

Bài tập Module 3 – VẬT LÝ LƯỢNG TỬ

Dạng 1: Bức xạ nhiệt - Định luật Stefan – Boltzmann

Câu 1. Biểu thức nào biểu diễn định luật Stefan – Boltzmann

- A) $\epsilon_T = -\sigma \cdot T^4$ B) $\epsilon_T = \sigma \cdot T^{-4}$ **C) $\epsilon_T = \sigma \cdot T^4$** D) $\epsilon_T = -\sigma \cdot T^{-4}$

Câu 2. Tìm nhiệt độ của một lò? Cho biết nếu một lỗ nhỏ của nó kích thước $(2 \times 3) \text{ cm}^2$, cứ mỗi giây phát ra 8,28 calo. Coi lò như một vật đen tuyệt đối.

- A) 828 K. **B) 1000K.** C) 6000K. D) 414K. HD: Cứ mỗi giây phát ra 8,28 calo

$$\Rightarrow P = 8,28 \text{ calo/s} = 35,077 \text{ J/s} = 35,077 \text{ W}$$

$$\text{đổi calo} = 8,28 \times 4,184$$

$$P = \epsilon_T \cdot S = \sigma \cdot T^4 \cdot S \Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{P}{\sigma \cdot S}} =$$

Câu 3. Tính công suất bức xạ của một cửa sổ lò nung, cho biết nhiệt độ của lò bằng $t = 727^\circ\text{C}$, diện tích cửa sổ lò $S = 250 \text{ cm}^2$. Coi lò là vật đen tuyệt đối.

- A) 1417,5 W.** B) 141,75 W. C) $1417,5 \cdot 10^{-4} \text{ W}$. D) 14175 W.

$$\text{Trong đó } T = t + 273 = 1000 \text{ K}$$

$$P = \epsilon_T \cdot S = \sigma \cdot T^4 \cdot S = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1000^4 \cdot 250 \cdot 10^{-4} = 1417,5 \text{ W}$$

Dạng 2: Thuyết lượng tử ánh sáng

Câu 4. Nội dung chủ yếu của thuyết lượng tử trực tiếp nói về

- A) sự hình thành các vạch quang phổ của nguyên tử.
B) sự tồn tại các trạng thái dừng của nguyên tử hiđrô.
C) cấu tạo của các nguyên tử, phân tử.
D) sự phát xạ và hấp thụ ánh sáng của nguyên tử, phân tử.

Câu 5. Dùng thuyết lượng tử ánh sáng **không** giải thích được

- A) hiện tượng quang – phát quang.
B) hiện tượng giao thoa ánh sáng.
C) nguyên tắc hoạt động của pin quang điện.
D) hiện tượng quang điện ngoài.

Câu 6. 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 7. Lượng tử năng lượng được xác định bằng biểu thức nào dưới đây

- A) $\epsilon = h/f = h \cdot \lambda/c$. B) $\epsilon = -h/f = -h \cdot \lambda/c$. **C) $\epsilon = h \cdot f = h \cdot c/\lambda$.** D) $\epsilon = -h \cdot f = -h \cdot c/\lambda$.

Câu 8. Trong chân không, một ánh sáng có bước sóng là $0,60 \mu\text{m}$. Năng lượng của photon ánh sáng này bằng

- A) 4,07 eV. B) 5,14 eV. C) 3,34 eV. **D) 2,07 eV.**

$$\epsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,6 \cdot 10^{-6}} = 3,3125(J) = 2,07 \text{ eV}$$

Dạng 3: Hiện tượng quang điện. Hiệu suất lượng tử

Câu 9. 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 10. Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về cường độ dòng quang điện bão hòa?

- A) Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ nghịch với cường độ chùm sáng kích thích.
- B) Cường độ dòng quang điện bão hòa không phụ thuộc vào cường độ chùm sáng kích thích.
- C) Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.**
- D) Cường độ dòng quang điện bão hòa tăng theo quy luật hàm số mũ với cường độ chùm sáng kích thích.

Câu 11. Tìm phát biểu **sai** về các định luật quang điện?

- A) Đối với mỗi kim loại dùng làm catốt có một bước sóng giới hạn nhất định gọi là giới hạn quang điện.
- B) Với ánh sáng kích thích thích hợp, cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.
- C) Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi tần số của ánh sáng kích thích nhỏ hơn tần số giới hạn của kim loại.**
- D) Động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại làm catốt.

Câu 12. 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 13. Chiếu bức xạ có tần số f đến một tấm kim loại. Ta kí hiệu $f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$, λ_0 là bước sóng giới hạn của kim loại.

Hiện tượng quang điện xảy ra khi

- A) $f \geq f_0$.**
- B) $f < f_0$.
- C) $f \geq 0$.
- D) $f \leq f_0$.

Câu 14. Giới hạn quang điện của một kim loại là $0,30 \mu\text{m}$. Công thoát của electron khỏi kim loại này là

- A) $6,625 \cdot 10^{-20} \text{J}$.
- B) $6,625 \cdot 10^{-17} \text{J}$.
- C) $6,625 \cdot 10^{-19} \text{J}$.**
- D) $6,625 \cdot 10^{-18} \text{J}$.

..... **HD:** $A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,3 \cdot 10^{-6}} = 6,625 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}$

Câu 15. Kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện có công thoát là $2,2 \text{ (eV)}$. Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catốt là

- A) $\lambda_0 = 0,4342 \cdot 10^{-6} \text{ (m)}$.
- B) $\lambda_0 = 0,4824 \cdot 10^{-6} \text{ (m)}$.

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \dots \text{ (m)}$$

C) $\lambda_0 = 0,5236.10^{-6} (m)$.

D) $\lambda_0 = 0,5646.10^{-6} (m)$.

Câu 16. 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.

..... **HD:** Năng lượng của photon ánh sáng tới:

.....
$$\epsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625.10^{-34} \cdot 3.10^8}{0,33.10^{-6}} = 6,023.10^{-19} J = 3,76 eV$$

..... Ta thấy năng lượng photon nhỏ hơn công thoát của bạc và đồng nên hiện tượng quang điện không xảy ra với bạc và đồng khi chiếu bức xạ nói trên.

Câu 17. Một chùm sáng đơn sắc tác dụng lên bề mặt một kim loại làm bật các electron ra khỏi kim loại này. Nếu tăng cường độ chùm sáng đó lên 3 lần thì

A) Động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện tăng 3 lần.

B) Động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện tăng 9 lần.

C) Công thoát của electron quang điện giảm 3 lần.

D) Số lượng electron thoát ra khỏi tấm kim loại đó mỗi giây tăng 3 lần.

Câu 18. Khi chiếu ánh sáng có bước sóng λ vào katốt của tế bào quang điện thì e bật ra có $v_{max} = v$, nếu chiếu $\lambda' = 0,75\lambda$ thì $v_{max} = 2v$, biết $\lambda = 0,4 (\mu m)$. Bước sóng giới hạn của catốt là

A) $0,42 (\mu m)$.

B) $0,45 (\mu m)$.

C) $0,48 (\mu m)$.

D) $0,51 (\mu m)$.

.....
$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad 4 \frac{hc}{\lambda} &= 4 \frac{hc}{\lambda_0} + 4W_{\text{đt}} \\ \textcircled{2} \quad \frac{hc}{0,75\lambda} &= \frac{hc}{\lambda_0} + 4W_{\text{đt}} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \textcircled{1} - \textcircled{2} \Rightarrow \frac{8}{3} \frac{hc}{\lambda} = \frac{3hc}{\lambda_0} \\ \Rightarrow \lambda_0 = \frac{\lambda}{8} \end{array} \right\}$$

Câu 19. Chiếu 3 bức xạ có $f_1 = 6,5.10^{14} (Hz)$; $f_2 = 5,5.10^{14} (Hz)$; $f_3 = 7.10^{14} (Hz)$, vào tấm kim loại có giới hạn quang điện là $0,5 (\mu m)$. Có mấy bức xạ có thể gây ra hiện tượng quang điện?

A) 0.

B) 1.

C) 2.

D) 3.

..... **HD:**

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3.10^8}{0,5.10^{-6}} = 6.10^{14} Hz$$

..... Ta thấy $f_1 > f_0$, $f_3 > f_0$ nên f_1 và f_3 gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 20. Một kim loại làm catốt của tế bào quang điện có công thoát là $A = 3,5(eV)$. Chiếu vào catốt bức xạ có bước sóng nào sau đây thì gây ra hiện tượng quang điện. Cho $h = 6,625.10^{-34}(J.s)$; $c = 3.10^8(m/s)$.

- A) $\lambda = 3,35(\mu m)$. B) $\lambda = 0,355.10^{-7}(m)$. C) $\lambda = 35,5(\mu m)$. **D) $\lambda = 0,35(\mu m)$.**

HD:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3,5.1,6.10^{-19}} = 0,3549.10^{-6}(m)$$

Chiếu vào catốt các bức xạ có bước sóng $\lambda \leq 0,3549\mu m$ thì có thể gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 21. Giới hạn quang điện của một kim loại làm catốt của tế bào quang điện là $\lambda_0 = 0,50 \mu m$. Biết vận tốc ánh sáng trong chân không và hằng số Plank lần lượt là $3.10^8 m/s$ và $6,625.10^{-34} J.s$. Chiếu vào catốt của tế bào quang điện này bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,35 \mu m$, thì động năng ban đầu cực đại của electron (electron) quang điện là

- A) $1,70.10^{-19} J$.** B) $70,00.10^{-19} J$. C) $0,70.10^{-19} J$. D) $17,00.10^{-19} J$.

HD:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{o\max}^2}{2} \Rightarrow W_{d0\max} = \frac{mv_{o\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 1,7.10^{-19} J$$

Câu 22. Chiếu lên bề mặt catốt của một tế bào quang điện chùm sáng đơn sắc có bước sóng $0,485 \mu m$ thì thấy có hiện tượng quang điện xảy ra. Biết hằng số Plank $h = 6,625.10^{-34} J.s$, vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8 m/s$, khối lượng nghỉ của electron (electron) là $9,1.10^{-31} kg$ và vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện là $4.10^5 m/s$. Công thoát electron của kim loại làm catốt bằng

- A) $6,4.10^{-20} J$. B) $6,4.10^{-21} J$. C) $3,37.10^{-18} J$. D) $3,37.10^{-19} J$.

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{o\max}^2}{2} \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{mv_{o\max}^2}{2} = 3,37.10^{-19} J$$

Câu 23. Một chùm photon có $f = 4,57.10^{14}(Hz)$. Tìm số photon được phát ra trong một s, biết công suất của nguồn trên là $1W$. Lấy $h = 6,625.10^{-34}(J.s)$; $c = 3.10^8(m/s)$.

- A) $N = 3,3.10^{18}(\text{hạt})$. **B) $N = 3,03.10^{18}(\text{hạt})$.** C) $N = 4,05.10^{19}(\text{hạt})$. D) $N = 4.10^{18}(\text{hạt})$.

HD:

$$\text{Công suất của nguồn: } P = N.\varepsilon = N.hf$$

$$\Rightarrow N = \frac{P}{h.f} = \frac{1}{6,625.10^{-34}.4,57.10^{14}} = 3,3.10^{18}$$

Câu 24. Một kim loại có công thoát electron là $7,2.10^{-19} J$. Chiếu lần lượt vào kim loại này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,18 \mu m$, $\lambda_2 = 0,21 \mu m$, $\lambda_3 = 0,32 \mu m$ và $\lambda = 0,35 \mu m$. Những bức xạ có thể gây ra 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 .

HD:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,5 \cdot 10^{-19}} = 0,265 \cdot 10^{-6} (m)$$

Ta thấy $\lambda_1 < \lambda_0$, $\lambda_2 < \lambda_0$ nên λ_1 và λ_2 gây ra hiện tượng quang điện.

Câu 25. Lần lượt chiếu vào catốt của một tế bào quang điện các bức xạ điện từ gồm bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,26 \mu m$ và bức xạ có bước sóng $\lambda_2 = 1,2\lambda_1$ thì vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bứt ra từ catốt lần lượt là v_1 và v_2 với $v_2 = 3v_1/4$. Giới hạn quang điện λ_0 của kim loại làm catốt này là

- A) $1,45 \mu m$. B) $0,90 \mu m$. **C) $0,42 \mu m$.** D) $1,00 \mu m$.

HD:

$$\text{Từ } \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{mv_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{1,2\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}} = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \Rightarrow \lambda_0 = 0,42 \mu m$$

Câu 26. Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng $0,452 \mu m$ và $0,243 \mu m$ vào catốt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catốt có giới hạn quang điện là $0,5 \mu m$. Lấy $h = 6,625 \cdot 10^{-34} J.s$, $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ và $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$. Vận tốc ban đầu cực đại của các electron quang điện bằng

- A) $2,29 \cdot 10^4 m/s$. B) $9,24 \cdot 10^3 m/s$. **C) $9,61 \cdot 10^5 m/s$.** D) $1,34 \cdot 10^6 m/s$.

HD:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{1}{0,243 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6}} \right)} = 9,61 \cdot 10^5 m/s$$

Câu 27. Chiếu một bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda = 0,5 (\mu m)$ vào một bề mặt của tế bào quang điện tạo ra dòng bão hòa $I_{bh} = 0,32 (A)$. Công suất bức xạ chiếu vào catot là $P = 1,5 W$. Biết $h = 6,625 \cdot 10^{-34} (J.s)$; $c = 3 \cdot 10^8 (m/s)$; $q = 1,6 \cdot 10^{-19} (C)$. Hiệu suất lượng tử là?

- A) $H = 46 (\%)$. **B) $H = 53 (\%)$.** C) $H = 84 (\%)$. D) $H = 67 (\%)$.

HD:

$$\text{Công suất của nguồn: } P = N \cdot \varepsilon = N \cdot \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow N = \frac{P \cdot \lambda}{h \cdot c}$$

$$\text{Cường độ dòng quang điện bão hòa: } I_{bh} = n \cdot e \Rightarrow n = \frac{I_{bh}}{e}$$

$$\text{Hiệu suất lượng tử: } H = \frac{n}{N} = \frac{I_{bh} / e}{P / \varepsilon} = \frac{I_{bh} hc}{e P \lambda} = 53\%$$

Câu 28. Chiếu một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 570 (nm)$ và có công suất $P = 0,625 (W)$ được chiếu vào catốt của một tế bào quang điện. Biết hiệu suất lượng tử $H = 90 (\%)$. Cho $h = 6,625 \cdot 10^{-34} (J.s)$; $q = 1,6 \cdot 10^{-19} (C)$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} (kg)$. Cường độ dòng quang điện bão hòa là:

- A) $0,179 (A)$. B) $0,125 (A)$. **C) $0,258 (A)$.** D) $0,416 (A)$.

$$H = \frac{n}{N} = \frac{I_{bh} / e}{P / \varepsilon} = \frac{I_{bh} hc}{e P \lambda} \Rightarrow I_{bh} = \frac{e P \lambda H}{h c} = 0,258 A$$

Câu 29. Chiếu một chùm bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,18(\mu m)$. Vào catôt của một tế bào quang điện. Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catôt là $\lambda_0 = 0,3(\mu m)$. Hiệu điện thế hãm để triệt tiêu dòng quang điện là

- A) $U_h = -1,85(V)$. **B) $U_h = -2,76(V)$.** C) $U_h = -3,20(V)$. D) $U_h = -4,25(V)$.

HD:
$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU_h = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_h$$

$$\Rightarrow U_h = \left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \right) \frac{1}{e} = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left(\frac{1}{0,18 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,3 \cdot 10^{-6}} \right) = 2,67V$$

Câu 30. Chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,3(\mu m)$ vào catot của một tế bào quang điện, dòng quang điện bão hòa có giá trị $I_{bh} = 1,8(mA)$. Biết hiệu suất lượng tử của hiện tượng quang điện $H = 1(\%)$. Công suất bức xạ mà catot nhận được là

- A) $1,49(W)$. B) $0,149(W)$. **C) $0,745(W)$.** D) $7,45(W)$.

$$H = \frac{n}{N} = \frac{I_{bh} / e}{P / \varepsilon} = \frac{I_{bh} hc}{e P \lambda} \Rightarrow P = \frac{I_{bh} hc}{e \lambda H} = 0,745W$$