



Termodinámica (LFIS 224)

Licenciatura en Física

Profesor: J.R. Villanueva

e-mail: jose.villanueva@uv.cl

Tarea 1

1. ¿Cuáles de las siguientes magnitudes son extensivas y cuáles son intensivas? (a) El momento magnético de un gas. (b) El campo eléctrico \vec{E} en un sólido. (c) La longitud de un alambre. (d) La tensión superficial de una película de aceite. (e) Resistencia eléctrica. (f) Energía cinética. (g) Viscosidad.
2. La densidad del agua en unidades cgs es 1 g/cm^3 . Calcular (a) la densidad en unidades MKS; (b) el volumen específico en m^3/kg ; (c) El volumen específico molar. (d) Hacer los mismos cálculos para el aire, cuya densidad es $1.23 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$. El peso molecular medio del aire es 29; es decir, la masa de 1 kilomol de aire es 29 kg.
3. El *hombre del tiempo* anuncia que la presión atmosférica del momento es de 1005 milibares. ¿Cuál será la presión en (a) atm; (b) Pa; (c) Psi?
4. Si tuviera que construir un barómetro de agua, ¿cuál debería ser el largo mínimo del tubo para medir la presión atmosférica?
5. La temperatura termodinámica del punto de ebullición normal del nitrógeno es 77.35 K. Calcular el valor correspondiente de las temperaturas: (a) Celsius; (b) Rankine, y (c) Fahrenheit.
6. La temperatura termodinámica del punto triple del nitrógeno es 63.15 K. Utilizando los datos del problema anterior, ¿qué diferencia de temperatura existe entre el punto de ebullición y el punto triple del nitrógeno en las escalas: (a) Celsius; (b) Rankine, y (c) Fahrenheit? Indicar la unidad apropiada en cada respuesta.
7. El punto de fusión del oro es 1064°C y el punto de ebullición es 2660°C . Expresa esta temperatura en Kelvin y calcule la diferencia entre estas temperaturas en grados Celsius y en Kelvin.
8. ¿A qué temperatura son iguales las lecturas de un termómetro en Fahrenheit y de uno Celsius?
9. La altura de la columna de mercurio en cierto termómetro de vidrio es de 5 cm cuando el termómetro está en contacto con agua en su punto triple. Consideremos la altura de la columna de mercurio como la propiedad termométrica X y sea θ la temperatura empírica determinada por este termómetro.
 - (a) Calcular la temperatura empírica medida cuando la altura de la columna de mercurio es 6 cm.
 - (b) Calcular la altura de la columna de mercurio en el punto del vapor.
 - (c) Si X puede medirse con una precisión de 0.01 cm, ¿puede utilizarse este termómetro para distinguir entre el punto del hielo y el punto triple? Explique.
10. Una temperatura t^* se define por la ecuación

$$t^* = a\theta^2 + b,$$

en la que a y b son constantes y θ es la temperatura empírica determinada por el termómetro de vidrio del problema anterior.

- (a) Determinar los valores numéricos de a y b si $t^* = 0$ en el punto del hielo y $t^* = 100$ en el punto del vapor.
 - (b) Determinar el valor de t^* cuando la altura de la columna de mercurio es $X = 7$ cm.
 - (c) Determinar la altura de la columna de mercurio cuando $t^* = 50$.
11. Supongamos que la temperatura del punto de vapor se le asigna un valor numérico 100 y que la relación entre dos temperaturas se define por la relación límite, cuando $P_3 \rightarrow 0$ entre las presiones de un gas mantenido a volumen constante. Determinar (a) el mejor valor experimental de la temperatura del hielo en esta escala y (b) el intervalo de temperatura entre los puntos del hielo y del vapor.
 12. Supongamos que se le asigna un valor numérico exactamente igual a 492 a la temperatura del punto del hielo y que la relación entre dos temperaturas se define por el cociente límite, cuando $P_h \rightarrow 0$, de las presiones correspondientes de un gas mantenido a volumen constante. Determinar (a) el mejor valor experimental de la temperatura del hielo en esta escala y (b) el intervalo de temperatura entre los puntos del hielo y del vapor.
 13. Un termómetro de gas a volumen constante registra una presión de 0.062 atm cuando está a una temperatura de 450 K.
 - (a) ¿Cuál es la presión en el punto triple del agua?
 - (b) ¿Cuál es la temperatura cuando la presión es 0.015 atm?
 14. En un termómetro de gas a volumen constante, la presión a 20°C es 0.980 atm.
 - (a) ¿Cuál es la presión a 45°C?
 - (b) ¿Cuál es la temperatura si la presión es 0.5 atm?
 15. Un termómetro de gas a volumen constante se llena con helio. Cuando se sumerge en nitrógeno líquido hirviendo (77.34 K), la presión absoluta es de 25 kPa.
 - (a) ¿Cuál es la temperatura en grados Celsius y Kelvin cuando la presión es de 45 kPa?
 - (b) ¿Cuál es la presión cuando el termómetro se sumerge en hidrógeno líquido hirviendo?
 16. La presión de un gas ideal mantenido a volumen constante viene dada por la ecuación

$$P = AT$$

en donde T es la temperatura termodinámica y A es una constante. Sea T^* una temperatura definida por

$$T^* = B \ln CT$$

en donde B y C son constantes. La presión en el punto triple del agua es $P = 0.1$ atm. Por otro lado, $T^* = 0$ en el punto triple y $T^* = 100$ en el punto del vapor.

- (a) Determinar los valores de A , B y C .
- (b) Determinar el valor de T^* cuando $P = 0.15$ atm.
- (c) Determinar el valor de P cuando $T^* = 50$.
- (d) ¿Cuál es el valor de T^* en el cero absoluto?
- (e) Representar gráficamente T^* en función de la temperatura en Celsius t para $-200^\circ\text{C} < t < 200^\circ\text{C}$.

17. Cuando una soldadura de un par termoeléctrico se mantiene en el punto del hielo y la otra se encuentra a la temperatura Celsius t , la fem \mathcal{E} del par viene dada por una función cuadrática de t :

$$\mathcal{E} = \alpha t + \beta t^2.$$

Si \mathcal{E} se expresa en milivolts, los valores numéricos de α y β para cierto termopar resultan ser

$$\alpha = 0.50, \quad \beta = -1 \times 10^{-3}.$$

- Determinar la fem para $t = -100^\circ\text{C}$, 200°C , 400°C y 500°C , y representar gráficamente \mathcal{E} en función de t .
- Suponer que la fem se toma como una propiedad termométrica y que una escala t^* se define por la ecuación lineal

$$t^* = a\mathcal{E} + b.$$

Sea $t^* = 0$ en el punto del hielo y $t^* = 100$ en el punto de vapor. Determinar los valores numéricos de a y b y representar \mathcal{E} en función de t^* .

- Determinar los valores de t^* cuando $t = -100^\circ\text{C}$, 200°C , 400°C y 500°C , y representar gráficamente t^* en función de t dentro de este intervalo.
 - ¿Es la escala t^* una escala Celsius? ¿Tiene esta escala ventajas o inconvenientes con la IPTS[1]?
18. Un termómetro de gas a volumen constante se calibra en hielo seco (que es dióxido de carbono en estado sólido y tiene una temperatura de -80°C) y en el punto de ebullición del alcohol etílico (78°C). Las dos presiones son 0.900 atm y 1.635 atm.
- ¿Qué valor de cero absoluto produce la calibración?
 - ¿Cuál es la presión en
 - el punto de congelación del agua
 - el punto de ebullición del agua?
19. En una escala de temperatura desconocida, el punto de congelación del agua es -15°D y el punto de ebullición es 60°D . Obtenga la ecuación de conversión lineal entre esta escala de temperatura y la escala Celsius.
20. Suponga que la temperatura (en Kelvin) y la presión en un termómetro de gas ideal se relacionan por medio de una ecuación cuadrática

$$T = aP^2 + bP.$$

Si la temperatura y la presión en el punto triple son T_3 y P_3 , respectivamente, y si la temperatura y la presión en el punto de ebullición del agua son T_B y P_B , respectivamente, determine a y b en función de T_3 , P_3 , T_B y P_B .

21. Los sistemas A , B y C son gases con coordenadas (P_A, V_A) , (P_B, V_B) , (P_C, V_C) . Cuando A y C están en equilibrio térmico se cumple la relación

$$P_A V_A - n b P_A - P_B V_B = 0;$$

cuando están en equilibrio térmico B y C se cumple

$$P_B V_B - P_C V_C + \frac{n\beta P_C V_C}{V_B} = 0, \quad (1)$$

donde n , b y β son constantes.

- (a) ¿Cuáles son las tres funciones que son iguales entre sí en el equilibrio térmico, siendo cada una de ellas igual a T , donde T es la temperatura empírica?
- (b) ¿Cuál es la relación que expresa el equilibrio térmico entre A y B ?
22. Se disuelven 10 g de NaCl y 15 g de azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en 50 g de agua pura. El volumen del sistema resultante es 55 cm^3 .
- (a) ¿Cuáles son los números de moles de los tres componentes del sistema?
- (b) ¿Cuáles son sus fracciones molares?
- (c) ¿Cuál es el volumen molar del sistema?
23. Se mezclan 20 cm^3 de cada una de las siguientes sustancias: alcohol etílico (C_2H_5OH ; densidad: 0.79 g/cm^3), alcohol metílico (CH_3OH ; densidad: 0.81 g/cm^3) y agua (H_2O ; densidad: 1 g/cm^3) ¿Cuáles son los números de moles de los tres componentes del sistema?
24. Los elementos más frecuentes de la naturaleza son mezclas de varios isótopos, y los pesos atómicos dados en las tablas químicas representan el peso atómico medio de la mezcla. Si el análisis termodinámico no tiene que aplicarse a problemas de separación de isótopos, su mezcla puede considerarse como una sola sustancia, y utilizarse el peso atómico medio para calcular el número de moles. En cambio, si presenta interés estudiar la separación de isótopos, cada uno de ellos debe considerarse como un elemento componente independiente, con su propio peso atómico individualizado.
- La composición del litio existente en estado natural es 7.5% de ^6Li (masa atómica= 6.01697) y 92.5% de ^7Li (masa atómica= 7.01822). Hállese el número de moles de cada uno de los isótopos en 1 kg de muestra.
25. Una muestra de 10 g está constituida por 70% molecular de H_2 , 20% molecular de HD (deuteriuro de hidrógeno), y 10% molecular de D_2 . ¿Qué masa adicional de D_2 ha de añadirse si la fracción molar de D_2 en la mezcla final tiene que ser 0.2?
26. ¿Cuál sería la presión, en atm, necesaria para introducir 12 l de aire a 1 atm dentro de una botella de 3 l, a temperatura constante?
27. El aire contenido en un balón de 5 l a 1650 mmHg se conecta con otro recipiente de 2.5 l que contiene aire a 720 mmHg. Calcular la presión final en el sistema, si t permanece constante a 22°C .
28. En un lago profundo se forma una burbuja de aire de 3.2 cm^3 , a una profundidad en la que la temperatura es de 8°C y la presión de 2.45 atm. La burbuja se eleva hasta una profundidad en la que la temperatura es de 19°C y la presión de 1.12 atm. Suponiendo que la cantidad de aire no varía dentro de la burbuja, calcular el nuevo volumen.
29. El aire exhalado contiene 74.5% de N_2 , 15.7% de O_2 , 3.6% de CO_2 y 6.2% de vapor de agua (todos en porcentajes molares). Calcular la densidad del aire exhalado, a 27°C y 1 atm.
30. ¿Qué cantidad de oxígeno hay en un tubo de ensayo de 18 cm^3 a 18°C y 750 mmHg de presión?
31. Se vaporiza un líquido volátil a 87°C y 750 mmHg, en un frasco de 300 cm^3 . El peso del frasco vacío es de 100 g y el peso con vapor, es de 101.97 g. Calcular la masa molar del líquido. ¿Cuál es la densidad del vapor en las condiciones del experimento?
32. Dos jeringas idénticas se llenan con igual volumen de N_2 y de O_2 , respectivamente, a la misma presión y temperatura. ¿Cuál será la relación molar entre los gases? ¿Cuál será la relación en cuanto al número de moléculas entre ambos?. Si la masa de N_2 es de 0.700 g, ¿cuál es la masa del O_2 ?

33. La presión de un neumático de automóvil es de 30 psi y se desea aumentarla a 40 psi, ¿qué cambios deben ocurrir en cuanto a la cantidad de gas? (considere que la temperatura y el volumen del neumático permanecen constantes).
34. Los cartuchos de CO_2 contienen dióxido de carbono líquido. Si la densidad del CO_2 líquido es de 0.80 g/ml, ¿qué volumen de CO_2 líquido sería necesario para inflar un chaleco salvavidas de 4 l, si la temperatura es de 27°C y la presión de 101 kPa?

[1] IPTS: International Practical Temperature Scale