

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΘΕΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

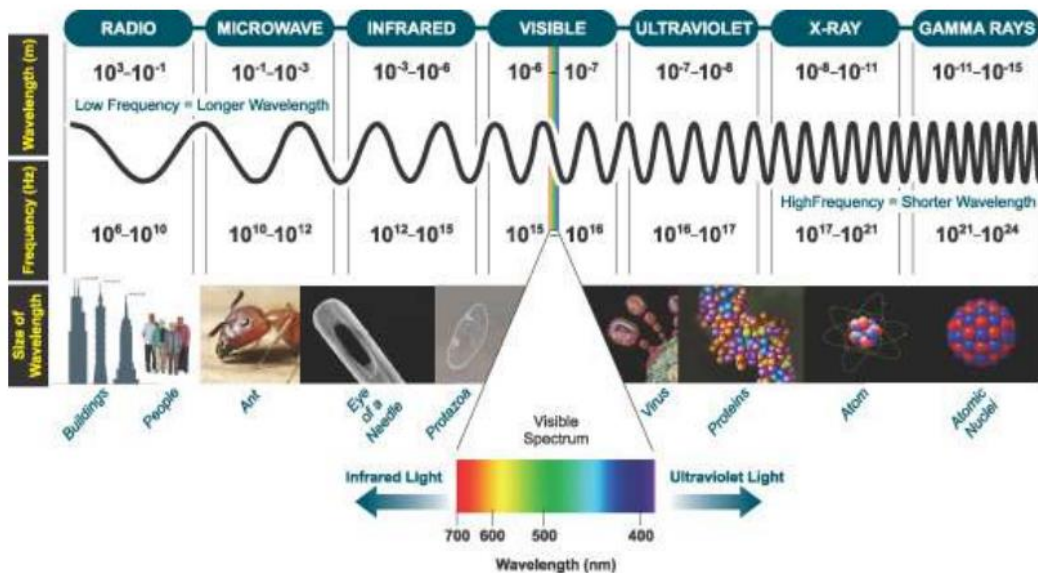
$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ Joules}$	$T = \theta + 273$	$PV = NkT$	$PV = nRT$
$1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa} = 1.01 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} \approx 15 \text{ psi}$			
$R = kN_A = 8.31 \text{ J/mole} \cdot \text{K}$	$c = Q/m\Delta\theta$	$L = Q/m$	
$\frac{Q}{\Delta t} = -\kappa A \frac{\theta_2 - \theta_1}{\Delta x}$	$\frac{Q}{\Delta t} = hA(\theta - \theta_\infty)$	$\Delta U = Q - W$	
$\frac{Q}{\Delta t} = -2\pi\kappa L \frac{\theta_2 - \theta_1}{\ln(r_2/r_1)}$	$\frac{Q}{\Delta t} = 2\pi Lhr(\theta - \theta_\infty)$		
$W = \int_{V_1}^{V_2} PdV = P_0\Delta V = nRT_0 \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1-\gamma} (P_2V_2 - P_1V_1)$		$\frac{Q}{\Delta t} = \varepsilon\sigma A(T^4 - T_\infty^4)$	
$U = N\varepsilon = N \langle \frac{1}{2}mv^2 \rangle = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT$		$P = \frac{F}{A} = \frac{2N}{3V} \langle \frac{1}{2}mv^2 \rangle$	
$c = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT}$	$c_V = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT}$	$\Delta U = nc_V\Delta T$	$v_{RMS} = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3N_A kT}{M}}$
$c_P = c_V + R$	$PV^\gamma = \text{σταθ. αδιαβ.}$	$U = \frac{q}{2}nRT$	$c_V = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{q}{2}R$
$\Delta S \geq 0$	$k = 1.38 \times 10^{23}$	$S = k \ln \Omega$	$v_{RMS} = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{qRT}{M}}$
$dS = \frac{dQ}{T}$	$dU = TdS - PdV$	$\Delta S = \int_1^2 dS = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \frac{Q}{T}$	$\frac{Q_\beta}{Q_\alpha} = \frac{T_\beta}{T_\alpha}$
$n = 1 - \frac{Q_\beta}{Q_\alpha} = 1 - \frac{T_\beta}{T_\alpha}$	$N_A = 6,023 \times 10^{23}$	$n = \frac{m}{A} = \frac{N}{N_A}$	

Ουσία	$c \text{ cal/gC}$	Ουσία	$c \text{ cal/gC}$	Ουσία	$c \text{ cal/gC}$	Ουσία	$c \text{ cal/gC}$
Αλουμίνιο	0.215	Ξύλο	0.41	Γυαλί	0.200	Σίδηρος	0.107
Άμμος	0.192	Οινόπνευμα	0.58	Λάδι	0.473	Υδράργυρος	0.033
Άργυρος	0.056	Ορείχαλκος	0.092	Μάρμαρο	0.21	Χαλκός	0.092
Βολφράμιο	0.032	Πάγος	0.49	Μόλυβδος	0.031	Χρυσός	0.03
Γρανίτης	0.19	Πετρέλαιο	0.51	Νερό	1.0	Χώμα	0.22

Ουσία	$T(^{\circ}C)$ Τήξη	$L(\text{cal/g})$	$T(^{\circ}C)$ Εξαέρωση	$L(\text{cal/g})$
Νερό	0	80,0	100	543
Αλουμίνιο	659	95,3	2327	2516
Χαλκός	1083	49,5	2595	1130
Αλκοόλη	-114	25,8	78	204
Υδρογόνο	-259	13,9	-253	109
Μόλυβδος	328	5,5	1750	205
Υδράργυρος	-39	2,6	357	70
Άζωτο	-210	6,2	-196	48
Οξυγόνο	-219	3,3	-183	51
Άργυρος	962	26,5	1950	563

Ουσία	$\alpha (\times 10^{-6}/^{\circ}C)$	Ουσία	$\alpha (\times 10^{-6}/^{\circ}C)$
Χάλυβας	11	Χαλκός	17
Μόλυβδος	29	Invar(κράμα Fe-Ni)	0.9
Γυαλί κοινό	9	Ψευδάργυρος	26
Γυαλί Pyrex	3.2	Μπετόν	12
Χαλαζιάς	Πρακτικά μηδέν	Σίδηρος	12
Σκυρόδεμα	12		

Υλικό	$\kappa (W/m \cdot ^{\circ}C)$	Υλικό	$\kappa (W/m \cdot ^{\circ}C)$
Τούβλο	0,727	Πετροβάμβακας	0,038-0,05
Ασβεστοκονίαμα	0,87	Πολυστερίνη	0,032-0,037
Γυψοσανίδα	0,42	Γρανίτης	3,5
Απλό Σκυρόδεμα	2,1	Μάρμαρο	3,5
Υαλοβάμβακας	0,04-0,05	Πέτρα	0,87
Πολυουρεθάνη	0,031	Χάλυβας	1,8
Αλουμίνιο	200	Άσφαλτος	0,74
Χαλκός	372	Γυαλί	1
Άμμος	0,33		

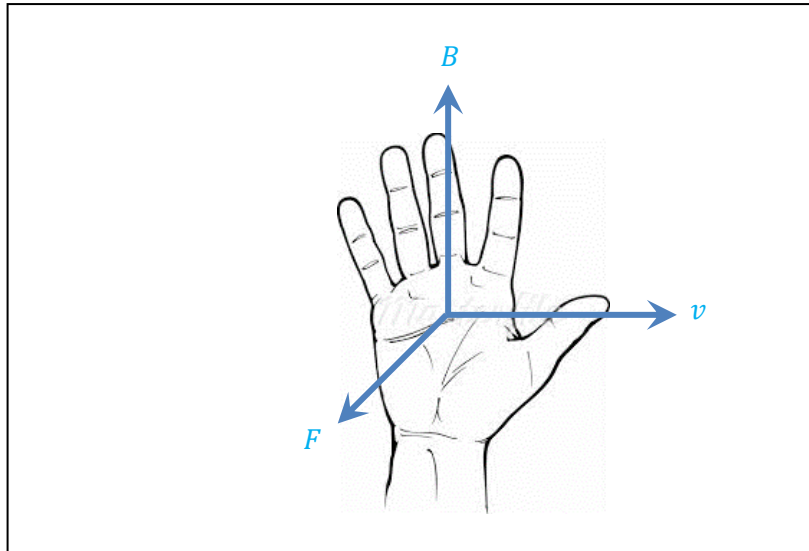



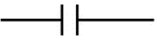

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

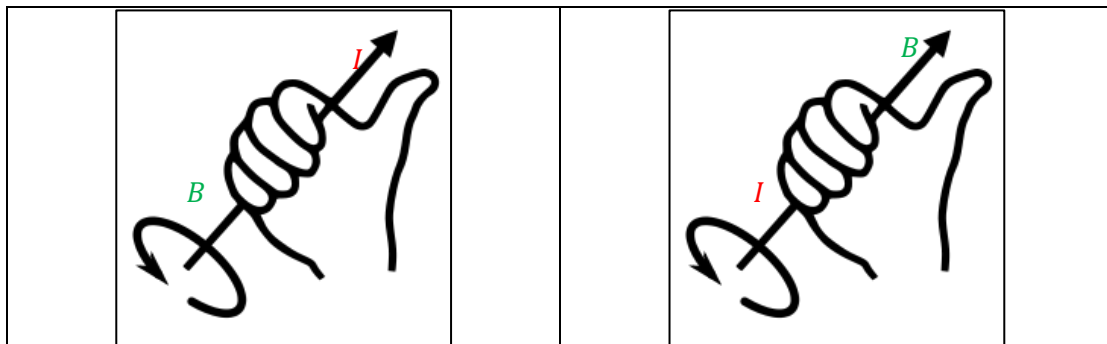
$F = k \frac{ Q_1 Q_2 }{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{ Q_1 Q_2 }{r^2}$	$k = 9 \times 10^9 \text{ S.I.}$	$\sigma = \frac{Q}{A}$	$q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
$U = q E h = k \frac{Qq}{r}$	$E = \frac{F}{ q } = k \frac{ Q }{r^2} = \frac{ \sigma }{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0} \frac{ Q }{A} = \frac{ \sigma }{\epsilon_0} = \frac{2k\lambda}{\rho}$		
$\epsilon_0 = 1/4\pi K = 8.85 \times 10^{-12} \text{ S.I.}$	$q: +$	\vec{E} παράλληλα με την \vec{F}	$W = -\Delta U$
$V = \frac{U}{q} = E h = k \frac{Q}{r}$	$q: -$	\vec{E} αντι-παράλληλα με την \vec{F}	$I = \frac{q}{t} = \frac{\Delta V}{R}$
$W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)$	$V_A - V_B = \frac{U_A}{q} - \frac{U_B}{q} = \frac{U_A - U_B}{q} = -\frac{U_B - U_A}{q}$		
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$	$F = qvB \sin\theta$	$F = BIL \sin\theta$
$V = -\frac{d\Phi}{dt}$	$\Phi = NBA \sin\theta$	$V_R = IR$	$C = \frac{q}{V_C} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
$E_R = I^2 R t$	$E_C = \frac{1}{2C} q^2$	$I(t) = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$	$q(t) = EC(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
$V_C(t) = \frac{Q}{C} e^{-\frac{t}{RC}}$	$q(t) = Q e^{-t/RC}$	$I = \frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$	$V_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
$V_C(t) = \frac{Q}{C} e^{-\frac{t}{RC}}$		$I(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{tR}{L}})$	$V_L = E e^{-\frac{tR}{L}}$
$I = I_0 e^{-tR/L}$	$V_L = -\frac{I_0 R}{L} e^{-\frac{tR}{L}}$	$Z_C = \frac{1}{C\omega} Z_L = L\omega$	$Z = \frac{V_0}{I_0}$
$\tan\varphi = \frac{Z_C}{R} = \frac{Z_L}{R}$	$Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$		$V_L = I_0 Z_L \sin(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2})$
$V_C = I_0 Z_C \sin(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$		$V_R = I_0 R \sin(\omega t \pm \varphi)$	$V_S = I_0 Z \sin\omega t$
$Z = \frac{V_0}{I_0} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$		$\tan\theta = \frac{Z_L - Z_C}{R}$	$I = I_0 \sin(\omega t - \theta)$
$I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2}}$		$V_{S,rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

	Αντίσταση	Πυκνωτής	Όλο κύκλωμα	Αντίσταση	Πυκνωτής	Όλο κύκλωμα
Αντίσταση	R	Z_C	Z	R	Z_L	Z
Πλάτος τάσης	$V_{R0} = I_0 R$	$V_{C0} = I_0 Z_C$	$V_0 = I_0 Z$	$V_{R0} = I_0 R$	$V_{L0} = I_0 Z_L$	$V_0 = I_0 Z$
Φάση	φ	$\varphi - \pi/2$	0	$-\varphi$	$-\varphi + \pi/2$	0

Υλικό	Σχετική σταθερά μ_r	Υλικό	Σχετική σταθερά μ_r
Mu-metal	20000	Χάλυβας	100 - 1000
Σιδηρο-κοβάλτιο	18000	Σιδηρίτης	640
Permalloy	8000	Νικέλιο	100 - 600
Μαγνήτης Νεοδυμίου	1.05		



Στοιχείο	Εξίσωση	Σύμβολο	Πτώση τάσης	Εξίσωση
Αντίσταση	$V_R = IR$		Κατά μήκος I	(28)
Πυκνωτής	$V_C = \frac{q}{C}$		Από τον (+) οπλισμό προς τον (-)	(32)
	$\frac{dV_C}{dt} = \pm \frac{I}{C}$			(33)
Πηνίο	$V_L = L \frac{dI}{dt}$		Κατά μήκος I	(35)



$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$	Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς	(23)
--------------------------	------------------------------	------

Υλικό	$\rho \times 10^{-6} \Omega m$	Υλικό	$\rho \times 10^{-6} \Omega m$
Άργυρος	0,0163	Ψευδάργυρος	0,07
Χαλκός	0,0175	Χάλυβας	0,159
Χρυσός	0,0244	Χρωμονικελίνη	1
Αλουμίνιο	0,0282		

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ

$y = f(x \pm vt)$	$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$	$\omega = kv$	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\mu = \frac{dm}{dx} = \frac{m}{L}$
$y(x, t) = A \sin k(x - vt) = A \sin(kx - \omega t)$			$p = \frac{1}{2} \mu v A^2 \omega^2$	
$\varphi = kx - \omega t \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$			$y = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$	
$\lambda_n = \frac{2L}{n}$	$f_n = n \frac{v}{2L}$	$f_n = n f_1$	$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M_A}}$	
$y = 2A \cos(\varphi/2) \sin(kx - \omega t + \varphi/2)$			$\varphi = 2n\pi$	$\varphi = (2n + 1)\pi$
$20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$	$y = A \sin(kx - \omega t)$	$\Delta P = -P_0 \cos(kx - \omega t)$	$I = \frac{p}{A} = \frac{p}{4\pi r^2}$	
$\beta = 10 \cdot \log_{10} \frac{I}{I_0}$	$\frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2}$	$v(\theta) = 331 \sqrt{\frac{\theta + 273}{273}} \frac{m}{s}$	$f_o = \frac{v + v_o}{v - v_s} f_s$	

Είδος κύματος	Ταχύτητα v	Παράμετροι
Κύμα σε Χορδή	$\sqrt{F/\mu}$	F : Δύναμη, μ : Γραμμική πυκνότητα
Ήχος σε Στερεά	$\sqrt{E/\rho}$	E : Μέτρο ελαστικότητας Young, ρ : Πυκνότητα
Ήχος στον Αέρα	$\sqrt{\gamma/RT}$	γ, R : Θερμοδυναμικές σταθερές, T η θερμοκρασία σε Kelvin
Φως σε κενό ή αέρα	$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$	Σταθερή
Φως σε υλικό	c/n	n : Δείκτης διάθλασης του υλικού
Ηλεκτρομαγ. Κύματα	c	Ίδια με την ταχύτητα του φωτός

Υλικό - Ουσία	Πυκνότητα (kg/m^3)	Πυκνότητα (g/cm^3)			
Αέρας	1.2	0.0012	Ορείχαλκος	8600	8.6
Αιθανόλη	810	0.81	Χαλκός	8900	8.9
Πάγος	920	0.92	Άργυρος	10500	10.0
Νερό	1000	1.0	Χρυσός	19300	19.3
Νερό θαλάσσης	1030	1.03	Πλατίνα	21400	21.4
Αίμα	1600	1.6	Σίδηρος	7800	7.8
Μπετόν	2000	2.0	Χάλυβας	7800	7.8
Αλουμίνιο	2700	2.7			

Υλικό	E(GPa)	Υλικό	E(GPa)
Καουτσούκ	0.1	Χρυσός	74
Πολυαιθυλένιο	0.8	Ορείχαλκος	100
Πλαστικό	2.3	Χαλκός	117
Νylon	3	Μπρούντζος	120
Ακρυλικά	3.2	Πλαστικό με ίνες	150
Ξύλο	11	Νικέλιο	170
Μετόν	17	Χάλυβας	200
Κόκκαλο	18	Σίδηρος	210
Κασσίτερος	47	Βολφράμιο (W)	400
Αλουμίνιο	69	Tungsten Carbide (WC)	500
Γυαλί	70	Διαμάντι (C)	1220

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

$$1. \int dx = x + c$$

$$2. \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c \quad (n \neq -1)$$

$$3. \int \frac{dx}{x} = \ln|x| + c$$

$$4. \int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a} \ln|ax+b| + c$$

$$5. \int e^{ax} dx = \frac{1}{a} e^{ax} + c$$

$$6. \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + c$$

$$7. \int x e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a^2} (ax - 1) + c$$

$$8. \int x^2 e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a^3} (a^2 x^2 - 2ax + 2) + c$$

$$9. \int \frac{dx}{1+e^{ax}} = -\frac{1}{a} \ln(1+e^{-ax}) + c = \frac{1}{a} \ln \frac{e^{ax}}{1+e^{ax}} + c$$

$$10. \int \ln x dx = x \ln x - x + c$$

$$11. \int \sin kx dx = -\frac{1}{k} \cos kx + c$$

$$12. \int \cos kx dx = \frac{1}{k} \sin kx + c$$

$$13. \int \tan kx dx = -\frac{1}{k} \ln |\cos kx| + c$$

$$14. \int \cot kx dx = \frac{1}{k} \ln |\sin kx| + c$$

$$15. \int \arcsin \frac{x}{a} dx = x \arcsin \frac{x}{a} + \sqrt{a^2 - x^2} + c$$

$$16. \int \arccos \frac{x}{a} dx = x \arccos \frac{x}{a} - \sqrt{a^2 - x^2} + c$$

$$17. \int \arctan \frac{x}{a} dx = x \arctan \frac{x}{a} - \frac{a}{2} \ln(a^2 + x^2) + c$$

$$18. \int \arctan \frac{x}{a} dx = x \arctan \frac{x}{a} - \frac{a}{2} \ln(a^2 + x^2) + c$$