

## Problemas de Física 4 § Trabajo, Calor y Ley 1 de la Termodinámica

### 1. Energía interna

- Un sistema absorbe  $1.2 \times 10^6$  cal de calor y realiza un trabajo de  $1.7 \times 10^{14}$  ergs sobre el entorno. Determinar el cambio en la energía interna del sistema.
- Repetir el problema anterior, pero ahora el entorno hace un trabajo de  $1.7 \times 10^{14}$  ergs sobre el sistema, y el sistema absorbe  $1.2 \times 10^6$  cal del entorno. ¿Qué tipo de máquina es esta?
- Idem, pero ahora el entorno hace un trabajo de  $1.7 \times 10^{14}$  ergs sobre el sistema, y el sistema entrega  $1.2 \times 10^6$  cal al entorno. ¿Qué tipo de máquina es esta?

### 2. Trabajo y Calor – Procesos Simples

- Un kilogramo de aire inicialmente a 300 K y 100 kPa sufre una transición (cuasiestática) a presión constante, dentro de un cilindro con un pistón móvil. Si la temperatura final es 450 K, determinar el trabajo y el calor que produce este proceso. ( $C_v = \frac{5}{2}R$ ).
- Un kilogramo de aire está confinado en un recipiente de  $0.2 \text{ m}^3$ . La presión inicial es 350 kPa. Al entregarse 120 kJ de calor, la temperatura sube hasta 411.5 K. Encontrar:
  - el trabajo realizado por el sistema.
  - el cambio en la energía interna.
  - el calor específico del gas a volumen constante.
- Aire a una temperatura de  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  se comprime a una presión constante de 1.2 Mpa desde un volumen de  $2 \text{ m}^3$  a un volumen de  $0.4 \text{ m}^3$ . La energía interna disminuye en 4820 kJ.
  - el trabajo realizado por el sistema.
  - el calor transferido al sistema.
  - el calor específico del gas a presión constante.
- Un aparato termoelectrico necesita para funcionar un calor de 20 J/sec, y genera una tensión de 2.5 V y una corriente de 0.6 amp. Supongamos que se encuentra en estado estacionario. Calcular la eficiencia de éste aparato ( $\eta = \frac{\text{potencia de salida}}{\text{potencia de entrada}}$ ).
- Un kilogramo de un gas ideal cuyo calor específico  $c_v = 0.511 \text{ kJ/kg K}$  y su masa atómica es 45, se expande reversible y adiabáticamente. La presión inicial es 620 kPa y el volumen inicial  $0.15 \text{ m}^3$ . El volumen final es  $1 \text{ m}^3$ . Encontrar:
  - la temperatura final.
  - el trabajo realizado por el sistema.
  - el cambio en la energía interna.
  - el calor entregado por el sistema.
- Durante un proceso reversible y adiabático, un sistema cuya energía interna inicial era  $U_i$ , realizó un trabajo  $W$ . ¿Cuánto vale la energía interna del sistema?

---

§<http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4>

- (g) Si el proceso anterior hubiese sido adiabático pero irreversible, ¿qué puede decir de la energía interna? Si la energía interna es una función monótona creciente de la temperatura, ¿la temperatura final será mayor o menor que en el caso reversible?

### 3. Trabajo y Calor – Procesos No–Tan–Simples

- (a) Un gas se halla dentro de un cilindro aislado termicamente, provisto de un pistón trabado, de  $100 \text{ cm}^2$  de área, y que se puede deslizar sin rozamiento. El gas está a  $10 \text{ atm.}$  y la presión exterior es de  $1 \text{ atm.}$  Sobre el pistón hay una pesa de  $100 \text{ gr.}$
- i. Se suelta el pistón y se deja expandir el gas, hasta que el pistón es detenido por otra traba, a  $10 \text{ cm.}$  por encima de la posición inicial.
    - A. ¿Es reversible este proceso?
    - B. ¿Cuánto vale la fuerza que impulsa el pistón hacia arriba en el momento de sacar la primer traba?
    - C. ¿Cuánto vale el trabajo entregado por el gas durante la expansión?
    - D. ¿Cuánto vale la variación de energía interna?
  - ii. Supongamos que el pistón no puede deslizar sin rozamiento, y que la fuerza rozamiento es  $10000 \text{ dinas}$ , repetir el problema anterior.
- (b) Un gas tiene la ecuación de estado

$$p = \frac{RT}{V} \left(1 + \frac{aT}{V}\right),$$

siendo su energía interna de la forma:

$$U(V, T) = U_0(T) + \frac{RaT^2}{V};$$

- i. hallar el trabajo entregado por el gas durante una expansión isotérmica reversible, desde  $V_0$  hasta  $3V_0$ .
- ii. ídem durante una expansión isotérmica contra una presión constante  $p_0$ , desde  $V_0$  hasta  $3V_0$ .
- iii. hallar la variación de la energía interna y el calor absorbido por el gas en los dos casos anteriores.

### 4. Problemas Adicionales

- (a) Elegir la respuesta correcta:

(a)  $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \frac{c_p - c_v}{\beta v} + p$    (b)  $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \frac{\beta v}{c_p - c_v} - p$    (c)  $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \frac{c_p - c_v}{\beta v} - p$    (d) ninguna de las anteriores

- (b) Elegir la respuesta correcta:

(a)  $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_S = \frac{c_v - c_p}{\beta v c_v}$    (b)  $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_S = \frac{c_v - c_p}{\kappa v c_v}$    (c)  $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_S = \frac{c_p - c_v}{\beta v c_v}$    (d) ninguna de las anteriores

- (c) Dado un gas que cumple con  $(a, b > 0)$ :

$$p = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v^2}$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_T = \frac{a}{v^2}$$

es correcta la siguiente relación:

- (a)  $c_v - c_p = R$  (b)  $c_p - c_v > R$  (c)  $c_p - c_v < R$  (d) ninguna de las anteriores

(d) Sea

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}.$$

Un proceso adiabático, para un gas ideal, está regido por la ecuación:

- (a)  $Tv^{\gamma+1} = C$  (b)  $pv^{\gamma+1} = C$  (c)  $Tp^{\gamma+1} = C$  (d) ninguna de las anteriores

(e) Un mol de gas ideal ocupa un volumen de 10 l. Se realiza una expansión isotérmica a temperatura  $T = 77^\circ\text{C}$  en la cual dobla su volumen.

i. El trabajo que realiza el gas es aproximadamente:

- (a) 443 J (b) -2 kJ (c) 2 kJ (d) -443 J (e) ninguna de las anteriores

ii. Calcular el mismo trabajo, pero ahora se trata de aire, considerado como un gas de Van der Waals. El trabajo es

- (a) mayor que en el gas ideal (b) menor (c) igual (d) no se pueden comparar

5. El siguiente problema describe un método para medir el coeficiente  $\gamma = c_p/c_v$  en un gas. El gas está confinado en un recipiente vertical cilíndrico que soporta un émbolo, de masa  $m$ . El émbolo y el cilindro tienen la misma sección transversal  $A$ . Cuando el émbolo está en equilibrio (a presión atmosférica  $p_{\text{atm}}$ ) el volumen ocupado por el gas es  $V_0$ . Se desplaza el émbolo ligeramente de su posición de equilibrio provocando oscilaciones alrededor de esta, cuya frecuencia es  $\nu$ . Las oscilaciones del émbolo son consideradas suficientemente lentas como para que el gas permanezca siempre en equilibrio interno, pero lo bastante rápidas como para que este no pueda intercambiar calor con el exterior (o sea, se aproximan los procesos como adiabáticos reversibles). Con estas suposiciones, se puede encontrar  $\gamma = \gamma(m, g, A, p_{\text{atm}}, V_0, \nu)$ .