

**HƯỚNG DẪN ÔN TẬP KIỂM TRA GIỮA HỌC KỲ**  
 Môn học: **Vật lý bán dẫn (EE1013) – HK 192**

**Chú ý:**

- Đề kiểm tra trắc nghiệm gồm có 25 câu với thời gian làm bài là 40 phút.
- Đề kiểm tra **không sử dụng tài liệu** và **câu nào trả lời sai bị trừ 0.2 điểm** (không trừ nếu không đánh dấu).
- Nội dung: gồm các chương 1, 2 và 3

❖ **Phân lý thuyết:**

Trọng tâm của các chương:

**Chương 1. Giới thiệu**

- **Các khối xây dựng cơ bản của các dụng cụ bán dẫn:**

STT	Khối xây dựng cơ bản	Ứng dụng chính trong các dụng cụ bán dẫn
1	Chuyển tiếp kim loại-bán dẫn (M-S)	Diode Schottky, Transistor Schottky, MESFET
2	Chuyển tiếp P-N	Các loại diode bán dẫn (chỉnh lưu, ổn áp, LED, varicap,...), BJT, JFET
3	Chuyển tiếp dị thể	Các transistor đặc biệt (TD: HBT) và các dụng cụ quang ĐT có hiệu năng cao
4	Cấu trúc MOS	MOSFET, phần tử nhớ 1 bit của DRAM, cảm biến ảnh CCD và CMOS

**Chú ý:** Ta chỉ chú ý đến thành phần chính tạo nên dụng cụ bán dẫn, mặc dù các chuyển tiếp khác vẫn có:

- Chuyển tiếp M-S có 2 dạng:
  - **chuyển tiếp chỉnh lưu:** làm thành phần chính chế tạo dụng cụ bán dẫn (trong bảng trên)
  - **tiếp xúc Ohm:** để tạo kết nối các chân ra của dụng cụ bán dẫn.
- Chuyển tiếp P-N ở miền S (Source) và D (Drain) của MOSFET.

- **Các xu hướng công nghệ vi mạch (IC) bán dẫn:**

Gồm 3 xu hướng chính: tăng mật độ tích hợp, tốc độ xử lý cao và tiêu thụ năng lượng thấp (công suất thấp). Ngoài ra trong các sản phẩm dùng dụng cụ bán dẫn càng tăng thêm lượng bộ nhớ không bốc hơi.

**Chương 2. Dải năng lượng và nồng độ hạt dẫn ở điều kiện cân bằng**

1. Phân loại vật liệu theo điện dẫn suất (hay điện trở suất) và khe năng lượng.
2. Sự hình thành dải năng lượng. Khái niệm dải dẫn, dải hóa trị và dải cấm. Khe năng lượng  $E_g$ .
3. Phân biệt bán dẫn nguyên tố và bán dẫn hỗn hợp (phức hợp).
4. Chất bán dẫn dùng trong dụng cụ bán dẫn thường dùng loại bán dẫn có cấu trúc tinh thể gì?
5. Chất bán dẫn hỗn hợp thường dùng cho các dụng cụ gì?
6. Các nguyên tố bán dẫn thường nằm ở đâu trong bảng phân loại tuần hoàn (nhóm mấy)?
7. Thế nào gọi là bán dẫn trực tiếp, bán dẫn gián tiếp. Cho thí dụ loại bán dẫn nào là trực tiếp, gián tiếp?
8. Chất bán dẫn có (các) liên kết nào trong các liên kết sau: kim loại, ion, đồng hóa trị, và van der Waals?
9. Bán dẫn nội tại và bán dẫn có pha tạp chất.
10. Đặc tính của phân bố Fermi-Dirac. Khi nhiệt độ tăng thì đặc tính này thay đổi như thế nào?
11. Mức (năng lượng) Fermi  $E_F$  trong chất rắn:  $E_F$  nằm ở đâu trong chất dẫn điện, bán dẫn và cách điện?
12. Phân bố Boltzmann: nồng độ điện tử  $n$  và nồng độ lỗ  $p$  ở cân bằng nhiệt

$$n \approx N_C \cdot \exp(-(E_C - E_F)/kT) \quad \text{với } E_C - E_F \geq 2kT$$

$$p \approx N_V \cdot \exp(-(E_F - E_V)/kT) \quad \text{với } E_F - E_V \geq 2kT$$

13. Nồng độ hạt dẫn nội tại  $n_i$

$$n_i = \sqrt{N_C N_V} \cdot \exp\left(-\frac{E_g}{2kT}\right)$$

Khi nhiệt độ thay đổi thì  $n_i$  bị ảnh hưởng như thế nào? (Khi nhiệt độ tăng? Khi nhiệt độ là 0 K?)

14. Thế nào chất donor, acceptor? Trong bảng phân loại tuần hoàn, nếu ta dùng bán dẫn thuộc nhóm IV thì các chất donor và acceptor thuộc các nhóm nào? Các mức năng lượng donor  $E_D$  và acceptor  $E_A$  nằm ở đâu

trong giản đồ năng lượng của chất bán dẫn?

15. Sự hình thành bán dẫn loại N, loại P. Hạt dẫn đa số và hạt dẫn thiểu số. **Định luật tác động số đông** của chất bán dẫn (nội tại và có pha tạp chất) ở cân bằng nhiệt:  $n \cdot p = n_i^2$
16. Năng lượng ion hóa của tạp chất donor và acceptor là gì?
17. Vị trí mức Fermi  $E_F$  thay đổi như thế nào trong giản đồ dải năng lượng khi tăng nồng độ tạp chất trong bán dẫn loại N, và loại P? Bán dẫn suy biến là bán dẫn gì?
18. Nồng độ hạt dẫn trong bán dẫn loại N ở cân bằng nhiệt (nếu  $N_D \gg n_i$ )  $n_n \approx N_D$  và  $p_n = ?$
19. Nồng độ hạt dẫn trong bán dẫn loại P ở cân bằng nhiệt (nếu  $N_A \gg n_i$ )  $p_p \approx N_A$  và  $n_p = ?$
20. Mức năng lượng Fermi bị ảnh hưởng như thế nào bởi nồng độ tạp chất và nhiệt độ? Công thức tính với bán dẫn N và bán dẫn P chỉ pha 1 loại tạp chất:  $E_F - E_i = ?$
21. Bán dẫn có bổ chính (còn được gọi là bán dẫn bù) ở cân bằng nhiệt (**xét nồng độ tạp chất  $\gg n_i$** ):  
(Ký hiệu  $N_A$  là nồng độ tạp chất acceptor và  $N_D$  là nồng độ tạp chất Donor.)

- **Với bán dẫn loại N** ( $N_D > N_A$ ), ta có nồng độ hạt dẫn đa số  $n_n$  và nồng độ hạt dẫn thiểu số  $p_n$ :

$$n_n = \frac{1}{2} \cdot \left[ N_D - N_A + \sqrt{(N_D - N_A)^2 + 4n_i^2} \right] \quad \text{và} \quad p_n = \frac{n_i^2}{n_n}; \quad \text{nếu } N_D - N_A \gg n_i \Rightarrow n_n \approx N_D - N_A \quad \text{và} \quad p_n \approx \frac{n_i^2}{N_D - N_A}$$

- **Với bán dẫn loại P** ( $N_A > N_D$ ), ta có nồng độ hạt dẫn đa số  $p_p$  và nồng độ hạt dẫn thiểu số  $n_p$ :

$$p_p = \frac{1}{2} \cdot \left[ N_A - N_D + \sqrt{(N_A - N_D)^2 + 4n_i^2} \right] \quad \text{và} \quad n_p = \frac{n_i^2}{p_p}; \quad \text{nếu } N_A - N_D \gg n_i \Rightarrow p_p \approx N_A - N_D \quad \text{và} \quad n_p \approx \frac{n_i^2}{N_A - N_D}$$

### Chương 3. Các hiện tượng vận chuyển hạt dẫn

1. Chuyển động trôi và khuếch tán trong bán dẫn. Vận tốc trôi của hạt dẫn. Quan hệ giữa độ linh động của điện tử và độ linh động của lỗ trong cùng chất bán dẫn?
2. Công thức vận tốc trôi chỉ đúng trong trường hợp nào?
3. Các cơ chế tán xạ nào ảnh hưởng đến độ linh động của hạt dẫn và sự phụ thuộc vào nhiệt độ của các cơ chế này như thế nào?
4. Quan hệ Einstein: cho thấy sự tương quan của hiện tượng khuếch tán và hiện tượng trôi của hạt dẫn

Hệ số khuếch tán điện tử	Hệ số khuếch tán lỗ	Dạng tổng quát
$D_n = \left( \frac{kT}{q} \right) \mu_n$	$D_p = \left( \frac{kT}{q} \right) \mu_p$	$\frac{D}{\mu} = V_T$

với  $V_T$  là điện áp nhiệt và  $V_T = kT/q$

5. Định nghĩa của thế Fermi. Làm sao xác định được loại bán dẫn dựa trên thế Fermi?
6. Độ dẫn điện  $\sigma$  của bán dẫn (giả sử bán dẫn nếu có pha tạp chất thì được phân bố đều):  
 $\sigma = \sigma_n + \sigma_p = qn\mu_n + qp\mu_p = 1/\rho$  với độ dẫn điện do điện tử  $\sigma_n (=qn\mu_n)$  và độ dẫn điện do lỗ  $\sigma_p (=qp\mu_p)$ .
7. Ảnh hưởng của nồng độ tạp chất lên điện trở suất của bán dẫn như thế nào?
8. Sự sinh cặp điện tử-lỗ trong bán dẫn thường gặp do các tác động nào?
9. Tái hợp có bức xạ và tái hợp không có bức xạ thường gặp trong các loại bán dẫn nào? Trong dụng cụ quang điện tử người ta thường dùng loại bán dẫn có tái hợp nào?
10. Tái hợp trực tiếp thường xảy ra với bán dẫn loại nào? Thí dụ: Si và GaAs thì loại bán dẫn nào có xảy ra tái hợp trực tiếp?
11. Xét bán dẫn trực tiếp loại N, với bơm mức thấp thì công thức tính tốc độ tái hợp của nó là gì?
12. Tái hợp gián tiếp?
13. Tái hợp nào có ảnh hưởng đến 3 hạt dẫn?
14. Ánh sáng phải có năng lượng bao nhiêu mới có thể tạo nên cặp điện tử-lỗ khi ta chiếu ánh sáng vào bán dẫn có khe năng lượng là  $E_g$ ?
15. Khi có hiện tượng tái hợp trong bán dẫn trực tiếp có khe năng lượng là  $E_g$  thì ánh sáng sinh ra có bước sóng bao nhiêu?
16. Ý nghĩa của phương trình liên tục?
17. Các phương trình liên tục của điện tử và lỗ:

	Phương trình liên tục	Mật độ dòng điện
<b>Điện tử</b>	$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{1}{q} \cdot \frac{dj_n}{dx} + G - R$	$j_n = q\mu_n nE + qD_n \cdot \frac{dn}{dx}$
<b>Lỗ</b>	$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{q} \cdot \frac{dj_p}{dx} + G - R$	$j_p = q\mu_p pE - qD_p \cdot \frac{dp}{dx}$