



### Chuyên:

- ☑ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ☑ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ☑ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ☑ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

www.thaytruong.vn

0978.013.019 (Th.Trường)

thaytruongcdspgialai

*Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!*

## CHỦ ĐỀ 2. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

### A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

#### 1. Chất quang dẫn và hiện tượng quang điện trong

##### a. Chất quang dẫn

Là chất bán dẫn có tính chất cách điện khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện khi bị chiếu sáng.

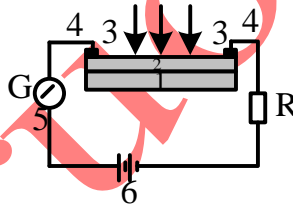
##### b. Hiện tượng quang điện trong

*Giải thích hiện tượng quang dẫn:*

Khi không bị chiếu sáng, các electron trong chất quang dẫn liên kết với các nút mạng tinh thể và hầu như không có electron tự do. Khi bị chiếu sáng, mỗi photon của ánh sáng kích thích sẽ truyền toàn bộ năng lượng cho một electron liên kết làm cho electron giải phóng ra khỏi liên kết trở thành electron tự do đồng thời để lại một lỗ trống. Cả electron và lỗ trống đều tham gia vào quá trình dẫn điện nên chất nói trên trở nên dẫn điện tốt.

Hiện tượng ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ) giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các electron dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang điện trong.

#### 2. Quang điện trở



Người ta phủ lên trên đế cách điện (1) (bằng thủy tinh hay bằng chất dẻo) một lớp bán dẫn mỏng (2), bề dày chừng  $20 \div 30 \mu\text{m}$  (như chì sunfua hay cadimi sunfua). Từ hai đầu của lớp bán dẫn, người ta làm các điện cực (3) bằng kim loại và dẫn ra ngoài bằng các dây dẫn (4); mạch ngoài nối với điện kế (5), một điện trở tải R và nguồn điện (6). Khi cường độ ánh sáng chiếu vào quang điện trở thay đổi, thì cường độ dòng điện trong mạch cũng thay đổi và hiệu điện thế hai đầu điện trở tải B. cũng thay đổi, phù hợp với sự biến thiên của cường độ ánh sáng.

Là một điện trở làm bằng chất quang dẫn.

Cấu tạo: 1 sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện.

Điện trở có thể thay đổi từ vài  $M\Omega \rightarrow$  vài chục  $\Omega$ .

#### 3. Pin quang điện

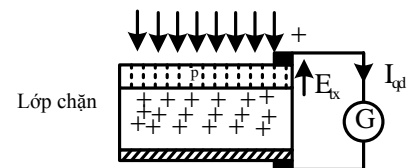
a. **Khái niệm:** Là pin chạy bằng năng lượng ánh sáng. Nó biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.

+ Hiệu suất trên dưới 10%

##### b. Cấu tạo:

Pin có 1 tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ một lớp mỏng bán dẫn loại p, trên cùng là một lớp kim loại rất mỏng. Dưới cùng là một đế kim loại. Các kim loại này đóng vai trò các điện cực trợ.

Giữa p và n hình thành một lớp tiếp xúc p - n. Lớp này ngăn không cho e khuếch tán từ n sang p và lỗ trống khuếch tán từ p sang n  $\rightarrow$  gọi là lớp chặn.



Khi chiếu ánh sáng có  $\lambda \leq \lambda_0$  sẽ gây ra hiện tượng quang điện trong. Electron đi qua lớp chặn xuống bán dẫn n, lỗ trống bị giữ lại  $\rightarrow$  Điện cực kim loại mỏng ở hên nhiễm điện (+)  $\rightarrow$  điện cực (+), còn đế kim loại nhiễm điện (-)  $\rightarrow$  điện cực (-).

Suất điện động của pin quang điện từ 0,5 V  $\rightarrow$  0,8 V.

### c. Ứng dụng

Pin quang điện đã trở thành nguồn cung cấp điện năng cho các vùng sâu, vùng xa ở nước ta, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi,...

### 7. Hiện tượng quang điện trong. Quang trở. Pin quang điện

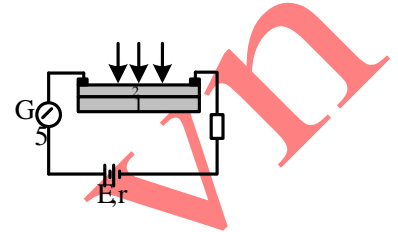
Hiện tượng ánh sáng (hoặc bức xạ điện từ) giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các electron dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang điện trong.

Điều kiện để xảy ra hiện tượng quang điện trong:  $\lambda \leq \lambda_0 \Leftrightarrow \varepsilon \geq \varepsilon_0$

Quang trở khi để trong bóng tối:  $I_0 = \frac{E}{r + R_0}$

Quang trở khi chiếu sáng:  $I = \frac{E}{r + R}$

Hiệu suất pin quang điện:  $H = \frac{UI}{P_{\text{sang}}} = \frac{UI}{I_{\text{sang}} S}$



## B. BÀI TẬP VẬN DỤNG

**Ví dụ 1:** Một chất bán dẫn có giới hạn quang dẫn là 5  $\mu\text{m}$ . Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là  $3 \cdot 10^8$  m/s và hằng số Plank là  $6,625 \cdot 10^{-34}$  Js. Tính năng lượng kích hoạt của chất đó.  
**A.**  $4 \cdot 10^{-19}$  J.      **B.** 3,97 eV.      **C.** 0,35 eV.      **D.** 0,25 eV.

*Hướng dẫn*

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{149,875 \cdot 10^{-26}}{5 \cdot 10^{-6}} = 3,97 \cdot 10^{-20} \text{ J} \sim 0,25 \text{ (eV)} \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

**Ví dụ 2:** Một mạch điện gồm một bộ pin có suất điện động 12 V và điện trở trong 4  $\Omega$  mắc nối tiếp với quang điện trở. Khi quang trở không được chiếu sáng thì cường độ dòng điện chạy qua mạch chỉ vào khoảng 1,2  $\mu\text{A}$ . Xác định điện trở của quang điện trở ở trong bóng tối. Khi quang trở được chiếu sáng thì cường độ dòng điện trong mạch là 0,5 A. Tính điện trở của quang điện trở lúc được chiếu sáng.

*Hướng dẫn*

Điện trở của quang điện trở ở trong bóng tối và khi chiếu sáng lần lượt là:

$$I = \frac{E}{r + R_0} \Rightarrow 1,2 \cdot 10^{-6} = \frac{12}{4 + R_0} \Rightarrow R_0 \approx 10^{-7} (\Omega) = 10 (\text{M}\Omega)$$

$$I = \frac{E}{r + R} \Rightarrow 0,5 = \frac{12}{R + 4} \Rightarrow R = 20 (\Omega)$$

**Ví dụ 3:** Một bộ pin quang điện gồm nhiều pin mắc nối tiếp. Diện tích tổng cộng của các pin là 0,4  $\text{m}^2$ . Dòng ánh sáng chiếu vào bộ pin có cường độ 1000  $\text{W}/\text{m}^2$ . Khi cường độ dòng điện mà bộ pin cung cấp cho mạch ngoài là 2,5A thì điện áp đo được hai cực của bộ pin là 20 V. Hiệu suất của bộ pin là  
**A.** 43,6%.      **B.** 14,25%.      **C.** 12,5%.      **D.** 28,5%

*Hướng dẫn*

$$H = \frac{UI}{P_{\text{sang}}} = \frac{UI}{I_{\text{sang}} S} = \frac{20 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,4} = 0,125 = 12,5\% \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 4:** Một mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm quang trở, cuộn cảm có cảm kháng 20  $\Omega$ , có điện trở 30  $\Omega$  và tụ điện có dung kháng 60  $\Omega$ . Chiếu sáng quang trở với một cường độ sáng nhất định thì công suất tiêu thụ điện trên quang trở là cực đại. Xác định điện trở của quang trở khi đó.  
**A.** 40  $\Omega$ .      **B.** 20  $\Omega$ .      **C.** 50  $\Omega$ .      **D.** 10  $\Omega$ .

*Hướng dẫn*

$$P_{\text{cd max}} \Leftrightarrow R \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{30^2 + (20 - 60)^2} = 50 (\Omega) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

**Ví dụ 5:** Đoạn mạch AB mắc nối tiếp gồm ampe kế có điện trở  $R_A = 0$  và quang điện trở. Mắc vôn kế có điện trở  $R_V$  rất lớn song song với quang điện trở. Nối AB với nguồn điện không đổi có suất điện động E và điện trở trong r. Khi chiếu chùm ánh sáng trắng vào quang trở thì số chỉ của ampe kế và vôn kế lần lượt là  $I_1$  và  $U_1$ . Khi tắt chùm ánh sáng trắng thì số chỉ của ampe kế và vôn kế lần lượt là  $I_2$  và  $U_2$ . Chọn kết luận đúng.

A.  $I_2 < I_1$  và  $U_2 > U_1$ .

B.  $I_2 < I_1$  và  $U_2 < U_1$ .

C.  $I_2 > I_1$  và  $U_2 > U_1$ .

D.  $I_2 > I_1$  và  $U_2 < U_1$ .

**Hướng dẫn**

Số chỉ của ampe kế và vôn kế lần lượt là: 
$$\begin{cases} I = \frac{E}{r+R} \\ U = IR = \frac{E}{r+R} R = \frac{E}{1+\frac{r}{R}} \end{cases}$$

Khi tắt chùm ánh sáng trắng thì R (điện trở của quang trở) tăng nên I giảm và u tăng  
 ⇒ Chọn A.

**BÀI TẬP TỰ LUYỆN**

**Bài 1:** Một mạch điện gồm một bộ pin có suất điện động 9 V và điện trở trong  $6\Omega$  mắc nối tiếp với quang điện trở. Khi quang trở không được chiếu sáng thì cường độ dòng điện chạy qua mạch chỉ vào khoảng  $0,6 \mu A$ . Xác định điện trở của quang điện trở ở trong bóng tối.

- A.  $1 M\Omega$ .      B.  $2 M\Omega$ .      C.  $15 M\Omega$       D.  $10 M\Omega$

**Bài 2:** Một mạch điện gồm một bộ pin có suất điện động 9 V và điện trở trong  $6 \Omega$ , mắc nối tiếp với quang điện trở. Khi quang trở được chiếu sáng thì cường độ dòng điện trong mạch là  $0,5 A$ . Tính điện trở của quang điện trở lúc được chiếu sáng.

- A.  $12 \Omega$ .      B.  $2 \Omega$ .      C.  $20 \Omega$ .      D.  $10 M\Omega$ .

**Bài 3:** Một chất bán dẫn có giới hạn quang dẫn là  $0,62 \mu m$ . Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là  $3 \cdot 10^8 m/s$ . Chiếu vào chất bán dẫn đó lần lượt các chùm bức xạ đơn sắc có tần số  $f_1 = 4,5 \cdot 10^{14} Hz$ ;  $f_2 = 5,0 \cdot 10^{13} Hz$ ;  $f_3 = 6,5 \cdot 10^{13} Hz$ ;  $f_4 = 6,0 \cdot 10^{14} Hz$  thì hiện tượng quang dẫn sẽ xảy ra với:

- A. chùm bức xạ 1    B. chùm bức xạ 2      C. chùm bức xạ 3      D. chùm bức xạ 4

**Bài 4:** Một bộ pin quang điện gồm nhiều pin mắc nối tiếp. Diện tích tổng cộng của các pin là  $0,4 m^2$ . Dòng ánh sáng chiếu vào bộ pin có cường độ  $1000 W/m^2$ . Khi cường độ dòng điện mà bộ pin cung cấp cho mạch ngoài là  $2,85 A$  thì điện áp đo được hai cực của bộ pin là  $20 V$ . Hiệu suất của bộ pin là

- A.  $43,6\%$ .      B.  $14,25\%$ .      C.  $12,5\%$ .      D.  $28,5\%$ .

**Bài 5:** Một mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm quang trở, cuộn cảm thuần có cảm kháng  $20 \Omega$  và tụ điện có dung kháng  $60\Omega$ . Chiếu sáng quang trở với một cường độ sáng nhất định thì công suất tiêu thụ điện của mạch là cực đại. Xác định điện trở của quang trở khi đó.

- A.  $40\Omega$ .      B.  $20 \Omega$ .      C.  $50 \Omega$ .      D.  $90 \Omega$ .

**ĐÁP ÁN BÀI TẬP TỰ LUYỆN**

1.C	2.A	3.D	4.B	5.A
-----	-----	-----	-----	-----

**TRẮC NGHIỆM LÝ THUYẾT**

**Câu 1:** Trong hiện tượng quang dẫn: Năng lượng cần thiết để giải phóng một electron liên kết thành electron tự do là A thì bước sóng dài nhất của ánh sáng kích thích gây ra được hiện tượng quang dẫn bằng

- A.  $\frac{hc}{A}$ .      B.  $\frac{hA}{c}$ .      C. A.      D.  $\frac{A}{hc}$ .

**Câu 2:** Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng

- A. giảm mạnh điện trở suất của chất bán dẫn khi bị chiếu bằng chùm ánh sáng thích hợp.  
 B. giảm mạnh điện trở của một số kim loại khi được chiếu bằng chùm sáng thích hợp.  
 C. chất bán dẫn khi được chiếu bằng chùm sáng thích hợp sẽ ngừng dẫn điện.  
 D. điện trở của kim loại tăng lên khi bị chiếu sáng bằng chùm sáng thích hợp.

**Câu 3:** Quang dẫn là hiện tượng

- A. kim loại phát xạ electron khi tấm kim loại được chiếu sáng.  
 B. điện trở của một vật giảm mạnh khi hạ nhiệt độ của một vật xuống rất thấp.  
 C. các electron bật ra khỏi bề mặt chất bán dẫn khi khối bán dẫn được chiếu sáng.  
 D. điện trở suất của chất bán dẫn giảm mạnh khi được chiếu sáng thích hợp.

**Câu 4:** Pin quang điện

- A. là ứng dụng của hiện tượng quang dẫn.      B. là pin chạy bằng năng lượng ánh sáng.  
 C. có suất điện động lớn hơn pin hóa học.      D. có hiệu suất không cao (cỡ 50%)

**Câu 5:** Khi chiếu một chùm sáng thích hợp vào khối bán dẫn thì

- A. mật độ electron trong khối bán dẫn giảm mạnh.  
 B. nhiệt độ của khối bán dẫn giảm nhanh.  
 C. mật độ hạt dẫn điện trong khối bán dẫn tăng nhanh.

D. cấu trúc tinh thể trong khối bán dẫn thay đổi.

**Câu 6:** Chọn phát biểu **sai**:

- A. Hiện tượng tạo thành các electron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn khi được chiếu sáng gọi là hiện tượng quang điện trong.
- B. Hiện tượng giảm mạnh điện trở suất của tấm bán dẫn khi được chiếu sáng thích hợp gọi là hiện tượng quang dẫn.
- C. Trong hiện tượng quang dẫn, bước sóng của ánh sáng kích thích càng lớn thì điện trở suất của bán dẫn càng nhỏ.
- D. Quang điện trở, pin quang điện là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện bên trong.

**Câu 7:** Pin quang điện là nguồn điện, trong đó

- A. hóa năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- B. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- C. cơ năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
- D. nhiệt năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

**Câu 8:** Chọn phát biểu **sai**:

- A. Giới hạn kim loại của các kim loại kiềm nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.
- B. Có thể giải thích tính quang dẫn bằng thuyết photon.
- C. Quang điện trở hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện ngoài.
- D. Pin quang điện hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

**Câu 9:** Chọn phát biểu đúng:

- A. Trong pin quang điện, năng lượng Mặt Trời được biến đổi toàn bộ thành điện năng.
- B. Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện ngoài là nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.
- C. Suất điện động của một pin quang điện chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.
- D. Bước sóng ánh sáng chiếu vào khối bán dẫn càng lớn thì điện trở của khối này càng nhỏ.

**Câu 10:** Phát biểu nào sau đây **sai**?

- A. Nguyên tắc hoạt động của tất cả các tế bào quang điện đều được dựa trên hiện tượng quang dẫn.
- B. Điện trở của pin quang điện giảm mạnh khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.
- C. Có một số tế bào quang điện hoạt động khi được kích thích bằng ánh sáng nhìn thấy.
- D. Trong pin quang điện, quang năng biến đổi trực tiếp thành điện năng.

### ĐÁP ÁN TRẮC NGHIỆM LÝ THUYẾT

1.A	2.A	3.D	4.B	5.C	6.C	7.B	8.C	9.C	10.A
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

-----HẾT-----



**Chuyên:**

- Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

www.thaytruong.vn  
0978.013.019 (Th.Trường)  
thaytruongcdspgiai

**Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!**