Clase 4 13 de Agosto 2015

Título de la nota 13/08/2015

Propiedades sistema Termodinámico { variables

- → extensivas (V, n) — dependen de la masa
- → intensivas (p, T) — no dependen de la masa

pero sí $\frac{V}{n} = \bar{V}$ molar intensivo

ó $\frac{V}{m} = \tilde{V}$ específico intensivo unidades

Volumen $\left\{ V \right\}$

m^3 S.I.U

L, cm^3, ple^3

Presión $\left\{ P \right\}$ unidades

N/m^2 SIU

atm, psi

mmHg, Torr

Temperatura $\left\{ T \right\}$ unidades

K kelvin SIU

°C, °F, °R

0K = −273.15°C

Todas las variables seran absolutas (nunca toma valores negativos)

Problema 1.

generar una ecuación para convertir de °C a °F

Datos $0°C = 32°F$

$100°C = 212°F$

Respuesta como el incremento es lineal con diferente escala se puede utilizar una ecuación del tipo $y = mx + b$

donde $y = °F$ $x = °C$

$m =$ pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{212°F - 32°F}{100°C - 0°C}$$

$$m = \frac{180\ °F}{100\ °C} = 1.8\ \frac{°F}{°C} \text{ ó } \frac{9}{5}\frac{°F}{°C}$$

Retomando $y = mx + b$ $\quad y = °F \quad x = °C$

$$°F = \left(\frac{9\ °F}{5\ °C}\right) °C + b$$

b debe tener unidades de $°F$

$$°F = \left(\frac{9}{5}\frac{°F}{°C}\right)°C + b\ °F$$ retomando las equivalencias

$$212°F = \left(\frac{9}{5}\frac{°F}{°\cancel{C}}\right)\left(100°\cancel{C}\right) + b\ °F$$

$$212°F - \frac{900}{5}°F = b\ °F$$

$$b = 212°F - 180°F = 32°F$$ por lo tanto se obtiene

$$°F = \left(\frac{9}{5}\frac{°F}{°C}\right)\left(°C\right) + 32°F$$

de forma común

$$°F = \frac{9}{5} °C + 32$$ → aquí solo se sustituyen los °C

obteniendo en función de °C

$$°F - 32 = \frac{9}{5} °C$$

$$°C = (°F - 32)\frac{5}{9}$$ → aquí solo se sustituyen los °F

Problema 2. A que valor ambas temperaturas son iguales?

Retomando

$$°F = \frac{9}{5}°C + 32 \qquad \text{sí} \quad F = °C = X$$

$$X = \frac{9}{5}X + 32 \quad = \quad \frac{5}{5}X - \frac{9}{5}X = 32$$

$$-\frac{4}{5}X = 32$$

$$X = -\frac{(32)5}{4} = -\frac{160}{4} = -40$$

Comprobación

$$°F = \frac{9}{5}°C + 32$$

$$°F = \frac{9}{5}(-40) + 32 = \frac{-360}{5} + 32$$

$$= \frac{-360 + 32(5)}{5} = \frac{-360 + 160}{5}$$

$$= \frac{-200}{5} = -40°F$$

comprobado

$$-40°C = -40°F \checkmark$$

Estado de un sistema $\left\{\begin{array}{l} \text{atributos iniciales del} \\ \text{sistema (variables termodinámicas)} \\ T_1, p_1, n_1, V_1 \end{array}\right.$

Si el sistema es cerrado $n = cte$ solo resta conocer T, p, V lo cual al conocer n, y al menos 2 variables la tercera se obtiene por una ecuación de estado

ORIGEN DE UNA ECUACION DE ESTADO

$$\text{Volumen}\begin{cases}\text{Ley de Charles} & V = K_1 T \\ \text{Ley de Boyle} & V = \dfrac{K_2}{P} \\ \text{Ley de Avogadro} & V = K_3 n\end{cases}$$

$V = f(T, p, n)$ el volumen es función de 3 variables matemáticamente es necesario emplear derivadas parciales como función de V.

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p,n} dT + \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{T,n} dp + \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_{T,p} dn$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right) = K_1 \quad \text{Ley de Charles}$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right) = -\frac{K_2}{p^2} \quad \text{Ley de Boyle}$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right) = K_3 \quad \text{Ley de Avogadro}$$

$$\text{si} \begin{cases} K_1 = \dfrac{V}{T} \\ K_2 = pV \\ K_3 = \dfrac{V}{n} \end{cases}$$

Sustituyendo

$$dV = K_1 \, dT - \frac{K_2}{P^2} dP + K_3 \, dn$$

$$dV = \frac{V}{T} dT - \frac{PV}{P^2} dP + \frac{V}{n} dn$$

$$dV = \frac{V}{T} dT - \frac{V}{P} dP + \frac{V}{n} dn$$

Dividiendo entre V

$$\frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} - \frac{dP}{P} + \frac{dn}{n}$$ Integrando

$$\int \frac{dv}{v} = \int \frac{dT}{T} - \int \frac{dp}{p} + \int \frac{dn}{n}$$ integral indefinida

$$\ln v = \ln T - \ln p + \ln n + \ln K$$

aplicando leyes de logaritmos

$$\ln v = \ln\left(\frac{nKT}{p}\right)$$

$$e \qquad e$$

$K = R$ = cte de proporcionalidad

$$V = \frac{nRT}{p}$$

La ecuación gral se puede escribir de la siguiente forma

$$pV = nRT$$ 4 variables

ó

$$p\bar{V} = RT$$ 3 variables

$\bar{V}$ = volumen molar

$\tilde{V}$ = volumen específico

ó

$$n = \frac{\text{Masa}}{M_{\text{molecular}}} = \frac{g}{g/\text{mol}}$$

$$pV = \frac{g}{Mm} RT$$ 3 variables

$$p\frac{V}{g} = \frac{RT}{Mm} = p\tilde{V} = \frac{RT}{Mm}$$

Ecuación de estado $\begin{cases} \text{Representación matemática de un sistema termodinámico} \; \} \; T, p, V, \\ pV = nRT \qquad p\bar{V} = RT \end{cases}$

Sistemas cerrados $n = cte$

$V = f(T, p)$

por lo tanto la forma diferencial

$$\frac{dV}{V} = \left[\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{T,n} dP + \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P,n} dT \right] \frac{1}{V}$$

sí es cerrado

$$\frac{dV}{V} = -\beta \, dP + \alpha \, dT$$

$\beta = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ coef. de compresibilidad isotérmico

$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ coef. de expansión cúbica isobárico