

OLYMPIC VẬT LÝ SINH VIÊN TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXIII – NĂM 2021

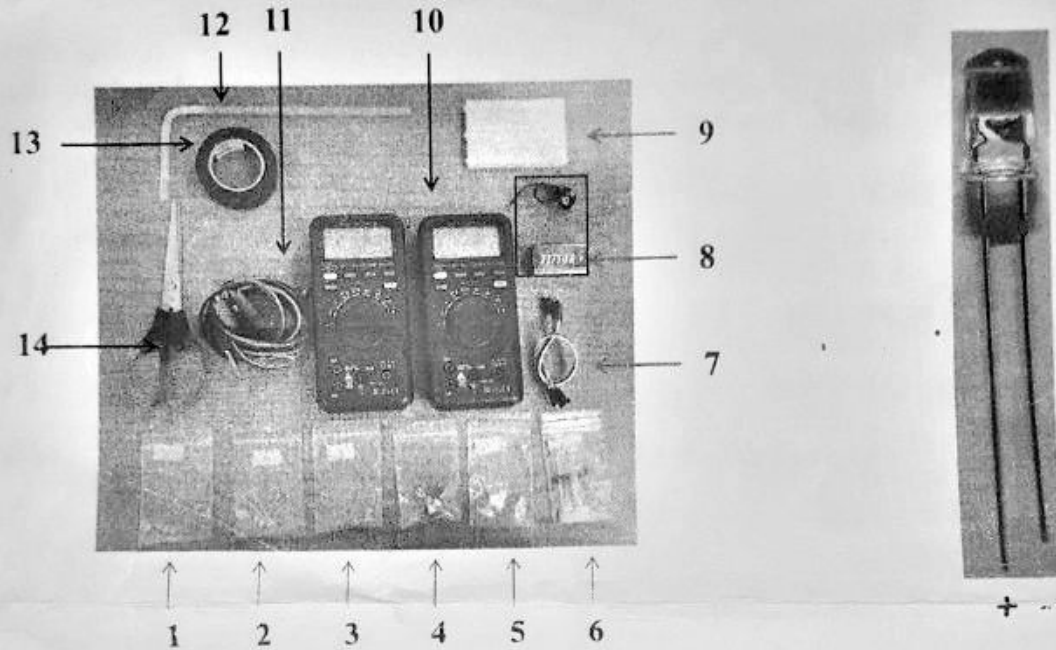
ĐỀ THI THỰC NGHIỆM

Thời gian làm bài: 180 phút. Đề thi gồm 02 trang.

TÍNH CHẤT PHÁT – THU ÁNH SÁNG CỦA LED

Hiện nay, LED (Light Emitting Diode) được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như chiếu sáng, trang trí và công nghệ màn hình. Đèn LED rẻ, dễ mua và có thể sử dụng để tìm hiểu nhiều hiện tượng vật lý tại các phòng thực hành trên cả nước. Trong bài thí nghiệm này, một số tính chất của LED được khảo sát bằng những dụng cụ đơn giản. Các LED sử dụng trong bài thí nghiệm là LED 5 mm có a-nốt gắn với chân dài và ca-tốt gắn với chân ngắn.

I. Dụng cụ thí nghiệm



Hình 1. Hình ảnh các dụng cụ thí nghiệm và LED

STT	Dụng cụ	Số lượng	STT	Dụng cụ	Số lượng
1	LED đỏ	03	8	Pin 9V, nắp gắn pin	01
2	LED xanh lá	03	9	Bảng mạch	01
3	LED xanh dương	03	10	Đồng hồ đo điện đa năng	02
4	Chiết áp $2\text{ k}\Omega$	01	11	Dây cho đồng hồ đo điện đa năng	02
5	Điện trở $100\ \Omega$	01	12	Ống hút	01
6	Điện trở $100\text{ k}\Omega$	10	13	Băng dính	01
7	Sợi dây nối có hai đầu cắm	06	14	Kéo	01

Lưu ý:

- Trong các thí nghiệm ở phần sau, không yêu cầu phân tích sai số.
- Không được đổi hoặc xin thêm dụng cụ trong quá trình làm thí nghiệm.

II. Nội dung thí nghiệm

1. Đặc tuyến I-V của LED (12,0 điểm)

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ mạch điện để khảo sát đặc tuyến I – V của LED khi LED được phân cực thuận (điện áp giữa a-nốt và ca-tốt dương) và mạch điện để khảo sát đặc tuyến I – V của LED khi LED phân cực ngược (điện áp giữa a-nốt và ca-tốt âm). Giải thích sự khác nhau giữa hai mạch điện này.
- Tiến hành thí nghiệm để xác định đặc tuyến I-V của LED đỏ, xanh lá và xanh dương khi phân cực thuận. Ghi kết quả vào **bảng 1**.
- Trên cùng một đồ thị, vẽ đặc tuyến I – V của LED đỏ, xanh lá và xanh dương.
- Trình bày cách xác định bước sóng của LED đỏ, xanh lá, xanh dương khi hoạt động ở điện thế ngưỡng U_{ng} . Ghi kết quả vào **bảng 2**.

Lưu ý: Không được để dòng điện qua LED quá 25 mA!

2. Pin mặt trời (9,0 điểm)

2.1 Pin mặt trời LED

LED được tạo thành từ lớp chuyển tiếp p-n. Khi cho dòng điện thuận chạy qua LED thì LED có thể sử dụng như một nguồn sáng. Khi chiếu ánh sáng thích hợp vào LED thì LED có thể sử dụng như một pin mặt trời. Bây giờ, ta xác định một số đại lượng đặc trưng của pin mặt trời bằng cách sử dụng một LED làm nguồn sáng (LED1) và một LED sử dụng làm pin mặt trời (LED2). Hãy sử dụng các ký hiệu như hình 2 để thực hiện các nội dung tiếp theo.



Nguồn sáng - LED1:

Năng lượng điện chuyển thành năng lượng ánh sáng.



Pin mặt trời - LED2:

Năng lượng ánh sáng chuyển thành năng lượng điện.

Hình 2. Tác dụng thuận và nghịch của LED

Khi nối pin mặt trời với mạch ngoài có điện trở R thì điện áp giữa hai cực của pin mặt trời là U . Thế không tải U_{max} là điện áp lớn nhất giữa hai cực của pin mặt trời khi mạch ngoài hở. Dòng đoản mạch I_{max} là dòng điện lớn nhất mà pin cung cấp cho mạch ngoài khi điện trở của mạch ngoài $R = 0 \Omega$. Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ sơ đồ thí nghiệm để xác định thế không tải U_{max} và dòng đoản mạch I_{max} của pin mặt trời LED2 khi sử dụng các nguồn sáng LED1 khác nhau. Cần đảm bảo ánh sáng phát ra từ LED1 chiếu tới bề mặt của LED2 với cường độ sáng lớn nhất, hãy giải thích cách bố trí dụng cụ để đạt được yêu cầu này.
- Tiến hành thí nghiệm phần 2.1a, ghi kết quả vào **bảng 3**.

Trong các thí nghiệm tiếp theo, sử dụng LED1 là LED xanh dương và LED2 là LED xanh lá. Cường độ dòng điện qua nguồn sáng được giữ cố định I_{LED1} , giá trị của I_{LED1} nằm trong khoảng từ 11 mA tới 12 mA.

2.2 Ghép pin mặt trời

Để có được thế không tải và dòng đoản mạch xác định, ta có thể ghép các pin mặt trời để tạo thành bộ pin. Sử dụng hai LED xanh lá làm hai pin mặt trời, ký hiệu là pin mặt trời A và pin mặt trời B. Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ sơ đồ mạch điện để xác định thế không tải và dòng đoản mạch của mỗi pin mặt trời. Ghi kết quả đo vào **bảng 4**.
- Vẽ bốn cách nối cực của pin mặt trời A và pin mặt trời B để tạo thành bốn bộ pin mặt trời có thế không tải và dòng đoản mạch khác nhau. Đo thế không tải và dòng đoản mạch của mỗi bộ pin mặt trời. Ghi kết quả đo vào **bảng 5**.

3. Đặc tuyến I-V của pin mặt trời (9,0 điểm)

Sơ đồ tương đương của pin mặt trời được cho như trên hình 3. Giả sử R_{sh} vô cùng lớn và $R_s = 0$, cường độ dòng điện mạch ngoài I phụ thuộc vào điện áp hai đầu pin mặt trời theo biểu thức

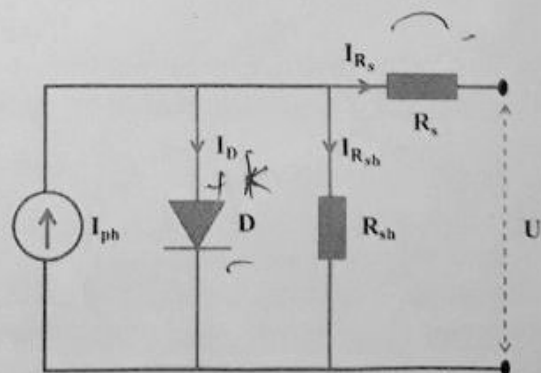
$$I = I_{ph} - I_0 \left(\exp\left(\frac{qU}{nkT}\right) - 1 \right) \quad (1)$$

với I_{ph} , I_0 và n là hằng số khi cường độ sáng chiếu vào pin mặt trời có giá trị cố định. Biết $q = 1,602 \times 10^{-19} \text{C}$ là điện tích nguyên tố và $k = 1,381 \times 10^{-23} \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ là hằng số Boltzmann. Nhiệt độ được lấy là $T = 307 \text{K}$. Với LED2, giá trị của n nằm trong khoảng từ 1 đến 15.

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ mạch điện và giải thích cách tiến hành thí nghiệm để xác định đặc tuyến I-V của pin mặt trời LED2.
- Tiến hành thí nghiệm phần 3a, ghi kết quả vào **bảng 6**.
- Vẽ đặc tuyến I-V của pin mặt trời.
- Xác định công suất cực đại của mạch ngoài P_{max} và điện trở của mạch ngoài R_l khi $P = P_{max}$.
- Xác định hệ số n bằng đồ thị.
- Khi R_{sh} hữu hạn và $R_s = 0$, xác định điện trở R_{sh} . Biết cường độ dòng điện mạch ngoài I phụ thuộc vào điện áp hai đầu pin mặt trời theo biểu thức

$$I = I_{ph} - I_0 \left(\exp\left(\frac{qU}{nkT}\right) - 1 \right) - \frac{U}{R_{sh}}$$



Hình 3. Sơ đồ tương đương của pin mặt trời.

I_{not} R (2)
 $catot$

HẾT