

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τυπολόγιο για το μάθημα Ηλεκτρικές, Μαγνητικές και Οπτικές Ιδιότητες Υλικών

Επιλεγμένες τιμές σταθερών

h	4.14×10^{-15}	eV·s	m_e	9.11×10^{-31}	kg	N_A	6.02×10^{23}	mol ⁻¹
	6.63×10^{-34}	J·s		e	1.60×10^{-19}		C	μ_B
k_B	8.62×10^{-5}	eV/K	c	3.0×10^8	m/s	μ₀	$4\pi \times 10^{-7}$	T·m/A
	1.38×10^{-23}	J/K	ε₀	8.85×10^{-12}	F/m			

Επιλεγμένες ιδιότητες ημιαγωγών στους 300 K

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

Ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία δωματίου

	Cu	Al	Zr	Fe	Ti	Ni
ρ (10⁻⁸ Ω m)	1.72	2.7	43.3	10	40	7.2

Θερμοκρασιακός συντελεστής ειδικής αντίστασης σε T=273K

	Au	Pt	Ag	Ta	Sn	w
ρ₀ (10⁻⁹ Ω m)	22.8	98	14.6	117	110	50
α₀ (K⁻¹)	1/251	1/255	1/244	1/294	1/217	1/202

Νόμος του Ohm

$$R = \frac{V}{I}, \quad R = \rho \frac{l}{A}, \quad \sigma = \frac{1}{\rho}, \quad J = \sigma E$$

Κλασσικό μοντέλο Drude στα μέταλλα

$$J = env_{dx}, \quad v_{dx} = \mu_e E_x, \quad \mu_e = \frac{e\tau}{m_e}, \quad \sigma = en\mu_e$$

Ειδική αντίσταση

$$\rho = \rho_T + \rho_R, \quad a_0 = \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\delta\rho}{\delta T} \right)_{T=T_0}$$

$$\rho = \rho_0 [1 + a_0(T - T_0)]$$

Φαινόμενο Hall στα μέταλλα

$$F_L = ev_{dx} B_z, \quad R_H = \frac{E_H}{J_x B_z} = -\frac{1}{en}, \quad V_H = R_H \frac{I_x B_z}{l_z}$$

Συντελεστής Hall ημιαγωγού

$$R_H = \frac{p\mu_h^2 - n\mu_e^2}{e(p\mu_h + n\mu_e)}, \quad R_H = -\frac{1}{ne} \quad \text{για } n \gg p$$

$$R_H = \frac{1}{pe} \quad \text{για } p \gg n$$

Συντελεστής Hall ενδογενούς ημιαγωγού

$$R_H = \frac{1}{en_i} \frac{\mu_h - \mu_e}{\mu_h + \mu_e}$$

Ιοντική αγωγιμότητα

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{k_B T}}$$

Ενέργεια φωτονίου

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

Αγωγιμότητα σε ημιαγωγούς

$$J = env_{de} + epv_{dh}, \quad v_{de} = \mu_e E_x, \quad v_{dh} = \mu_h E_x$$

$$\mu_e = \frac{e\tau_e}{m_e^*}, \quad \mu_h = \frac{e\tau_h}{m_h^*}, \quad \sigma = en\mu_e + ep\mu_h$$

Συγκέντρωση φορέων σε ημιαγωγό

$$n = N_c e^{-\frac{E_c - E_F}{k_B T}}, \quad p = N_v e^{-\frac{E_F - E_v}{k_B T}}$$

$$N_c = 2 \left(\frac{2\pi m_e^* k_B T}{h^2} \right)^{3/2}, \quad N_v = 2 \left(\frac{2\pi m_h^* k_B T}{h^2} \right)^{3/2}$$

Νόμος δράσης των μαζών

$$np = n_i^2 = N_c N_v e^{-\frac{E_g}{k_B T}}$$

Ενέργεια Fermi ενδογενούς ημιαγωγού

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

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

Μαγνητική ροή $\Phi = B \cdot A$

Μαγνητικά πεδία εντός της ύλης $B = \mu_0(H + M)$

Ορισμός μαγνητικής επιδεκτικότητας $\chi = dM/dH$

Ορισμός σχετικής διαπερατότητας

$$\mu_r = (1/\mu_0)(dB/dH)$$

Πεδίο απομαγνήτισης $H_d = -N \cdot M$

Παράγοντες απομαγνήτισης σε ελλειψοειδές

$$N_x + N_y + N_z = 1$$

Φαινόμενη επιδεκτικότητα

$$\chi_{eff} = \chi / (1 + \chi N)$$

Χωρητικότητα πυκνωτή $C = \epsilon_r \epsilon_0 A / d$

Ηλεκτρονιακή πολωσιμότητα $\alpha_e = Ze^2 / m_e \omega_0^2$

Ηλεκτρική επιδεκτικότητα $\chi_e^0 = N \alpha_e / \epsilon_0$

Ατομική πυκνότητα $N = N_A \rho / A_B$

Τοπικό πεδίο $E_{loc} = E + P / 3\epsilon_0$

Πόλωση $P = \chi_e \epsilon_0 E = (\epsilon_r - 1)\epsilon_0 E = N \alpha_e E_{loc}$

Clausius-Mossotti:

$$\chi_e = \chi_e^0 / (1 - \chi_e^0 / 3), \quad \epsilon_r = (1 + 2\chi_e^0 / 3) / (1 - \chi_e^0 / 3)$$

$$(\epsilon_r - 1) / (\epsilon_r + 2) = \chi_e^0 / 3$$

Συνοριακές συνθήκες: $E_{\parallel}, \epsilon_r E_{\perp} = \text{συνεχής}$

Διηλεκτρική αντοχή $E_{br} \approx E_g / el$

Μοντέλο Lorentz $\epsilon_r = 1 + (NZe^2 / \epsilon_0 m_e) / (\omega_0^2 - \omega^2)$

Ταχύτητα φάσης κύματος $v_p = \omega / k$

Ταχύτητα ομάδας $v_g = c / [n - \lambda_0 (dn / d\lambda_0)]$