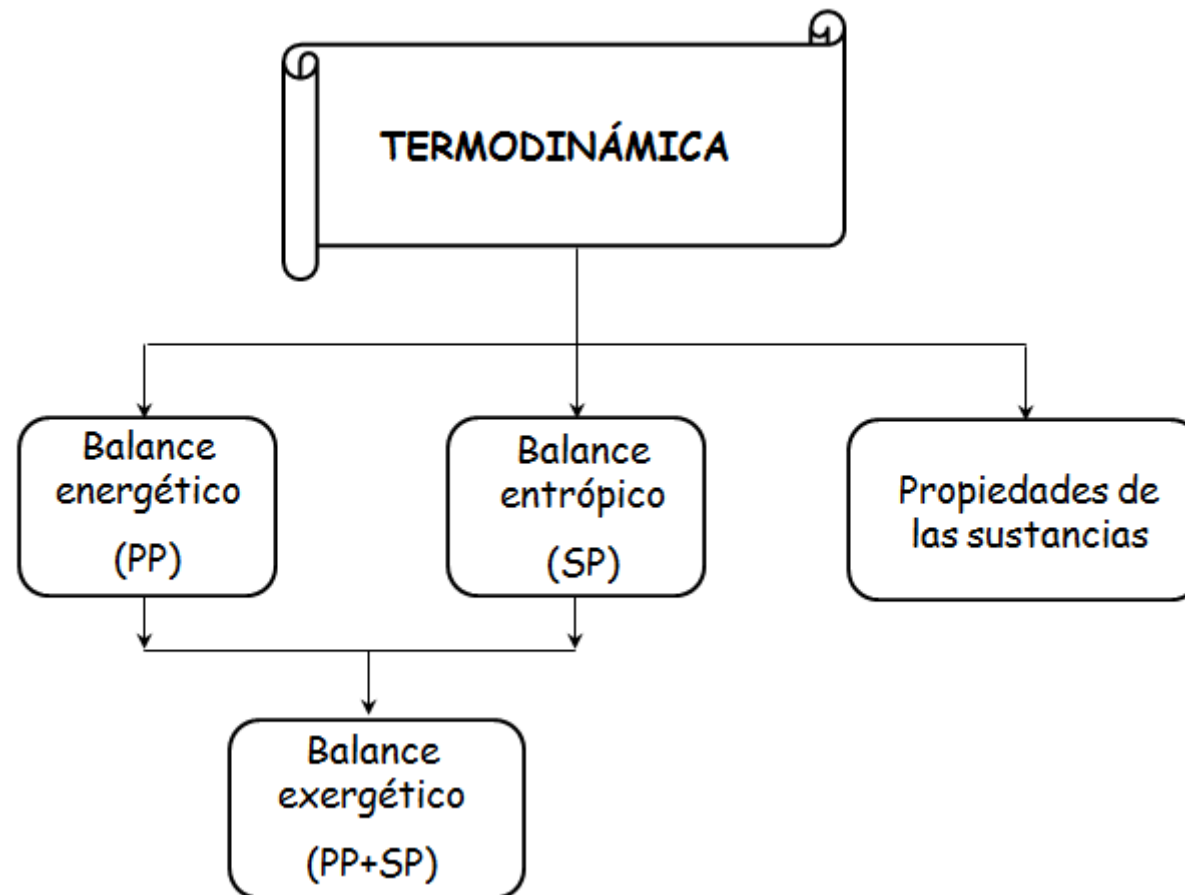


Tema 1.- INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO

- Antecedentes en la combustión
- Máquinas de vapor: Savery (1697) y Newcomen (1712)
- Sistematización: mediados del XIX, Carnot, Clausius, Rankine y Kelvin
- Primer libro escrito por Rankine en 1859

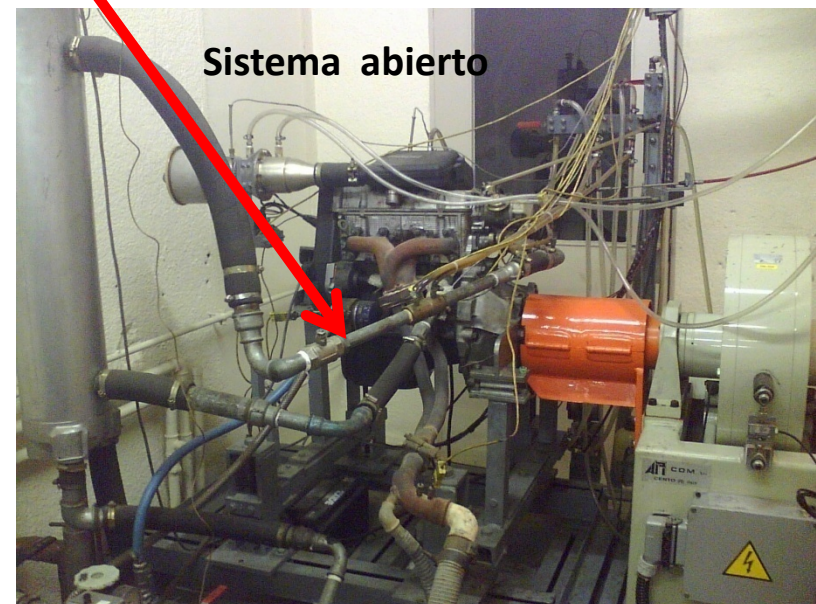
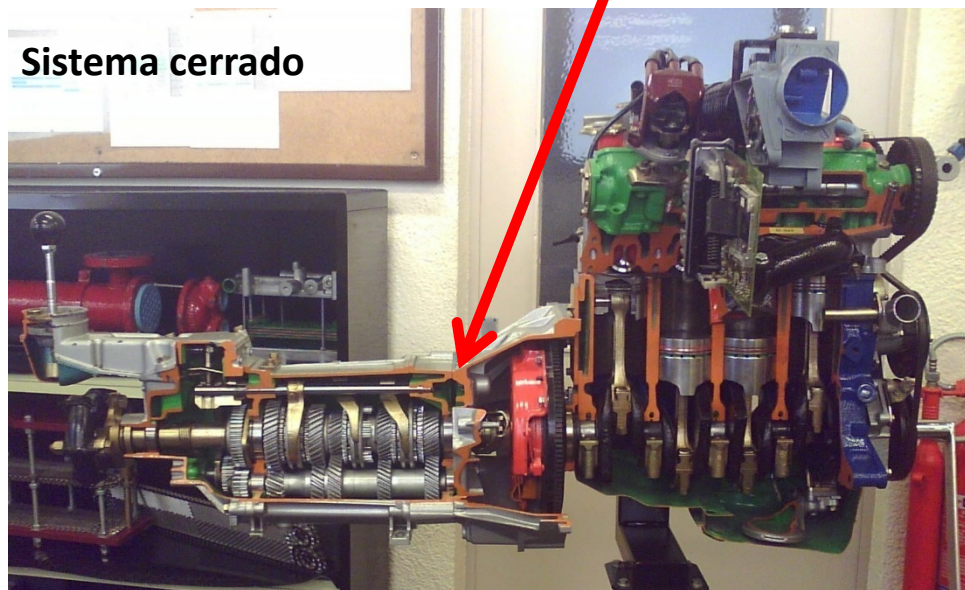


- Nivel MICROscópico
 - Comportamiento individual de las partículas
 - Interacciones moleculares
 - Termodinámica Estadística: Facultades de Ciencias
- Nivel MACROscópico
 - Comportamiento global
 - Interacciones entre sistemas
 - Termodinámica Clásica (Ingeniería Termodinámica): Escuelas de Ingeniería

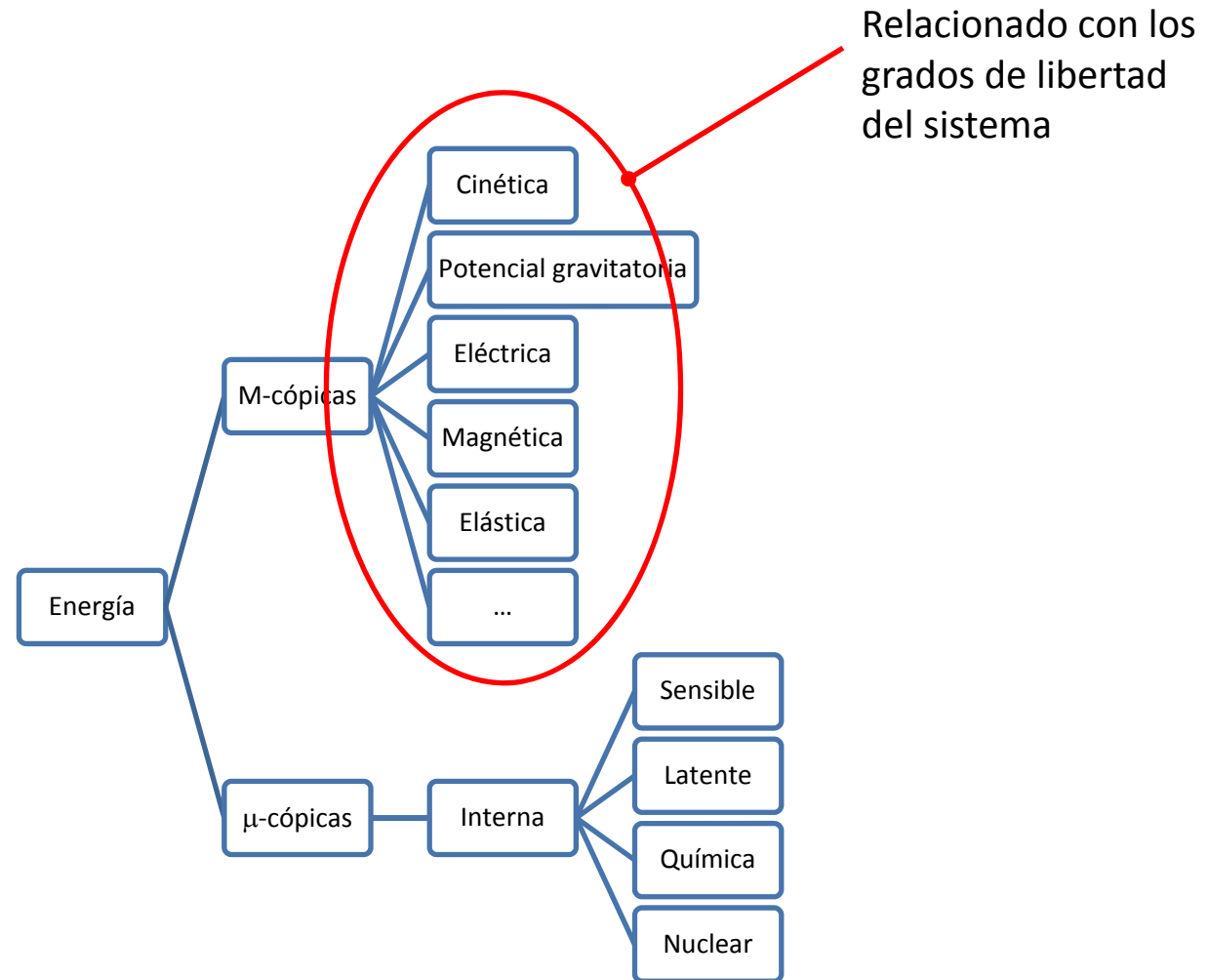
1.2. SISTEMAS TERMODINÁMICOS

- Sistema: porción del Universo limitada por una frontera
- Frontera o superficie de control:
 - Fija/móvil
 - Real/imaginaria
 - Permeable/impermeable
 - Adiabática/Diaterma
- Sistema:
 - Cerrado -> Aislado
 - Abierto

Universo: ejemplo de sistema aislado: $\begin{cases} \Delta E_u = 0 \\ \Delta S_u \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \Delta \Phi_u \leq 0$



1.3. FORMAS DE ENERGÍA



1.4. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS

- Propiedad termodinámica: magnitud macroscópica cuyo valor NO depende de la historia previa. Su variación depende sólo del estado final y del inicial, no de cómo se haya llegado de uno a otro.
- Tipos:
 - Intensivas (específicas)
 - Extensivas

$$n = \frac{m}{M}$$

$$v = \frac{V}{m}$$

$$\bar{v} = \frac{V}{n}$$

$$\bar{v} = vM$$

1.5. ESTADO Y EQUILIBRIO

- Estado: condición física de un sistema determinada por sus variables de estado
- Variables de estado: cierto número de propiedades que definen el estado de un sistema
- Funciones de estado: resto de propiedades que quedan determinadas a partir de las variables de estado
- Equilibrio:
 - mecánico
 - térmico
 - químico
 - de fases

1.6. PROCESOS Y CICLOS

- Proceso: Paso de un estado a otro
- Tipos:
 - una propiedad se mantiene constante (isocórico, isoterma, ...)
 - relación conocida entre propiedades (politrópico, ...)
 - cuasiestático
 - NO estático

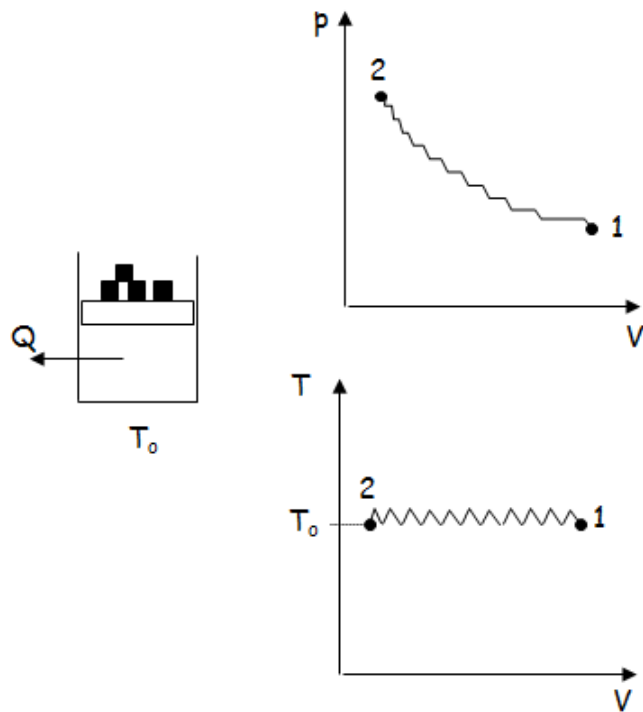


Fig. I.2.- Proceso cuasiestático seguido en el ejemplo I-1.

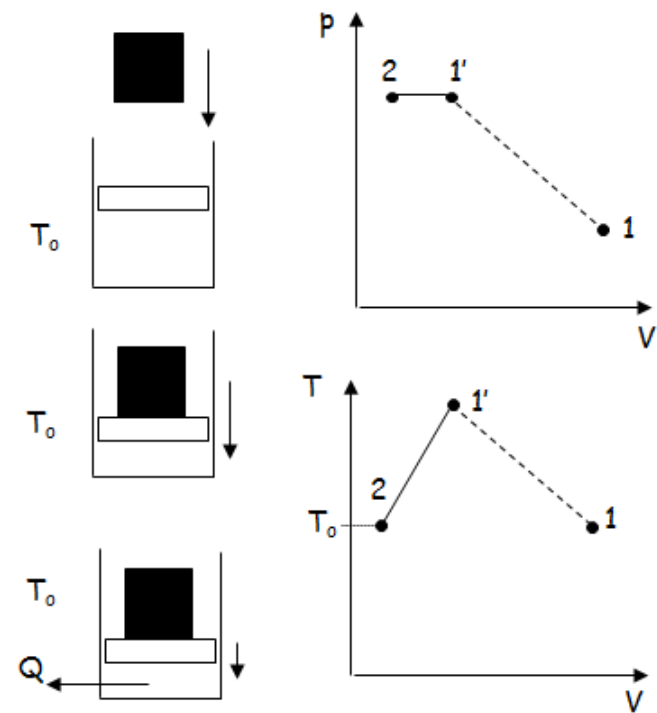


Fig. I.3.- Proceso no estático (1-1') seguido en el ejemplo I-2.

1.7. POSTULADO DE ESTADO

- Un sistema SIMPLE COMPRESIBLE queda determinado por 2 propiedades intensivas (específicas) INDEPENDIENTES . Si el sistema no es simple se ha de añadir una propiedad por cada forma de energía macroscópica considerada.
- Sistema SIMPLE: no se consideran formas de energía macroscópicas

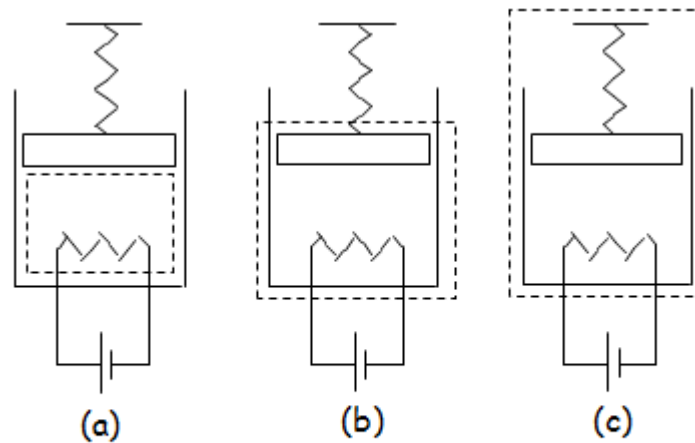


Fig. I.4.- Variables de estado en diferentes sistemas: (a) 2 variables de estado para el gas; (b) 2 para el gas y 1 para el pistón; (c) 2 para el gas, 1 para el pistón y 1 para la energía elástica del muelle

1.8. VARIABLES DE ESTADO HABITUALES: p,v,T

1.8.1. Volumen específico

- El inverso de la densidad

1.8.2. Presión

- Representa la magnitud de la fuerza que un fluido ejerce sobre la normal a una superficie, por unidad de la misma
- Para fluidos en reposo (hidrostática): $\Delta p = -\rho g \Delta z$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} ; \quad 1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}$$

$$\text{“curiosidad”}: 1 \text{ kJ} = 1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3$$

$$1 \text{ mca} = 1 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 9,81 \text{ kPa} \Leftrightarrow 1 \text{ bar} = 10,2 \text{ mca}$$

$$1 \text{ kg (kp)/cm}^2 = 1 \text{ kp} \cdot 9,81 \text{ N/kp} \cdot 10^4 \text{ cm}^2/\text{m}^2 = 98100 \text{ Pa} = 0,981 \text{ bar} \approx 1 \text{ bar}$$

$$1 \text{ psi (lb-f/in}^2) = 1 \text{ lb-f} \cdot 4,4482 \text{ N/lb-f} \cdot 1 \text{ in}^2/25,4^2 \text{ mm}^2 \cdot 10^6 \text{ mm}^2/\text{m}^2 = 6894,7 \text{ Pa} \approx 0,07 \text{ bar}$$

- Presión absoluta
 - Presión manométrica (por encima del ambiente)
 - Presión de vacío (por debajo del ambiente)
-
- Variación hidrostática en líquidos frente a gases

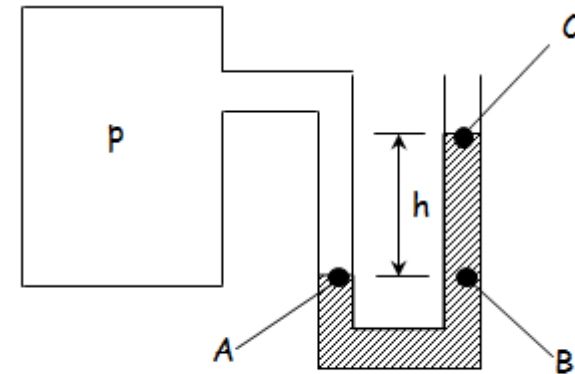


Fig. I.6.- Deducción de la ecuación de un manómetro en U.

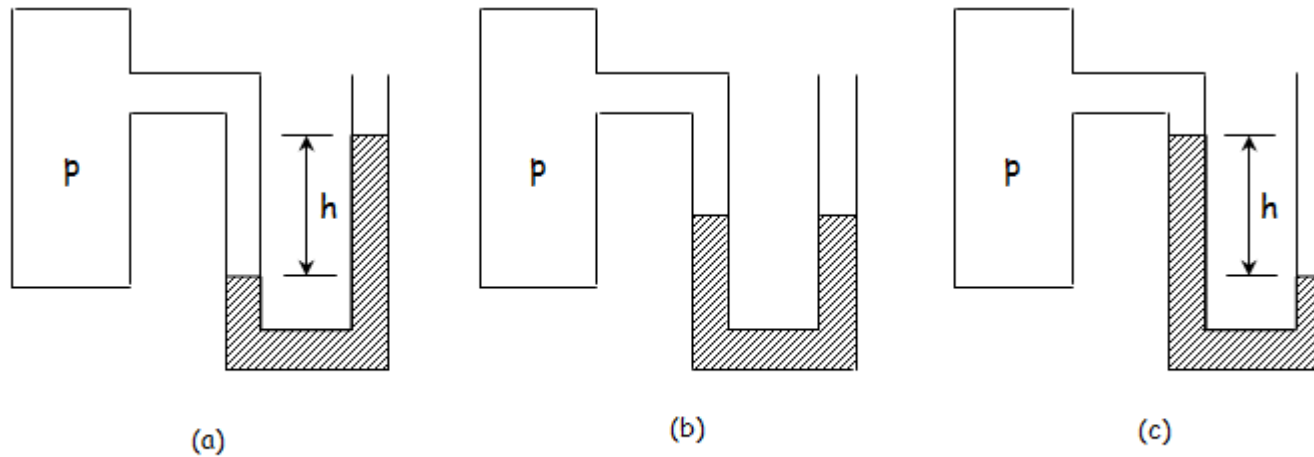


Fig. I.7.- Diferentes presiones en un recipiente: (a) presión manométrica; (b) presión atmosférica; (c) presión de vacío.

1.8.3. Temperatura

Principio 0: fundamenta el uso del termómetro

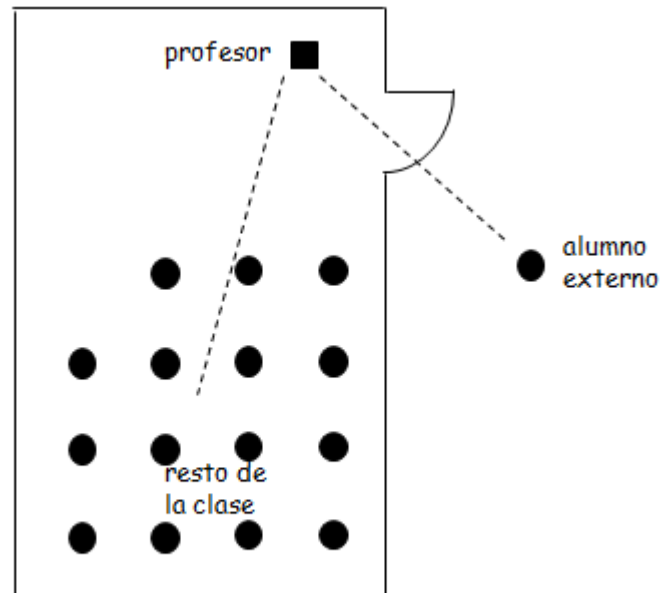


Fig. I.8.- Paradoja para mostrar la no evidencia del Principio Cero.

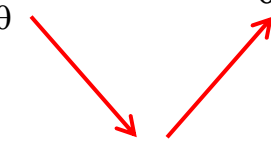
Escalas termométricas

$$T = aL + b$$
$$0 = aL_0 + b$$
$$100 = aL_{100} + b$$

Escala del termómetro de gas a volumen constante

$$T = ap + b$$

A muy baja presión todos
los gases verifican:

$$\underbrace{T + 273,15}_{\theta} = ap \Leftrightarrow \frac{\theta}{\theta_h} = \lim_{p_h \rightarrow 0} \left(\frac{p}{p_h} \right)$$


$$0^{\circ}\text{C} + 273,15 = \theta_h = 273,15\text{ K}$$

$$\theta[K] = T[^\circ C] + 273,15$$

$$\theta[K] = 273,16 \lim_{p_{pt} \rightarrow 0} \left(\frac{p}{p_{pt}} \right)$$

El límite es una aproximación a algo irrealizable (relación con SP)

El termómetro de gas a volumen constante basa su comportamiento en la ley de los gases ideales, válida a muy bajas presiones

$$\bar{R}' = \frac{p_h V}{n \theta_h} \quad \lim_{p_h \rightarrow 0} \left(\frac{p_h V}{n \theta_h} \right) = \underbrace{8,314 \text{ kJ/kmol} - \text{K}}_{\bar{R}}$$

Ejemplo: Realizar el problema 1.1

Escalas británicas

$0^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{F}$
 $100^{\circ}\text{C} \sim 212^{\circ}\text{F}$

$$T[^{\circ}\text{F}] - 32 = 1,8T[^{\circ}\text{C}]$$

$$1^{\circ}\text{C} = 1,8^{\circ}\text{F}$$

$$T[^{\circ}\text{R}] = T[^{\circ}\text{F}] + 459,67$$

$$1^{\circ}\text{R} = 1^{\circ}\text{F}$$

$$T[\text{K}] = T[^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

$$1\text{K} = 1^{\circ}\text{C}$$

$$T[^{\circ}\text{R}] = 1,8T[\text{K}]$$

$$1\text{K} = 1,8^{\circ}\text{R}$$