

FORMULARIO FI2004-2011

Relaciones matemáticas

Si $F(x,y,z)=0$ permite despejar una como función de las otras: $(\partial y/\partial x)_z(\partial x/\partial y)_z=1$ y $(\partial x/\partial y)_z(\partial y/\partial z)_x(\partial z/\partial x)_y=-1$

Constantes

Avogadro	$N_A=6,022137 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Stefan-Boltzmann	$\sigma=5,670512 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Boltzmann	$k=1,3806504 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	Unidad de masa atómica uma	$=1,66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Gases	$R=8,314511 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	Atmósfera estándar	$=101300 \text{ Pa}$
Megatón	$=4,184 \times 10^{15} \text{ J}$	kW-h	$=3,6 \times 10^6 \text{ J}$

Entropía

Definición: $S=k \ln \Omega$,
Transferencia (válida bajo ciertas condiciones) $dS_{\text{rev}}=q_{\text{rev}}/T$

Magnitudes intensivas

$$\xi_i = \partial E(X_1, X_2, \dots, X_N) / \partial X_i$$

Funciones termodinámicas

$F=E-TS$ Helmholtz; $H=E+PV$ Entalpía; $G=E+PV-TS$ Gibbs.
Diferenciales $dE=TdS-PdV$ $dF=-PdV-SdT$ $dH=TdS+VdP$ $dG=VdP-SdT$

Capacidades térmicas

$C_V=(\partial E/\partial T)_V=T(\partial S/\partial T)_V$ $C_P=(\partial E/\partial T)_P+P(\partial V/\partial T)_P=T(\partial S/\partial T)_P$
Capacidad térmica del agua: $c_p=4,19 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (agua líquida); $c_p=2,09 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (hielo)

Módulos y coeficientes

Dilatación térmica isotérmico volumétrico $\alpha=(1/V)(\partial V/\partial T)_P$
Compresibilidad isotérmico $\beta_T=-(1/V)(\partial V/\partial P)_T$, $B_T=1/\beta_T=-V(\partial P/\partial V)_T$
Compresibilidad adiabático $\beta_S=-(1/V)(\partial V/\partial P)_S$

Ecuaciones de Maxwell

$$(\partial S/\partial P)_V = -(\partial V/\partial T)_S \quad (\partial S/\partial V)_T = (\partial P/\partial T)_V \quad (\partial S/\partial V)_P = (\partial P/\partial T)_S \quad (\partial S/\partial P)_T = -(\partial V/\partial T)_P$$

Ecuaciones TdS:

$$1^a \text{ TdS} = C_V dT + T(\partial P/\partial T)_V dV \quad 2^a \text{ TdS} = C_P dT - T(\partial V/\partial T)_P dP \quad \text{Ec energía } dE = C_V dT + [T(\partial P/\partial T)_V - P]dV$$

Gases

Ideal $PV=NkT=vRT$ donde $v=N/N_A$

Proceso politrópico $PV^n=\text{cte}$

Proceso adiabático $PV^\gamma=\text{cte}$ $\gamma=1,67$ (monoatómico) $\gamma=1,40$ (diatómico)

Trabajo adiabático $W_{\text{ad}}=(P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma-1)$

Capacidades molares: $c_v=3R/2$ (monoatómico) $c_v=5R/2$ (diatómico) $c_p-c_v=R$

van der Waals $(P+a/v^2)(v-b)=RT$ a, b dependen del gas

Estadística

Suma de estados $Z=\sum \exp(-\beta E_i)$

Probabilidad[microestado i] $=P_i=\exp(-\beta E_i)/Z$

Teo quipartición: “a cada grado de libertad cuadrático le corresponde una energía media $kT/2$ ”

Distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann: $d^3N/N=f(\mathbf{v})d^3v=(m/2\pi kT)^{3/2} \exp(-mv^2/2kT)$

Distribución del módulo de la velocidad $f(v=|\mathbf{v}|)=4\pi v^2 f(\mathbf{v})$

Velocidades: más probable $v_{\text{MP}}=(2kT/m)^{1/2}$, promedio $v_m=(8kT/\pi m)^{1/2}$, cuadrática media $v_{\text{CM}}=(3kT/m)^{1/2}$

Efusión: $\Phi=(1/4)nv_m$ donde $n=N/V$, unidades de Φ : $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$

FASES

Entalpías: fusión del hielo $h_f=334 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1}$ evaporación del agua $h_v=2260 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1}$

Ec. Clapeyron: $dP_{\text{eq}}/dT=h/T\Delta v$, Clausius-Clapeyron: $P_{\text{v}}^{\text{eq}}=P_0 \exp(-h_{\text{evaporación}}/RT)$

RADIACIÓN TÉRMICA

Presión de radiación: $P=u/3$; con $u=E/V=u(T)$

Ley de Stefan-Boltzmann $dE_{\text{rad}}/dAdt=\epsilon \sigma T^4$

Constante solar: 1366 W m^{-2}

Máquinas térmicas

Rendimiento de Carnot $\eta=1-T_{\text{mín}}/T_{\text{máx}}$

Eficiencia de Carnot $E=1/(T_{\text{máx}}/T_{\text{mín}}-1)$

Escalas Kelvin-Celcius: $T(K)=273,15 + T(^{\circ}\text{C})$