

PHẦN 15

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN VỀ HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

CHỦ ĐỀ 1. Cho biết giới hạn quang điện (λ_0). Tìm công thoát A (theo đơn vị eV)?

Phương pháp:

$$\text{Áp dụng công thức: } \lambda_0 = \frac{hc}{A} \rightarrow A = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\text{Với: } h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s; } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Đổi ra đơn vị: } eV: 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \rightarrow 1 \text{ J} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} eV$$

CHỦ ĐỀ 2. Cho biết hiệu điện thế hãm U_h . Tìm động năng ban đầu cực đại (E_{dmax}) hay vận tốc ban đầu cực đại (v_{0max}), hay tìm công thoát A ?

Phương pháp:

1. Cho U_h : tìm E_{dmax} hay v_{0max}

Để dòng quang điện triệt tiêu ($I = 0$) (hay không có electron nào bức ra đập về Anốt là: động năng ban đầu cực đại của quang electron bằng công của lực điện trường cản.

$$\text{Ta có: } E_{dmax} = e|U_h| \text{ hay } \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = e|U_h|$$

$$\text{Vậy: } v_{0max} = \sqrt{\frac{2|U_h|}{m}}$$

2. Cho U_h và λ (kích thích): tìm công thoát A :

$$\text{Áp dụng phương trình Einstein: } \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = A + e|U_h|$$

$$\text{Vậy: } A = \frac{hc}{\lambda} - e|U_h|$$

CHỦ ĐỀ 3. Cho biết v_{0max} của electron quang điện và λ (kích thích): tìm giới hạn quang điện λ_0 ?

Phương pháp:

$$\text{Áp dụng phương trình Einstein: } \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$$

$$\text{Vậy: } \lambda_0 = \frac{hc}{\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2}mv_{0max}^2\right)}$$

CHỦ ĐỀ 4. Cho biết công thoát A (hay giới hạn quang điện λ_0) và λ (kích thích): Tìm v_{0max} ?

Phương pháp:

Áp dụng phương trình Einstein: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2 \leftrightarrow v_{0max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}$

Hay: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0max}^2 \leftrightarrow v_{0max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$

CHỦ ĐỀ 5. Cho biết U_{AK} và v_{0max} . Tính vận tốc của electron khi tới Anốt ?

Phương pháp:

Áp dụng định lý về độ biến thiên động năng: $\frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eU_{AK}$

Vậy: $v_A = \sqrt{\frac{2e}{m}U_{AK} + v_{0max}^2}$

CHỦ ĐỀ 6. Cho biết v_{0max} và A . Tìm điều kiện của hiệu điện thế U_{AK} để không có dòng quang điện ($I = 0$) hoặc không có một electron nào tới Anốt?

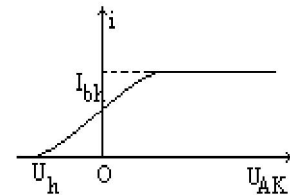
Phương pháp:

*Bước 1: Tìm hiệu điện thế hãm U_h (chủ đề 2):

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

*Bước 2: điều kiện để $I = 0$ là : $U_{AK} < 0$ và $|U_{AK}| \geq |U_h|$

Vậy: $U_{AK} \leq -\frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)$



CHỦ ĐỀ 7. Cho biết cường độ dòng quang điện bão hòa (I_{bh}) và công suất của nguồn sáng. Tính hiệu suất lượng tử?

Phương pháp:

1. Gọi n là số electron bứt ra khỏi K trong thời gian t :

Ta có: $I_{bh} = \frac{q}{t} = \frac{n.e}{t}$ Vậy: $n = \frac{I_{bh}}{e} . t$ (1).

2. Gọi n' là số photon đập vào K trong thời gian t :

Năng lượng của một photon (lượng tử): $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

Năng lượng của n' photon: $E = n'.\varepsilon = n'.hf = n'.\frac{hc}{\lambda}$

Công suất của nguồn sáng: $P = \frac{E}{t} = \frac{n'.hc}{\lambda t}$ Vậy: $n' = \frac{P\lambda}{hc} t$ (2)

3. Hiệu suất lượng tử: $H = \frac{\text{Số electron bứt ra khỏi K}}{\text{Số photon đập vào K}} 100\%$ (3)

Thay (1) & (2) vào (3) ta được: $H = \frac{P\lambda e}{I_{bh}hc} 100\%$

CHỦ ĐỀ 8. Chiếu một chùm sáng kích thích có bước sóng λ vào một quả cầu cô lập về điện. Xác định điện thế cực đại của quả cầu. Nối quả cầu với một điện trở R sau đó nối đất. Xác định cường độ dòng qua R .

Phương pháp:

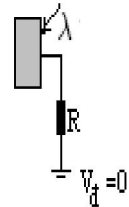
1. Chiếu một chùm sáng kích thích có bước sóng λ vào một quả cầu cô lập về điện. Xác định điện thế cực đại của quả cầu:

Ban đầu điện thế của quả cầu cô lập: $V = 0$.

Khi chiếu chùm sáng kích thích, electron bức ra làm quả cầu tích điện dương (+e) và điện thế V tăng. Nhưng điện thế V này lại cản trở chuyển động bức ra của các electron làm cho v_{0max} giảm, nhưng V tiếp tục tăng.

V ngừng tăng khi $V = max$ lúc đó: động năng ban đầu cực đại của electron quang điện bằng thế năng của lực điện trường.

Ta có:
$$\frac{1}{2}mv_{0max}^2 = e.V_{max}$$



2. Nối quả cầu với một điện trở R sau đó nối đất. Xác định cường độ dòng qua R :

Cường độ dòng điện qua R : $I = \frac{U}{R}$ hay $I = \frac{V_{max}}{R}$ (vì: $V_{đất} = 0$)

CHỦ ĐỀ 9. Cho λ kích thích, điện trường cản E_c và bước sóng giới hạn λ_0 : tìm đoạn đường đi tối đa mà electron đi được.

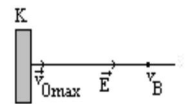
Phương pháp:

Áp dụng định lý về độ biến thiên động năng: $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = E_c = -eEs$ (1)

Để $s = max$ khi $v_B = 0$ (1) $\rightarrow \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = eEs_{max}$ (2)

Áp dụng phương trình Einstein: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$.

Thay vào (2) ta được:
$$s_{max} = \frac{hc}{eE} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$



CHỦ ĐỀ 10. Cho λ kích thích, bước sóng giới hạn λ_0 và U_{AK} : Tìm bán kính lớn nhất của vòng tròn trên mặt Anốt mà các electron từ Katốt đập vào?

Phương pháp:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ.

Áp dụng định luật II Newton: $\vec{F} = -e\vec{E} = m\vec{a}$

Hay:

$$\vec{a} = \frac{-e\vec{E}}{m} \quad (*)$$

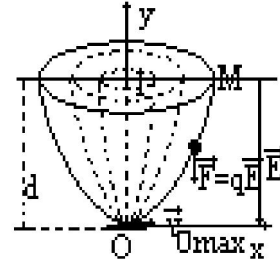
Chiều (*) lên Ox : $a_x = 0$, do đó trên Ox electron chuyển động thẳng đều, với phương trình:

$$x = vt \rightarrow t = \frac{x}{v} \quad (1)$$

Chiều (*) lên Oy : $a_y = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}$, do đó trên Oy electron chuyển động thẳng nhanh dần đều, với phương trình:

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} t^2 \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được phương trình: $y = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} \frac{x^2}{v^2}$ (***) có dạng: $y = Ax^2$



Vậy: quỹ đạo của electron trong điện trường là một Parabolic.

Electron quang điện bay ra theo mọi hướng. Electron đập vào Anốt với bán kính quỹ đạo lớn nhất khi vận tốc của electron bứt ra khỏi Katốt là cực đại, có phương trùng với phương của Katốt.

Vậy: $v = v_{0max} \leftrightarrow r = r_{max}, y = d$, thay vào phương trình (**):

$$d = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} \frac{r_{max}^2}{v_{0max}^2} \quad \text{hay} \quad r_{max} = d \cdot v_{0max} \sqrt{\frac{2m}{eU}}$$

CHỦ ĐỀ 11. Cho λ kích thích, bước sóng giới hạn λ_0 , electron quang điện bay ra theo phương vuông góc với điện trường (\vec{E}). Khảo sát chuyển động của electron ?

Phương pháp:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ.

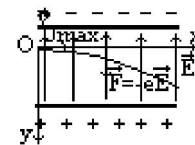
Áp dụng định luật II Newton: $\vec{F} = -e\vec{E} = m\vec{a}$

Hay:

$$\vec{a} = \frac{-e\vec{E}}{m} \quad (*)$$

Chiều (*) lên Ox : $a_x = 0$, do đó trên Ox electron chuyển động thẳng đều, với phương trình:

$$x = v_{0max}t \rightarrow t = \frac{x}{v_{0max}} \quad (1)$$



Chiều (*) lên Oy : $a_y = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}$, do đó trên Oy electron chuyển động thẳng nhanh dần đều, với phương trình:

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{1}{2} \frac{eU}{md} t^2 \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta được phương trình: $y = \frac{1}{2} \frac{eU}{md v_{0max}^2} x^2$ (***) có dạng: $y = Ax^2$

Vậy: quỹ đạo của electron trong điện trường là một Parabol.

Chú ý: $tg\alpha = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=l}$

CHỦ ĐỀ 12. Cho λ kích thích, bước sóng giới hạn λ_0 , electron quang điện bay ra theo phương vuông góc với cảm ứng từ của từ trường đều (\vec{B}). Khảo sát chuyển động của electron ?

Phương pháp:

*Electron chuyển động trong từ trường chịu tác dụng của lực Lorentz.

$$\vec{f}_L \begin{cases} +\text{Phương} : \perp mp(\vec{v}, \vec{B}) \\ +\text{Chiều} : \text{Tuần theo quy tắc bàn tay trái.} \\ +\text{Độ lớn} : f_L = B.v.e \end{cases}$$

Vì $\vec{f}_L \perp \vec{v}$ nên, \vec{f}_L đóng vai trò như lực hướng tâm. Ta có:

$$\vec{f}_L = \vec{f}_{ht} \leftrightarrow B.e.v = m \frac{v^2}{R}$$

Hay:

$$R = \frac{m.v}{B.e}$$

Khi $v = v_{0max}$ thì $R = R_{max}$ do đó: $R_{max} = \frac{m.v_{0max}}{B.e}$

