

## Trabajo práctico N° 0

Repaso 9/08/2022

**Problema 1.** En un termómetro de gas a volumen constante se observa que la presión del gas a  $20^{\circ}\text{C}$  es de  $0.98\text{ atm}$ . ¿Cuál será entonces la presión del gas a  $45^{\circ}\text{C}$ ? ¿Cuál será la temperatura medida si la presión del gas es de  $0.5\text{ atm}$ ?

**Problema 2.** Un termo contiene 1 litro de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ . Para tomar unos mates, se desea aumentar la temperatura del agua hasta  $80^{\circ}\text{C}$ .

- ¿Cuánta energía debe entregarse? Expresar el resultado en joules y calorías.
- Si se utiliza un calentador eléctrico de inmersión de potencia  $200\text{ Watt}$  ¿Cuánto tiempo será necesario sumergirlo en el agua? (despreciar el intercambio de energía con el medio ambiente).
- La energía es “generada” en una central hidroeléctrica, transferida a la red eléctrica y luego al calentador y luego al agua. ¿En cuál(es) de estos procesos la transferencia se realiza en forma de calor?
- ¿Se podría calentar el agua hasta la temperatura deseada agitando el termo? ¿Tiene sentido plantear este método alternativo en la práctica? Justificar las respuestas.

**Problema 3.** Un calorímetro de aluminio cuya masa es de  $100\text{ g}$  contiene  $250\text{ g}$  de agua. Estando el calorímetro y el agua en equilibrio térmico a  $10^{\circ}\text{C}$  se colocan dos bloques metálicos dentro del agua. Uno de ellos es una pieza de cobre de  $50\text{ g}$  que está a una temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$ , mientras que el otro bloque, de material desconocido, tiene una masa de  $70\text{ g}$  y se encuentra inicialmente a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ . El sistema completo alcanza el equilibrio, luego de un tiempo, a una temperatura final de  $20^{\circ}\text{C}$ . Determinar el calor específico de la muestra desconocida. Nota: calor específico del cobre  $387\text{ J}/(\text{kg K})$ , calor específico del aluminio  $900\text{ J}/(\text{kg K})$ .

**Problema 4.** Una barra cilíndrica de cobre de  $1\text{ m}$  de longitud y  $5\text{ kg}$  de masa, a una presión de  $1\text{ atm}$  y una temperatura inicial de  $20^{\circ}\text{C}$ , se pone en contacto con una fuente térmica incrementando su temperatura hasta  $80^{\circ}\text{C}$ .

- ¿Qué cantidad de trabajo realiza la atmósfera sobre el sistema durante el proceso de calentamiento? Ayuda: puede considerar la expresión para el trabajo  $W = -P\Delta V$ .
- ¿Qué cantidad de energía se transfiere en forma de calor de la fuente térmica al cobre?
- ¿Cuál es el incremento de la energía interna del cobre?

Nota: El coeficiente de dilatación lineal del cobre es  $\alpha = 1.7 \times 10^{-5}/\text{K}$  y su densidad  $8960\text{ kg}/\text{m}^3$ .

**Problema 5.** ¿Qué volumen ocupa en litros un mol de un gas ideal a CNPT? Nota: CNTP se consideran la temperatura de  $T = 20^{\circ}\text{C}$  y la presión de  $P_{at} = 1\text{ atm}$ .

**Problema 6.** Una botella de un litro de capacidad está abierta en equilibrio con la atmósfera, siendo la presión de  $1\text{ atm}$ . Se succiona entonces dos tercios del aire del interior, y luego se tapa. Si la sección del pico es de  $2\text{ cm}^2$ : ¿Cuál es la fuerza neta que ejerce el aire sobre el tapón una vez alcanzado el equilibrio térmico?

**Problema 7.** Un mol de un gas ideal monoatómico que ocupa un volumen  $V_i$  se expande a presión constante  $P_i$  hasta duplicar su volumen inicial.

- a) Partiendo del mismo estado inicial ¿hasta qué volumen debería expandirse isotérmicamente para que el **trabajo realizado** sobre el gas sea el mismo que en el proceso isobárico?
- b) Partiendo del mismo estado inicial ¿hasta qué volumen debería expandirse isotérmicamente para que absorba la misma cantidad de **calor** que en la transformación isobárica?

**Problema 8.** Un gramo de agua ( $1\text{cm}^3$ ) se transforma en  $1671\text{cm}^3$  de vapor cuando hierve a una presión de 1 atm. ¿Cuál es el trabajo realizado sobre este sistema, y cuál la variación de su energía interna en este proceso?

Nota: calor latente de vaporización del agua:  $L_{vap} = 539\text{cal/g}$

**Problema 9.**

- a) Calcular la cantidad de energía necesaria para convertir 1g de hielo a  $-10^\circ\text{C}$  en vapor de agua a  $100^\circ\text{C}$ . ¿Con qué velocidad debería moverse un cuerpo de 1g de masa para que esa sea su energía cinética?
- b) Un cubito de hielo de 50g se saca de un congelador a  $-10^\circ\text{C}$  y se deja caer dentro de un vaso de agua a  $0^\circ\text{C}$ . Si las paredes del vaso son adiabáticas, ¿cuánta agua se solidificará sobre el cubito?

Nota: calor latente de fusión del hielo  $L_f = 80\text{cal/g}$ , calor específico del hielo  $c_{hielo} = 0.55\text{cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$ .

**Problema 10.** Un cilindro de 4 litros de capacidad total contiene 0.2 moles de un gas diatómico ideal a una temperatura de 300 K. El cilindro se halla aislado térmicamente del exterior y está provisto de un émbolo, también aislante, perfectamente ajustado a su pared lateral. La posición inicial del émbolo es tal que el gas ocupa inicialmente un volumen de un litro.

- a) Se permite que el émbolo se desplace lentamente hasta que el gas ocupa todo el volumen del cilindro. Calcular la temperatura y presión finales del gas, el trabajo realizado sobre el gas en el proceso, la energía transferida al gas en forma de calor y el cambio en su energía interna.
- b) Repetir los cálculos del ítem a) para el caso en que la expansión se lleva a cabo abriendo una válvula en el émbolo (que en este caso se deja fijo), suponiendo que el resto del cilindro está inicialmente vacío. Discutir, para ambos casos, la conservación de la energía del sistema “gas + medio exterior”.

**Problema 11.** De acuerdo con la descripción estándar de la atmósfera, la temperatura y la presión varían con la altura  $z$  respecto del nivel del mar. Debido a que el aire es mal conductor del calor, puede suponerse que la relación entre estas cantidades viene dada por una compresión adiabática<sup>1</sup>.

- a) Suponiendo que el aire es una gas ideal y considerando un cilindro vertical de área arbitraria y rodajas de altura  $\Delta z$  en condiciones de equilibrio, mostrar que la presión varía como:

$$\frac{dp}{dz} = -\frac{p}{T}Mg/R$$

en donde  $M = 28.88$  gr es la masa de un mol de aire y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

---

<sup>1</sup> *Termodinámica* de E. Fermi, pag. 36.

- b) Suponiendo que la presión y la temperatura siguen la relación de compresión adiabática y que las moléculas del aire son diatómicas, mostrar que la temperatura y la presión varían como:

$$T = T_0 - \frac{2Mg}{7R}z$$
$$p = p_0 \left(1 - \frac{2Mg}{7RT_0}z\right)^{7/2}$$

donde  $T_0$  y  $p_0$  son la temperatura y presión a nivel del mar. Ayuda: relacionar el diferencial de  $\ln p$  con el de  $\ln T$  para resolver la ecuación diferencial del inciso a).

- c) Si a nivel del mar  $T_0 = 15^\circ\text{C}$  y  $p_0 = 1\text{atm}$ , calcular la temperatura y la presión atmosférica a 4000m de altura que predice esta teoría.

**Problema 12.** Se colocan 50 g de agua a  $0^\circ\text{C}$  en un congelador, cuyas paredes están a una temperatura aproximadamente constante de  $-10^\circ\text{C}$ . Luego de un tiempo, el sistema alcanza el equilibrio térmico. Calcular el cambio en la entropía del agua (finalmente hecha hielo) y mostrar que ésta disminuye. Mostrar que sin embargo la entropía total del universo aumenta.

**Problema 13.** Un motor toma en cada ciclo 250 J de un foco a 300 K y entrega 200 J a otro foco a 200 K.

- a) ¿Cuál es su rendimiento?
- b) ¿Qué cantidad de trabajo mecánico podría obtenerse en cada ciclo si se tuviera un motor reversible que opere entre estos dos focos térmicos tomando 250 J del foco a 300 K?

**Problema 14.** Una máquina de Carnot funciona entre dos focos térmicos como refrigerador, tomando en cada ciclo 100 J del foco frío y cediendo 150 J al foco caliente.

- a) Determinar la eficiencia del refrigerador, y el rendimiento de una máquina de Carnot que funcione entre estos mismos focos.
- b) Probar que un refrigerador que funcione entre estos focos no puede tener una eficiencia mayor que la calculada en a) sin violar la segunda ley de la termodinámica. Ayuda: acoplar este refrigerador a una máquina de Carnot conveniente.

**Problema 15.** Una máquina térmica trabaja sobre 3 moles de un gas ideal monoatómico, realizando el ciclo reversible ABCD indicado en la figura mostrada más abajo. El proceso AB es adiabático, mientras que el proceso CD es isotérmico.

- a) Usando los datos indicados en la figura, calcular la temperatura, el volumen y la energía interna del gas en los estados A, B, C y D.
- b) Calcular el trabajo realizado sobre el gas en cada etapa del ciclo.
- c) Determinar el rendimiento de esta máquina térmica.
- d) Describir cómo podrían llevarse a cabo experimentalmente cada uno de los procesos, teniendo en cuenta que en todos los casos se trata de procesos cuasiestáticos.

**Problema 16.** Calcular el cambio de entropía que sufre el gas ideal del problema anterior en los subprocesos AB, BC, CD y DA. ¿Cuánto vale este cambio a lo largo de todo el ciclo?

