

Propiedades físicas de uso frecuente en Fenómenos de Transporte

	SÍMBOLO	UNIDAD SI	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES
TRANSFERENCIA DE MOMENTUM	ρ	kg/m ³	Densidad: Es la masa (cantidad de materia) por unidad de volumen. Otras unidades comunes incluyen g/cm ³ y lb _m /ft ³ .
	μ	Pa·s (kg/m·s)	Viscosidad: Es la oposición de un fluido a fluir. Una definición más precisa se puede dar con base en la ley de Newton de la viscosidad. También se le llama “viscosidad absoluta” o “viscosidad dinámica”. Otras unidades comunes incluyen el poise (1 P = 0.1 Pa·s), el centipoise (1 cP = 0.001 Pa·s), el micropoise (1 μ P = 1×10^{-7} Pa·s), y en el sistema inglés lb _m /ft·s, lb _r s/ft ² y lb _m /ft·h.
	ν	m ² /s	Viscosidad cinemática: Es el resultado de dividir la viscosidad entre la densidad $\nu = \mu / \rho$. También se le denomina “difusividad de momentum”. Otras unidades comunes son cm ² /s y ft ² /h.
	σ	N/m (J/m ²)	Tensión superficial: Es la tendencia de una superficie líquida a reducir su área y comportarse como una membrana elástica. Para aumentar la superficie de un líquido hay que “estirar” la superficie aplicando una fuerza. La tensión superficial se debe a las fuerzas intermoleculares no balanceadas en la superficie del líquido. Una molécula en el interior del líquido es atraída por las otras moléculas de igual manera en todas direcciones, pero una molécula en la superficie sólo es atraída por las moléculas del interior, dando lugar a una fuerza neta que la jala hacia el interior del líquido. Al hablar de tensión superficial, generalmente se refiere a una interfase líquido-aire; en las interfases líquido-líquido se le denomina “tensión interfacial”. La unidad de uso común en el sistema inglés es lb _f /ft.
TRANSFERENCIA DE CALOR	c_p c_v	J/kg·K	Capacidad calorífica: Es la cantidad de energía necesaria para aumentar un grado la temperatura de una sustancia. También se le llama “calor específico”, aunque este nombre no es del todo correcto. En gases, esta cantidad de energía es diferente si el cambio de temperatura se realiza a presión constante o a volumen constante (c_p y c_v). En gases ideales, se cumple la relación $c_v = c_p - R$, donde R es la constante universal de los gases. En líquidos y sólidos, c_p y c_v tienen prácticamente el mismo valor, por lo que se puede llamar simplemente capacidad calorífica c , aunque muchos autores usan c_p por costumbre. Otras unidades de uso común son cal/g·°C, BTU/lb·°F, y cualquier otra unidad de energía entre masa y temperatura (así como las correspondientes unidades en sistema molar). En las unidades de capacidad calorífica, se usa indistintamente K o °C (R o °F en el sistema inglés) porque se refiere a una diferencia de temperatura.
	k	W/m·K	Conductividad térmica: Es una medida de la facilidad con la que se conduce el calor a través de un material. La conductividad térmica se define con base en la ley de Fourier de la conducción. A los materiales que tienen alta conductividad térmica se les denomina “conductores”, y a los que tienen baja conductividad térmica se les denomina “aislantes”. Otras unidades de uso común son cal/m·°C, BTU/ft·°F, etcétera. En las unidades de conductividad térmica se usa indistintamente K o °C (R o °F en el sistema inglés) porque la conductividad térmica se refiere a una diferencia de temperatura.
	α	m ² /s	Difusividad térmica: Es una combinación de otras propiedades físicas que aparece frecuentemente en el análisis de transferencia de calor; está definida como la conductividad térmica dividida entre la densidad y la capacidad calorífica ($\alpha = k / \rho c_p$). Relaciona la capacidad de conducir el calor con la capacidad de almacenar energía. Otras unidades comunes son cm ² /s y ft ² /h.
TRANSFERENCIA DE MASA	M	g/mol	Peso molecular: Es la cantidad de una sustancia que tiene el mismo número de moléculas que el número de átomos presentes en exactamente 12 gramos de carbono-12 (1 mol de ¹² C). De manera práctica, equivale a la masa molecular expresada en gramos. El peso molecular se maneja en g/mol, kg/kmol o lb _m /lbmol, aunque estrictamente la unidad SI del peso molecular debería ser kg/mol.
	P_{vap}	Pa	Presión de vapor: Es la presión parcial que tendría un vapor en equilibrio con su correspondiente fase líquida (o sólida). La presión de vapor no es una propiedad de la fase gaseosa, sino del líquido o sólido. También se le llama presión de saturación (en particular en el caso del agua). El punto de ebullición normal (o simplemente punto de ebullición) es la temperatura a la cual la presión de vapor es igual a 1 atm. Otras unidades comunes para presión son kPa, MPa, bar, atm, mmHg y psi (lb/plg ²).
	D_{AB}	m ² /s	Difusividad: Es una medida de la tendencia de una sustancia a difundirse en otra. La difusividad se define con base en la ley de Fick de la difusión. No es propiedad de una sustancia pura, sino de una mezcla (por eso tiene dos subíndices). Otras unidades comunes son cm ² /s y ft ² /h.

NOTA: La simbología empleada no es única, algunos autores emplean diferentes símbolos para algunas de estas propiedades.

EJEMPLOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DE FLUIDOS COMUNES

(aproximadas, a temperatura ambiente)

Sustancia	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Viscosidad cinemática (ν)	Tensión superficial (σ)
Agua	1000 kg/m ³	~1 cP	1×10 ⁻⁶ m ² /s	0.072 N/m
Acetona	791 kg/m ³	0.308 cP	3.9×10 ⁻⁷ m ² /s	0.024 N/m
Glicerina	754 kg/m ³	1850 cP	1.47×10 ⁻³ m ² /s	0.063 N/m
Mercurio	13600 kg/m ³	1.5 cP	1.24×10 ⁻⁷ m ² /s	0.484 N/m
Aire (1 atm)	1.2 kg/m ³	0.018 cP	1.5×10 ⁻⁵ m ² /s	(no aplica)

EJEMPLOS DE PROPIEDADES TÉRMICAS DE SUSTANCIAS COMUNES

(aproximadas, a temperatura ambiente excepto donde se indica)

Sustancia	Capacidad calorífica (c_p)	Conductividad térmica (k)	Difusividad térmica (α)
Aire	1007 J/kg·K	0.025 W/m·K	2.3×10 ⁻⁵ m ² /s
Helio	5193 J/kg·K	0.15 W/m·K	1.8×10 ⁻⁴ m ² /s
Agua	4180 J/kg·K	0.6 W/m·K	1.7×10 ⁻⁷ m ² /s
Glicerina	2400 J/kg·K	0.29 W/m·K	9.35×10 ⁻⁸ m ² /s
Vidrio	835 J/kg·K	1.1 W/m·K	7.5×10 ⁻⁷ m ² /s
Hielo (0 °C)	2040 J/kg·K	2.0 W/m·K	1×10 ⁻⁶ m ² /s
NaCl	854 J/kg·K	7.1 W/m·K	3.84×10 ⁻⁶ m ² /s
Mercurio	139 J/kg·K	8.5 W/m·K	4.5×10 ⁻³ m ² /s
Plomo	129 J/kg·K	34.7 W/m·K	2.4×10 ⁻⁵ m ² /s
Aluminio	903 J/kg·K	273 W/m·K	9.7×10 ⁻⁵ m ² /s
Cobre	385 J/kg·K	401 W/m·K	1.16×10 ⁻⁴ m ² /s
Plata	235 J/kg·K	424 W/m·K	1.7×10 ⁻⁴ m ² /s
Diamante	509 J/kg·K	2300 W/m·K	1.29×10 ⁻³ m ² /s

EJEMPLOS DE PRESIONES DE VAPOR

Sustancia	Temperatura	Presión de vapor (P_{vap})
hielo	-10 °C	0.260 kPa
agua	0 °C	0.61 kPa
	20 °C	2.3 kPa
	100 °C	101.3 kPa
etanol	20 °C	5.7 kPa
benceno	20 °C	10.3 kPa
acetona	20 °C	24.4 kPa

EJEMPLOS DE DIFUSIVIDADES

Sistema	Fase	Condiciones	Difusividad (\mathcal{D}_{AB})
agua en aire	gas	0 °C y 1 atm	0.22 cm ² /s
acetona en aire	gas	0 °C y 1 atm	0.109 cm ² /s
H ₂ en aire	gas	0 °C y 1 atm	0.611 cm ² /s
I ₂ en aire	gas	0 °C y 1 atm	0.07 cm ² /s
aire en agua	líquido	25 °C	2×10 ⁻⁵ cm ² /s
H ₂ en agua	líquido	25 °C	4.5×10 ⁻⁵ cm ² /s
acetona en agua	líquido	25 °C	1.16×10 ⁻⁵ cm ² /s
agua en acetona	líquido	25 °C	4.56×10 ⁻⁵ cm ² /s