

OLYMPIC VẬT LÝ SINH VIÊN TOÀN QUỐC LẦN THỨ XX
ĐỀ THI THỰC NGHIỆM

Thời gian: 180 phút

KHẢO SÁT ĐẶC TRƯNG QUANG ĐIỆN CỦA LAZE BÁN DẪN

I. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Ánh sáng là sóng điện từ ngang, điện trường của nó nằm trong mặt phẳng vuông góc với phương lan truyền và điện trường dao động đều theo các phương còn ánh sáng phân cực thẳng (phân cực toàn phần) là ánh sáng trong đó dao động sáng chỉ được thực hiện trong một mặt phẳng nhất định chứa tia sáng.

Laze bán dẫn (còn gọi là laze điốt) có cấu tạo tương tự điốt phát quang nhưng có thêm các bộ phận để phát ra ánh sáng cực mạnh theo cơ chế khuếch đại ánh sáng bằng bức xạ kích thích.

Trong thí nghiệm này chúng ta sẽ khảo sát các đặc trưng của laze bán dẫn và ánh sáng do laze bán dẫn phát ra.

Nguồn sáng: laze bán dẫn

Nguồn sáng trong thí nghiệm này là một laze bán dẫn. Phân cực thuận laze bán dẫn (cấp nguồn: (+) vào chân đỏ, (-) vào chân đen) và tăng dần hiệu điện thế, ban đầu cường độ ánh sáng phát ra rất yếu, dòng điện qua laze bán dẫn vẫn nhỏ. Tăng dần hiệu điện thế đến một ngưỡng nào đó thì cơ chế phát ra ánh sáng kiểu laze bắt đầu xảy ra và dòng điện qua laze lúc này tăng nhanh. Dòng điện ứng với quá trình phát laze bắt đầu xảy ra là dòng điện ngưỡng. Trên dòng ngưỡng, cường độ ánh sáng tăng rất mạnh khi dòng điện tăng, và tỉ lệ với cường độ dòng điện. Nếu cường độ dòng điện tăng nữa, thì tốc độ tăng của cường độ sáng theo dòng điện giảm đi do laze bán dẫn bị nóng lên. Vì vậy khoảng cường độ dòng điện tối ưu cho hoạt động của laze bán dẫn là khu vực mà ở đó cường độ sáng phụ thuộc tuyến tính vào cường độ dòng điện.

Hiệu suất phát quang của laze được định nghĩa là tỉ số giữa công suất quang phát ra và công suất điện cung cấp.

Trong thí nghiệm, ở đầu phát laze có núm xoay nhẹ có thể dùng để chỉnh độ hội tụ cho chùm laze phát và để chỉnh hướng laze. Khi làm thí nghiệm nên hiệu chỉnh sao chùm laze chiếu đúng vào đầu thu quang.

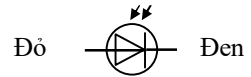
Đầu thu quang: Linh kiện photodiốt

Linh kiện thu quang là một photodiốt dùng để chuyển đổi photon ánh sáng thành điện theo hiệu ứng quang điện. Photodiốt có cấu tạo tương tự kiểu điốt và có hai chế độ làm việc là chế độ quang thế và chế độ quang dẫn.

Ở chế độ quang thế, ánh sáng chiếu vào sẽ sinh ra hiệu điện thế hở mạch. Khi số photon chiếu vào bề mặt photodiốt còn ít thì hiệu điện thế hở mạch sinh ra sẽ tỉ lệ tuyến tính với cường độ chiếu sáng. *Khi cường độ chiếu sáng lớn thì hiệu điện thế hở mạch sinh ra sẽ không còn tỉ lệ tuyến tính nữa.*

Ở chế độ quang dẫn, photodiốt là việc ở chế độ phân cực ngược. Photon chiếu sáng đến bị hấp thụ làm phát sinh các điện tử và lỗ trống, các hạt mang điện này đóng góp chủ yếu vào thành phần dòng điện trong mạch. Do đó có thể coi dòng điện trong mạch là dòng gây bởi các photon ánh sáng. *Dòng điện này tỉ lệ tuyến tính với cường độ ánh sáng.*

Trong thí nghiệm, đầu thu quang được hàn dây để nối ra 2 chân đỏ và đen tách biệt như hình bên. Đầu thu quang này không phụ thuộc vào sự phân cực của ánh sáng mà chỉ phụ thuộc vào cường độ ánh sáng.



II. DỤNG CỤ THỰC HÀNH

1. Danh sách các dụng cụ

STT	Dụng cụ	Số lượng
1	Hệ quang gồm ray, 1 đầu phát laze, 1 đầu thu quang	01
2	Hộp nguồn và mạch điện	01
3	Adapter 5V,1A cho 2	01
4	Biến trở 4,7 K Ω	01

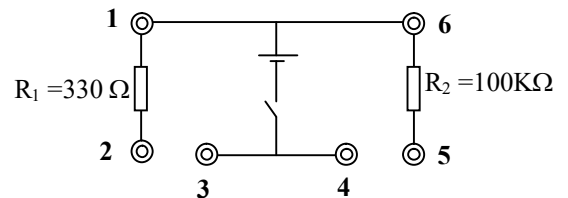
STT	Dụng cụ	Số lượng
5	Kính phân cực	02
6	Đồng hồ đo điện vạn năng ký hiệu đánh số 1 và 2	02
7	Dây nối điện	09
8	Vít M6 (gài trên ray)	01

2. Thông tin về các linh kiện và dụng cụ

2.1. Hệ quang: Đầu phát laze, Đầu thu quang, Ray quang học

2.2. Hộp nguồn và mạch điện

Khi sử dụng adapter 3 để nuôi cho hộp 2 (cắm vào lỗ cạnh bên hộp), khi đó sơ đồ mắc mạch của hộp nguồn như hình bên. Bật công tắc nếu đèn sáng chứng tỏ hộp 2 hoạt động tốt.



2.3. Kính phân cực

Dụng cụ 5 bao gồm kính phân cực được gắn chặt với núm xoay. Khi xoay núm thì kính phân cực bị xoay theo. Núm xoay được khắc chia vạch đều quanh núm với tổng số khoảng là 180. Như vậy ứng với mỗi vạch chia nhỏ là 2^0 . Để cố định cơ cấu (5) lên thanh ray ta sử dụng vít M6 (8) để gá (trong khe của ray đã có sẵn phụ kiện bắt vít M6).

2.4. Biến trở

Biến trở 4 có 3 chốt đầu ra tương ứng với 3 màu **Đen, Xanh, Đỏ**. Khi xoay núm biến trở thuận chiều kim đồng hồ thì điện trở giữa hai đầu **Đen** và **Xanh** tăng dần. Điện trở giữa hai đầu **Đen** và **Đỏ** luôn không đổi.

2.5. Đồng hồ đo điện

Hai đồng hồ đo điện vạn năng được đánh số 1 và 2. Đồng hồ 1 có thể sử dụng làm vôn kế hoặc ampe kế. Đồng hồ 2 chỉ dùng với chức năng làm vôn kế.

III. YÊU CẦU THỰC HÀNH

1. Khảo sát đặc trưng vôn – ampe của đầu phát laze khi phân cực thuận

- Vẽ sơ đồ bố trí thí nghiệm.
- Trình bày bảng số liệu đo khảo sát đặc trưng vôn – ampe khi phân cực thuận laze.
- Vẽ đồ thị đặc trưng vôn – ampe của laze khi phân cực thuận

- Trình bày cách xác định bước sóng của laze từ đặc trưng vôn – ampe và tính bước sóng của laze.

2. Xác định các đặc trưng quang điện của laze

- Vẽ sơ đồ mắc mạch để khảo sát dạng đặc tuyến về mối quan hệ giữa cường độ sáng theo dòng nuôi laze.

- Trình bày bảng số liệu thu thập, cách xử lý số liệu và bảng số liệu xử lý.

- Vẽ đồ thị mô tả dạng đặc tuyến về mối quan hệ giữa cường độ sáng theo dòng nuôi laze từ đó xác định giá trị khoảng cường độ dòng điện nuôi tối ưu cho hoạt động của laze.

- Vẽ đồ thị mô tả dạng đặc tuyến về hiệu suất phát quang của laze theo công suất nuôi laze và chỉ ra giá trị công suất nuôi laze để hiệu suất phát quang của laze đạt cực đại.

3. Khảo sát đặc tính ánh sáng của tia laze

Trong phần này ta khảo sát đặc tính ánh sáng của laze thông qua việc xoay mặt phẳng phân cực của kính phân cực.

Lắp giá đỡ kính phân cực lên ray quang học và gá chặt bằng vít M6. Hãy chú ý cần để kính phân cực vuông góc với chùm sáng phát ra từ tia laze. Nên để kính phân cực gần giữa chiều dài ray quang học. Để khảo sát đặc tính ánh sáng của tia laze, ánh sáng phát ra từ laze cần giữ ổn định. Xoay nhẹ núm xoay của kính phân cực và quan sát ánh sáng sau khi qua kính phân cực sao cho ánh sáng yếu nhất, lấy vị trí đó làm mốc ban đầu cho quá trình khảo sát cường độ ánh sáng qua kính theo góc xoay của kính phân cực.

- Vẽ sơ đồ mắc mạch điện bố trí thí nghiệm.

- Trình bày bảng số liệu đo và bảng xử lý số liệu.

- Dựng đồ thị mô tả dạng tương quan của cường độ sáng sau khi qua kính theo góc xoay của kính phân cực.

- Nhận xét về mức độ phân cực của ánh sáng phát ra từ đầu phát laze.

HẾT