

ZADACI IZ ELEKTRONIKE POLUVODIĆI – PN SPOJ

1. Germanijeva PN dioda posjeduje slijedeće karakteristike

	P-strana	N-strana
τ (μ s)	100	10
	τ_n	τ_p
$N_{A,D}$ (cm^{-3})	$4 \cdot 10^{17}$	$4 \cdot 10^{15}$
μ (cm^2/Vs)	1300	1550
	μ_n elektroni na P-strani	μ_p šupljine na N-strani

Dane veličine se odnose na manjinske nosioce na P i N strani. Površina presjeka P-N spoja iznosi $S = 2 \text{ mm}^2$. Dužine P i N strane su nekoliko puta veće od difuzijskih dužina manjinskih nosioca. Temperatura je sobna. Potrebno je izračunati:

- reverznu struju zasićenja P-N diode
Rj: $J_S = 1 \text{ } \mu\text{A}$
- reverzni napon na diodi kod kojega će reverzna struja dostići 90% iznosa reverzne struje zasićenja
Rj: $U = -0.06 \text{ V}$
- struju u propusnom smjeru pri propusnom naponu $U = 0.2 \text{ V}$.
Rj: $J = 2.2 \text{ mA}$

Grafički prikazati ovisnost struje o naponu za gornju diodu kod obje vrste polarizacija.

2. P strana germanijeve diode onečišćena je s $N_A = 100 n_i$ akceptorskih nečistoća, a N strana sa $N_D = n_i$ donorskih nečistoća. Pod pretpostavkom da su efektivne mase elektrona i šupljina jednake masi mirovanja elektrona i uz poznatu intrinzičnu koncentraciju $n_i = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ te širinu energijskog pojasa $E_G = 0.67 \text{ eV}$, nađite visinu potencijalne barijere:

- nepolariziranog spoja
- uz propusnu polarizaciju $U = 0.1 \text{ V}$
- uz nepropusnu polarizaciju $U = 0.1 \text{ V}$

Rj: a) $E_B = 0.1315 \text{ eV}$; b) $E_B(0.1 \text{ V}) = 0.0315 \text{ eV}$; c) $E_B(-1 \text{ V}) = 1.0315 \text{ eV}$

3. Silicijeva dioda radi s propusno polariziranim naponom od 0.4 V . Struja diode iznosi $10 \text{ } \mu\text{A}$. Izračunajte unutrašnji dinamički otpor diode pri sobnoj temperaturi ($25 \text{ }^\circ\text{C}$).

Rj: $R_u = 2.57 \text{ k}\Omega$

4. Izračunajte za koliko postotaka poraste reverzna struja zasićenja PN diode ako se pri temperaturi $T = 300 \text{ K}$, temperatura poveća za 1 K . Zadatak riješite za germanijevu i silicijevu diodu, pri čemu možemo zanemariti temperaturnu ovisnost pokretljivosti nosioca naboja. Koristite rezultate dobivene u prijašnjim vježbama za promjenu intrinzične koncentracije pri promjeni temperature za 1 K (za germanij $\Delta n_i/n_i = 5.54\%$, za silicij $\Delta n_i/n_i = 8.26\%$).

Rj: germanij - $\Delta I_S/I_S = 11.08\%$; silicij - $\Delta I_S/I_S = 16.52\%$

5. Otpornosti s obje strane silicijeve diode su $2 \text{ } \Omega\text{cm}$ (P strana) i $1 \text{ } \Omega\text{cm}$ (N strana). Izračunajte visinu potencijalne barijere na spoju. Intrinzične koncentracije nosioca su $n_i = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ za germanij i $n_i = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ za silicij.

Rj: $U_K = 0.27 \text{ V}$ ($E_K = 0.27 \text{ eV}$)

6. Kroz propusno polariziranu P-N diodu prolazi struja 8 mA . Promijeni li se napon na diodi za 1 mV , struja se promijeni na 8.26 mA . Kolika je pri tome učinjena relativna promjena napona na diodi i kolika je temperatura diode ako je struja nepropusne polarizacije 4 nA ?

Rj: $\Delta U/U = 0.2\%$; $T = 357 \text{ K}$

$$L = 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$