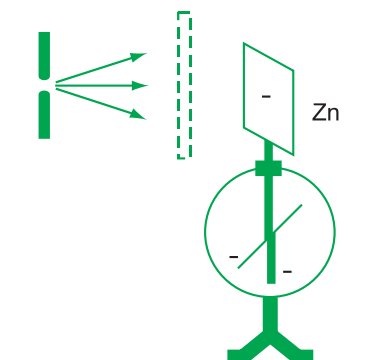


Có thể làm cho các êlectron bật ra khỏi mặt một tấm kim loại bằng cách nung nóng nó (hiện tượng phát xạ nhiệt êlectron) hoặc dùng các ion để bắn phá nó (hiện tượng phóng điện ắn). Còn có cách nào khác làm cho các êlectron bật ra khỏi mặt một tấm kim loại không ?



Hình 30.1

❏ Nếu làm thí nghiệm với tấm kẽm tích điện dương thì góc lệch của kim tĩnh điện kế sẽ không bị thay đổi khi chiếu vào tấm kẽm bằng ánh sáng hồ quang. Tại sao ?

I - HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

1. Thí nghiệm của Héc về hiện tượng quang điện

Thí nghiệm này được Héc thực hiện vào năm 1887. Thoạt tiên, gắn một tấm kẽm tích điện âm vào cần của một tĩnh điện kế, kim của tĩnh điện kế lệch đi một góc nào đó (H.30.1). Sau đó, chiếu một chùm sáng do một hồ quang phát ra vào tấm kẽm thì góc lệch của kim tĩnh điện kế giảm đi.

Thay kẽm bằng kim loại khác, ta cũng thấy hiện tượng tương tự xảy ra.

Làm nhiều thí nghiệm khác nữa, người ta đã chứng minh được rằng ánh sáng hồ quang đã làm bật êlectron khỏi mặt tấm kẽm.



2. Định nghĩa

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

3. Nếu chắn chùm sáng hồ quang bằng một tấm thủy tinh dày thì hiện tượng trên sẽ không xảy ra. Vì thủy tinh hấp thụ rất mạnh các tia tử ngoại, nên hiện tượng trên chứng tỏ rằng bức xạ tử ngoại có khả năng gây ra hiện tượng quang điện ở kẽm, còn ánh sáng nhìn thấy được thì không.

II - ĐỊNH LUẬT VỀ GIỚI HẠN QUANG ĐIỆN

Dùng tấm lọc màu để lọc lấy một ánh sáng đơn sắc nhất định, rồi cho chiếu vào mặt tấm kim loại, xem có xảy ra hiện tượng quang điện không. Người ta thấy, đối với mỗi kim loại, ánh sáng chiếu vào nó (gọi là ánh sáng kích thích) phải có bước sóng λ không lớn hơn một giá trị λ_0 nào đó ($\lambda \leq \lambda_0$) thì hiện tượng quang điện mới xảy ra. Bước sóng λ_0 gọi là *giới hạn quang điện* của kim loại đã cho.

Ta có định luật về giới hạn quang điện sau đây :

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

Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là đặc trưng riêng của kim loại đó.

Dùng thuyết sóng điện từ về ánh sáng, ta không thể giải thích được định luật về giới hạn quang điện. Đó là vì, theo thuyết này, khi sóng điện từ lan truyền đến kim loại thì điện trường trong sóng sẽ làm cho các electron trong kim loại dao động. Nếu cường độ điện trường đủ lớn, tức là cường độ ánh sáng kích thích đủ mạnh, thì electron có thể bị bật ra, bất kể bước sóng của sóng điện từ đó là bao nhiêu.

Định luật về giới hạn quang điện chỉ có thể giải thích được bằng thuyết lượng tử ánh sáng.

Bảng 30.1

Giá trị giới hạn quang điện λ_0 của một số kim loại

Chất	λ_0 (μm)	Chất	λ_0 (μm)
Bạc	0,26	Canxi	0,43
Đồng	0,30	Natri	0,50
Kẽm	0,35	Kali	0,55
Nhôm	0,36	Xesi	0,58


III - THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

1. Giải thuyết Plăng

Khi nghiên cứu bằng thực nghiệm quang phổ của các nguồn sáng, người ta đã thu được những kết quả không thể giải thích được bằng các lí thuyết cổ điển. Để giải quyết những khó khăn này, Plăng cho rằng vấn đề mấu chốt nằm ở quan niệm không đúng về sự trao đổi năng lượng giữa các nguyên tử và phân tử.




Mác Plăng (Max Planck, 1858 - 1947) là nhà vật lý người Đức, giải Nobel năm 1918, người đã đặt nền móng cho một trong hai học thuyết vật lý lớn : Thuyết lượng tử.

 Nêu sự khác biệt giữa giả thuyết Plăng với quan niệm thông thường về sự phát xạ và hấp thụ năng lượng.

Năm 1900, Plăng đề ra giả thuyết sau đây :

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và bằng hf ; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra ; còn h là một hằng số.

Giả thuyết Plăng đã được rất nhiều sự kiện thực nghiệm xác nhận là đúng. 

2. Lượng tử năng lượng

Lượng năng lượng nói ở trên gọi là *lượng tử năng lượng* và được kí hiệu bằng chữ ε :

$$\varepsilon = hf \quad (30.1)$$

h gọi là *hằng số Plăng* và được xác định bằng thực nghiệm :

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

3. Thuyết lượng tử ánh sáng

Năm 1905, dựa vào giả thuyết Plăng để giải thích các định luật quang điện, Anh-xtanh đã đề ra thuyết lượng tử ánh sáng, hay thuyết photon. Nội dung thuyết đó như sau :

- 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 hay phân tử phát xạ hoặc hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hay hấp thụ một photon.

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

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

Anh-xtanh cho rằng hiện tượng quang điện xảy ra do sự hấp thụ photon của ánh sáng kích thích bởi electron trong kim loại. Mỗi photon bị hấp thụ sẽ truyền toàn bộ năng lượng của nó cho một electron. Muốn cho electron bứt ra khỏi mặt kim loại phải cung cấp cho nó một công để “thắng” các liên kết. Công này gọi

là công thoát (A). Như vậy, muốn cho hiện tượng quang điện xảy ra thì năng lượng của photon ánh sáng kích thích phải lớn hơn hoặc bằng công thoát :

$$hf \geq A \quad \text{hay} \quad h \frac{c}{\lambda} \geq A$$

Từ đó suy ra : $\lambda \leq \frac{hc}{A}$

Đặt $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ (30.2)

ta có : $\lambda \leq \lambda_0$ (30.3)

λ_0 chính là giới hạn quang điện của kim loại và hệ thức (30.3) phản ánh định luật về giới hạn quang điện.



An-be Anh-xtanh (Albert Einstein, 1879 -1955) là nhà vật lý người Đức, người đề xướng ra thuyết tương đối và thuyết lượng tử ánh sáng. Giải Nô-ben năm 1921 về công trình giải thích các định luật quang điện.

IV - LƯỜNG TÍNH SÓNG - HẠT CỦA ÁNH SÁNG

Có nhiều hiện tượng quang học chứng tỏ rằng ánh sáng có tính chất sóng ; lại cũng có nhiều hiện tượng quang học khác chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt. Điều đó cho thấy ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt : *ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt*.

Chú ý rằng dù tính chất nào của ánh sáng thể hiện ra thì *ánh sáng vẫn có bản chất điện từ*.

- **Hiện tượng ánh sáng làm bật electron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện.**
- **Định luật về giới hạn quang điện :** Ánh sáng kích thích chỉ có thể làm bật electron ra khỏi một kim loại khi bước sóng của nó ngắn hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của kim loại đó.
- **Giả thuyết Plăng :** Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định và bằng hf ; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra, còn h là một hằng số.
- **Thuyết lượng tử ánh sáng :**
 - 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 $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.
 - Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử phát xạ hoặc hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hay hấp thụ một photon.

Hiện tượng quang điện xảy ra do có sự hấp thụ photon trong ánh sáng kích thích bởi electron trong kim loại.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Trình bày thí nghiệm Héc về hiện tượng quang điện.
2. Hiện tượng quang điện là gì ?
3. Phát biểu định luật về giới hạn quang điện.
4. Phát biểu nội dung của giả thuyết Plăng.
5. Lượng tử năng lượng là gì ?
6. Phát biểu nội dung của thuyết lượng tử ánh sáng.
7. Photon là gì ?
8. Giải thích định luật về giới hạn quang điện bằng thuyết photon.



9. Hiện tượng nào dưới đây là hiện tượng quang điện ?
 - A. Electron bứt ra khỏi kim loại bị nung nóng.
 - B. Electron bật ra khỏi kim loại khi có ion đập vào.
 - C. Electron bị bật ra khỏi một nguyên tử khi va chạm với một nguyên tử khác.
 - D. Electron bị bật ra khỏi mặt kim loại khi bị chiếu sáng.

Dựa vào Bảng 30.1 để trả lời câu 10 và 11.

10. Chọn câu đúng.

Chiếu một ánh sáng đơn sắc vào mặt một tấm đồng. Hiện tượng quang điện sẽ **không** xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng

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

11. Ánh sáng có bước sóng $0,60 \mu\text{m}$ có thể gây ra hiện tượng quang điện ở chất nào dưới đây ?

- A. Xesi.
- B. Kali.
- C. Natri.
- D. Canxi.

12. Tính lượng tử năng lượng của các ánh sáng đỏ ($0,75 \mu\text{m}$) và vàng ($0,55 \mu\text{m}$).

13. Giới hạn quang điện của kẽm là $0,35 \mu\text{m}$. Tính công thoát của electron khỏi kẽm theo đơn vị jun và eV.

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