

Nomenclatura

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------|
| P [Pa] | Presión |
| V [m ³] | Volumen |
| m [kg] | Masa |
| δ [kg/m ³] | Densidad |
| | $\delta_{H_2O} = 997$ [kg/m ³] |
| l [m] | Altura |
| g [m/s ²] | Aceleración de la gravedad |
| \dot{m} [kg/min] | Caudal másico |
| \dot{Q} [m ³ /min] | Caudal volumétrico |
| T [K] | Temperatura |
| R [kJ/kg·K] | Constante del gas |
| \bar{R} [kJ/kg·K] | Constante universal de los gases |
| | $\bar{R} = 8,31434$ [kJ/kmol·K] |
| n [moles] | Número de moles |
| M [kg/kmol] | Peso molecular |
| \bar{v} [m ³ /kmol] | Volumen específico molar |
| t [s] | Tiempo |
| Q [J] | Calor |
| u, U [J] | Energía interna |
| W [J] | Trabajo |
| W_c [J] | Trabajo de circulación |
| h, H [J] | Entalpía |
| c_v | Calor específico a $v = cte$ |
| c_p | Calor específico a $p = cte$ |
| c_n | Calor específico medio del gas |
| k | Razón de calores específicos |
| γ | Coefficiente adiabático |
| n | Coefficiente politrópico |
| Δ | Estado 2 – Estado 1 |
| x_i | Fracción molar |
| g_i | Composición gravimétrica |
| P_c, T_c, V_c | Valores críticos |
| z [m] | Altura |
| ω [m/s ²] | Velocidad del gas |

FÓRMULAS MÁS UTILIZADAS

| | |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Ec. General | $pV = mRT$ / $pv = RT$ |
| 1er Principio | $Q = \Delta h + \Delta E_p + \Delta E_c + W_c$ |
| 2do Principio | $Q_1 = W + Q_2$ |
| Calor | $\delta Q = c \cdot dT$ |
| Energía interna | $du = c_v \cdot dT$ |
| Entalpía | $dh = c_p \cdot dT$ |
| Relación Mayer | $R = c_p - c_v$ |
| Constante del gas | $\bar{R} = R \cdot M$ |
| Trabajo SC | $\delta W = p \cdot dv$ |
| Trabajo SA rp | $\delta W_c = -v \cdot dp$ |
| Rendimiento | $\eta = \frac{\text{obtenido}}{\text{demandado}}$ |
| Ciclo de Carnot | $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ |
| Politrópica | $pv^n = cte$ |
| Potencia | $N = W \dot{m} = Q \dot{m}$ |

UNIDAD 1

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

| | |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Presión hidrostática | $P_h = \delta gl$ |
| $P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$ | $P_{vacío} = P_{atm} - P_{abs}$ |
| Densidad específica | $\delta_e = \frac{\delta}{\delta_{H_2O}} = \frac{m}{V \delta_{H_2O}}$ |
| Volumen específico | $v_e/v = \frac{V}{m}$ $\bar{v} = \frac{V}{m} M$ |
| Potencia | $N = W \cdot \dot{m}$ |
| Temperatura | |
| | $\frac{^{\circ}C}{100} = \frac{^{\circ}F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$ |

UNIDAD 2

GASES IDEALES

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Ecuación general | $PV = mRT$ |
| Ley Boyle-Mariotte | $PV = cte$ ($T = cte$) |
| Ley de Charles | $\frac{V}{T} = cte$ ($P = cte$) |
| Ley de Joule | $u = c_v T$ |
| Entalpía | $h = u + pv$ |
| | $h = c_p T$ |
| $PV = n\bar{R}T$ | $m = nM$ $\bar{R} = RM$ |
| Trabajo | $\delta W = p \cdot dv$ [J/kg] |
| Calor | $\delta Q = c \cdot dT$ [J/kg] |
| Relación IMPORTANTE | $\frac{pv}{T} = R = cte$ |

UNIDAD 3
GASES REALES

Ecuación de Mayer $R = c_p - c_v$

Razón de calores $k = \frac{c_p}{c_v} > 1$

Mezcla de gases

Ley de Dalton $P_T = \sum P_i$

Ley de Amagat $V_T = \sum V_i$

Fracción molar $x_i = \frac{n_i}{n_T} = \frac{V_i}{V_T} = \frac{P_i}{P_T}$

Compos. gravimétrica $g_i = \frac{m_i}{m_T}$

$u = \sum g_i u_i$ $c_v = \sum g_i c_{vi}$

$h = \sum g_i h_i$ $c_p = \sum g_i c_{pi}$

Peso molecular $M_T = \frac{m_T}{n_T}$

Van der Waals

$$\left(p + \frac{a}{(\bar{v})^2}\right) = \frac{\bar{R}T}{(\bar{v} - b)}$$

$$a = 3P_c V_c^2 \quad b = \frac{V_c}{3} \quad R = \frac{8}{3} \frac{P_c V_c}{T_c}$$

Beattie-Bridgeman

$$\left(p + \frac{A}{(\bar{v})^2}\right) \frac{(\bar{v})^2}{(\bar{v} + B)} = \bar{R}T(1 - e)$$

$$A = A_0 \left(1 - \frac{a}{\bar{v}}\right) \quad B = B_0 \left(1 - \frac{b}{\bar{v}}\right) \quad e = \frac{c}{\bar{v}T^3}$$

Propiedades reducidas

$$p_r = \frac{p}{p_c} \quad T_r = \frac{T}{T_c} \quad v_r = \frac{v}{v_c}$$

Gou Yen Sou $PV = zn\bar{R}T$

UNIDAD 4
TRANSFORMACIONES EN GASES

En **sistemas cerrados**

Primer principio $Q = \Delta U + W$

$W(+): \square \rightarrow \quad Q(+): \square \leftarrow$

$W(-): \square \leftarrow \quad Q(-): \square \rightarrow$

En **sistemas abiertos**

Primer principio $Q = \Delta E + W_T$

$Q = \Delta h + \Delta E_p + \Delta E_c + W_c$

Energía potencial $E_p = gz \left[\frac{J}{kg} \right]$

Energía cinética $E_c = \frac{1}{2} \omega^2 \left[\frac{J}{kg} \right]$

Trabajo circulante $W_c = \int_1^2 -v \cdot dp$

Si no hay datos para $E_{c/p} \Rightarrow E_{c/p} = 0$

Caudal volumétrico $\dot{Q} = A \cdot \omega [m^3/s]$

Caudal másico $\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{v_e} [kg/s]$

Transformaciones

Isocórica $pv^\infty = cte \quad Q = \Delta u = c_v \Delta T \quad W = 0$

Isobárico $pv^0 = cte \quad Q = \Delta h = c_p \Delta T \quad W = p(v_2 - v_1)$

Isotérmico $pv = cte \quad Q = p_1 v_1 \ln \frac{v_2}{v_1} \quad W = p_1 v_1 \ln \frac{v_2}{v_1}$

Adiabática $pv^\gamma = cte \quad Q = 0 \quad W = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\gamma - 1}$

Politrópica $pv^n = cte \quad Q = \left(\frac{\gamma - n}{\gamma - 1}\right) W \quad W = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{n - 1}$

Para politrópicas

$$T v^{n-1} = cte \quad p v^n = cte \quad T P^{\frac{1-n}{n}} = cte$$

$$W = \frac{RT_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad W = \frac{RT_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{n-1}\right] \quad W = \frac{RT_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right]$$

UNIDAD 5
SEGUNDO PRINCIPIO

La transferencia de calor y trabajo no es equivalente, existen pérdidas.

$$Q_1 = W + Q_2$$

Rendimiento $\eta = \frac{\text{energía útil}}{\text{energía absorbida}}$

Ciclo de Carnot $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Teorema de Clausius $\sum \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$

$\sum \frac{Q_i}{T_i} = 0$ Procesos reversibles

$\sum \frac{Q_i}{T_i} < 0$ Procesos irreversibles

Entropía $dS = \frac{\delta Q}{T} \quad T = cte$

Rendimientos isentrópicos

Turbina $\eta_s = \frac{W_{real}}{W_s} = \frac{h_1 - h_{2r}}{h_1 - h_{2s}}$

Compresor $\eta_s = \frac{W_s}{W_{real}} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_{2r} - h_1}$

UNIDAD 6
AIRE HÚMEDO

Psicrometría

$$P_{bar} = P_{aire} + P_{agua} \quad h = h_a + \omega h_{v\ sat}$$

$$HR = \frac{m_v}{m_{sat}} = \frac{P_v}{P_{sat}} \quad \omega = \frac{m_v}{m_a} = \frac{0,622\ p_v}{P - P_v}$$

Ecuaciones de aire seco:

Masa de aire seco: $\sum_{ent} \dot{m}_a = \sum_{sal} \dot{m}_a$

Masa de agua: $\sum_{ent} \dot{m}_w = \sum_{sal} \dot{m}_w$

$$\sum_{ent} \dot{m}_a \omega = \sum_{sal} \dot{m}_a \omega$$

Energía:

$$\dot{Q}_{ent} + \dot{W}_{ent} + \sum_{ent} \dot{m} h = \dot{Q}_{sal} + \dot{W}_{sal} + \sum_{sal} \dot{m} h$$

UNIDAD 16?
TRANSFERENCIA CALOR

Conducción de calor a través de paredes planas y compuestas.

$$Q = \frac{A \cdot \Delta T}{\frac{1}{h} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h}}$$

Conducción de calor a través de cilindros huecos y compuestos.

$$Q = \frac{2\pi \cdot L \cdot \Delta T}{\frac{1}{h \cdot r_i} + \frac{\ln\left(\frac{r_f}{r_i}\right)}{k} + \frac{1}{h \cdot r_f}}$$