

LUONNONVAKIOITA

<i>Suure</i>	<i>Symboli</i>	<i>Arvo</i>
Permeabiliteetti tyhjiössä	$\mu_0$	$4\pi \times 10^{-7}$ H m <sup>-1</sup> tarkasti
Valonnopeus tyhjiössä	$c_0$	299 792 458 m s <sup>-1</sup> exactly
Permittiivisyys tyhjiössä	$\epsilon_0 = 1/\mu_0 c_0^2$	$8.854\ 187\ 816 \dots \times 10^{-12}$ J <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup>
Planckin vakio	$h$ $\hbar = h/2\pi$	$6.626\ 075\ 5\ (40) \times 10^{-34}$ J s $1.054\ 572\ 66\ (63) \times 10^{-34}$ J s
Alkeisvaraus	$e$	$1.602\ 177\ 33\ (49) \times 10^{-19}$ C
Elektronin lepomassa	$m_e$	$9.109\ 389\ 7\ (54) \times 10^{-31}$ kg
Protonin lepomassa	$m_p$	$1.672\ 623\ 1\ (10) \times 10^{-27}$ kg
Neutronin lepomassa	$m_n$	$1.674\ 928\ 6\ (10) \times 10^{-27}$ kg
Atomimassayksikkö	$M_u = 1u$	$1.660\ 540\ 2\ (10) \times 10^{-27}$ kg
Avogadron vakio	$L, N_a$	$6.022\ 136\ 7\ (36) \times 10^{23}$ mol <sup>-1</sup>
Boltzmannin vakio	$k$	$1.380\ 658\ (12) \times 10^{-23}$ J K <sup>-1</sup>
Faradayn vakio	$F$	$9.648\ 530\ 9\ (29) \times 10^4$ C mol <sup>-1</sup>
Kaasuvakio	$R$	$8.314\ 510\ (70)$ J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
Celsiusasteikon nollapiste		273.15 K tarkasti
Ideaalikaasun moolitilavuus (NTP)		22.711 08 (19) L mol <sup>-1</sup>
Normaali-ilmakehä	atm	101 325 Pa tarkasti
Hienorakennevakio	$\alpha = \mu_0 e^2 c / 2h$ $\alpha^{-1}$	$7.297\ 353\ 08\ (33) \times 10^{-3}$ 137.035 989 5 (61)
Bohrin säde	$a_0 = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/m_e e^2$	$5.291\ 772\ 49\ (24) \times 10^{-11}$ m
Hartreen energia	$E_h = \hbar^2/m_e a_0^2$	$4.395\ 748\ 2\ (26) \times 10^{-18}$ J
Rydbergin vakio	$R_\infty = E_h/2hc$	$1.097\ 373\ 153\ 4\ (13) \times 10^7$ m <sup>-1</sup>
Bohrin magnetoni	$\mu_B = e\hbar/2m_e$	$9.274\ 015\ 4\ (31) \times 10^{-24}$ J T <sup>-1</sup>
Elektronin magneettinen momentti	$\mu_e$	$9.284\ 770\ 1\ (31) \times 10^{-24}$ J T <sup>-1</sup>
Landén $g$ -tekijä	$g_e = 2\mu_e/\mu_B$	2.002 319 304 386 (20)
Ydinmagnetoni	$\mu_N = (m_e/m_p)\mu_B$	$5.050\ 786\ 6\ (17) \times 10^{-27}$ J T <sup>-1</sup>
Protonin magneettinen momentti	$\mu_p$	$1.410\ 607\ 61\ (47) \times 10^{-26}$ J T <sup>-1</sup>
Protonin gyromagneettinen suhde	$\gamma_p$	$2.675\ 221\ 28\ (81) \times 10^8$ s <sup>-1</sup> T <sup>-1</sup>
Stefanin-Boltzmannin vakio	$\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15h^3 c^2$	$5.670\ 51\ (19)$ W m <sup>-2</sup> K <sup>-4</sup>
Ensimmäinen säteilyvakio	$c_1 = 2\pi\hbar c$	$3.741\ 774\ 9\ (22) \times 10^{-16}$ W m <sup>2</sup>
Toinen säteilyvakio	$c_2 = hc/k$	$1.438\ 769\ (12) \times 10^{-2}$ m K

(Lähde: Suureet, yksiköt ja symbolit, IUPAC)

## SUUREITA JA YKSIKÖITÄ

<i>Suure</i>	<i>Symboli</i>	<i>Määritelmä</i>	<i>SI yksikkö</i>	<i>Huomautukset</i>
Aallonpituus	$\lambda$		m	
Valonnopeus	$c$	$c = c_0/n$	$\text{m s}^{-1}$	
Taitekerroin	$n$	$n = c_0/c$	1	
Aaltoluku	$\tilde{\nu}$	$\tilde{\nu} = \nu/c_0 = 1/n\lambda$	$\text{m}^{-1}$	$\text{cm}^{-1}$ sallittu
Taajuus	$\nu$	$\nu = c/\lambda$	Hz	
Kulmanopeus	$\omega$	$\omega = 2\pi\nu$	$\text{s}^{-1}, \text{rad s}^{-1}$	
Spektritermin energia	$T$	$T = E_{\text{tot}}/hc$	$\text{m}^{-1}$	aina aaltoluvuissa
- elektroniverho	$T_e$	$T_e = E_e/hc$	$\text{m}^{-1}$	
- vibraatioenergia	$G$	$G = E_{\text{vib}}/hc$	$\text{m}^{-1}$	
- rotaatioenergia	$F$	$F = E_{\text{rot}}/hc$	$\text{m}^{-1}$	
Spin-ratakytkentävakio	$A$	$T_{s.o.} = A < \vec{L} \cdot \vec{S} >$	$\text{m}^{-1}$	
Hitausmomentti, pääakselit	$I_A; I_B; I_C$	$I_A \leq I_B \leq I_C$	$\text{kg m}^2$	
Rotatiovakiot	$\tilde{A}; \tilde{B}; \tilde{C}$	$\tilde{A} = h/8\pi^2 c I_a$	$\text{m}^{-1}$	
Asymmetriaparametri	$\kappa$	$\kappa = \frac{(2\tilde{B} - \tilde{A} - \tilde{C})}{(\tilde{A} - \tilde{C})}$	1	
Harmoninen värähdysaaltoluku	$\omega_e$		$\text{m}^{-1}$	
Anharmonisuuskerroin	$\omega_e x_e$		$\text{m}^{-1}$	
Värähdyskvanttiluku	$v_r$		1	
Coriolis-kerroin	$\zeta_{rs}^\alpha$		1	
Degeneraatioaste	$g$			
Sähköinen dipolimomentti	$\vec{p}, \vec{\mu}$	$E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}$	C m	useimmiten debye
Siirtymädipolimomentti	$\vec{M}, \vec{R}$	$\vec{M} = \int \psi' \vec{p} \psi'' d\tau$	C m	$D \approx 3.335\ 64 \times 10^{-30}$ C m
Tasapainosidospituus	$r_e$		m	
Perustilan sidospituus	$r_0$		m	
Normaalikoordinaatti	$Q_r$		$\text{kg}^{\frac{1}{2}} \text{m}$	
Värähdysvoimavakio				
- kaksiatominen	$f$	$f = \partial^2 V / \partial r^2$	$\text{J m}^{-2}$	
- moniatominen	$f_{ij}$	$f_{ij} = \partial^2 V / \partial r_i \partial r_j$	vaihtelee	
Moolinen refraktio	$R, R_m$	$R = \frac{(n^2-1)}{(n^2+2)} V_m$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$	
Ainemäärä	$n$	$n = N/L$	mol	
Moolitilavuus	$V_m$	$V_m = V/n$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$	
Konsentraatio	$c$	$c = n/V$	$\text{mol m}^{-3}$	
NMR				
- gyromagneettinen suhde	$\gamma$	$\gamma = \mu/I\hbar$	C kg <sup>-1</sup>	
- varjostuskerroin	$\sigma_A$	$B_A = (1 - \sigma_A)B$	1	
- kemiallinen siirtymä	$\delta$	$\delta = 10^6(\nu - \nu_0)/\nu_0$	1	
- spin-spinkytkentävakio	$J_{AB}$	$\hat{H}/h = J_{AB} \hat{I}_A \cdot \hat{I}_B$	Hz	

**SUUREITA JA YKSIKÖITÄ (jatk.)**

<i>Suure</i>	<i>Symboli</i>	<i>Määritelmä</i>	<i>SI yksikkö</i>	<i>Huomautukset</i>
Diracin vakio	$\hbar$	$\hbar = h/2\pi$	J S	
Säteilyenergia	$Q, W$		J	
Säteilyenergiatiheys	$\rho, w$	$\rho = Q/V$	J m <sup>-3</sup>	
Spektrin säteilyenergiatiheys				
- taajuuden suhteen	$\rho_\nu, w_\nu$	$\rho_\nu = d\rho/d\nu$	J m <sup>-3</sup> Hz <sup>-1</sup>	
- aaltoluvun suhteen	$\rho_{\tilde{\nu}}, w_{\tilde{\nu}}$	$\rho_{\tilde{\nu}} = d\rho/d\tilde{\nu}$	J m <sup>-2</sup>	
- aallonpituuden suhteen	$\rho_\lambda, w_\lambda$	$\rho_\lambda = d\rho/d\lambda$	J m <sup>-4</sup>	
Einsteinin siirtymätodennäköisyys				$E_n > E_m$
- spontaani emissio	$A_{nm}$	$dN_n/dt = -A_{nm}N_n$	s <sup>-1</sup>	
- stimuloitu emissio	$B_{nm}$	$dN_n/dt = -\rho_{\tilde{\nu}}(\tilde{\nu}_{nm})B_{nm}N_n$	s <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>	
- stimuloitu absorptio	$B_{mn}$	$dN_n/dt = \rho_{\tilde{\nu}}(\tilde{\nu}_{nm})B_{mn}N_m$	s <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>	
Säteilyteho	$Phi, P$	$\Phi = dQ/dt$	W	
Intensiteetti	$I$	$I = d\Phi/d\Omega$	W sr <sup>-1</sup>	
Exitanssi (emissiovuo)	$M$	$M = d\Phi/dA_{source}$	W m <sup>-2</sup>	
Säteilytysvoimakkuus	$E$	$E = d\Phi/dA$	W m <sup>-2</sup>	
Emittanssi	$\epsilon$	$\epsilon = M/M_{bb}$	1	$bb =$ musta kappale
Transmittanssi	$\tau, T$	$\tau = \Phi_{tr}/\Phi_0$	1	
Absorptanssi	$\alpha$	$\alpha = \Phi_{abs}/\Phi_0$	1	
Reflektanssi	$\rho$	$\rho = \Phi_{refl}/\Phi_0$	1	
Absorbanssi	$A$	$A = -\log_{10}(1 - \alpha)$	1	
- Neperin	$B$	$B = -\ln(1 - \alpha)$	1	
Absorptiokerroin				
- dekadinen	$a, K$	$a = A/l$	m <sup>-1</sup>	
- Neperin	$\alpha$	$\alpha = B/l$	m <sup>-1</sup>	
- moolinen	$\epsilon$	$\epsilon = a/c = A/cl$	m <sup>2</sup> mol <sup>-1</sup>	
- moolinen, Neperin	$\kappa$	$\kappa = \alpha/c = B/cl$	m <sup>2</sup> mol <sup>-1</sup>	
Absorptioindeksi	$k$	$k = \alpha/4\pi\tilde{\nu}$	m <sup>2</sup> mol <sup>-1</sup>	
kompleksinen taitekerroin	$\hat{n}$	$\hat{n} = n + ik$	1	

## Vanhentuneita yksiköitä

Yksikkö	Merkki	SI yksiköissä
<i>Pituus, l</i>		
- metri (SI)	m	
- cm (esu, emu, Gauss)	cm	= $10^{-2}$ m
- bohr (au)	$a_0, b$	= $4\pi\epsilon_0\hbar^2/m_e e^2 \approx 5.291\ 77 \times 10^{-11}$ m
- ånström	Å	= $10^{-10}$ m
- mikroni	$\mu$	= $10^{-6}$ m
- millimikroni	m $\mu$	= $10^{-9}$ m
- x-yksikkö	X	$\approx 1.002 \times 10^{-13}$ m
- fermi	f	= fm = $10^{-15}$ m
- tuuma	in	= $2.54 \times 10^{-2}$ m
- jalka	ft	= 12 in = 0.3048 m
- jaardi	yd	= 3 ft = 0.9144 m
- maili	mile	= 1760 yd = 1609.344 m
- astronominen yksikkö	AU	= $1.496\ 00 \times 10^{11}$ m
- parsek	pc	= $3.085\ 68 \times 10^{16}$ m
- valovuosi	vv	= $9.460\ 53 \times 10^{15}$ m
<i>Pinta-ala, A</i>		
- neliömetri (SI)	m <sup>2</sup>	
- barni	b	= $10^{-28}$ m <sup>2</sup>
- eekkeri		= 4046.856 m <sup>2</sup>
- aari	a	= 100 m <sup>2</sup>
- hehtaari	ha	= $10^4$ m <sup>2</sup>
<i>Tilavuus, V</i>		
- kuutiometri (SI)	= m <sup>3</sup>	
- litra	l, L	= dm <sup>3</sup> = $10^{-3}$ m <sup>3</sup>
- barreli (US)	bbl	= 158.987 dm <sup>3</sup>
- gallona (US)	gall	= 3.785 41 dm <sup>3</sup>
- gallona (UK)	gal	= 4.546 09 dm <sup>3</sup>
<i>Massa, m</i>		
- kilogramma (SI)	kg	
- gramma (esu, emu, Gauss)	g	= $10^{-3}$ kg
- elektronin massa (au)	$m_e$	$\approx 9.109\ 39 \times 10^{-31}$ kg
- atomimassayksikkö	u, Da	= $m_2(^{12}\text{C}/12 = 1.660\ 54 \times 10^{-27}$ kg
- pauna	lb	0.453 592 37 kg
- unssi (avoirdupois)	oz	$\approx 28.3459$ g
- unssi (troy)	oz (try)	$\approx 31.1035$ g
- graani	gr	= 64.789 91 mg
<i>Aika, t</i>		
- sekunti (SI, esu, emu, Gauss)	s	
- atomiyksikkö	$\hbar/E_h$	$\approx 2.418\ 88 \times 10^{-17}$ s
- minuutti	min	= 60 s
- tunti	h	= 3600 s
- päivä	d	= 86 400 s
<i>Voima, F</i>		
- newton (SI)	N	= kg m s <sup>-2</sup>
- dyne (esu, emu, Gauss)	dyn	= g cm s <sup>-2</sup> = $10^{-5}$ N
- atomiyksikkö	= $E_h/a_0$	$\approx 8.238\ 73 \times 10^{-8}$ N
- kilopondi	kp	= 9.806 65 N

## Vanhentuneita yksiköitä (jatk.)

Yksikkö	Merkki	SI yksiköissä
<i>Energia, U</i>		
- joule (SI)	J	= kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
- erg	erg	= g cm <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> = 10 <sup>-7</sup> J
- hartree (au)	$E_h$	= $\hbar^2/m_e a_0^2 \approx 4.359\,75 \times 10^{-18}$ J
- rydberg	Ry	= $E_h/2 \approx 2.179\,87 \times 10^{-18}$ J
- elektronivoltti	eV	= $e \times V \approx 1.602\,18 \times 10^{-19}$ J
- kalori (termodynamiikka)	cal	= 4.184 J
- kalori (kansainvälinen)	cal	= 4.1868 J
- kalori (gramma vettä 14.5°C → 15.5°C)	cal	= 4.1855 J
- brittiläinen terminen yksikkö	Btu	= 1055.06 J
<i>Paine, p</i>		
- pascal (SI)	Pa	
- ilmakehä	atm	= 101325 Pa
- baari	bar	= 10 <sup>5</sup> Pa
- torri	tor	= (101325/760) Pa ≈ 133.322 Pa
- elohopeamillimetri	mmHg	≈ 133.322 Pa
- paunaa neliötuumalle	psi	≈ 6.894 757 × 10 <sup>3</sup> Pa
<i>Teho, P</i>		
- watti (SI)	W	
- hevosvoima	hp	= 745.7 W
<i>Pyörimismäärä, L, J</i>		
- SI yksikkö	J s	= kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
- esu, emu, Gauss	erg s	= 10 <sup>-7</sup> J S
- atomiyksikkö	$\hbar$	= $h/2\pi \approx 1.054\,57 \times 10^{-34}$ J s
<i>Dynaaminen viskositeetti, η</i>		
- SI yksikkö	Pa s	= kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
- poise	P	= 10 <sup>-1</sup> Pa s
<i>Kinemaattinen viskositeetti, ν</i>		
- SI yksikkö	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	
- stokes	St	= 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
<i>Sähkövirta, I</i>		
- ampeeri (SI)	A	
- esu, Gauss	(10/ζ) A	≈ 3.335 64 × 10 <sup>-10</sup> A
- atomiyksikkö	$eE_h/\hbar$	≈ 6.623 62 × 10 <sup>-3</sup> A
<i>Sähkövaraus, Q</i>		
- coulombi (SI)	C	= A s
- franklin (esu, Gauss)	Fr	= (10/ζ) C ≈ 3,335 64 × 10 <sup>-10</sup> C
- atomiyksikkö	e	≈ 1.602 18 × 10 <sup>-19</sup> C
<i>Varaustiheys, ρ</i>		
- SI yksikkö	C m <sup>-3</sup>	
- esu, Gauss	Fr cm <sup>-3</sup>	≈ 3.335 64 × 10 <sup>-4</sup> C m <sup>-3</sup>
- atomiyksikkö	$ea_o^{-3}$	≈ 1.081 20 × 10 <sup>-12</sup> m <sup>-3</sup>
<i>Sähköpotentiaali, V</i>		
- voltti (SI)	V	= J C <sup>-1</sup> = J A <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
- esu, Gauss	erg Fr <sup>-1</sup>	= 299.792 485 V
- atomiyksikkö	$e/4\pi\epsilon_0 a_0$	= $E_h/e \approx 27.2114$ V

Vanhentuneita yksiköitä (jatk.)

Yksikkö	Merkki	SI yksiköissä
<i>Sähkökenttä, E</i>		
- SI yksikkö	$\text{V m}^{-1}$	$= \text{J C}^{-1} \text{m}^{-1}$
- esu, Gauss	$\text{Fr cm}^{-2}/4\pi\epsilon_0$	$= 2.997\,924\,58 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$
- atomiyksikkö	$e/4\pi\epsilon_0 a_0^2$	$\approx 5.143\,21 \times 10^{11} \text{ V m}^{-1}$
<i>Sähköinen dipolimomentti, p, <math>\mu</math></i>		
- SI yksikkö	$\text{C m}$	
- debye	$\text{D}$	$\approx 3.335\,64 \times 10^{-30} \text{ C m}$
- atomiyksikkö	$ea_0$	$\approx 8.478\,36 \times 10^{-30} \text{ C m}$
<i>Sähköinen kvadrupolimomentti, <math>Q_{\alpha\beta}</math>, <math>eQ</math></i>		
- SI yksikkö	$\text{C m}^2$	
- esu, Gauss	$\text{Fr cm}^2$	$\approx 3.335\,64 \times 10^{-14} \text{ C m}^2$
- atomiyksikkö	$ea_0^2$	$\approx 4.486\,55 \times 10^{-40} \text{ C m}^2$
<i>Polaroituvuus, <math>\alpha</math></i>		
- SI yksikkö	$\text{J}^{-1} \text{C}^2 \text{m}^2$	$= \text{F m}^2$
- esu, Gauss	$4\pi\epsilon_0 \text{ cm}^3$	$\approx 1.112\,65 \times 10^{-16} \text{ J}^{-1} \text{C}^2 \text{m}^2$
- atomiyksikkö	$4\pi\epsilon_0 a_0^3$	$\approx 1.648\,78 \times 10^{-41} \text{ J}^{-1} \text{C}^2 \text{m}^2$
<i>Magneettivuon tiheys, B</i>		
- tesla (SI)	$\text{T}$	$= \text{J A}^{-1} \text{m}^{-2}$
- gauss (emu, Gauss)	$\text{G}$	$= 10^{-4} \text{ T}$
- atomiyksikkö	$\hbar/ea_0^2$	$\approx 2.350\,52 \times 10^5 \text{ T}$
<i>Magneettivuo, <math>\Phi</math></i>		
- weber (SI)	$\text{Wb}$	$= \text{J A}^{-1}$
- maxwell (emu, Gauss)	$\text{Mx}$	$= 10^{-8} \text{ Wb}$
<i>Magneettikentän voimakkuus, H</i>		
- SI yksikkö	$\text{A m}^{-1}$	
- oersted (emu, Gauss)	$\text{Oe}$	$= 10^3 \text{ A m}^{-1}$
<i>Magneettinen dipolimomentti, m, <math>\mu</math></i>		
- SI yksikkö	$\text{A m}^2$	$= \text{J T}^{-1}$
- emu, Gauss	$\text{erg G}^{-1}$	$= 10^{-3} \text{ J T}^{-1}$

### Kreikkalaiset aakkoset

Isot	Pienet	Suomeksi	Englanniksi
<i>A</i>	$\alpha$	alfa	alpha
<i>B</i>	$\beta$	beeta	beta
$\Gamma$	$\gamma$	gamma	gamma
$\Delta$	$\delta$	delta	delta
<i>E</i>	$\epsilon$	epsilon	epsilon
<i>Z</i>	$\zeta$	zeeta	zeta
<i>H</i>	$\eta$	eeta	eta
$\Theta$	$\theta, \vartheta$	theeta	theta
<i>I</i>	$\iota$	ioota	iota
<i>K</i>	$\kappa$	kappa	kappa
$\Lambda$	$\lambda$	lambda	lambda
<i>M</i>	$\mu$	myy	mu
<i>N</i>	$\nu$	nyy	nu
$\Xi$	$\xi$	ksii	xi
<i>O</i>	$o$	omikron	omicron
$\Pi$	$\pi$	pii	pi
<i>P</i>	$\rho$	rhoo	rho
$\Sigma$	$\sigma$	sigma	sigma
<i>T</i>	$\tau$	tau	tau
$\Upsilon$	$\upsilon$	ypsilon	upsilon
$\Phi$	$\phi$	fii	phi
<i>X</i>	$\chi$	khii	chi
$\Psi$	$\psi$	psii	psi
$\Omega$	$\omega$	oomega	omega