

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τυπολόγιο για το μάθημα Ημιαγώγιμα και Διηλεκτρικά Υλικά

Επιλεγμένες τιμές σταθερών

h	4.14×10^{-15}	eV·s	m_e	9.11×10^{-31}	kg
h	6.63×10^{-34}	J·s	e	1.60×10^{-19}	C
\hbar	6.58×10^{-16}	eV·s	T_0	300	K
\hbar	1.054×10^{-34}	J·s	c	3.0×10^8	m/s
k_B	8.62×10^{-5}	eV/K	ϵ_0	8.85×10^{-12}	F/m
k_B	1.38×10^{-23}	J/K	$k_B T/e$	0.0259	V

Επιλεγμένες ιδιότητες μετάλλων στους 0 K

	Ag	Al	Au	Cs	Cu	Li	Mg	Na
Φ (eV)	4.4	4.28	5	2.14	4.65	2.3	3.7	2.75
E_{F0} (eV)	5.5	11.7	5.5	1.58	7	4.7	7.1	3.2
m^*_e/m_e	0.99		1.1		1.01	1.28		1.2

Επιλεγμένες ιδιότητες ημιαγωγών στους 300 K

	E_g	χ	N_c	N_v	n_i	μ_e	μ_h	m^*_e/m_e	m^*_e/m_e	m^*_h/m_e	m^*_h/m_e	ϵ_r
	eV	eV	cm ⁻³	cm ⁻³	cm ⁻³	cm ² /Vs	cm ² /Vs	αγωγιμ.	πυκνот.	αγωγιμ.	πυκнот.	
Ge	0.66	4.13	1.04×10^{19}	6.0×10^{18}	2.3×10^{13}	3900	1900	0.12	0.56	0.23	0.40	16.0
Si	1.1	4.01	2.8×10^{19}	1.2×10^{19}	1.0×10^{10}	1350	450	0.26	1.08	0.38	0.60	11.9
GaAs	1.42	4.07	4.7×10^{17}	7.0×10^{18}	2.1×10^6	8500	400	0.067	0.067	0.40	0.50	13.1

πυκνότητα ελεύθερων ηλεκτρονίων σε μέταλλο

$$n = \frac{\rho_m \cdot Z \cdot N_A}{A}$$

πυκνότητα ελεύθερων ηλεκτρονίων σε μέταλλο $n = \frac{k_{F0}^3}{3\pi^2}$

κατανομή Fermi-Dirac $f(E) = \frac{1}{e^{(E-E_F)/k_B T} + 1}$

Αγωγιμότητα ημιαγωγού $\sigma = en\mu_e + ep\mu_h$, $R = \frac{1}{\sigma A} L$

Ευκινησία φορέων ενδογενούς ημιαγωγού

$$\mu_e(T) = \mu_e(300)(T/300)^{-3/2},$$

$$\mu_h(T) = \mu_h(300)(T/300)^{-3/2}$$

Πυκνότητες καταστάσεων

$$g_c(E) = \frac{(2\pi)^3 \sqrt{2m_e^{*3/2}} \sqrt{E - E_c}}{\pi^2 \hbar^3}$$

$$g_v(E) = \frac{(2\pi)^3 \sqrt{2m_h^{*3/2}} \sqrt{E_v - E}}{\pi^2 \hbar^3}$$

$$n = 2 \left(\frac{2\pi m_e^* k_B T}{h^2} \right)^{3/2} e^{-\frac{E_c - E_F}{k_B T}},$$

$$p = 2 \left(\frac{2\pi m_h^* k_B T}{h^2} \right)^{3/2} e^{-\frac{E_F - E_v}{k_B T}}$$

Νόμος δράσης των μαζών $np = n_i^2$

Έργο εξόδου ημιαγωγού $\Phi = \chi + E_c - E_F$

Ενέργεια Fermi ενδογενούς ημιαγωγού

$$E_{Fi} = E_c - \frac{1}{2} E_g - \frac{1}{2} k_B T \ln \left(\frac{N_c}{N_v} \right)$$

Ενέργεια αλληλεπίδρασης ηλεκτρονίου δότη

$$E_1 = (-13.6) \frac{m_e^*}{m_e} \frac{1}{\epsilon_r^2}$$

Ενέργεια Fermi νοθευμένου ημιαγωγού

$$E_{Fn} = E_{Fi} + k_B T \ln\left(\frac{N_d}{n_i}\right)$$

$$E_{Fp} = E_{Fi} - k_B T \ln\left(\frac{N_a}{n_i}\right)$$

Θερμική ισορροπία φορέων μειονότητας

$$\frac{d\Delta p_n}{dt} = G_{ph} - \frac{\Delta p_n}{\tau_h}, \quad \frac{d\Delta n_p}{dt} = G_{ph} - \frac{\Delta n_p}{\tau_e}$$

Διάχυση και ολίσθηση φορέων $J_e = en\mu_e E_x + eD_e \frac{dn}{dx}$

$$J_h = ep\mu_h E_x - eD_h \frac{dp}{dx}$$

Συντελεστής Einstein $D_e = k_B T \frac{\mu_e}{e}$

ειδική φωτοαγωγιμότητα $\Delta\sigma$: σ (με φώς) – σ (στο σκοτάδι)

Δίοδος pn χωρίς πόλωση

$$E_0 = -\frac{eN_a W_p}{\epsilon} = -\frac{eN_d W_n}{\epsilon}$$

$$E_0 = -\sqrt{\frac{2V_0 e}{\epsilon} \frac{N_a N_d}{N_a + N_d}}$$

$$V_0 = \frac{k_B T}{e} \ln \frac{N_a N_d}{n_i^2}$$

$$W_0 = \sqrt{\frac{2V_0 \epsilon}{e} \left(\frac{1}{N_a} + \frac{1}{N_d} \right)}$$

Νόμος της επαφής

$$p_n(0) = p_{no} e^{eV/k_B T}$$

$$n_p(0) = n_{po} e^{eV/k_B T}$$

Πυκνότητα ρεύματος στην ιδανική δίοδο Shockley

$$J = J_{so} (e^{eV/k_B T} - 1)$$

$$J_{so} = en_i^2 \left(\frac{D_h}{L_h N_d} + \frac{D_e}{L_e N_a} \right)$$

Χωρητικότητα διόδου pn

$$C_{dep} = A \sqrt{\frac{\epsilon e}{2(V_0 - V)} \frac{N_a N_d}{N_a + N_d}}$$

Φράγμα Shottky

$$\Phi_B = \Phi_m - \chi = eV_0 + E_c - E_{Fn}$$

Πυκνότητα ρεύματος στη δίοδο Shottky

$$J = J_0 (e^{eV/k_B T} - 1)$$

$$J_0 = B_e T^2 e^{-\Phi_B/k_B T}$$

Ενέργεια φωτονίου

$$E = h\nu = hc / \lambda$$

Ρεύμα σε ηλιακό κύτταρο

$$I = -KI + I_0 (e^{eV/\eta k_B T} - 1)$$