = 0,15 \mu\text{m}$ thì động năng cực đại của electron quang điện ngay trước khi tới anốt bằng

A. $1,325 \cdot 10^{-18}$ J.

B. $6,625 \cdot 10^{-19}$ J.

C. $9,825 \cdot 10^{-19}$ J.

D. $3,425 \cdot 10^{-19}$ J.

Câu 30: Các nguyên tử hydro đang ở trạng thái dừng ứng với electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính gấp 9 lần so với bán kính Bo. Khi chuyển về các trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn thì các nguyên tử sẽ phát ra các bức xạ có tần số khác nhau. Có thể có nhiều nhất bao nhiêu tần số?

A. 2.

B. 4.

C. 1.

D. 3.

Câu 31: Giữa anốt và catốt của một ống phát tia X có hiệu điện thế không đổi 25 kV. Bỏ qua động năng của electron khi bứt ra từ catốt. Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra bằng

A. 31,57 pm.

B. 39,73 pm.

C. 49,69 pm.

D. 35,15 pm.

Câu 32: Một kim loại có giới hạn quang điện là λ_0 . Chiếu bức xạ có bước sóng bằng $\frac{\lambda_0}{3}$ vào kim loại này. Cho rằng năng lượng mà electron quang điện hấp thụ từ photon của bức xạ trên, một phần dùng để giải phóng nó, phần còn lại biến hoàn toàn thành động năng của nó. Giá trị động năng này là

A. $\frac{3hc}{\lambda_0}$

B. $\frac{hc}{2\lambda_0}$

C. $\frac{hc}{3\lambda_0}$

D. $\frac{2hc}{\lambda_0}$

Câu 33: Nguyên tử hiđrô chuyển từ một trạng thái kích thích về trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn phát ra bức xạ có bước sóng 486 nm. Độ giảm năng lượng của nguyên tử hiđrô khi phát ra bức xạ này là

A. $4,09 \cdot 10^{-15}$ J.

B. $4,86 \cdot 10^{-9}$ J.

C. $4,09 \cdot 10^{-19}$ J.

D. $3,08 \cdot 10^{-20}$ J.

Câu 34: Laze A phát ra chùm bức xạ có bước sóng $0,45\mu m$ với công suất $0,8W$. Laze B phát ra chùm tia bức xạ có bước sóng $0,60\mu m$ 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 35: Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hiđrô, 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 36: Biết công thoát electron của các kim loại: canxi, kali, bạc và đồng lần lượt là: $2,89 eV$; $2,26eV$; $4,78 eV$ và $4,14 eV$. Chiếu ánh sáng có bước sóng $0,33 \mu m$ 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.

Câu 37: Theo mẫu nguyên tử Bo, trong nguyên tử hiđrô, 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. $f_3 = f_1 + f_2$. D. $f_3 = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$.

Câu 38: Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $0,542\mu m$ và $0,243\mu m$ vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là $0,500 \mu m$. Biết khối lượng của electron là $m_e = 9,1.10^{-31} kg$. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng

- A. $9,61.10^5 m/s$. B. $9,24.10^5 m/s$.
C. $2,29.10^6 m/s$. D. $1,34.10^6 m/s$.

Câu 39: Gọi $\epsilon_d, \epsilon_L, \epsilon_T$ lần lượt là năng lượng của photon ánh sáng đỏ, photon ánh sáng lam và photon ánh sáng tím. Ta có

- A. $\epsilon_d > \epsilon_L > \epsilon_T$. B. $\epsilon_T > \epsilon_L > \epsilon_d$.
C. $\epsilon_T > \epsilon_d > \epsilon_L$. D. $\epsilon_L > \epsilon_T > \epsilon_d$.

Câu 40: Giới hạn quang điện của một kim loại là $0,30 \mu m$. Công thoát của electron khỏi kim loại này là

- A. $6,625.10^{-20} J$. B. $6,625.10^{-17} J$.
C. $6,625.10^{-19} J$. D. $6,625.10^{-18} J$.

ĐÁP ÁN

1-A	2-D	3-C	4-C	5-B	6-C	7-B	8-A	9-C	10-C
11-D	12-D	13-A	14-C	15-A	16-C	17-A	18-C	19-C	20-C

21-A	22-A	23-B	24-A	25-B	26-C	27-A	28-D	29-B	30-D
31-C	32-D	33-C	34-A	35-C	36-C	37-A	38-A	39-B	40-C

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Đáp án A.

Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện là:

$$W_{d \max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$= 19,875 \cdot 10^{-26} \left(\frac{1}{0,35 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6}} \right) = 1,7 \cdot 10^{-19} J.$$

Câu 2: Đáp án D.

Giới hạn quang điện của kim loại đó là:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,88 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,607 \cdot 10^{-7} m = 0,66 \mu m.$$

Câu 3: Đáp án C.

Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống là:

$$U_{AK} = \frac{hc}{e\lambda_{\min}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,21 \cdot 10^{-11}}$$

$$= 20000,3V = 20,0003kV.$$

Câu 4: Đáp án C.

Nguyên tử phát ra bức xạ có bước sóng là:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n \Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{\lambda} = (-0,85 + 13,6) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\Rightarrow \lambda = 9,74 \cdot 10^{-8} m = 0,074 \mu m.$$

Câu 5: Đáp án B.

Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen do ống phát ra là:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18,75 \cdot 10^3} = 0,626 \cdot 10^{-10} m.$$

Câu 6: Đáp án C.

Theo đề: $12\nu_2 = \frac{3\nu_1}{4} \Rightarrow \nu_1 = 16\nu_2$

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{m(v_1)^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{m(16v_1)^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{256hc}{\lambda_1} = 256A + 256 \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + 256 \frac{mv_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 255A = 255 \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{256}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_0 = 0,2598 \mu m.$$

Câu 7: Đáp án B.

Tần số mà nguyên tử phát ra là:

$$hf = (-1,514 + 3,407) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow f = 4,571 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

Câu 8: Đáp án A.

Ta có: $\frac{hc}{\lambda} = A + W_{d \max}.$

Khi truyền trong môi trường trong suốt trên, tỉ số năng lượng photon có bước sóng λ_1 so với năng lượng

của photon có bước sóng λ_2 : $\frac{W_1}{W_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{9}.$

Câu 9: Đáp án C.

Công thoát của electron kim loại làm catot bằng:

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{mv^2}{2} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,485 \cdot 10^{-6}} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} (4 \cdot 10^5)^2}{2}$$

$$= 3,699 \cdot 10^{-19}$$

Câu 10: Đáp án C.

Vì $f_1 < f_2$ nên hiệu điện thế cực đại của $V_2 > V_1.$

Vậy khi chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là $V_2.$

Câu 11: Đáp án D.

Tần số lớn nhất của tia Rơn-ghen do ống này có thể phát ra là:

$$f_{\max} = \frac{eU_{AK}}{h} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^3}{6,625 \cdot 10^{-34}} = 6,038 \cdot 10^{18} \text{ Hz.}$$

Câu 12: Đáp án D.

Năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là:

$$W = P \cdot t = 3,9 \cdot 10^{26} \cdot 8640 = 3,696 \cdot 10^{31} \text{ J.}$$

Câu 13: Đáp án A.

Năng lượng của photon ứng với bức xạ này có giá trị là: $W = \frac{hc}{\lambda e} = 2,1 \text{ eV.}$

Câu 14: Đáp án C.

Khi electron chuyển quỹ đạo dừng M về quỹ đạo dừng K , thì nguyên tử hydro có thể phát ra bức xạ có

bước sóng: $\frac{hc}{\lambda} = (-1,51 + 13,6) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$

$\Rightarrow \lambda = 1,0275 \cdot 10^{-7} m.$

Câu 15: Đáp án A.

Số photon được nguồn phát ra trong một giây là:

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{hc/\lambda} = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 662,5 \cdot 10^{-9}}{19,875 \cdot 10^{-26}} = 5 \cdot 10^{14}$$

Câu 16: Đáp án C.

Một đám nguyên tử hydro 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 tất

cả số vạch là: $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6.$

Câu 17: Đáp án A.

Công thoát của một kim loại là $7,64 \cdot 10^{-19} J$ thì bước sóng giới hạn của kim loại đó là: $\lambda_0 = 0,26014 \mu m.$

Vậy để thỏa mãn điều kiện xảy ra hiện tượng quang điện có bước sóng $\lambda_1; \lambda_2$ là thỏa mãn.

Câu 18: Đáp án C.

Năng lượng của photon này là: $W = \frac{hc}{\lambda e} = 12,1 eV.$

Câu 19: Đáp án C.

Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv^2}{2}$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,243 \cdot 10^{-6}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,5 \cdot 10^{-6}} + \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2}{2}$$

$\Rightarrow v = 9,6 \cdot 10^5 (m/s)$

Câu 20: Đáp án C.

Nguyên tử hydro phát ra bức xạ có bước sóng bằng:

$$\frac{hc}{\lambda} = \left(\frac{-13,6}{3^2} + \frac{13,6}{2^2} \right) 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$\Rightarrow \lambda = 6,576 \cdot 10^{-7} m = 0,6576 \mu m.$

Câu 21: Đáp án A.

Một chất có khả năng phát ra ánh sáng phát quang có tần số $f = 6.10^{14}$ thì bước sóng giới hạn quang điện là: $\lambda_0 = 5.10^{-7} m = 0,5\mu m$. Vậy nên khi dùng ánh sáng có bước sóng kích thích là $0,55\mu m$ thì sẽ không xảy ra hiện tượng quang điện.

Câu 22: Đáp án A.

Khi electron chuyển từ quỹ đạo N về quỹ đạo L thì bán kính quỹ đạo giảm bớt $4^2 - 2^2 = 12$ lần r_0 .

Câu 23: Đáp án B.

Kim loại có công thoát electron là: $7,2.10^{-19} J$. Nên giới hạn quang điện của kim loại là: $\lambda_0 = 0,276\mu m$

Vậy từ các bước sóng mà đề đã đưa ra thì chỉ có λ_1 và λ_2 là xảy ra hiện tượng quang điện.

Câu 24: Đáp án A.

Số photon mà nguồn phát ra trong một giây xấp xỉ bằng:

$$N = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{hf} = \frac{10}{6,625.10^{-34} \cdot 5.10^{14}} = 3,02.10^{19}$$

Câu 25: Đáp án B.

Bước sóng của bức xạ mà nguyên tử phát ra xấp xỉ bằng: $\frac{hc}{\lambda} = (E_n - E_m)e \Rightarrow \lambda = 0,654.10^{-6} m$.

Câu 26: Đáp án C.

$$\text{Ta có tỷ lệ: } \frac{N_{kt}}{N_{pr}} = \frac{P_{kt} / \varepsilon_{kt}}{P_{pr} / \varepsilon_{pr}} = \frac{P_{kt}}{P_{pr}} \cdot \frac{\lambda_{pr}}{\lambda_{kt}} = \frac{1}{0,2} \cdot \frac{0,26}{0,52} = \frac{5}{2}$$

Câu 27: Đáp án A.

Ta có: $n^2 = \frac{r}{r_0} = \frac{2,12.10^{-10}}{5,3.10^{-11}} = 4 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow$ đây ứng với quỹ đạo là L .

Câu 28: Đáp án D.

$$\text{Ta có: } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{1}{5^2} - \frac{1}{2^2}}{\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1}} = \frac{189}{800} \Rightarrow 189\lambda_2 = 800\lambda_1$$

Câu 29: Đáp án B.

Ban đầu ta được:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU \Rightarrow \frac{19,875.10^{-26}}{0,3.10^{-6}} = \frac{19,875.10^{-26}}{\lambda_0} + 1,6.10^{-19} \cdot 2$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = 5,8.10^{-7} m.$$

Bây giờ đặt vào giữa anot và cato của một tế bào quang điện một hiệu điện thế $U_{AK} = -2V$ và chiếu vào catot một bức xạ điện từ khác điện từ khác có bước sóng λ_2 thì động năng cực đại của electron là:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_{KA} + W_d \Rightarrow W_d = 6,625 \cdot 10^{-19} J.$$

Câu 30: Đáp án D.

Trạng thái dừng ứng với electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính gấp 9 lần so với bán kính B_0 nên nguyên tử đang ở quỹ đạo M .

Vậy số tần số khác nhau có thể phát ra là:

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3.$$

Câu 31: Đáp án C.

Bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống có thể phát ra bằng:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^3}$$

$$= 4,96875 \cdot 10^{-11} m = 49,69 pm.$$

Câu 32: Đáp án D.

Giá trị động năng này là:

$$W = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_0/3} - \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{2hc}{\lambda_0}.$$

Câu 33: Đáp án C.

Độ giảm năng lượng của nguyên tử hidro khi phát ra bức xạ này là:

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{486 \cdot 10^{-9}} = 4,09 \cdot 10^{-19} J.$$

Câu 34: Đáp án A.

Tỉ số giữa số photon của laze B và số photon của laze A phát ra trong mỗi giây là:

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{P_B}{P_A} \cdot \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{0,6}{0,8} \cdot \frac{0,6}{0,45} = 1$$

Câu 35: Đáp án C.

Tỷ số giữa tốc độ của electron trên quỹ đạo K và tốc độ của electron trên quỹ đạo M là:

$$\frac{v_K}{v_M} = \sqrt{\frac{r_M}{r_K}} = n = 3$$

Câu 36: Đáp án C.

Hiện tượng quang điện sẽ xảy ra với các kim loại bạc và đồng.

Câu 37: Đáp án A.

Ta có:
$$\begin{cases} hf_1 = E_p - E_K \\ hf_2 = E_p - E_L \end{cases}$$

$$\Rightarrow hf_3 = E_L - E_K = hf_1 - hf_2 \Rightarrow f_3 = f_1 - f_2.$$

Câu 38: Đáp án A.

Vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện bằng:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{m\nu^2}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,243 \cdot 10^{-6}} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,5 \cdot 10^{-6}} + \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \nu^2}{2}$$

$$\Rightarrow \nu = 9,61 \cdot 10^5 \text{ m/s}.$$

Câu 39: Đáp án B.

Ta có: $\lambda_T < \lambda_L < \lambda_D \Rightarrow \varepsilon_T > \varepsilon_L > \varepsilon_D$.

Câu 40: Đáp án C.

Công thoát của electron khỏi kim loại này là:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{19,875 \cdot 10^{-26}}{0,3 \cdot 10^{-6}} = 6,625 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$