

CHƯƠNG VI : LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Bài 30 : HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN- THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

I. Hiện tượng quang điện:

1. Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện:

- Gắn một tấm kẽm tích điện âm vào một tĩnh điện kế: kim tĩnh điện kế bị lệch.
- Chiếu chùm sáng hồ quang vào tấm kẽm: góc lệch của kim điện kế giảm.
- Hiện tượng xảy ra tương tự nếu thay kẽm bằng kim loại khác.
- Nếu chắn chùm tia hồ quang bằng một tấm thủy tinh: hiện tượng không xảy ra.

Kết luận: Tia tử ngoại làm bật các electron khỏi mặt tấm kẽm, còn ánh sáng nhìn thấy được thì không.

2. Định nghĩa:

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

<https://sites.google.com/site/vatlyvmd/bai-ghi/k12/ch-6-luong-tu-anh-sang/bai-1-hien-tuong-quang-dien>

II. Định luật về giới hạn quang điện:

Đối với mỗi kim loại, ánh sáng kích thích phải có bước sóng ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện λ_0 của kim loại đó, mới gây ra được hiện tượng quang điện.

* Thuyết sóng điện từ về ánh sáng không giải thích được định luật về giới hạn quang điện, vì theo thuyết này: cường độ của chùm sáng đủ mạnh (tức điện trường đủ lớn) sẽ làm cho các electron trong kim loại dao động mạnh đến mức có thể bứt ra khỏi kim loại, bất kể bước sóng ánh sáng bằng bao nhiêu.

* Định luật này chỉ có thể thích bằng thuyết lượng tử ánh sáng.

III. Thuyết lượng tử ánh sáng:

1. Giả thuyết Plăng:

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử (phân tử) hấp thụ (phát xạ) có giá trị hoàn toàn xác định gọi là lượng tử năng lượng.

= hf

f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra (Hz).

$h = 6,625.10^{-34} \text{J.s}$: hằng số Plăng.

: lượng tử năng lượng (J).

2. Thuyết lượng tử ánh sáng:

Dựa vào giả thuyết của Plăng, Anh-xtanh đề ra thuyết lượng tử ánh sáng. Nội dung:

- Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là photon.
- Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các photon đều giống nhau, mỗi photon mang năng lượng bằng hf.
- Trong chân không, photon bay với tốc độ $c=3.10^8 \text{m/s}$ dọc theo các tia sáng.

- Mỗi lần một nguyên tử (phân tử) phát xạ (hấp thụ) ánh sáng thì chúng phát ra (hấp thụ) một photon.

Không có photon đứng yên.

3. Giải thích định luật về giới hạn quang điện bằng thuyết lượng tử ánh sáng:

Theo Anh-xtanh, hiện tượng quang điện xảy ra do electron trong kim loại hấp thụ photon của ánh sáng kích thích.

- Mỗi photon khi bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng cho một electron.

- Muốn thoát khỏi kim loại, electron phải có một công thoát A để thắng lực liên kết.

Như vậy, muốn có hiện tượng quang điện xảy ra thì năng lượng của photon phải lớn hơn hay bằng công thoát.

Ta có: $hf \geq A$

Hay: $h \frac{c}{\lambda} \geq A$

Suy ra: $\lambda \leq \frac{hc}{A}$

Đặt: $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$: gọi là giới hạn quang điện của kim loại.

Nên: $\lambda \leq \lambda_0$

IV. Lượng tính sóng – hạt của ánh sáng:

Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt: ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt.

DẠNG 1: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN.

1. Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catốt là $0,30\mu\text{m}$. Công thoát của kim loại dùng làm catốt

A. 1,16 eV B. 2,21 eV C. 4,14 eV D. 6,62 eV

2. Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc vào một tấm kẽm có giới hạn quang điện $0,35\mu\text{m}$. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra khi chùm bức xạ có bước sóng

A. $0,1\mu\text{m}$ B. $0,2\mu\text{m}$ C. $0,3\mu\text{m}$ D. $0,4\mu\text{m}$

3. Công thoát electron của kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện là $7,23 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Nếu chiếu lần lượt vào tế bào quang điện này các bức xạ $\lambda_1=0,18\mu\text{m}$; $\lambda_2=0,21\mu\text{m}$; $\lambda_3=0,28\mu\text{m}$; $\lambda_4=0,32\mu\text{m}$; $\lambda_5=0,4\mu\text{m}$ thì những bức xạ nào gây ra hiện tượng quang điện

A. λ_1 và λ_2 B. λ_1, λ_2 và λ_4 C. λ_2, λ_3 và λ_5 D. λ_2, λ_3 và λ_4

4. Một chất quang dẫn có giới hạn quang dẫn là $0,62\mu\text{m}$. Chiếu vào chất bán dẫn có lần lượt các chùm bức xạ đơn sắc có tần số $f_1 = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; $f_2 = 5,01 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$; $f_3 = 6,5 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$; $f_4 = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ thì hiện tượng quang dẫn sẽ xảy ra với chùm bức xạ có tần số

A. f_1 B. f_2 C. f_3 D. f_4

5. Công thoát electron khỏi kim loại là 1,88eV. Dùng kim loại này làm catốt của một tế bào quang điện. Chiếu vào catốt một ánh sáng có bước sóng $0,489 \mu\text{m}$. Vận tốc cực đại của electron thoát ra khỏi catốt

A. $0,48 \cdot 10^6 \text{ cm/s}$ B. $0,48 \cdot 10^6 \text{ mm/s}$ C. $0,48 \cdot 10^{10} \text{ m/s}$ D. $0,48 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

6. Chiếu một chùm ánh sáng đơn sắc có bước sóng 400 nm vào catốt của một tế bào quang điện, được làm bằng Na. Giới hạn quang điện của Na là $0,5\mu\text{m}$. Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron là

A. $3,28 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ B. $4,67 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ C. $5,45 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ D. $6,33 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

7. Giả thiết các electron thoát ra khỏi kim loại đều bị hút về phía anốt, khi đó dòng quang điện có cường độ 0,4mA. Tìm số electron thoát ra từ catốt trong 1s
A. $4 \cdot 10^{16}$ hạt **B.** $4 \cdot 10^{15}$ hạt **C.** $2,5 \cdot 10^{15}$ hạt **D.** $2,5 \cdot 10^{17}$ hạt
8. Chiếu vào catốt bức xạ có bước sóng $0,2\mu\text{m}$, công suất bức xạ là 0,2kW. Số photon chiếu vào ca tốt trong 1s
A. $0,125 \cdot 10^{19}$ hạt **B.** $1,25 \cdot 10^{19}$ hạt **C.** $2 \cdot 10^{21}$ hạt **D.** $0,2 \cdot 10^{21}$ hạt
9. Chiếu một bức xạ có bước sóng $0,56\mu\text{m}$ vào catốt một tế bào quang điện. Biết cường độ dòng quang điện bão hòa là 2mA. Số electron quang điện thoát khỏi catốt trong 1 phút là
A. $7,5 \cdot 10^{17}$ hạt **B.** $7,5 \cdot 10^{19}$ hạt **C.** $7,5 \cdot 10^{13}$ hạt **D.** $7,5 \cdot 10^{15}$ hạt
10. Chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $0,546\mu\text{m}$ lên bề mặt kim loại dùng làm ca tốt của một tế bào quang điện, cường độ dòng quang điện bão hòa là 2mA, công suất bức xạ là 1,515W. Hiệu suất quang điện là
A. 3% **B.** 0,3% **C.** 30% **D.** 0,03%
11. Chiếu một chùm bức xạ có bước sóng $0,36\mu\text{m}$ vào catốt của một tế bào quang điện thì cường độ dòng quang điện bão hòa là $3\mu\text{A}$. Nếu hiệu suất lượng tử là 50% thì công suất của chùm bức xạ chiếu vào catốt là
A. $35,5 \cdot 10^{-5}\text{W}$ **B.** $20,7 \cdot 10^{-5}\text{W}$ **C.** $35,5 \cdot 10^{-6}\text{W}$ **D.** $2,07 \cdot 10^{-5}\text{W}$
12. Chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $0,546\mu\text{m}$ lên bề mặt kim loại dùng làm ca tốt của một tế bào quang điện, biết vận tốc ban đầu cực đại của quang electron là $4,1 \cdot 10^5\text{m/s}$. Tính công thoát của electron
A. 0,18eV **B.** $287 \cdot 10^{-19}\text{J}$ **C.** $2,87 \cdot 10^{-20}\text{J}$ **D.** 1,8eV
13. Công thoát của kim loại làm catốt của một tế bào quang điện là 2,5eV. Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ vào catốt thì các electron quang điện bật ra có động năng cực đại là 1,5eV. Bước sóng của bức xạ nói trên là
A. $0,31\mu\text{m}$ **B.** $3,2\mu\text{m}$ **C.** $0,32\mu\text{m}$ **D.** $3,1\mu\text{m}$