

**COLECCIÓN DE PROBLEMAS DE TERMODINAMICA**

(Comportamiento Real de los gases. Ecs. de estado)

- El factor de compresibilidad para el nitrógeno tiene un valor de 0.710 a una presión de 100.0 atmósferas y a una temperatura de  $-100^{\circ}\text{C}$ . Calcule los kilogramos de nitrógeno necesarios para llenar un tanque de 50.0 litros de capacidad en las condiciones dadas.  
R.- 13.9 kg.
- Al introducir 245.0 g de cloro en un recipiente de 3.50 litros, a una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ , se registró una presión de 21.78 atmósferas. Calcule el factor de compresibilidad en estas condiciones.  
R.- 0.821
- Calcule la presión que ejercerán 650.0 g de etano en un recipiente de 20.00 L a una temperatura de  $15.00^{\circ}\text{C}$ :
  - con el modelo ideal
  - con el modelo de Van der Waals
  - calcule el factor de compresibilidad
 R.- a) 25.60 atm b) 21.06 atm c) 0.8225
- A la temperatura de Boyle, la curva de Z vs P de un gas de Van der Waals coincide con la del modelo ideal a presiones bajas, elevándose por encima de ésta muy lentamente, y comportándose casi idealmente. Calcule la temperatura de Boyle  $T_b$  para los gases de la tabla.  
R.- Para helio,  $T_b = 17.5 \text{ K}$

Gas	$a/(\text{atm L}^2/\text{mol}^2)$	$b/(\text{L/mol})$	$T_b/(\text{K})$
Amoníaco	4.17	0.0371	
Argón	1.35	0.0322	
$\text{CO}_2$	3.59	0.0427	
$\text{Cl}_2$	6.49	0.0562	
He	0.034	0.0237	
$\text{H}_2$	0.244	0.0266	
$\text{CHCl}_3$	15.17	0.1022	

- Calcule para los siguientes gases las constantes de Van der Waals a partir la presión y temperatura críticas:  $a = 27 R^2 T_c^2 / 64 P_c$      $b = R T_c / 8 P_c$

Gas	$P_c/(\text{atm})$	$T_c / (^{\circ}\text{C})$	$a/(\text{atm L}^2/\text{mol}^2)$	$b/(\text{L/mol})$
Amoníaco	111.50	+ 132.40		
Argón	48.00	- 122.00		
$\text{CO}_2$	73.00	+ 30.98		
$\text{Cl}_2$	76.10	+ 144.00		
He	2.26	- 267.90		
$\text{H}_2$	12.80	- 239.90		
$\text{N}_2$	33.50	- 147.10		

Convierta estos valores tradicionales a los correspondientes del sistema internacional (SI).

Nota: 1 atm = 101325 Pa      1 L = 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>      1 L<sup>2</sup> = 10<sup>-6</sup> m<sup>6</sup>

6. Calcule la presión que ejercerán 4.0 moles de CO<sub>2</sub> a una temperatura de 25°C en un recipiente de 6.00 L.

- Con el modelo ideal
- Con el modelo de Van der Waals

Para el CO<sub>2</sub> a = 0.3658 Pa m<sup>6</sup> mol<sup>-2</sup> b = 0.0429 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>

7. La temperatura crítica del monóxido de carbono es - 139.0 °C, y su presión crítica de 35.0 atmósferas. Calcule a una presión de 100 atm y una temperatura de - 70.0 °C:

- la presión y temperatura reducidas
- el factor de compresibilidad (utilice la gráfica de Z generalizado)
- la densidad del monóxido de carbono en estas condiciones

R.- a) Tr = 1.514, Pr = 2.857      b) Z = 0.815      c) d = 206 g/L

8. Calcule el volumen ocupado por 4.000 kg. de metano a 298.15 K y 200.0 atmósferas, utilizando el diagrama del factor de compresibilidad generalizado, si para el metano

Pc = 45.8 atm y Tc = 190.2 K

R.- Z = 0.84      V = 25.7 L.

9. Opcional.- La ecuación de estado de Beattie-Bridgeman contiene cinco constantes. Esta ecuación se puede expresar en dos formas. Una explícitamente en función de la presión y la otra en función del volumen molar:

$$P = RT / V_m + \beta / (V_m)^2 + \gamma / (V_m)^3 + \delta / (V_m)^4$$

$$V_m = RT / P + \beta / (RT) + \gamma P / (RT)^2 + \delta P^2 / (RT)^3$$

donde:  $\beta = RT B_0 - A_0 - R_c/T^2$   
 $\gamma = - RTB_{0b} + A_{0a} - R_c B_0/T^2$   
 $\delta = RB_{0bc}/T^2$

siendo T la temperatura absoluta, y R la constante de los gases, en tanto que A<sub>0</sub>, B<sub>0</sub>, a, b y c son constantes características de cada gas. La primera ecuación es más exacta que la segunda. Trabaja bien a presiones hasta de 100 atm y temperaturas de - 150 °C.

Constantes de Beattie-Bridgeman (P en atm, V en L/mol)					
Gas	A <sub>0</sub>	a	B <sub>0</sub>	b	c/10 <sup>4</sup>
H <sub>2</sub>	0.1975	- 0.00506	0.002096	- 0.04359	0.050
N <sub>2</sub>	1.3445	0.002617	0.05046	- 0.00691	4.20
O <sub>2</sub>	1.4911	0.025620	0.04624	0.004208	4.80
Aire	1.3012	0.019310	0.04616	- 0.01101	4.34
CH <sub>4</sub>	2.2769	0.01855	0.05587	- 0.01587	12.83

Elabore una hoja de cálculo o un programa, que permita calcular:

- la presión, conociendo el número de moles, el volumen y la temperatura
- el volumen, conociendo el número de moles, la presión y la temperatura
- calcule la presión para 4.5 moles de Aire, a - 100 °C en un volumen de 2.5 L
- calcule el volumen para 3.8 moles de N<sub>2</sub> a - 0 °C a una presión de 100 atm.

R= 0.8383 L

