

Guía de ejercicios PEP n°1
Termodinámica de Ingeniería Química / Ingeniería Civil Química
Universidad de Santiago de Chile

1) Calcule el valor del volumen molar (en $L \text{ mol}^{-1}$) y del coeficiente de compresibilidad, Z , para 2-propanol a 14,29 MPa y 250°C a través de los siguientes métodos:

- a) Ecuación de gas ideal;
- b) Ecuación de van der Waals;
- c) Ecuación del virial truncada al tercer coeficiente;
- d) Principio de los estados correspondientes (tabla del factor de compresibilidad generalizado).

Datos: Para la resolución de este problema considere los datos de la **Tabla 1**.

Tabla 1. Propiedades termodinámicas del 2-propanol.

Propiedad (unidades)	Valor
Masa molar ($g \text{ mol}^{-1}$)	60,096
Temperatura crítica, T_c (K)	508,3
Presión crítica, P_c (bar)	47,62
Volumen molar crítico, V_{mc} ($cm^3 \text{ mol}^{-1}$)	220
Factor de compresibilidad crítico, Z_c	0,248
Factor acéntrico, ω	0,668
Segundo coeficiente del virial, B ($cm^3 \text{ mol}^{-1}$)	388
Tercer coeficiente del virial, C ($cm^6 \text{ mol}^{-2}$)	-26000

2) Se tienen 10 moles de anhídrido carbónico los cuales se expanden reversible e isotérmicamente a una temperatura de 150°C hasta cuadruplicar su volumen inicial. Si el gas se encuentra inicialmente a una presión de 100 atm, calcule el trabajo realizado (en Joules) si:

- a) El gas se comporta como un gas ideal;
- b) el gas se comporta como un gas de van der Waals;
- c) el gas se comporta como un gas de Redlich-Kwong;
- d) el gas se comporta como un gas de Peng-Robinson.

3) Un recipiente con una capacidad de 80 L, el cual contiene oxígeno a una temperatura de 50°F y 103 bar., es trasladado y almacenado en una cámara donde la presión es 200 bar. Calcule la temperatura luego de ser llevado al nuevo lugar, y el calor que se transfiere al recipiente. Realice los cálculos considerando la correcciones de propiedades de acuerdo a las tablas de propiedades generalizadas.

4) Para alimentar un reactor, se cuenta con un recipiente que contiene 12 m^3 de benceno el cual se encuentra a una presión absoluta de 1286 psi y a una temperatura de 232,9°C. Calcule la masa de benceno contenida en el recipiente en kg y el factor de compresibilidad, Z , de acuerdo a los siguientes métodos:

- a) Ecuación de gas ideal;
- b) Ecuación de van der Waals;
- c) Ecuación de Redlich-Kwong;
- d) Ecuación de Peng-Robinson;
- e) Principio de los estados correspondientes (tabla del factor de compresibilidad generalizado).

Datos: Para la resolución de este problema considere los datos de la **Tabla 2**.

Tabla 2. Propiedades termodinámicas del benceno

Propiedad (unidades)	Valor
Masa molar ($g \text{ mol}^{-1}$)	78,11
Temperatura crítica, T_c (K)	562,1
Presión crítica, P_c (atm)	48,6
Volumen molar crítico, V_{mc} ($L \text{ mol}^{-1}$)	0,260
Factor de compresibilidad crítico, Z_c	0,274
Factor acéntrico, ω	0,212

5) En un pistón provisto de un émbolo móvil se comprimen 1,6 kg de dióxido de azufre de forma reversible e isotérmica a una temperatura de 200°C, hasta reducir 5 veces su volumen inicial. Si la presión inicial es de 35 bar, calcule el trabajo (en Joules) y la presión final (en MPa) del sistema si:

- a) El gas se comporta como un gas ideal;
- b) el gas se comporta como un gas de van der Waals;
- c) el gas se comporta como un gas de Redlich-Kwong;
- d) el gas se comporta como un gas de Soave-Redlich-Kwong

6) A un recipiente entran 150 lbmol/h de vapor de agua con una presión de 321 psia, este recibe un flujo de calor desconocido y se le aplica un trabajo de 20 hp. El flujo volumétrico a la entrada del recipiente es de 20000 gal/h, expandiéndose hasta 30000 gal/h. Calcular la presión final y el flujo de calor, si la temperatura a la salida es de 720°F. Resuelva el problema utilizando las tablas de discrepancia de propiedades termodinámicas respecto de gas ideal.

7) En una planta de extracción, que utiliza agua supercrítica como solvente, se debe utilizar un flujo másico de agua de 5,2 kg/s de agua a 450 bar y 400°C ¿Cuál es el caudal (L/s) de agua que se alimenta a la planta?

Calcule el caudal de alimentación mediante los siguientes métodos:

- a) La ecuación de gas ideal;
- b) La ecuación de van der Waals;
- c) La ecuación de Soave-Redlich-Kwong;
- d) La ecuación de Peng-Robinson.

8) Por último, compare sus resultados con el caudal calculado a partir del valor de volumen específico reportado en las tablas de vapor, señalando cual de las ecuaciones anteriores resulta ser la más confiable en este caso.

9) Se tienen 110 g de N₂O a una temperatura de 129,6 °C. Para este gas se conoce la funcionalidad entre el factor de compresibilidad, Z, y la presión reducida del gas:

$$Z = 1.0 - 0.18P_r + 0.04P_r^2$$

A partir de esta información, se le solicita determinar:

- a) La presión en atm a la cual se obtiene la mayor desviación de la idealidad.
- b) El volumen en Litros cuando la presión es 200 atm, calculado mediante la función Z(P_r).
- c) El volumen en pies cúbicos (ft³) a la presión de 200 atm, calculado mediante la ecuación de van der Waals.
- d) El volumen en metros cúbicos (m³) a la presión de 200 atm, calculado mediante la ecuación de Peng Robinson.

Para realizar estos cálculos considere los siguientes datos de propiedades críticas y factor acéntrico para N₂O:
P_c = 71,7 atm; T_c = 309,6 K; ω = 0,165.