

Vakuumtechnik

Größen, Formelzeichen Einheiten

Übersicht

DIN
28 402

Vacuum technology; quantities, symbols, units; summary

Diese Norm enthält eine Übersicht von physikalischen Größen, die häufig in der Vakuumtechnik angewendet werden, zusammen mit Formelzeichen und den zulässigen Einheiten, getrennt nach SI-Einheiten und anderen zulässigen Einheiten. Weiterhin sind jene Einheiten einschließlich ihrer Vielfachen und Teile aufgeführt, die für den Gebrauch empfohlen werden. Diese Empfehlungen sollen bei der Abfassung von Veröffentlichungen, Katalogen und Prospekten helfen, korrekte Größenbenennungen, gesetzlich vorgeschriebene und international gültige Einheiten, sowie übliche und größtenteils durch ISO- und DIN-Normen festgelegte Formelzeichen anzuwenden.

Die Bemerkungen in der Tabelle 2 führen DIN-Normen an, in denen die betreffenden Größen eingehender behandelt werden. Weiterhin enthalten sie Definitionen, Erläuterungen und nicht mehr zulässige oder nur noch befristet zugelassene Einheiten mit ihren Beziehungen. Wichtige Konstanten sind ebenfalls aufgeführt und zwar so, daß sich die Meßunsicherheit in der letzten Ziffernstelle bemerkbar macht.

Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten können durch Vorsätze vor den Namen der Einheit gewonnen werden. es ist jeweils nur die Anwendung eines Vorsatzes erlaubt, z. B. nm, nicht aber mµm (siehe DIN 1301).

Die gebräuchlichsten Vielfache und Teile sind:

Tabelle 1. **Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten**

Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen
10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^{-2}	Zenti	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Mikro	µ*)
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Piko	p
10^{-15}	Femto	f

*) Längenangaben in µ (My, Mikron) oder mµ (Millimy, Millimikron) sind veraltet und nicht mehr zulässig. Es muß richtig heißen µm und nm (Mikrometer, Nanometer).

Fortsetzung Seite 2 bis 14
Erläuterungen Seite 15

Normenausschuß Vakuumtechnik (NAV) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Tabelle 2. Größen, Formelzeichen und Einheiten

Nr	Größe	Formel- zeichen	Einheitenzeichen			Bemerkungen
1 Länge, Fläche, Volumen						
1.1	Länge	l	m		m, mm, μm , nm	
1.2	Breite	b	m		m, mm, μm	
1.3	Höhe	h	m		m, mm, μm	
1.4	Dicke	d, δ	m		m, mm, μm , nm	
1.5	Radius	r	m		m, mm, μm	
1.6	Durchmesser	d	m		m, mm, μm	
1.7	Weglänge (z. B. Hub)	s	m		m, mm, μm , nm	
1.8	Wellenlänge	λ	m		nm	nm für den optischen Bereich. Nach dem 31.12.1977 nicht mehr zugelassen: Ångström, $1 \text{ Å} = 0,1 \text{ nm}$
1.9	Fläche	A	m^2		$\text{m}^2, \text{cm}^2, \text{mm}^2, \mu\text{m}^2$	
1.10	Volumen	V	m^3		$\text{m}^3, \text{dm}^3, \text{l}, \text{cm}^3, \text{mm}^3$	Liter, $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$
1.11	Normvolumen	V_n	m^3		$\text{m}^3, \text{dm}^3, \text{l}, \text{cm}^3$	siehe DIN 1343 Normvolumen ist das Volumen eines festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffes im Normzustand, nämlich bei der Normtemperatur $\vartheta_n = 0^\circ\text{C}$ und dem Normdruck $p_n = 1013,25 \text{ mbar}$. Wird in der Vakuumtechnik eine Größe auf den Normzustand bezogen, dann erhält das Formelzeichen den Index n und die Größenbezeichnung den Zusatz (NTP), z. B. Leckrate (NTP). (NTP, abgeleitet von Normtemperatur und Normdruck)
2 Winkel						
2.1	ebener Winkel	$\alpha, \beta, \gamma \dots$	rad	$^\circ, ', ''$	rad, $^\circ, ', ''$	siehe DIN 1315 Der Name von rad ist Radian; der Name von sr ist Steradian.
2.2	Raumwinkel	Ω	sr		sr	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,295\,779\,5 \dots^\circ$ $1^\circ = 0,017\,453\,29 \dots \text{rad}$

Tabelle 2. Fortsetzung

Nr	Größe	Formel- zeichen	Einheitenzeichen für			Bemerkungen
3 Masse						
3.1	Masse	m	kg		t, kg, g, mg	siehe DIN 1305 Gewicht wird in Handel und Wirtschaft, Masse in Wissenschaft und Technik für das Ergebnis einer Wägung benutzt.
3.2	flächenbezogene Masse	m''	kg/m ²		g/m ² , g/cm ² , mg/cm ²	Quotient aus Masse m und Fläche A . $m'' = \frac{m}{A}$
3.3	Dichte	ϱ	kg/m ³		kg/m ³ , g/cm ³	siehe DIN 1306
3.4	Normdichte eines Gases	ϱ_n	kg/m ³		kg/m ³ , g/cm ³	siehe DIN 1306 und DIN 1343 Dichte eines Gases bei $\vartheta_n = 0^\circ\text{C}$ und $p_n = 1013,25\text{ mbar}$
3.5	Massenträgheitsmoment	J	kg · m ²		kg · m ²	auch „Massenmoment 2. Grades“
4 Atome bzw. molekulare Größen, Stoffmengengrößen						
4.1	Teilchenanzahl	N	1		1	siehe DIN 28 400 Teil 1 Unter Teilchen werden Atome, Moleküle, Molekülbruchstücke und Molekülaggregate verstanden, soweit auf diese die kinetische Gas- theorie anwendbar ist.
4.2	volumenbezogene Teilchen- anzahl, Teilchen- anzahldichte	n	m ⁻³		m ⁻³	Quotient aus Teilchenanzahl N und Volumen V . $n = \frac{N}{V}$
4.3	Teilchenmasse, Atom-, Molekülmasse	m	kg	u	kg, u	Quotient aus molarer Masse M und Avogadro-Konstante N_A , $m = \frac{M}{N_A}$. Atomare Masseneinheit $1\text{ u} = 1,660\,53 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$
4.4	relative Teilchenmasse relative Molekülmasse	M_r	1		1	Quotient aus der durchschnittlichen Masse eines Teilchens (Molekül, Atom) und $1/12$ der Masse eines ^{12}C -Atoms. Es ist $(1/12)m^{12}\text{C} = 1\text{ u}$. Nicht mehr zulässige Bezeichnungen sind Atomgewicht und Molekularge- wicht.
		A_r	1		1	
4.5	Stoffmenge	ν	mol		kmol, mol	1 Mol ist die Stoffmenge eines Systems bestimmter Zusammensetzung, das aus ebenso vielen Teilchen besteht, wie Atome in 12/1000 Kilo- gramm des Nuklids ^{12}C enthalten sind.
4.6	molare Masse	M	kg/mol		kg/mol kg/mol, g/mol	Quotient aus Masse m und Stoffmenge ν . $M = \frac{m}{\nu}$.

Tabelle 2 Fortsetzung

Nr	Größe	Formelzeichen	Einheitenzeichen für			Bemerkungen
			SI-Einheit*)	Weitere Einheiten	Empfohlene Einheiten	
4.7	molares Volumen	V_m	m^3/mol		m^3/mol	Quotient aus Volumen V und Stoffmenge v , $V_m = \frac{V}{v}$
4.8	molares Normvolumen	V_{mn}	m^3/mol		m^3/mol	siehe DIN 1343 Molares Normvolumen eines idealen Gases, $V_{mn} = 22,414 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$
4.9	Avogadro-Konstante	N_A	mol^{-1}		mol^{-1}	$N_A = 6,0225 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $N_A = \frac{N}{v}$
5 Zeit, zeitbezogene Größen						
5.1	Zeitspanne, Dauer	t	s	min, h, d, a	h, min, s, ms, μs	siehe DIN 1355 Teil 1
5.2	Periodendauer	T	s		s, ms, μs	siehe DIN 1311 Teil 1
5.3	Frequenz	f	Hz		MHz, kHz, Hz	1 Hz = 1/s
5.4	Drehzahl	n	s^{-1}	min^{-1}	s^{-1} , min^{-1}	auch Umdrehungsfrequenz
5.5	Geschwindigkeit	v	m/s	km/h	m/s, mm/s	
5.6	Vakuumlichtgeschwindigkeit	c_0	m/s		m/s	$c_0 = 2,997\,925 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
5.7	Beschleunigung	a	m/s^2		m/s^2	
5.8	Fallbeschleunigung	g	m/s^2		m/s^2	
5.9	Normfallbeschleunigung	g_n	m/s^2		m/s^2	$g_n = 9,806\,65 \text{ m/s}^2$ siehe DIN 1305
5.10	Winkelgeschwindigkeit	ω	rad/s		rad/s	auch $^\circ/\text{s}$; 1/s zugelassen, siehe Nr 2
5.11	Winkelbeschleunigung	α	rad/s^2		rad/s^2	auch $^\circ/\text{s}^2$; $1/\text{s}^2$ zugelassen, siehe Nr 2
6 Kraft, Energie, Leistung						
6.1	Kraft	F	N		kN, N, mN	Der Name von N ist Newton [njut ^{en}]. 1 N = 1 kg · m/s ² Bis 31. 12. 1977 befristet zugelassene Einheiten: Dyn, 1 dyn = 10 ⁻⁵ N; Kilopond, 1 kp = 9,806 65 N siehe DIN 66034

Tabelle 2. Fortsetzung

Nr	Größe	Formelzeichen	Einheitenzeichen für			Bemerkungen
			SI-Einheit*)	Weitere Einheiten	Empfohlene Einheiten	
6.2	Gewichtskraft	G	N		kN, N, mN	siehe DIN 1305 $G = m \cdot g$. Es wird empfohlen statt Gewicht im Sinne einer Masse die Bezeichnung Masse und statt Gewicht im Sinne einer Kraft die Bezeichnung Gewichtskraft zu verwenden.
6.3	Impuls	b	N · s		N · s	$b = \int F \cdot dt; b = m \cdot v; 1 \text{ N} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
6.4	Drehimpuls	L	N · s · m		N · s · m	$L = \int M \cdot dt; L = I \cdot \omega$
6.5	Druck in Fluiden (in Flüssigkeiten Gasen und Dämpfen)	p	Pa	bar	bar, mbar	Der Name von Pa ist Pascal. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$; $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ siehe DIN 1314 Nach dem 31.12.1977 nicht mehr zugelassene Einheiten: Physikalische Atmosphäre $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1,013\,25 \text{ bar}$ Technische Atmosphäre $1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 98\,066,5 \text{ Pa} = 0,980\,665 \text{ bar}$ Torr: $1 \text{ Torr} = (1/760) \text{ atm} = 133,3224 \text{ Pa} = 1,333\,224 \text{ mbar}$; $1 \text{ mbar} = 0,750\,062 \text{ Torr}$ siehe DIN 66038; siehe Nr 10.1
6.6	Normdruck	p_n	Pa	bar	bar, mbar	siehe DIN 1343 $p_n = 101\,325 \text{ Pa} = 1,013\,25 \text{ bar} = 1013,25 \text{ mbar}$
6.7	Normalspannung	σ	N/m ² , Pa		N/mm ²	1 N/mm ² = 1 MPa
6.8	Schubspannung	τ	N/m ² , Pa		N/mm ²	
6.9	Drehmoment	M	N · m		kN · m, N · m, mN · m	
6.10	Energie	E	J	kW · h, eV	kJ, J, kW · h, W · s eV	Der Name von J ist Joule [dsehu]. Der Name von eV ist Elektronvolt. $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$; $1 \text{ eV} = 1,602\,19 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ Nach dem 31.12.1977 nicht mehr zugelassene Einheit Erg, $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
6.11	kinetische Energie	E_k	J		J, eV	siehe Nr 6.10
6.12	potentielle Energie	E_p	J		J	siehe Nr 6.10
6.13	Arbeit	W	J	kW · h	kJ, J, kW · h, W · s	
6.14	Wärme, Wärmemenge	Q	J	kW · h	kJ, J, kW · h, W · s	siehe DIN 1345 Nach dem 31.12.1977 nicht mehr zugelassene Einheit Kalorie, $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$. siehe DIN 66039