

Formulario: FIS1523 - Termodinámica

Instituto de Física
Pontificia Universidad Católica de Chile

- Este formulario reúne expresiones y relaciones relevantes del curso y estará disponible durante la interrogación 2.
- Es responsabilidad de cada estudiante familiarizarse previamente con su contenido. En particular, cada estudiante debe asegurarse de comprender la notación utilizada, el significado de las variables, así como las condiciones de validez de las ecuaciones incluidas.
- Durante las evaluaciones no se responderán preguntas relacionadas con el significado de símbolos, ecuaciones o convenciones presentes en este formulario.
- Se recomienda revisar este material con anticipación y utilizarlo durante el estudio y la resolución de ejercicios, de modo de poder identificar rápidamente la información relevante cuando sea necesario.

Formulario

- Calorimetría (para una masa m de sólidos o líquidos):
  - $Q = \pm mL$ donde L puede ser el calor latente de fusión o vaporización según corresponda.
  - $Q = mc\Delta T$, con c el calor específico másico (en kJ/(kg K) o equivalente), ΔT es la diferencia de temperatura.
- Entalpía: $H \equiv U + PV$, con U la energía interna, P es la presión y V el volumen. La entalpía específica es $h = H/m = u + Pv$, con $u = U/m$, $v = V/m$ y m la masa.
- Trabajo de frontera: $\delta W = P\,dV$, con P la presión y V el volumen.
- Ecuación de estado de gases ideales:

  $$PV = nRT\,, \quad Pv = R_g T$$

  con $R = 8.314$ J/(mol·K) la constante universal de los gases, $R_g = R/M_m$ la constante específica del gas, con M_m la masa molar del gas respectivo; $v = V/m$.
- Relaciones importantes en gases ideales
  - $du = c_v\,dT$, c_v es el calor especifico másico a volumen constante.
  - $dh = c_p\,dT$, c_p es el calor especifico másico a presión constante.
  - $c_p - c_v = R_g$ para calores específicos másicos, $c_p - c_v = R$ para calores específicos molares.
  - Proceso politrópico: $PV^{\mathtt{n}} = \text{cte}$, donde $\mathtt{n}$ es el indice politrópico. En particular, para un proceso adiabático $\mathtt{n} = \gamma \equiv c_p/c_v$.
  - Proceso isobárico: $\delta Q = n\,c_p\,dT$, con calor especifico molar.
  - Proceso isocoro: $\delta Q = n\,c_v\,dT$, con calor especifico molar.
- Factor de compresibilidad

  $$Z = \frac{Pv}{R_g T}$$

  donde $R_g = R_u/M_m$ la constante específica del gas, y $v = V/m$.
- Procesos con sustancias puras: En una mezcla de líquido y vapor la calidad se define $x = m_g/m$, donde m_g es la masa de vapor y m la masa total. Los valores específicos de volumen (v), energía interna (u), entalpía (h) y entropía (s) están dados por

  $$y = y_f + x \cdot y_{fg}\,,$$

  donde $y = v$, u, h, ó s, con

  $$y_{fg} = y_g - y_f\,,$$

  correspondiendo el índice g a la condición de vapor saturado y el índice f a la condición de líquido saturado.

- El flujo másico
$$\dot{m} = \rho \dot{V} = \rho \nu_{\text{prom}} A_t \,,$$
donde $\dot{V}$ es el flujo volumétrico, ρ la densidad, A_t la sección transversal y ν_{prom} es la velocidad promedio.

- Ecuación de continuidad
$$\frac{dm_{VC}}{dt} = \sum_{entradas} \dot{m}_e - \sum_{salidas} \dot{m}_s$$
con m_{VC} la masa dentro del volumen de control, $\dot{m}_e$ y $\dot{m}_s$ es el flujo de masa entrante y saliente respectivamente.

- Primera ley de la termodinámica
$$\frac{dE_{VC}}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum_{entradas} \theta_e \dot{m}_e - \sum_{salidas} \theta_s \dot{m}_s$$
con E_{VC} la energía neta dentro del volumen de control, $\dot{m}_e$ y $\dot{m}_s$ es el flujo de masa entrante y saliente respectivamente, $\dot{Q} = \dot{Q}_{entrante} - \dot{Q}_{saliente}$, $\dot{W} = \dot{W}_{saliente} - \dot{W}_{entrante}$, además
$$\theta_i = h_i + \frac{1}{2}\nu_i^2 + g z_i \quad (i = e : \text{entrada}\,, s : \text{salida})$$
donde h_i es la entalpía del fluido entrante o saliente, ν_i es su velocidad y z_i su altura.