

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

❖ **Phần bài tập***Các hằng số được sử dụng trong các câu hỏi:*

$k = \text{hằng số Boltzman} = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/oK}$

$q = \text{điện tích điện tử} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$\varepsilon_S = \text{hằng số điện môi của Si} = 11.9 \times 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$

$V_T = kT/q = 0.026 \text{ V} \text{ ở } T = 300 \text{ K}$

$n_i (\text{n}_d \text{hdnt của bán dẫn Si}) = 10^{10} \text{ cm}^{-3} \text{ ở } T = 300 \text{ K}$

$\text{Độ linh động (Si): } \mu_n = 1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \mu_p = 450 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

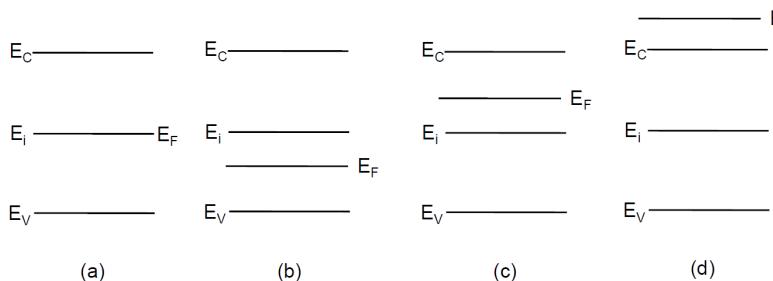
Trích bảng phân loại tuần hoàn:

- Nhóm III: B, Al, Ga, In
- Nhóm IV: C, Si, Ge, Sn, Pb
- Nhóm V: N, P, As, Sb

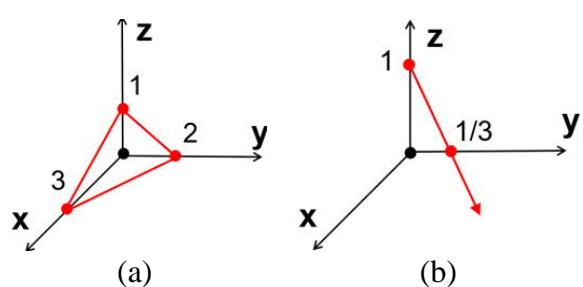
Chú ý:

- ĐS là viết tắt của “đáp số”.
- Mỗi câu trả lời đúng được 0.4đ, tô sai ĐS bị trừ 0.2đ, không tô ĐS nào thì được 0đ.
- Qui ước:
 - Với diode nếu không cho trị số của η thì hiểu ngầm $\eta = 1$.
 - Không ghi nhiệt độ đang xét thì $T=300 \text{ K}$.
 - Mô hình sụt áp hằng của diode Si có V_{ON} (hay V_γ) = 0.7V

- Pha tạp chất _____ vào bán dẫn Silicon (Si) sẽ tạo ra bán dẫn loại N.
a) Boron (B) b) Antimony (Sb) c) Gallium (Ga) d) Aluminium (Al) e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Một vật liệu rắn có khe năng lượng $E_g = 1.4 \text{ eV}$, vật liệu này là _____.
a) cách điện b) dẫn điện c) bán dẫn d) kim loại e) cả 4 ĐS trên đều sai



Hình 1. Giản đồ năng lượng của một số bán dẫn.



Hình 2.

- Với hình 1, ta có giản đồ năng lượng (a) là của bán dẫn _____.
a) suy biến b) nội tại c) loại N d) loại P e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Chỉ số Miller của mặt phẳng trong hình 2 (a) là
a) (123) b) (321) c) (236) d) (623) e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Chỉ số Miller của hướng tinh thể trong hình 2 (b) là
a) [301] b) [310] c) [031] d) [013] e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Trong giản đồ năng lượng của bán dẫn loại N thì mức donor E_D nằm trong dãy cấm và nằm:
a) giữa dãy cấm b) gần Ec hơn c) gần Ev hơn d) ở $(Ec + Ev)/4$ e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Trong bán dẫn loại N chỉ có một loại tạp chất donor. Khi tăng nồng độ tạp chất donor thì thế Fermi φ_F sẽ:
a) âm hơn b) không đổi c) dương hơn d) bằng 0 e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Công thức đặc trưng cho mọi chất bán dẫn ở trạng thái cân bằng nhiệt:
a) $n = n_i - p_i$ b) $np = n_i^2$ c) $np = n_i + p_i$ d) $n - p = n_i + p_i$ e) cả 4 ĐS trên đều sai
- Một bán dẫn được pha tạp chất với nồng độ $M >> n_i$ và tất cả các tạp chất đều bị ion hóa. Người ta thấy bán dẫn lúc này có các nồng độ $p = M$ và $n = n_i^2/M$. Như vậy tạp chất là:

- a) donor b) acceptor c) cách điện d) dẫn điện e) cả 4 ĐS trên đều sai

10. Một mẫu bán dẫn Si được pha tạp chất với nồng độ $2 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ nguyên tử Ga và nồng độ $10^{16}/\text{cm}^3$ nguyên tử As. Khi đó nồng độ điện tử n và nồng độ lỗ p (đơn vị là cm^{-3}):
 a) $n = 8 \times 10^{15}$ và $p = (1/8) \times 10^5$ b) $n = (1/7) \times 10^{15}$ và $p = 7 \times 10^5$ c) $n = 10^{16}$ và $p = 10^4$
 d) $n = 10^4$ và $p = 10^{16}$ e) cả 4 ĐS trên đều sai

11. Một mẫu bán dẫn Si được pha vào tạp chất B (Boron) với nồng độ $2.5 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ và tạp chất As với nồng độ $10^{13}/\text{cm}^3$. Khi đó vật liệu là bán dẫn:
 a) loại P với $p = 1.5 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ b) loại P với $p = 1.5 \times 10^7/\text{cm}^3$ c) loại N với $n = 1.5 \times 10^{13}/\text{cm}^3$
 d) loại N với $n = 1.5 \times 10^7/\text{cm}^3$ e) cả 4 ĐS trên đều sai

12. Một chuyển tiếp P-N (loại bước) có $N_A = 10^{17}/\text{cm}^3$ và $N_D = 10^{15}/\text{cm}^3$. Khi đó tỉ số W_P/W_N với chuyển tiếp P-N khi chưa được phân cực là:
 a) 0.1 b) 0.01 c) 10
 d) 100 e) cả 4 ĐS trên đều sai

13. Người ta áp đặt điện trường $E = 5 \times 10^3 \text{V/cm}$ vào mẫu Si loại P (với $N_A = 10^{17}/\text{cm}^3$) thì thấy điện tử có vận tốc trôi là $-6 \times 10^6 \text{ cm/s}$. Khi đó trong bán dẫn này hệ số khuếch tán D_n là:
 a) $D_n = 63.5 \text{ cm}^2/\text{s}$ b) $D_n = 57.4 \text{ cm}^2/\text{s}$ c) $D_n = 42.1 \text{ cm}^2/\text{s}$
 d) $D_n = 31.2 \text{ cm}^2/\text{s}$ e) cả 4 ĐS trên đều sai

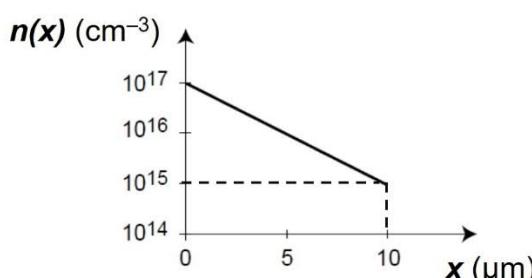
14. Với bán dẫn trực tiếp GaAs có khe năng lượng $E_g = 1.42 \text{ eV}$, khi có hiện tượng tái hợp điện tử-lỗ thì nó sẽ sinh ra photon có bước sóng λ xấp xỉ là:
 a) 820 nm b) 853 nm c) 873 nm
 d) 956 nm e) cả 4 ĐS trên đều sai

15. Thế Fermi của bán dẫn loại N có giá trị:
 a) 0 b) > 0 c) < 0
 d) $(E_C + E_V)/2$ e) cả 4 ĐS trên đều sai

16. Một mẫu Si được pha vào Arsenic (As) với nồng độ là $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Khi đó $E_F - E_i$ là (biết $kT \approx 0.026 \text{ eV}$)
 a) 0.25 eV b) 0.34 eV c) 0.41 eV d) 0.57 eV e) cả 4 ĐS trên đều sai

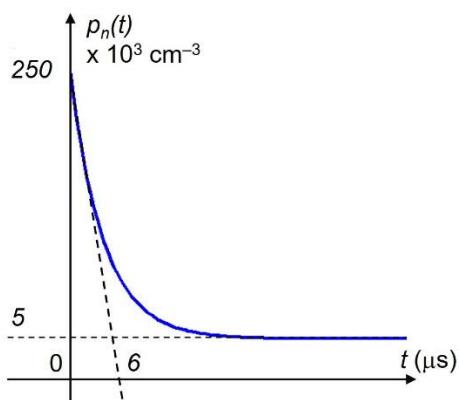
17. Xét bán dẫn trực tiếp loại N có $n_{n0} = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ và $\tau_p = 2 \times 10^{-4} \text{s}$, với bơm mức thấp làm cho $p_n = 3 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$. Khi đó tốc độ tái hợp là _____ $\text{cm}^{-3}\text{s}^{-1}$. (Giả sử bán dẫn có $n_i = 1.2 \times 10^{10}$)
 a) 1.906×10^{10} b) 1.843×10^{10} c) 1.651×10^{10} d) 1.428×10^{10} e) cả 4 ĐS trên đều sai

18. Mẫu bán dẫn Si loại N ở điều kiện cân bằng nhiệt, có nồng độ điện tử thay đổi theo x trong đoạn $[0, 10 \mu\text{m}]$ như hình sau:

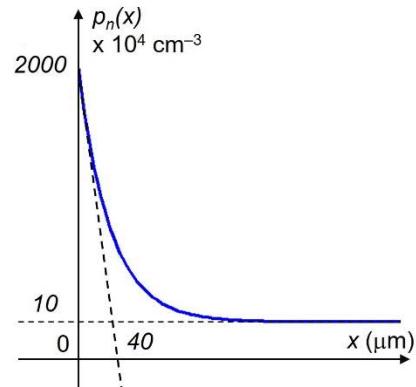
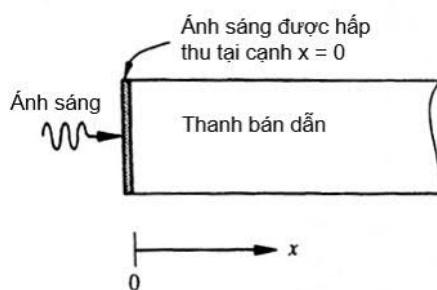


Khi đó độ lớn của mật độ dòng điện khuếch tán do điện tử J_n ở $T = 300$ K xấp xỉ là

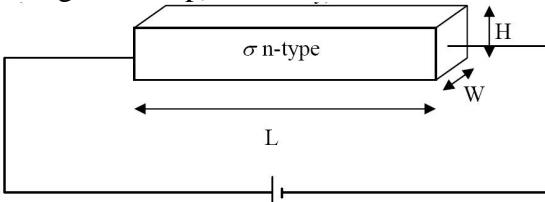
- a) $3.05 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ b) $3.24 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ c) $3.41 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ d) $3.67 \times 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ e) cả 4 ĐS trên đều sai



Hình Q.19



Hình Q.20

19. Mẫu bán dẫn loại N được chiếu ánh sáng không đổi ($t < 0$) và nguồn sáng này bị lấy đi tại $t = 0$. Khi đó nồng độ hạt dẫn thiểu số suy giảm theo thời gian như hình Q.19. Từ hình trên ta tìm được thời gian sống của hạt dẫn thiểu số là:
- a) $5.37 \mu s$ b) $5.61 \mu s$ c) $5.88 \mu s$ d) $6.00 \mu s$ e) cả 4 ĐS trên đều sai
20. Mẫu bán dẫn loại N có chiều dài \gg chiều dài khuếch tán của hạt dẫn thiểu số L_p , người ta chiếu ánh sáng vào 1 đầu của thanh bán dẫn, ánh sáng được hấp thu tại $x = 0$, ở trạng thái xác lập thì ánh sáng không bị hấp thu ở $x > 0$. Giả sử nồng độ hạt dẫn thiểu số theo chiều dài x có dạng như hình Q.20 thì L_p là
- a) $36.5 \mu m$ b) $39.8 \mu m$ c) $42.7 \mu m$ d) $45.2 \mu m$ e) cả 4 ĐS trên đều sai
21. Một phiên bán dẫn Si được pha tạp chất thành bán dẫn loại P có $N_A = 10^{15}/cm^3$. Ở $T \approx 0^\circ K$, nồng độ điện tử và nồng độ lỗ ở dkcb là bao nhiêu?
22. Một bán dẫn được pha tạp chất với nồng độ $N \gg n_i$ và tất cả các tạp chất đều bị ion hóa. Người ta thấy bán dẫn lúc này có các nồng độ $n = N$ và $p = n_i^2/N$. Tạp chất là chất donor hay acceptor? Giải thích.
23. Nồng độ điện tử của bán dẫn Si được giữ ở $300 K$ trong dkcb là $10^5/cm^3$. Khi đó nồng độ lỗ là bao nhiêu?
24. Xác định nồng độ điện tử và lỗ ở dkcb trong bán dẫn Si được pha tạp chất đều dưới các điều kiện sau:
- a) $T = 300 K$, $N_A \ll N_D$, $N_D = 10^{15} cm^{-3}$. b) $T = 300 K$, $N_A \gg N_D$, $N_A = 10^{16} cm^{-3}$.
- c) $T = 300 K$, $N_A = 9 \times 10^{15} cm^{-3}$, $N_D = 10^{16} cm^{-3}$.
25. Xét một mẫu Ge có pha $3 \times 10^{15}/cm^3$ nguyên tử Ga. Xác định các đại lượng sau ở nhiệt độ phòng cho mẫu này: (biết Ge có $n_i = 2 \times 10^{13}/cm^3$ ở $300 K$ và có độ linh động $\mu_n = 3500 cm^2/Vs$ và $\mu_p = 1500 cm^2/Vs$)
- a) Loại hạt dẫn đa số.
b) Nồng độ hạt dẫn đa số.
c) Nồng độ hạt dẫn thiểu số.
d) Độ dẫn điện.
26. Một mẫu bán dẫn Si loại P (với $N_A = 10^{17} cm^{-3}$) được giữ ở $300 K$. Hãy tìm điện trở suất của mẫu này.
27. Hãy tìm biểu thức xác định điện trở của một thanh bán dẫn có chiều dài L , chiều cao H , chiều rộng W và độ dẫn điện σ (σ được biểu diễn qua nồng độ n và p)
- 
28. Tìm điện trở của thanh bán dẫn Si loại N có pha tạp chất donor $N_D = 10^{16}/cm^3$ và có kích thước $L = 1 cm$, $H = 0.1 cm$ và $W = 0.2 cm$. (Giả sử ta cho nồng độ hạt dẫn thiểu số = 0)
29. Tìm điện trở suất của bán dẫn thuần Si ở $300K$.
30. Một thanh Si thuần có tiết diện ngang là $2.5 \times 10^{-4} m^2$, thanh này có chiều dài bao nhiêu để khi có sụt áp là $9 V$ trên nó thì dòng điện qua thanh này là $1.2 mA$
31. Xác định nồng độ n và p của mẫu bán dẫn Ge ở $300K$, biết mẫu này được pha tạp chất donor với nồng độ là $2 \times 10^{14}/cm^3$ và nồng độ acceptor là $3 \times 10^{14}/cm^3$. Đây là bán dẫn P hay N? (Ge có nồng độ hạt dẫn nội tại $n_i^2 = 6.25 \times 10^{26}/cm^3$)
32. Tìm các nồng độ n và p của bán dẫn Ge loại P ở $300K$, biết Ge có $n_i = 2.5 \times 10^{13}/cm^3$, nếu biết độ dẫn điện của mẫu này là $100 S/cm$ và $\mu_p = 500 cm^2/Vs$.