

A-2 El sistema internacional de unidades (SI)

ALGUNAS UNIDADES SI DERIVADAS

Cantidad	Nombre de la unidad	Símbolo	Equivalente
área	metro cuadrado	m ²	
volumen	metro cúbico	m ³	
frecuencia	hertz	Hz	s ⁻¹
densidad de masa (densidad)	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³	
velocidad	metro por segundo	m/s	
velocidad angular	radián por segundo al cuadrado	rad/s ²	
aceleración	metro por segundo al cuadrado	m/s ²	
fuerza	newton	N	kg · m/s ²
presión	pascal	Pa	N/m ²
trabajo, energía, cantidad de calor	joule	J	N · m
potencia	watt	W	J/s
cantidad de electricidad	coulomb	C	A · s
diferencia de potencial, fuerza electromotriz	volt	V	N · m/C
campo eléctrico	volt/metro	V/m	N/C
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A
capacitancia	farad	F	A · s/V
flujo magnético	weber	Wb	V · s
inductancia	henry	H	V · s/A
campo magnético	tesla	T	Wb/m ² , N/A · m
entropía	joule por kelvin	J/K	
capacidad calorífica específica	joule por kilogramo kelvin	J/(kg · K)	
conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m · K)	
intensidad radiante	watt por esterradián	W/sr	

LAS UNIDADES SI SUPLEMENTARIAS

Cantidad	Nombre de la unidad	Símbolo
ángulo plano	radián	rad
ángulo sólido	esterradián	sr

APÉNDICE B

ALGUNAS
CONSTANTES FUNDAMENTALES
DE LA FÍSICA

Constante	Símbolo	Valor de cálculo	Valor ¹	Incertidumbre ²	Mejor valor (1986)
Velocidad de la luz en el vacío	<i>c</i>	3.00×10^8 m/s	2.99792458	exacto	
Carga elemental	<i>e</i>	1.60×10^{-19} C	1.60217733	0.30	
Masa del electrón en reposo	<i>m_e</i>	9.11×10^{-31} kg	9.1093897	0.59	
Constante dieléctrica	ϵ_0	8.85×10^{-12} F/m	8.85418781762	exacto	
Constante de permeabilidad	μ_0	1.26×10^{-6} H/m	1.25663706143	exacto	
Masa en reposo del electrón ³	<i>m_e</i>	5.49×10^{-4} u	5.48579902	0.023	
Masa en reposo del neutrón ⁴	<i>m_n</i>	1.0087 u	1.008664904	0.014	
Masa en reposo del átomo de hidrógeno ⁵	<i>m</i> (¹ H)	1.0078 u	1.007825035	0.011	
Masa en reposo del átomo de deuterio ⁵	<i>m</i> (² H)	2.0141 u	2.014101779	0.012	
Masa en reposo del átomo de helio ⁶	<i>m</i> (⁴ He)	4.0026 u	4.00260324	0.012	
Razón carga a masa del electrón	<i>e/m_e</i>	1.76×10^{11} C/kg	1.75881962	0.30	
Masa en reposo del neutrón	<i>m_n</i>	1.67×10^{-27} kg	1.6726231	0.59	
Razón de la masa protón a electrón	<i>m_p/m_e</i>	1840	1836.152701	0.020	
Masa en reposo del neutrón	<i>m_n</i>	1.67×10^{-27} kg	1.6749286	0.59	
Masa en reposo del muón	<i>m_μ</i>	1.88 × 10 ⁻²⁸ kg	1.8835327	0.61	
Constante de Planck	<i>h</i>	6.63×10^{-34} J · s	6.6260755	0.60	
Longitud de onda Compton del electrón	<i>λ_c</i>	2.43×10^{-12} m	2.42631058	0.089	
Constante universal de los gases	<i>R</i>	8.31 J/mol · K	8.314510	8.4	
Constante de Avogadro	<i>N_A</i>	6.02×10^{23} mol ⁻¹	6.0221367	0.59	
Constante de Boltzmann	<i>k</i>	1.38×10^{-23} J/K	1.3806513	1.8	
Volumen molar del gas ideal a STP ⁷	<i>V_m</i>	2.24×10^{-2} m ³ /mol	2.2413992	1.7	
Constante de Faraday	<i>F</i>	9.65×10^4 C/mol	9.6485309	0.30	
Constante de Stefan-Boltzmann	<i>σ</i>	5.67×10^{-8} W/m ² · K ⁴	5.670399	6.8	
Constante de Rydberg	<i>R</i>	1.10×10^7 m ⁻¹	1.0973731571	0.00036	
Constante gravitatoria	<i>G</i>	6.67×10^{-11} m ³ /s ² · kg	6.67259	128	
Radio de Bohr	<i>a₀</i>	5.29×10^{-11} m	5.29177249	0.045	
Momento magnético del electrón	<i>μ_e</i>	9.28×10^{-24} J/T	9.2847700	0.34	
Momento magnético del protón	<i>μ_p</i>	1.41×10^{-26} J/T	1.41060761	0.34	
Magnetón de Bohr	<i>μ_B</i>	9.27×10^{-24} J/T	9.2740154	0.34	
Magnetón nuclear	<i>μ_N</i>	5.05×10^{-27} J/T	5.0507865	0.34	
Constante de la estructura fina	<i>α</i>	1/137	1/137.0359895	0.045	
Cuanto de flujo magnético	<i>Φ₀</i>	2.07×10^{-15} Wb	2.06783461	0.30	
Resistencia Hall cuantizada	<i>R_H</i>	25800 Ω	25812.8056	0.045	

¹ Misma unidad y potencia de diez que el valor de cálculo

² Partes por millón

³ Masa dada en unidades unificadas de masa atómica, donde 1 u = 1.6605402 × 10⁻²⁷ kg.

⁴ STP —temperatura y presión estándar = 0°C y 1.0 bar. (Las siglas corresponden a *standard temperature and pressure*.)

APÉNDICE G

FACTORES DE CONVERSIÓN

Los factores de conversión pueden leerse directamente de las tablas. Por ejemplo, 1 grado = 2.778×10^{-3} revoluciones, de modo que $16.7^\circ = 16.7 \times 2.778 \times 10^{-3}$ rev.

Las cantidades SI están en letras mayúsculas. Parcialmente adaptado de G. Shortley y D. Williams, *Elements of Physics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1971.

ÁNGULO PLANO

	°	'	"	RADIAN	rev
1 grado =	1	60	3600	1.745×10^{-2}	2.778×10^{-3}
1 minuto =	1.667×10^{-2}	1	60	2.909×10^{-4}	4.630×10^{-5}
1 segundo =	2.778×10^{-4}	1.667×10^{-2}	1	4.848×10^{-6}	7.716×10^{-7}
1 RADIAN =	57.30	3438	2.063×10^5	1	0.1592
1 revolución =	360	2.16×10^4	1.296×10^6	6.283	1

ÁNGULO SÓLIDO

1 esfera = 4π esterradianes = 12.57 esterradianes

LONGITUD

	cm	METRO	km	in	ft	mi
1 centímetro =	1	10^{-2}	10^{-5}	0.3937	3.281×10^{-2}	6.214×10^{-6}
1 METRO =	100	1	10^{-3}	39.37	3.281	6.214×10^{-4}
1 kilómetro =	10^5	1000	1	3.937×10^4	3281	0.6214
1 pulgada =	2.540	2.540×10^{-2}	2.540×10^{-5}	1	8.333×10^{-2}	1.578×10^{-5}
1 pie =	30.48	0.3048	3.048×10^{-4}	12	1	1.894×10^{-4}
1 milla =	1.609×10^5	1609	1.609	6.336×10^4	5280	1

1 año-luz = 9.460×10^{15} km
 1 parsec = 3.084×10^{16} km
 1 milla náutica = 1852 m
 = 1.151 millas = 6076 ft
 1 fermi = 10^{-15} m
 1 radio de Bohr = 5.292×10^{-11} m
 1 yarda = 3 ft
 1 rod = 16.5 ft
 1 fathom = 6 ft
 1 mil = 10^{-3} in
 1 mm = 10^{-9} m

ÁREA

	METRO ²	cm ²	ft ²	in ²
1 METRO CUADRADO =	1	10^4	10.76	1550
1 centímetro cuadrado =	10^{-4}	1	1.076×10^{-3}	0.1550
1 pie cuadrado =	9.290×10^{-2}	929.0	1	144
1 pulgada cuadrada =	6.452×10^{-4}	6.452	6.944×10^{-3}	1

1 milla cuadrada = 2.788×10^7 ft² = 640 acres
 1 acre = 43,560 ft²
 1 hectárea = 10^4 m² = 2.471 acres
 1 barnio = 10^{-28} m²

VOLUMEN

	METRO ³	cm ³	L	ft ³	in ³
1 METRO CÚBICO =	1	10^6	1000	35.31	6.102×10^4
1 centímetro cúbico =	10^{-6}	1	1.000×10^{-3}	3.531×10^{-5}	6.102×10^{-2}
1 litro =	1.000×10^{-3}	1000	1	3.531×10^{-2}	61.02
1 pie cúbico =	2.832×10^{-2}	2.832×10^4	28.32	1	1728
1 pulgada cúbica =	1.639×10^{-5}	16.39	1.639×10^{-2}	5.787×10^{-4}	1

1 galón fluido U.S. = 4 cuartos fluidos U.S. = 8 pintas U.S. = 128 onzas fluidas U.S. = 231 in³
 1 galón imperial británico = 277.4 in³ = 1.201 galones fluidos U.S.

MASA

	g	KILOGRAMO	slug	u	oz	lb	ton
1 gramo =	1	0.001	6.852×10^{-5}	6.022×10^{23}	3.527×10^{-2}	2.205×10^{-3}	1.102×10^{-6}
1 KILOGRAMO =	1000	1	6.852×10^{-2}	6.022×10^{26}	35.27	2.205	1.102×10^{-3}
1 slug =	1.459×10^4	14.59	1	8.786×10^{27}	514.8	32.17	1.609×10^{-2}
1 u =	1.661×10^{-24}	1.661×10^{-27}	1.138×10^{-28}	1	5.857×10^{-26}	3.662×10^{-27}	1.830×10^{-30}
1 onza =	28.35	2.835×10^{-2}	1.943×10^{-3}	1.718×10^{25}	1	6.250×10^{-2}	3.125×10^{-5}
1 libra =	453.6	0.4536	3.108×10^{-2}	2.732×10^{26}	16	1	0.0005
1 ton =	9.072×10^5	907.2	62.16	5.463×10^{29}	3.2×10^4	2000	1

1 tonelada métrica = 1000 kg
 Las cantidades en las zonas sombreadas no son unidades de masa pero se usan a menudo como tales. Por ejemplo, cuando escribimos 1 kg "m" 2.205 lb significa que un kilogramo es una masa que pesa 2.205 libras en condiciones de gravedad estándar ($g = 9.80665 \text{ m/s}^2$).

DENSIDAD

	slug/ft ³	KILOGRAMO/METRO ³	g/cm ³	lb/ft ³	lb/in ³
1 slug por ft ³ =	1	515.4	0.5154	32.17	1.862×10^{-2}
1 KILOGRAMO por METRO ³ =	1.940×10^{-3}	1	0.001	6.243×10^{-2}	3.613×10^{-5}
1 gramo por cm ³ =	1.940	1000	1	62.43	3.613×10^{-2}
1 libra por ft ³ =	3.108×10^{-2}	16.02	1.602×10^{-2}	1	5.787×10^{-4}
1 libra por in ³ =	53.71	2.768×10^4	27.68	1728	1

Las cantidades en las zonas sombreadas son densidades de peso y, como tales, son dimensionalmente diferentes a las densidades de masa. Véase la nota en la tabla de masas.

TIEMPO

	y	d	h	min	SEGUNDO
1 año =	1	365.25	8.766×10^3	5.259×10^5	3.156×10^7
1 día =	2.738×10^{-3}	1	24	1440	8.640×10^4
1 hora =	1.141×10^{-4}	4.167×10^{-2}	1	60	3600
1 minuto =	1.901×10^{-6}	6.944×10^{-4}	1.667×10^{-2}	1	60
1 SEGUNDO =	3.169×10^{-8}	1.157×10^{-5}	2.778×10^{-4}	1.667×10^{-2}	1

A-12 Factores de conversión

VELOCIDAD

	ft/s	km/h	METROS/SEGUNDO	mi/h	cm/s
1 pie por segundo =	1	1.097	0.3048	0.6818	30.48
1 kilómetro por hora =	0.9113	1	0.2778	0.6214	27.78
1 METRO por SEGUNDO =	3.281	3.6	1	2.237	100
1 milla por hora =	1.467	1.609	0.4470	1	44.70
1 centímetro por segundo =	3.281×10^{-2}	3.6×10^{-2}	0.01	2.237×10^{-2}	1
1 nudo = 1 milla náutica por hora	1.688 ft/s	1 mi/min = 88.00 ft/s = 60.00 mi/h			

FUERZA

	dina	NEWTON	lb	pdL	gf	kgf
1 dina =	1	10^{-5}	2.248×10^{-6}	7.233×10^{-3}	1.020×10^{-3}	1.020×10^{-6}
1 NEWTON =	10^5	1	0.2248	7.233	102.0	0.1020
1 libra =	4.448×10^4	4.448	1	32.17	453.6	0.4536
1 poundal* =	1.383×10^4	0.1383	3.108×10^{-2}	1	14.10	1.410×10^{-2}
1 gramo-fuerza =	980.7	9.807×10^{-3}	2.205×10^{-3}	7.093×10^{-2}	1	0.001
1 kilogramo-fuerza =	9.807×10^3	9.807	2.205	70.93	1000	1

* (Unidad absoluta de fuerza)
Las cantidades en las zonas sombreadas no son unidades de fuerza pero a menudo se usan como tales. Por ejemplo, si escribimos 1 gramo-fuerza = 980.7 dinas, queremos decir que un gramo-masa experimenta una fuerza de 980.7 dinas en condiciones de gravedad estándar ($g = 9.80665 \text{ m/s}^2$)

ENERGÍA, TRABAJO, CALOR

	Btu	erg	ft-lb	hp-h	Joule	cal	kw-h	eV	MeV	kg	u
1 unidad térmica británica =	1	1.055×10^{10}	777.9	3.929×10^{-4}	1055	252.0	2.930	6.585	6.585	1.174	7.070
1 erg =	9.481×10^{-11}	1	7.376×10^{-8}	3.725×10^{-14}	10^{-7}	2.389×10^{-8}	2.778×10^{-8}	6.242	6.242	1.113×10^{-24}	670.2
1 libra-pie =	1.285×10^{-3}	1.356×10^7	1	5.051×10^{-7}	1.356	0.3238	3.766×10^{-7}	8.464	8.464	1.509	9.037
1 caballo de fuerza-hora =	2545	2.685×10^{13}	1.980×10^6	1	2.685×10^6	6.413×10^5	0.7457	1.676	1.676	2.988	1.799
1 JOULE =	9.481×10^{-4}	1	0.7376	3.725×10^{-7}	1	0.2389	2.778×10^{-7}	6.242	6.242	1.113×10^{-17}	6.702
1 caloría =	3.969	4.186	3.088	1.560	4.186	1	1.163	2.613	2.613	4.660	2.806
1 kilowatt-hora =	3413	3.6×10^{13}	2.655×10^9	1.341	3.6	8.600	1	2.247	2.247	4.007	2.413
1 electronvolt =	1.519×10^{-22}	1	1.602×10^{-19}	9.967×10^{-26}	1.602×10^{-19}	3.827×10^{-20}	4.450×10^{-26}	1	10^{-6}	1.783	1.074
1 millón de electronvolts =	1.519×10^{-16}	1	1.602×10^{-13}	9.967×10^{-20}	1.602×10^{-13}	3.827×10^{-14}	4.450×10^{-20}	10^6	1	1.783	1.074
1 kilogramo =	8.521	8.987×10^{16}	6.629×10^6	3.348	8.987	2.146	2.497	5.610	5.610	1	6.022
1 unidad unificada de masa atómica =	1.415	1.492×10^{13}	1.101	5.559	1.492	3.564	4.146	9.32	932.0	1.661	1

Las cantidades en las zonas sombreadas no son unidades de energía propiamente pero se incluyen por conveniencia. Proviene de la fórmula de equivalencia masa-energía relativista $E = mc^2$ y representan la energía equivalente de una masa de un kilogramo o una unidad unificada de masa atómica (u).

PRESIÓN

	atm	dinas/cm ²	in de agua	cm Hg	PASCAL	lb/in ²	lb/ft ²
1 atmósfera =	1	1.013×10^6	406.8	76	1.013×10^5	14.70	2116
1 dina por cm ² =	9.869×10^{-7}	1	4.015×10^{-4}	7.501×10^{-5}	0.1	1.405×10^{-5}	2.089×10^{-3}
1 in de agua a 4°C =	2.458×10^{-3}	2491	1	0.1868	249.1	3.613×10^{-2}	5.202
1 centímetro de mercurio a 0°C =	1.316×10^{-2}	1.333×10^4	5.353	1	1333	0.1934	27.85
1 PASCAL =	9.869×10^{-6}	6.895×10^4	4.015×10^{-3}	7.501×10^{-4}	1	1.450×10^{-4}	2.089×10^{-2}
1 libra por in ² =	6.805×10^{-2}	6.895×10^4	27.68	5.171	6.895×10^3	1	144
1 libra por ft ² =	4.725×10^{-4}	478.8	0.1922	3.591×10^{-2}	47.88	6.944×10^{-3}	1

* En donde la aceleración de la gravedad tiene el valor estándar 9.80665 m/s^2 .
1 bar = 10^6 dinas/cm² = 0.1 MPa
1 millibar = 10^3 dinas/cm² = 10^2 Pa
1 torr = 1 milímetro de mercurio

POTENCIA

	Btu/h	ft-lb/s	hp	cal/s	kw	WATT
1 unidad térmica británica por hora =	1	0.2161	3.929×10^{-4}	6.998×10^{-2}	2.930×10^{-4}	0.2930
1 libra-pie por segundo =	4.628	1	1.818×10^{-3}	0.3239	1.356×10^{-3}	1.356
1 caballo de fuerza =	2545	550	1	178.1	0.7457	745.7
1 caloría por segundo =	14.29	3.088	5.615×10^{-3}	1	4.186×10^{-3}	4.186
1 kilowatt =	3413	737.6	1.341	238.9	1	1000
1 WATT =	3.413	0.7376	1.341×10^{-3}	0.2389	0.001	1

FLUJO MAGNÉTICO

	maxwell	WEBER
1 maxwell =	1	10^{-8}
1 WEBER =	10^8	1

CAMPO MAGNÉTICO

	gauss	TESLA	milligauss
1 gauss =	1	10^{-4}	1000
1 TESLA =	10^4	1	10^7
1 milligauss =	0.001	10^{-7}	1

1 tesla = 1 weber/metro²

APÉNDICE H

FÓRMULAS MATEMÁTICAS

GEOMETRÍA

Círculo de radio r : circunferencia = $2\pi r$; área = πr^2 .

Esfera de radio r : área = $4\pi r^2$; volumen = $\frac{4}{3}\pi r^3$.

Cilindro circular recto de radio r y altura h : área = $2\pi r^2 + 2\pi rh$; volumen = $\pi r^2 h$.

Triángulo de base a y altura h : área = $\frac{1}{2}ah$.

FÓRMULA CUADRÁTICA

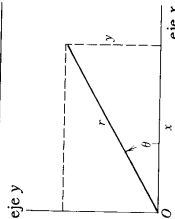
Si $ax^2 + bx + c = 0$, entonces $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.

FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS DEL ÁNGULO θ

$$\text{sen } \theta = \frac{y}{r} \quad \cos \theta = \frac{x}{r}$$

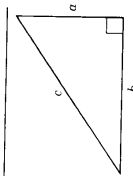
$$\tan \theta = \frac{y}{x} \quad \cot \theta = \frac{x}{y}$$

$$\sec \theta = \frac{r}{x} \quad \csc \theta = \frac{r}{y}$$



TEOREMA DE PITÁGORAS

$$a^2 + b^2 = c^2$$



TRIÁNGULOS

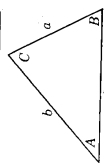
Ángulos A, B, C

Lados opuestos a, b, c

$$A + B + C = 180^\circ$$

$$\frac{\text{sen } A}{a} = \frac{\text{sen } B}{b} = \frac{\text{sen } C}{c}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$



SIGNOS Y SÍMBOLOS MATEMÁTICOS

= igual a

≈ aproximadamente igual a

~ es del orden de magnitud de

* no es igual a

≡ es idéntico a, se define como

> es mayor que (> es mucho mayor que)

< es menor que (< es mucho menor que)

≥ es mayor que o igual a (o, no es menor que)

≤ es menor que o igual a (o, no es mayor que)

± más o menos ($\sqrt{4} = \pm 2$)

∝ es proporcional a

Σ la suma de

\bar{x} el valor promedio de x

PRODUCTOS DE VECTORES

Sean i, j, k vectores unitarios en las direcciones x, y, z . Entonces

$$i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1, \quad i \cdot j = j \cdot k = k \cdot i = 0,$$

$$i \times i = j \times j = k \times k = 0,$$

$$i \times j = k, \quad j \times k = i, \quad k \times i = j.$$

Cualquier vector a con componentes a_x, a_y, a_z a lo largo de los ejes x, y, z puede escribirse

$$a = a_x i + a_y j + a_z k.$$

Sean a, b, c vectores arbitrarios con magnitudes a, b, c . Entonces

$$a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$$

$$(s\mathbf{a}) \times \mathbf{b} = \mathbf{a} \times (t\mathbf{b}) = st(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \quad (st = \text{un escalar}).$$

Sea θ el más pequeño de los dos ángulos entre \mathbf{a} y \mathbf{b} . Entonces

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = b \cdot \mathbf{a} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = ab \cos \theta$$

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = -\mathbf{b} \times \mathbf{a} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$= (a_y b_z - b_y a_z)\mathbf{i} + (a_z b_x - b_z a_x)\mathbf{j} + (a_x b_y - b_x a_y)\mathbf{k}$$

$$|\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = ab \sin \theta$$

$$\mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = \mathbf{b} \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = \mathbf{c} \cdot (\mathbf{a} \times \mathbf{b})$$

$$\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c})\mathbf{b} - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})\mathbf{c}$$

IDENTIDADES TRIGONOMÉTRICAS

$$\text{sen}(90^\circ - \theta) = \cos \theta$$

$$\cos(90^\circ - \theta) = \text{sen } \theta$$

$$\text{sen } \theta / \cos \theta = \tan \theta$$

$$\text{sec } \theta / \cos \theta = 1 \quad \text{csc } \theta / \tan \theta = 1 \quad \text{csc } \theta - \cot \theta = 1$$

$$\text{sen } 2\theta = 2 \text{sen } \theta \cos \theta$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \text{sen}^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1 = 1 - 2 \text{sen}^2 \theta$$

$$\text{sen}(\alpha \pm \beta) = \text{sen } \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \text{sen } \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \pm \text{sen } \alpha \text{sen } \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$$

$$\text{sen } \alpha \pm \text{sen } \beta = 2 \text{sen } \frac{1}{2}(\alpha \pm \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha \mp \beta)$$

DESARROLLO EXPONENCIAL

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

DESARROLLO LOGARÍTMICO

$$\ln(1 + x) = x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \dots \quad (|x| < 1)$$

DESARROLLOS TRIGONOMÉTRICOS (θ en radianes)

$$\text{sen } \theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \dots$$

$$\cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots$$

$$\tan \theta = \theta + \frac{\theta^3}{3} + \frac{2\theta^5}{15} + \dots$$

TEOREMA DEL BINOMIO

$$(1 \pm x)^n = 1 \pm \frac{nx}{1!} + \frac{n(n-1)x^2}{2!} + \dots \quad (x^2 < 1)$$

$$(1 \pm x)^{-n} = 1 \mp \frac{nx}{1!} + \frac{n(n+1)x^2}{2!} + \dots \quad (x^2 < 1)$$

DERIVADAS E INTEGRALES

En lo que sigue, las letras u y v son válidas para cualquier función de x , a y m son constantes. A cada una de las integrales indefinidas deberá añadirse una constante de integración arbitraria. El *Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press Inc.) proporciona una tabulación más extensa.

$$1. \frac{dx}{dx} = 1$$

$$2. \frac{d}{dx}(au) = a \frac{du}{dx}$$

$$3. \frac{d}{dx}(u+v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$$

$$4. \frac{d}{dx} x^m = \frac{x^{m+1}}{m+1} \quad (m \neq -1)$$

$$5. \frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

$$6. \frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$7. \frac{d}{dx} e^x = e^x$$

$$8. \frac{d}{dx} \text{sen } x = \cos x$$

$$9. \frac{d}{dx} \cos x = -\text{sen } x$$

$$10. \frac{d}{dx} \tan x = \text{sec}^2 x$$

$$11. \frac{d}{dx} \cot x = -\text{csc}^2 x$$

$$12. \frac{d}{dx} \text{sec } x = \text{tan } x \text{ sec } x$$

$$13. \frac{d}{dx} \text{csc } x = -\cot x \text{ csc } x$$

$$14. \frac{d}{dx} e^{ax} = a e^{ax}$$

$$15. \frac{d}{dx} \text{sen } u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$16. \frac{d}{dx} \cos u = -\text{sen } u \frac{du}{dx}$$

Table A1.1 The SI base units

Physical quantity	Symbol for quantity	Base unit
Length	<i>l</i>	metre, m
Mass	<i>M</i>	kilogram, kg
Time	<i>t</i>	second, s
Electric current	<i>I</i>	ampere, A
Thermodynamic temperature	<i>T</i>	kelvin, K
Amount of substance	<i>n</i>	mole, mol
Luminous intensity	<i>I</i>	candela, cd

Table A1.2 A selection of derived units

Physical quantity	Derived unit*	Name of derived unit
Force	1 kg m s ⁻²	newton, N
Pressure	1 kg m ⁻¹ s ⁻²	pascal, Pa
Energy	1 N m ⁻²	joule, J
	1 kg m ² s ⁻²	
	1 N m	
Power	1 Pa m ³	watt, W
	kg m ² s ⁻³	
	1 J s ⁻¹	

* Equivalent definitions in terms of derived units are given following the definition in terms of base units.

Table A1.3 Common SI prefixes

Prefix	z	a	f	p	n	–	m	c	d
Name	zepto	atto	femto	pico	nano	micro	milli	centi	deci
Factor	10 ⁻²¹	10 ⁻¹⁸	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
Prefix	k	M	G	T					
Name	kilo	mega	giga	tera					
Factor	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²					

Table A1.4 Some common units

Physical quantity	Name of unit	Symbol for unit	Value*
Time	minute	min	60 s
	hour	h	3600 s
	day	d	86 400 s
Length	ångström	Å	10 ⁻¹⁰ m
Volume	litre	L, l	1 dm ³
Mass	tonne	t	10 ³ kg
Pressure	bar	bar	10 ⁵ Pa
	atmosphere	atm	101.325 kPa
Energy	electronvolt	eV	1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J
			96.485 31 kJ mol ⁻¹

* All values in the final column are exact, except for the definition of 1 eV, which depends on the measured value of *e*.

Table 14.1 Colour, frequency, and energy of light

Colour	λ/nm	$\nu/(10^{14}\text{ Hz})$	$\tilde{\nu}/(10^4\text{ cm}^{-1})$	E/eV	$E/(\text{kJ mol}^{-1})$
Infrared	>1000	<3.00	<1.00	<1.24	<120
Red	700	4.28	1.43	1.77	171
Orange	620	4.84	1.61	2.00	193
Yellow	580	5.17	1.72	2.14	206
Green	530	5.66	1.89	2.34	226
Blue	470	6.38	2.13	2.64	254
Violet	420	7.14	2.38	2.95	285
Near ultraviolet	300	10.0	3.33	4.15	400
Far ultraviolet	<200	>15.0	>5.00	>6.20	>598

Data: J.G. Calvert and J.N. Pitts, *Photochemistry*. Wiley, New York (1966).