

## Capítulo 7

# APÉNDICE A

Autor: Francisco Sierra Gómez

## 7 APÉNDICE A

### 7.1 Unidades Derivadas en el SI

En las tablas siguientes mencionamos las unidades de las principales magnitudes físicas clasificadas por el tipo de fenómenos que describen. Las encontramos de tipo mecánico, incluyendo dentro de este grupo las utilizadas en el estudio de fluidos; de tipo termodinámico, las cuales caracterizan fenómenos como el transporte de calor; de tipo electromagnético; y finalmente de tipo ondulatorio, abarcando tanto la propagación del sonido (acústica), como la propagación de todo el espectro electromagnético de ondas. Dado que las unidades relativas a estos dos últimos tipos de ondas se utilizan también para estudiar las radiaciones con partículas en fenómenos radioactivos, también se han incluido en la Tabla 7.4 otras unidades que describen estos fenómenos.

**Tabla 7.1 Unidades derivadas del SI de tipo mecánico**

Magnitud	Equivalencia	Nombre, Símbolo
superficie	$m^2$	
volumen	$m^3$	
velocidad	$m/s$	
aceleración	$m/s^2$	
velocidad angular	$rad/s$	
aceleración angular	$rad/s^2$	
cantidad de movimiento	$kg \cdot m/s$	
fuerza	$kg \cdot m/s^2$	newton, N
presión, tensión	$N/m^2$	pascal, Pa
energía, trabajo	$N \cdot m$	julio, J
potencia	$J/s$	vatio, W
impulso de una fuerza	$N \cdot s$	
momento de una fuerza	$N \cdot m$	
momento de inercia	$kg \cdot m^2$	
densidad	$kg/m^3$	
volumen específico	$m^3/kg$	
módulo de Young	Pa	
coef. de compresibilidad	$1/Pa$	
gasto volumétrico	$m^3/s$	
tensión superficial	$N/m$	
viscosidad dinámica	$Pa \cdot s$	
viscosidad cinemática	$m^2/s$	

**Tabla 7.2 Unidades derivadas del SI de tipo termodinámico**

Magnitud	Equivalencia	Nombre, Símbolo
calor, energía, trabajo, entalpía	N·m	julio, J
entropía, capacidad calorífica	J/K	
masa molar	kg/mol	
volumen molar	m <sup>3</sup> /mol	
concentración	mol/m <sup>3</sup>	
coef. de difusión	m <sup>2</sup> /s	
energía molar, calor molar	J/mol	
entropía molar, capacidad calorífica molar	J/(mol·K)	
calor específico	J/(kg·K)	
calor específico molar	J/(mol·K)	
flujo de calor	W	
coef. de conductividad térmica	W/(m·K)	
conductancia térmica	W/K	
permeabilidad térmica, coef. de transmisión de calor	W/(K·m <sup>2</sup> )	

**Tabla 7.3 Unidades derivadas del SI de tipo electromagnético**

Magnitud	Equivalencia	Nombre, Símbolo
carga eléctrica	s·A	culombio, C
densidad de carga eléctrica	C/m <sup>3</sup>	
potencial eléctrico, fuerza electromotriz	W/A	voltio, V
campo eléctrico	V/m	
desplazamiento eléctrico, polarización	C/m <sup>2</sup>	
momento dipolar eléctrico	C·m	
capacidad	C/V	faradio, F
permitividad	F/m	
densidad de corriente	A/m <sup>2</sup>	
resistencia, impedancia	V/A	ohmio, Ω
conductancia	A/V	siemens, S
resistividad	Ω·m	
campo magnético, imanación, densidad de polos	A/m	
flujo de inducción magnética	V·s	weber, Wb
inducción magnética, polarización magnética	Wb/m <sup>2</sup>	tesla, T
inductancia	Wb/A	henrio, H
permeabilidad	H/m	
momento dipolar magnético	Wb·m	
fuerza magnetomotriz, potencial magnético	A	
resistencia magnética	A/Wb	
potencial magnético vector	Wb/m	
momento magnético	A·m <sup>2</sup>	

**Tabla 7.4 Unidades derivadas del SI de tipo ondulatorio**

Magnitud	Equivalencia	Nombre, Símbolo
frecuencia	1/s	hertz, Hz
número de onda	1/m	
densidad de energía	J/m <sup>3</sup>	
flujo radiante	W	
intensidad acústica, irradiancia, vector de Pointing	W/m <sup>2</sup>	
intensidad radiante	W/sr	
radiancia	W/(sr·m <sup>2</sup> )	
resistencia acústica	(Pa·s)/m	
flujo luminoso	cd·sr	lumen, lm
iluminancia	lm/m <sup>2</sup>	lux, lx
emitancia luminosa	lm/m <sup>2</sup>	
luminancia	cd/m <sup>2</sup>	
energía luminosa	lm·s	
poder óptico	1/m	dioptría
distancia focal	m	
actividad	1/s	becquerel, Bq
exposición	Ci/kg	
dosis absorbida	J/kg	gray, Gy
dosis equivalente	J/kg	sievert, Sv

## 7.2 Otras unidades no incluidas en el SI

Existen algunas unidades no incluidas en el SI cuya utilización se halla muy extendida y que aparecen en la Tabla 7.1. La combinación de estas unidades con unidades SI para formar unidades compuestas no está permitida.

El valor de algunas de estas unidades es necesario conocerlo experimentalmente y, por lo tanto, no se sabe con exactitud. Dentro de este tipo se encuentran el electrón voltio, el parsec, la unidad de masa atómica y la unidad astronómica.

-El electronvoltio se define como la energía cinética adquirida por un electrón sometido a una diferencia de potencial del un voltio en el vacío.

-La unidad de masa atómica es 1/12 de la masa de un átomo del núcleo <sup>12</sup>C.

-La unidad astronómica de distancia se define como la longitud del radio de la órbita circular no perturbada de un cuerpo de masa despreciable en movimiento alrededor del Sol con una velocidad angular sideral de 0,017 202 098 950 radianes por día de 86 400 segundos de efemérides. A veces, aparece abreviada como UA en español o AU en inglés.

-Finalmente, el parsec es la distancia para la cual una unidad astronómica subtende un ángulo de un segundo de arco.

Tabla 7.5 Otras unidades no incluidas en el SI.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Equivalencia
longitud	milla marina		1 852 m
	unidad astronómica		$149\,600 \times 10^6$ m
	pársec	pc	$30\,857 \times 10^{12}$ m
	ángstrom	Å	$10^{-10}$ m
tiempo	minuto	min	60 s
	hora	h	$60 \times 60$ s
	día	d	$24 \times 60 \times 60$ s
masa	tonelada	t	$10^3$ kg
	unidad de masa atómica	u	$1,660\,540\,2 \times 10^{-27}$ kg
velocidad	nudo		$1\,852\text{ m}/3\,600\text{ s}$
aceleración	gal	Gal	$1\text{ cm/s}^2$
ángulo plano	grado	°	$\pi/180$ rad
	minuto	'	$\pi/(60 \times 180)$ rad
	segundo	''	$\pi/(60 \times 60 \times 180)$ rad
superficie	área	a	$10^2\text{ m}^2$
	hectárea	ha	$10^4\text{ m}^2$
sección eficaz	barn	b	$10^{-28}\text{ m}^2$
volumen	litro	l	$10^{-3}\text{ m}^3$
presión	atmósfera	atm	101 325 Pa
	bar	bar	$10^5$ Pa
energía	electronvoltio	eV	$1,602\,177\,33 \times 10^{-19}$ J
luminancia	stilb	sb	$10^4\text{ cd/m}^2$
iluminancia	phot	ph	$10^4\text{ lx}$
actividad	curio	Ci	$3,7 \times 10^{10}$ Bq
exposición	röntgen	R	$2,58 \times 10^{-4}\text{ C/kg}$
dosis absorbida	rad	rd	$10^{-2}\text{ Gy}$
dosis equivalente	rem	rem	$10^{-2}\text{ Sv}$

El significado de otras unidades de la Tabla 7.5 que pueden resultar desconocidas para el lector es el siguiente:

- El barn se usa en física nuclear para expresar las secciones eficaces.
- El curio, también usado en física nuclear, sirve para expresar la actividad de los radionúclidos.
- El röntgen mide la dosis de exposición a las radiaciones X ó  $\gamma$ .
- El gal se utiliza en geodesia y geofísica para expresar la aceleración de la gravedad.
- Por último, el rad mide la dosis absorbida de las radiaciones ionizantes.

Enunciaremos finalmente un conjunto de unidades que es preferible evitar y reemplazar por unidades SI. Estas son el fermi ( $1\text{ fermi} = 10^{-15}\text{ m}$ ), la micra ( $1\ \mu = 10^{-6}\text{ m}$ ), el año luz ( $9,46 \times 10^{15}\text{ m}$ ), el quilate métrico ( $1\text{ quilate} = 2 \times 10^{-4}\text{ kg}$ ), el quintal métrico ( $1\text{ q} = 100\text{ kg}$ ), el torr ó mm Hg ( $1\text{ torr} = (101\,325/760)\text{ Pa}$ ), la atmósfera-litro ( $1\text{ atm.l} = 101,325\text{ J}$ ), el kilovatio-hora ( $1\text{ kWh} = 3,6 \times 10^6\text{ J}$ ), la caloría ( $1\text{ cal} = 4,186\,8\text{ J}$ ) y la termia ( $1\text{ th} = 4,185 \times 10^6\text{ J}$ ).

### 7.3 Unidades Derivadas en el Sistema CGS

En la Tabla 7.6 aparecen distintas unidades derivadas del sistema CGS que tienen un nombre especial. Las unidades u.e.s. son unidades del sistema electrostático y las unidades u.e.m. son del sistema electromagnético.

**Tabla 7.6 Unidades CGS derivadas con nombres especiales y equivalencia en el SI.**

Magnitud	Unidad	Símbolo	Equivalencia
viscosidad dinámica	poise	P	0,1 Pa·s
viscosidad cinemática	stokes	St	$10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s
momento dipolar eléctrico	debye	D ( $10^{-18}$ u.e.s. cm)	$(1/3) 10^{-29}$ Cm
inducción magnética	gauss	G	$10^{-4}$ T
campo magnético	oersted	Oe	79,58 A/m
flujo magnético	maxwell	Mx	$10^{-8}$ Wb
fuerza magnetomotriz	gilbert	Gi	0,796 A

### 7.4 Constantes

En la Tabla 7.7 mostramos en unidades del SI los valores de distintas constantes muy utilizadas. También indicamos el símbolo empleado más frecuentemente para referirse a las mismas.

**Tabla 7.7 Constantes físicas muy utilizadas**

Nombre y Símbolo	Valor y Unidades
Permeabilidad del vacío, $\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m·A <sup>-1</sup>
Cte. de la ley de Coulomb, $1/(4\pi\epsilon_0)$	$8,987\ 551\ 788 \cdot 10^9$ N·m <sup>2</sup> ·C <sup>-2</sup>
Cte. de la ley de Ampère, $\mu_0/(2\pi)$	$2 \cdot 10^{-7}$ kg·m·C <sup>-2</sup>
Cte. de los gases, $R$	$8,314\ 510$ J·K <sup>-1</sup> ·mol <sup>-1</sup>
Carga del electron, $e$	$1,602\ 177\ 33 \cdot 10^{-19}$ C
Masa en reposo del electrón, $m_e$	$9,109\ 389\ 7 \cdot 10^{-31}$ kg
Masa en reposo del protón, $m_p$	$1,672\ 623\ 1 \cdot 10^{-27}$ kg
Masa en reposo del neutrón, $m_n$	$1,674\ 96 \cdot 10^{-27}$ kg
Relación carga/masa del electrón, $e/m_e$	$1,758\ 819\ 62 \cdot 10^{11}$ C/kg
Aceleración normal de la gravedad, $g$	$9,812\ 60$ m·s <sup>-2</sup>
Masa de la Tierra	$5,973\ 71 \cdot 10^{24}$ kg
Masa del Sol	$1,988\ 92 \cdot 10^{30}$ kg
Masa de la Luna	$7,347\ 4 \cdot 10^{22}$ kg
Radio medio de la Tierra	$6,367\ 47 \cdot 10^6$ m
Distancia media Tierra-Luna	$3,844\ 03 \cdot 10^8$ m
Distancia media Tierra-Sol	$1,495\ 979 \cdot 10^{11}$ m