

45

## BÀI TẬP VỀ HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

### Bài tập 1

Chiếu một chùm ánh sáng có bước sóng  $\lambda = 0,489 \mu\text{m}$  lên một tấm kim loại kali dùng làm catôt của một tế bào quang điện. Biết công thoát electron của kali là 2,15 eV.

- a) Tính giới hạn quang điện của kali.
- b) Tính vận tốc ban đầu cực đại của quang electron bắn ra từ catôt.
- c) Tính hiệu điện thế hâm.
- d) Biết cường độ dòng quang điện bão hoà  $I_{bh} = 5 \text{ mA}$  và công suất của chùm ánh sáng chiếu vào catôt là  $\mathcal{P} = 1,25 \text{ W}$ , hãy tính hiệu suất lượng tử (tỉ số giữa số quang electron bứt ra khỏi mặt kim loại và số phôtônen tới mặt kim loại).

*Bài giải*

a) Ta có  $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ .

Biết  $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ;  $A = 2,15 \text{ eV} = 3,44 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

Từ đó, tính được :  $\lambda_0 \approx 0,578 \mu\text{m}$ .

b) Áp dụng công thức Anh-xtanh :  $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2}$ , ta có :

$$v_{0\max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{hc}{\lambda} - A \right)}$$

Thay số ( $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $\lambda = 0,489 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ), ta được  $v_{0\max} \approx 3,7 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ .

c) Ta có :  $eU_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A$ , từ đó :

$$U_h = \frac{1}{e} \left( \frac{hc}{\lambda} - A \right)$$

Thay số ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ), ta được :  $U_h = 0,39 \text{ V}$ .

d) Năng lượng mỗi phôtônen là :

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \approx 4,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Số hạt phôtônen tới catôt mỗi giây :

$$N = \frac{\mathcal{P}}{\varepsilon} \approx 3,08 \cdot 10^{18} \text{ hạt}$$

Cường độ dòng quang điện bão hòa  $I_{bh} = ne$ , với  $n$  là số quang electron bứt ra khỏi mặt kim loại và chuyển về anôt trong một đơn vị thời gian. Từ đó :

$$n = \frac{I_{bh}}{e} \approx 3,12 \cdot 10^{16} \text{ hạt}$$

Hiệu suất lượng tử :

$$H = \frac{n}{N} \approx 10^{-2} = 1\%$$

## Bài tập 2

Khi chiếu vào tấm kim loại một chùm sáng đơn sắc có bước sóng  $0,20 \mu\text{m}$ , động năng ban đầu cực đại của các quang electron là  $8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Hỏi khi chiếu vào tấm kim loại đó lần lượt hai chùm sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda_1 = 1,40 \mu\text{m}$  và  $\lambda_2 = 0,10 \mu\text{m}$ , thì có xảy ra hiện tượng quang điện không ? Nếu có, hãy xác định vận tốc ban đầu cực đại của các quang electron.

*Bài giải*

Áp dụng công thức Anh-xtanh, ta có :

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

Thay số, ta được :  $A = 1,94 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

Giới hạn quang điện của tấm kim loại :

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} \approx 1,02 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 1,02 \mu\text{m}$$

Muốn có hiện tượng quang điện xảy ra, bước sóng  $\lambda$  của ánh sáng kích thích phải thoả mãn điều kiện  $\lambda \leq \lambda_0$ . Do đó :

- Với  $\lambda_1$  thì  $\lambda_1 > \lambda_0$  nên hiện tượng quang điện không xảy ra ;
- Với  $\lambda_2$  thì  $\lambda_2 < \lambda_0$  nên hiện tượng quang điện xảy ra. Khi đó, động năng ban đầu cực đại của quang electron bắn ra là :

$$\frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda_2} - A \approx 1,79 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Từ đó :  $v_{0\max} \approx 1,98 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

## Bài tập 3

Công thoát electron khỏi đồng là  $4,47 \text{ eV}$ .

- Tính giới hạn quang điện của đồng.
- Khi chiếu bức xạ có bước sóng  $\lambda = 0,14 \mu\text{m}$  vào một quả cầu bằng đồng đặt xa các vật khác thì quả cầu được tích điện đến điện thế cực đại là bao nhiêu ? Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron là bao nhiêu ?

c) Chiếu một bức xạ điện từ vào một quả cầu bằng đồng đặt xa các vật khác thì quả cầu đạt được điện thế cực đại 3 V. Hãy tính bước sóng của bức xạ và vận tốc ban đầu cực đại của quang electron ?

*Bài giải*

a) Giới hạn quang điện của đồng :

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,47 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 0,278 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 278 \text{ nm.}$$

b) Áp dụng công thức Anh-xtanh, ta có :

$$\begin{aligned} \frac{hc}{\lambda} &= A + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \\ \frac{mv_{0\max}^2}{2} &= \frac{hc}{\lambda} - A \approx 7,044 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\ v_{0\max} &= \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{hc}{\lambda} - A \right)} \approx 1,244 \cdot 10^6 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Ban đầu, quả cầu chưa tích điện. Khi chiếu bức xạ có bước sóng  $\lambda$  vào quả cầu thì electron bị bứt ra khỏi mặt quả cầu và quả cầu tích điện dương, quả cầu có một điện thế. Số electron bị bứt ra khỏi mặt quả cầu ngày càng nhiều, điện thế của quả cầu tăng dần và khi điện thế quả cầu đạt tới giá trị  $V_m$  thì các electron vừa mới bứt ra thêm, lại bị hút trở lại quả cầu, và điện thế của quả cầu không tăng nữa. Vậy giá trị cực đại  $V_m$  của điện thế quả cầu chính là hiệu điện thế hâm trong tế bào quang điện. Do đó, ta có :

$$eV_m = eU_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2}$$

$$\text{Từ đó, suy ra : } V_m = \frac{1}{e} \cdot \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{7,044 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 4,40 \text{ V.}$$

$$\text{c) Theo trên, ta có : } eV_m = \frac{mv_{0\max}^2}{2}, \text{ ở đây } V_m = 3 \text{ V.}$$

$$\text{Từ đó : } v_{0\max} = \sqrt{\frac{2eV_m}{m}} \approx 1,03 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

$$\text{Áp dụng công thức Anh-xtanh : } \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2} = A + eV_m, \text{ suy ra :}$$

$$\lambda = \frac{hc}{A + eV_m} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{(4,47 + 3) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 0,166 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 166 \text{ nm}$$