

fcfm

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA, BIOTECNOLOGÍA
Y MATERIALES

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Auxiliar 5

IQ3301 – Análisis de Procesos

**Balances de masa en sistemas
de varias fases**

Equilibrio

Gases reales se desvían del comportamiento ideal por FI

Nuevas ecuaciones de estado

$$PV = z nRT$$

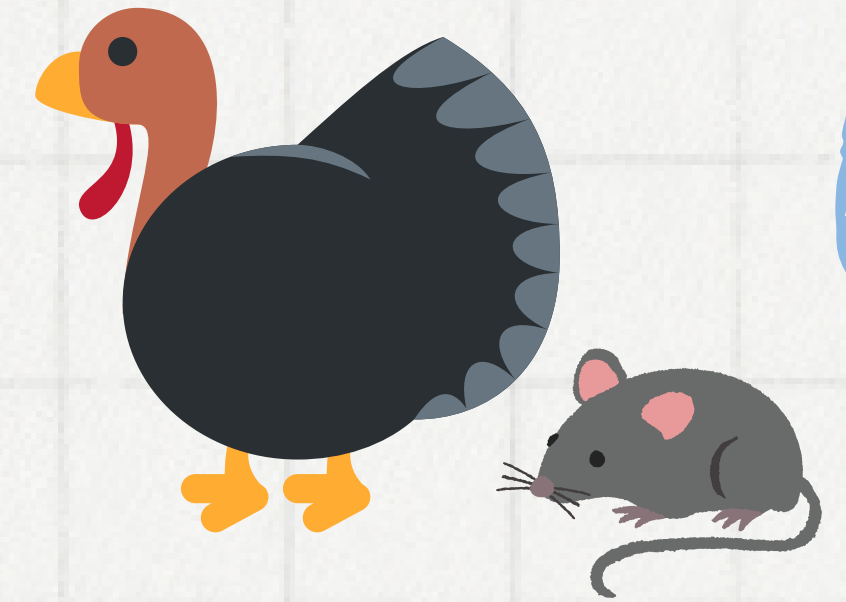
Factor de compresibilidad

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

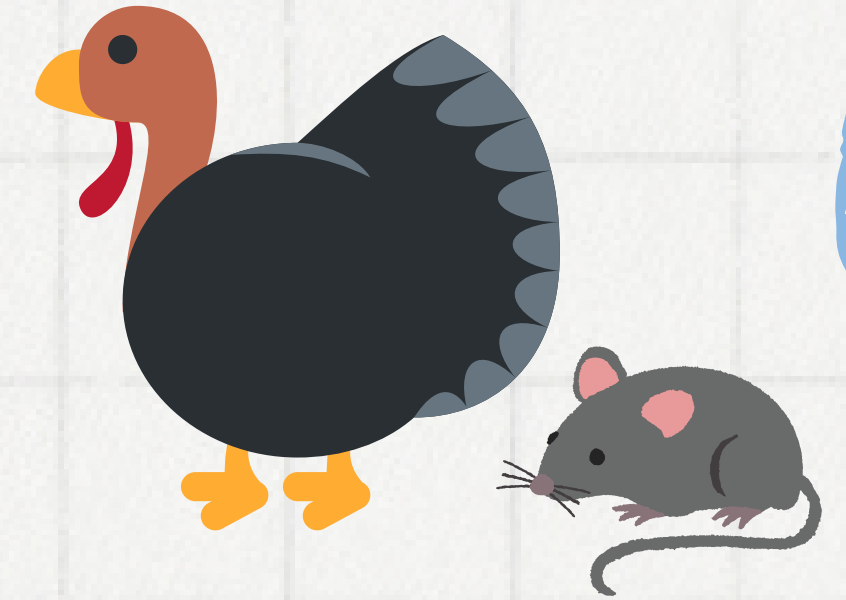
Van de Waals

$$P = \frac{RT}{(\tilde{V} - b)} - \frac{a}{T^{1/2} \tilde{V} (\tilde{V} + b)}$$

Redlich-Kwong



Equilibrio

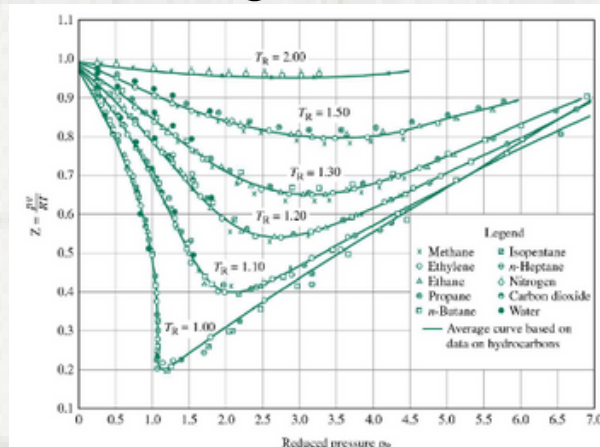
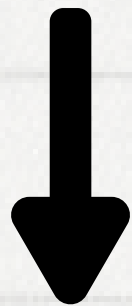


Gases reales se desvían del comportamiento ideal por FI

Nuevas ecuaciones de estado

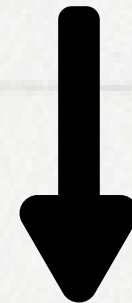
$$PV = z nRT$$

Factor de compresibilidad



$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2a}{V^2}$$

Van de Waals



$$a = \left(\frac{27}{64} \right) \frac{R^2 T_c^2}{p_c}$$

$$b = \left(\frac{1}{8} \right) \frac{RT_c}{p_c}$$

$$P = \frac{RT}{(\tilde{V} - b)} - \frac{a}{T^{1/2} \tilde{V} (\tilde{V} + b)}$$

Redlich-Kwong



$$a = 0.42748 \frac{R^2 T_c^{2.5}}{p_c}$$

$$b = 0.08664 \frac{RT_c}{p_c}$$

Equilibrio

Ley de los estados correspondientes

Indica que un gas puro a la misma T_r y P_r debe tener el mismo Z .

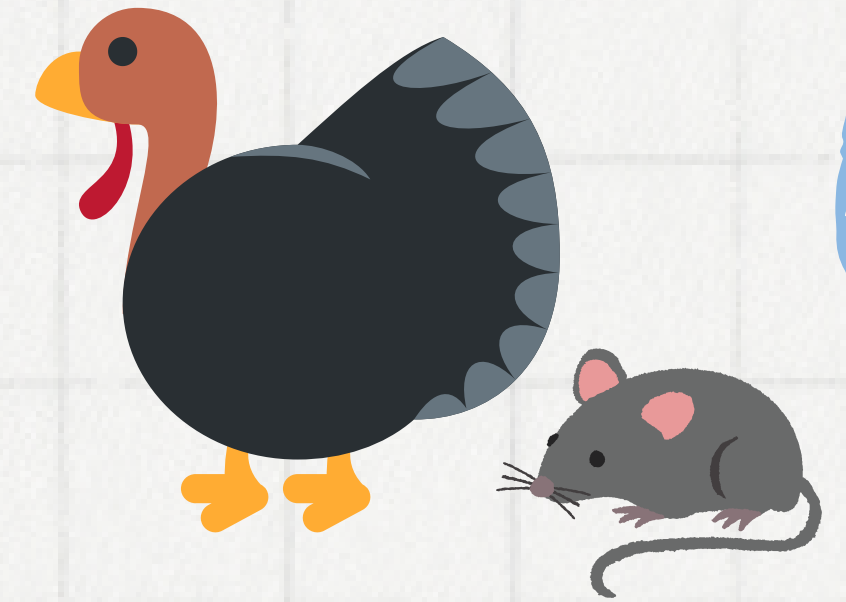
$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

$$P_r = \frac{P}{P_c}$$

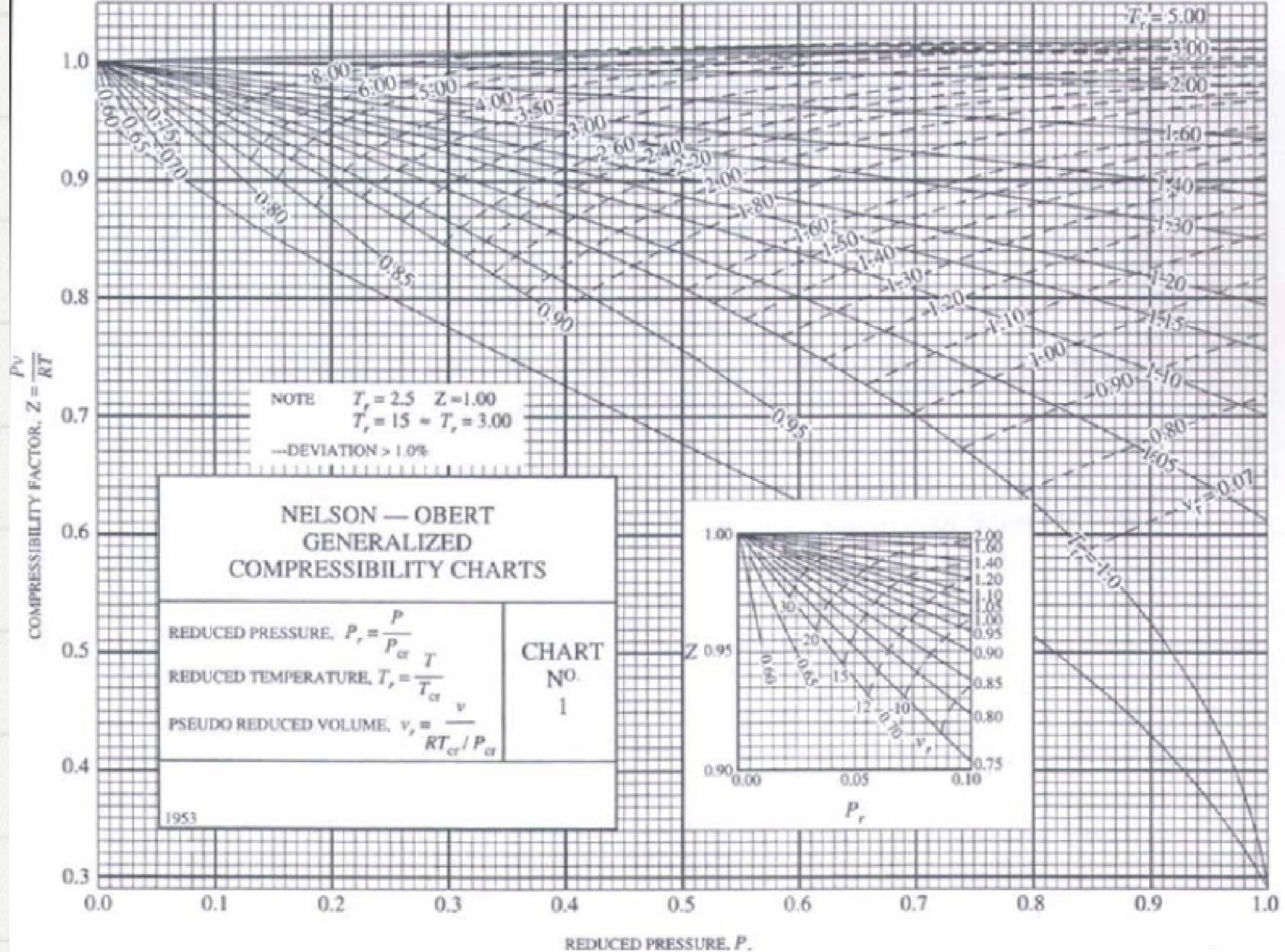
$$\tilde{V}_r = \frac{\tilde{V}}{\tilde{V}_c}$$

- T_r , P_r , V_r , valores reducidos
- T_c , P_c , V_c , valores críticos
- V_c es volumen específico (normalizado por moles)

Estado crítico, no hay diferencia entre el líquido y el gas. La densidad de ambas fases es la misma



Cartas de compresibilidad



Aproximaciones para P^*

Ec de Clausius Clapeyron

$$\ln P^* = -\frac{\Delta \hat{H}_v}{RT} + B$$

Donde:

- H_v = Calor de vaporización
- R : Constante de los gases ideales.
- B constante

Ec de Antoine

$$\ln P^* = A - \frac{B}{C+T}$$

Donde:

- A , B y C constantes

Medidas de Desempeño

Pureza Fraccionaria

$$x_{ij} = \frac{\text{moles componente deseado } i \text{ en Producto } j}{\text{moles en corriente de Producto } j} = \frac{\dot{n}_{ij}}{\dot{n}_j}$$

Recuperación Fraccionaria

$$f_{Rik} = \frac{\text{moles componente deseado } i \text{ en Producto } j}{\text{moles componente } k \text{ en la Alimentacion}} = \frac{\dot{n}_{ij}}{\dot{n}_{kA}}$$

Factor de Separación

$$\alpha_{BC} = \frac{\text{moles } B \text{ en } 1}{\text{moles } C \text{ en } 1} \frac{\text{moles } C \text{ en } 2}{\text{moles } B \text{ en } 2} = \frac{\dot{n}_{B1}}{\dot{n}_{C1}} \frac{\dot{n}_{C2}}{\dot{n}_{B2}}$$

Vapor-Gas

- Mezcla de componente condensable y no condensable
- Gas tiene capacidad máxima para alojar al vapor, cuando llega a su límite está en equilibrio (saturación)

Punto de rocío

T a la cual el vapor se satura, cuando aparece la primera gota

Condicion de saturación

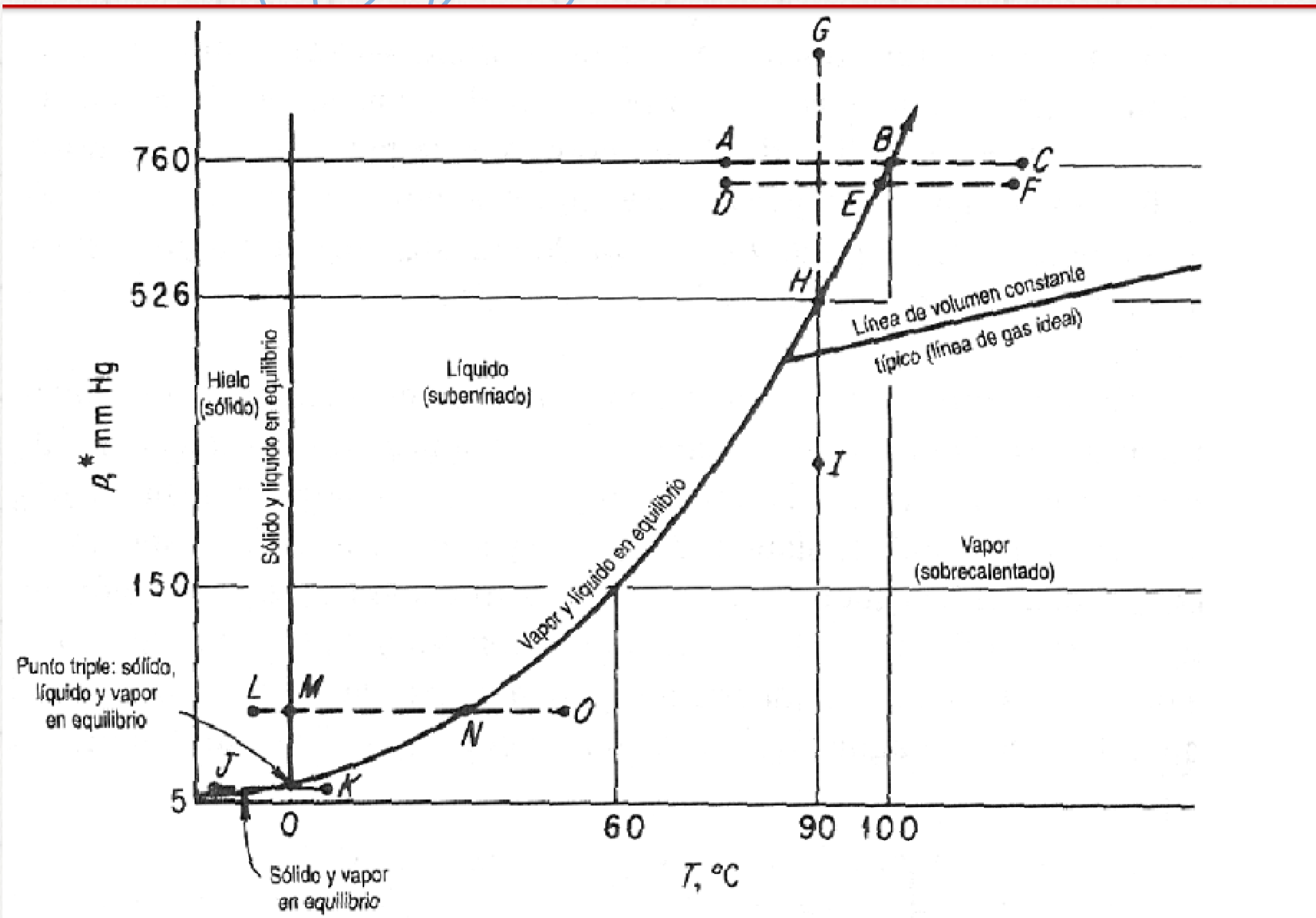
$$P_V = y_V \cdot P = P_V^*(T_{PR})$$

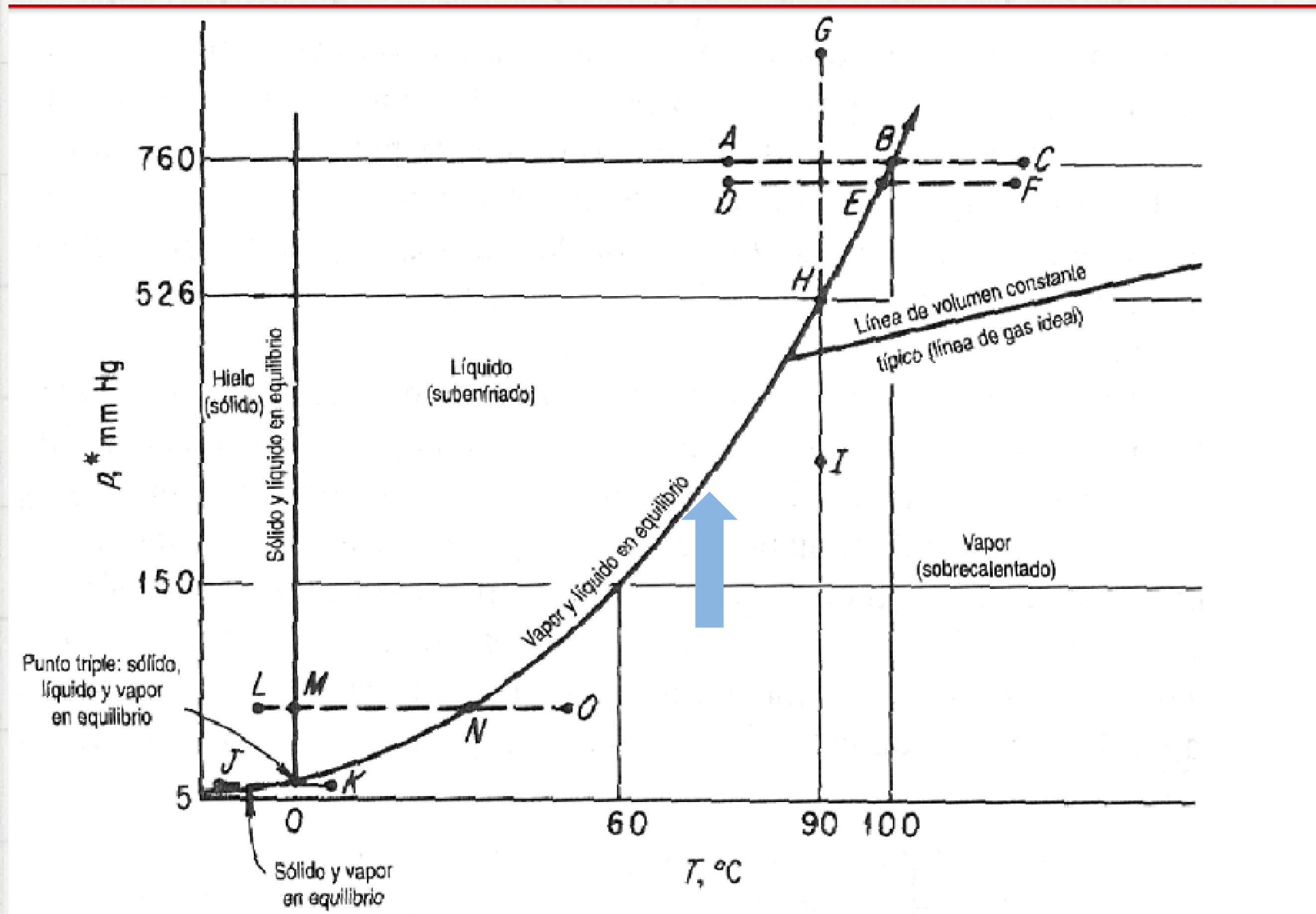
Vapor sobrecalentado

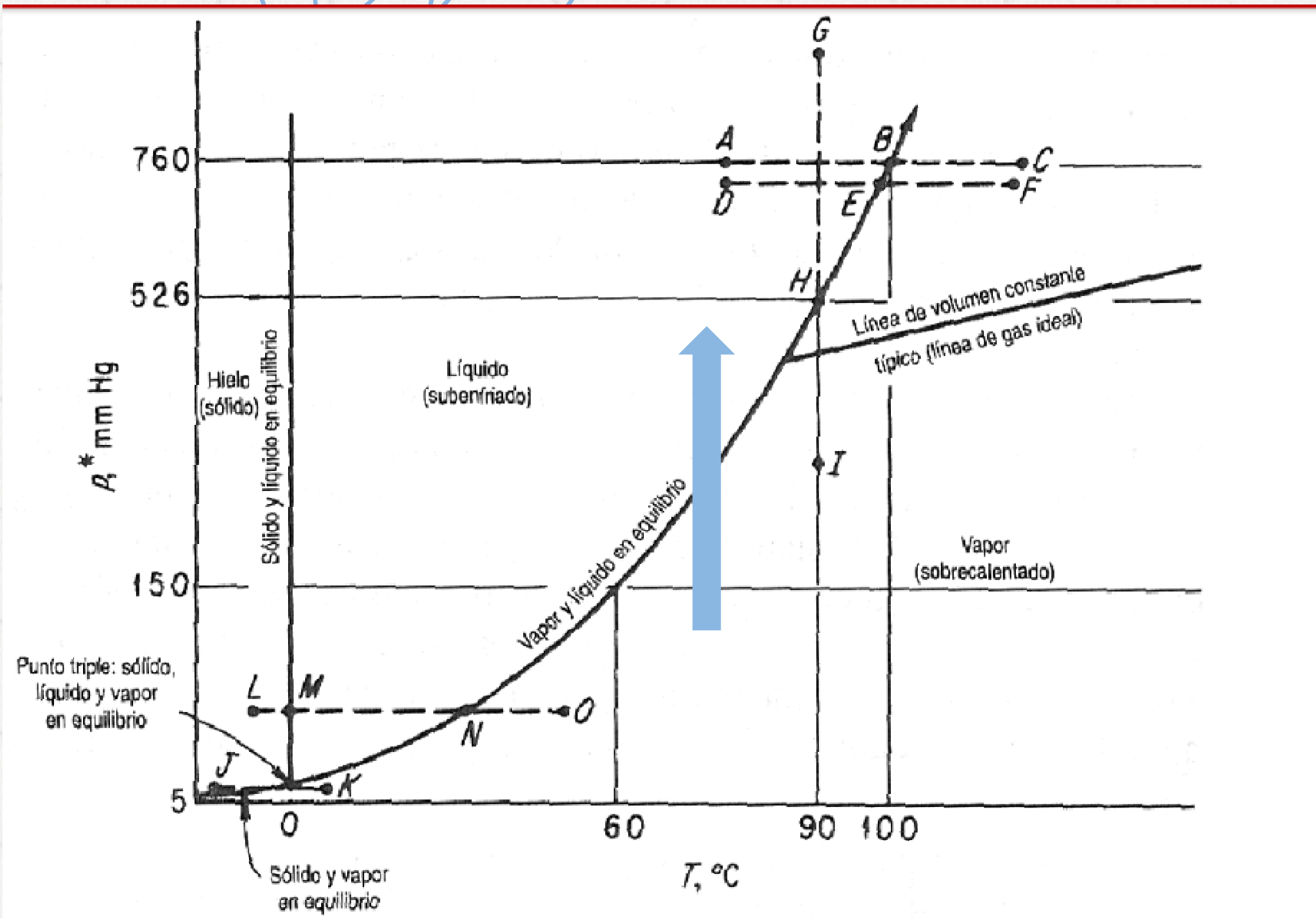
$$P_V = y_V \cdot P < P_V^*(T)$$

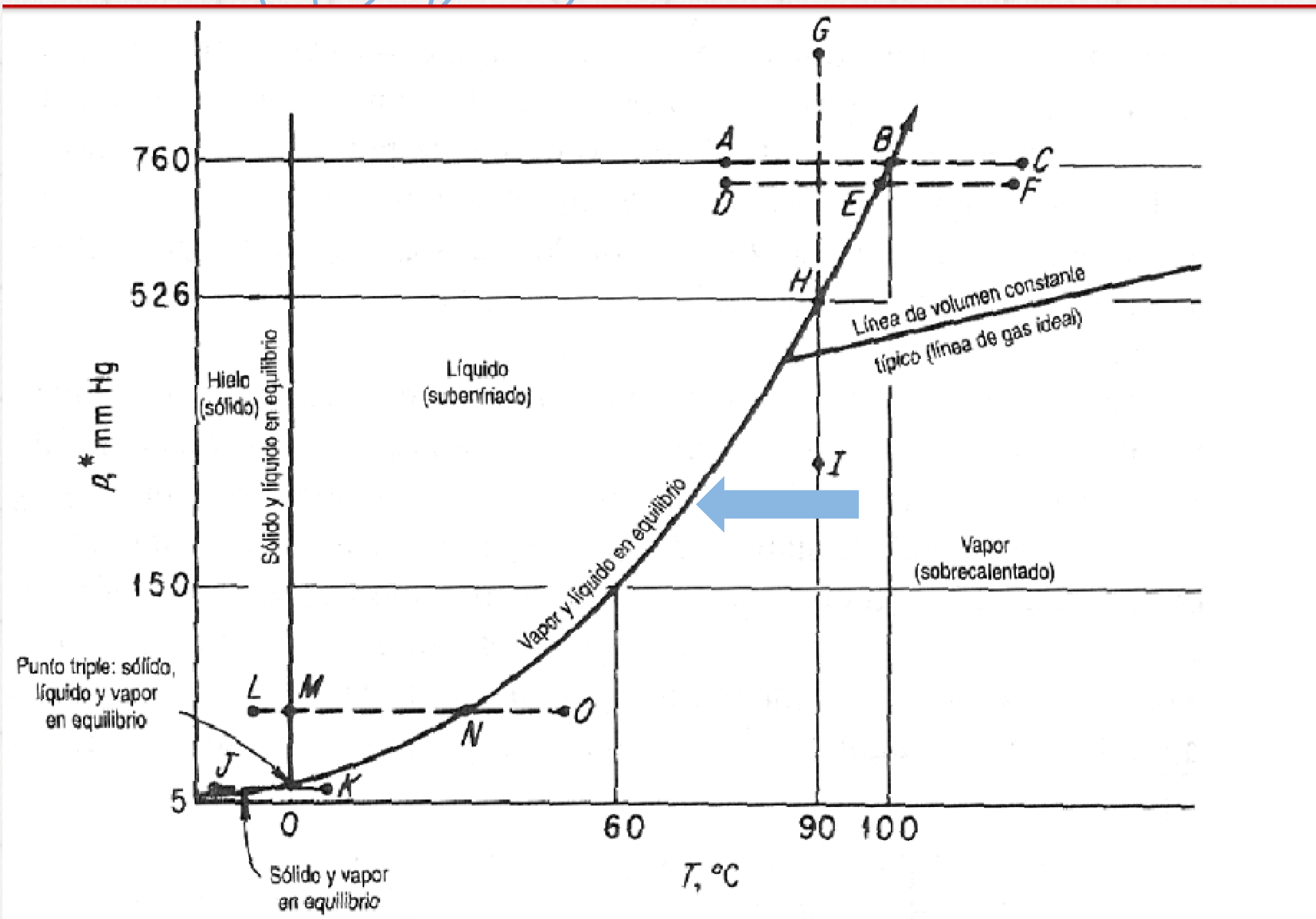
Grado de sobrecalentamiento

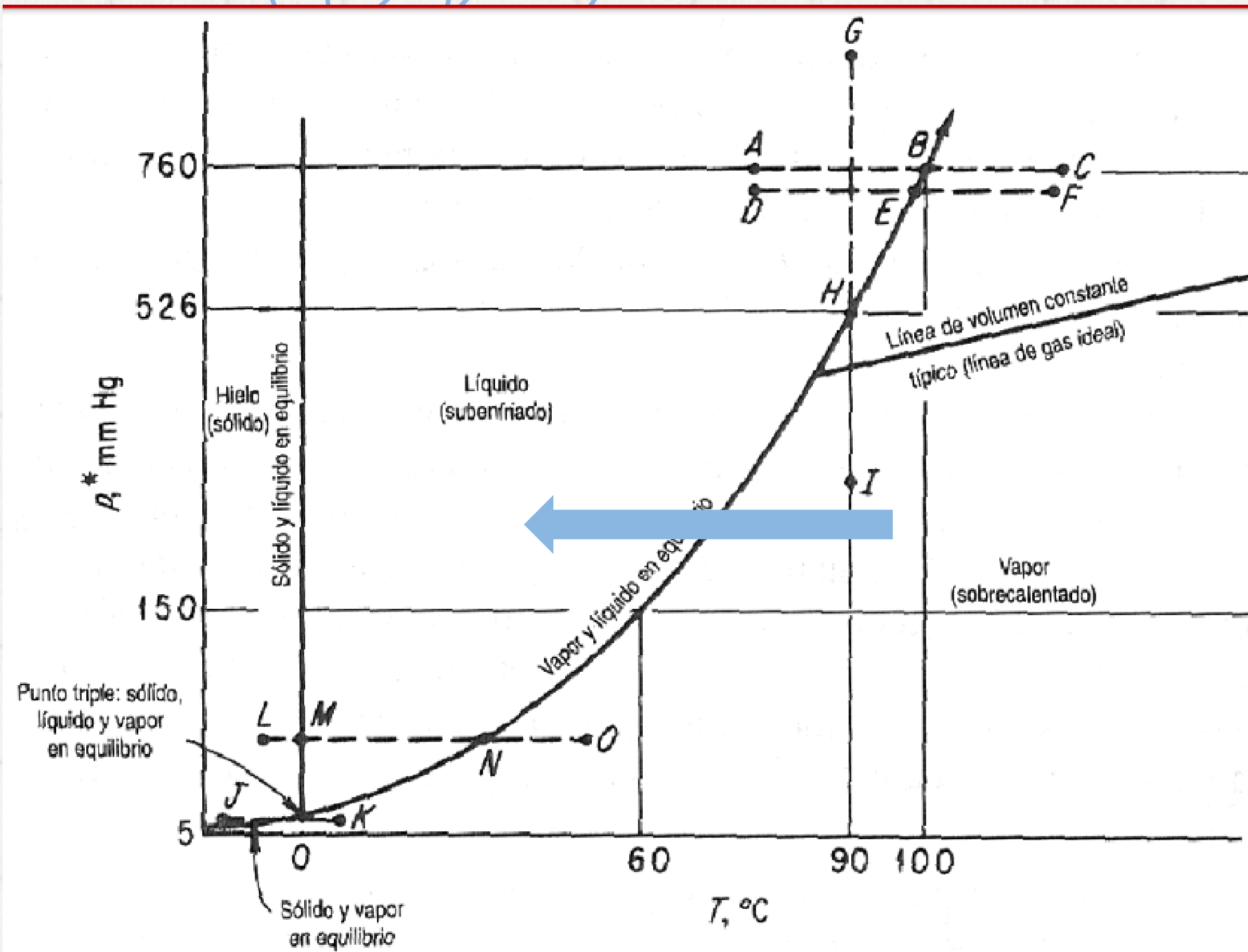
$$G_{SC} = T - T_{PR}$$











Liquido-vapor

En un sistema de multicomponente de dos fases, un componente en una fase está en equilibrio con el mismo componente en la otra fase.

Ley de Henry

$$P_i = y_i \cdot P_T = H_i(T) \cdot x_i$$

Cuando $x_i \rightarrow 0$

Ley de Raoult

$$P_i = y_i \cdot P_T = P_i^*(T) \cdot x_i$$

Cuando $x_i \rightarrow 1$

Constante de Equilibrio

$$K_i = \frac{y_i}{x_i} = \frac{P_i^*}{P_T}$$

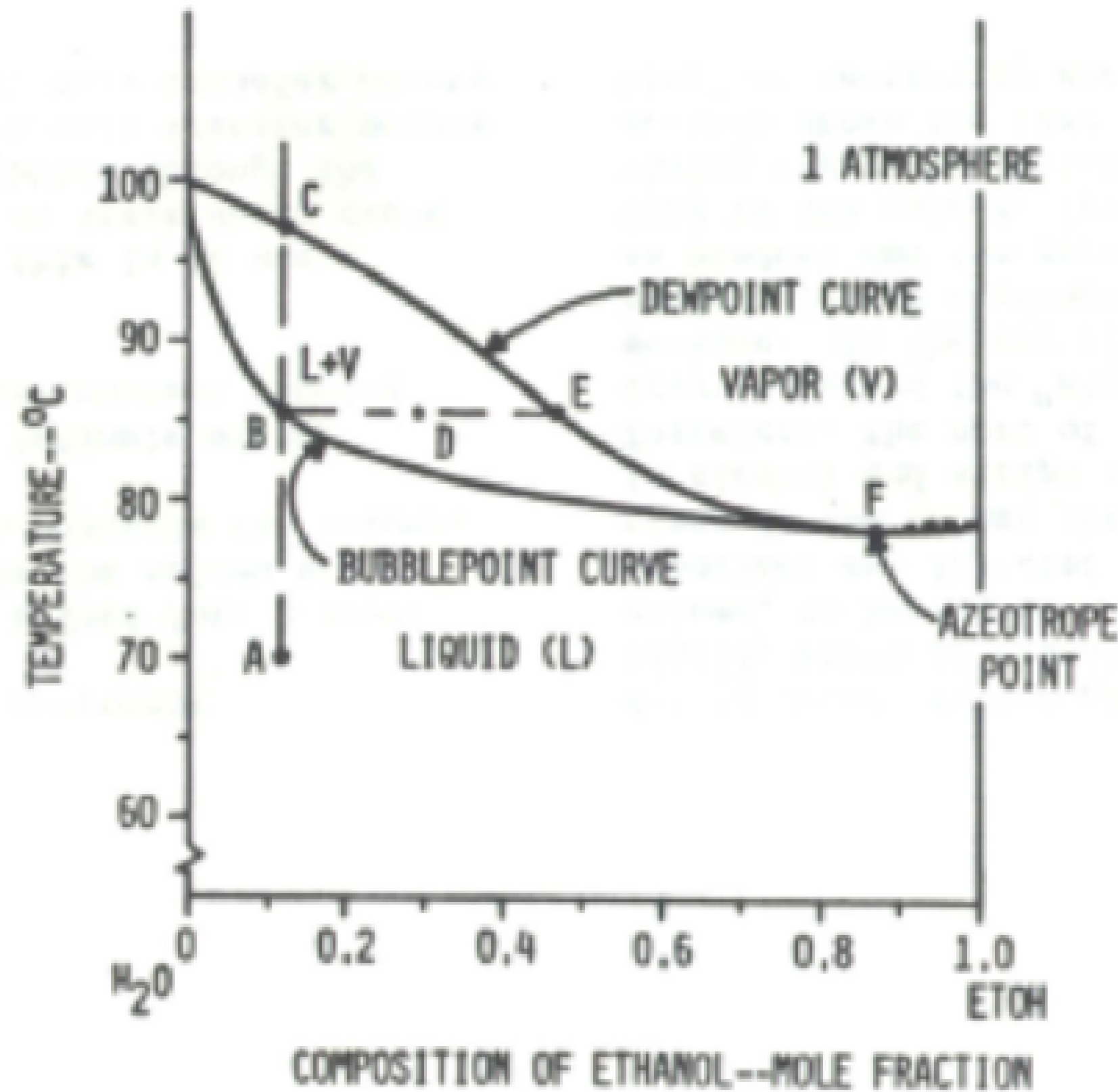
Regla de la palanca

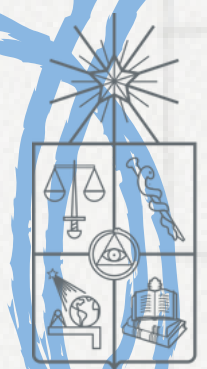
Para saber las composiciones de la especie en cada fase, sabiendo las composiciones generales en equilibrio

$$f_V = \frac{n_V}{(n_V + n_L)} = \frac{\overline{BD}}{\overline{BE}}$$

$$f_L = \frac{n_L}{(n_V + n_L)} = \frac{\overline{DE}}{\overline{BE}}$$

$$\frac{\frac{n_V}{(n_V + n_L)}}{\frac{n_L}{(n_V + n_L)}} = \frac{\overline{BD}}{\overline{DE}} \rightarrow \frac{n_V}{n_L} = \frac{\overline{BD}}{\overline{DE}}$$





DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA, BIOTECNOLOGÍA
Y MATERIALES
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Auxiliar 5

IQ3301 – Análisis de Procesos

**Balances de masa en sistemas
de varias fases**