

SERIE 3: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

1. Un sistema consiste en un resorte cuyas variables termodinámicas son la elongación x , la temperatura absoluta T y la fuerza F que ejerce el resorte. La ecuación de estado y la energía están dados por:

$$F = -kx + b\mu T$$

$$E = \frac{1}{2}kx^2 + cT$$

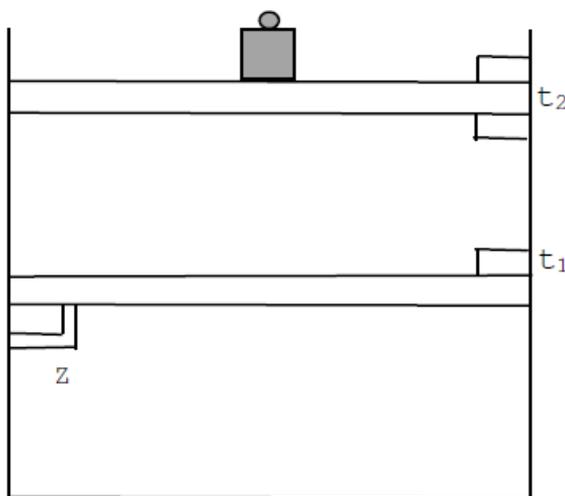
donde $\mu = 2 \cdot 10^5 \text{ dinas/cm}$, $b = 0.025 \text{ cm/K}$, $c = 1 \text{ J/K}$

- Cuánto vale la capacidad calorífica del resorte a $x = cte$?
 - Idem, pero a $F = cte$.
 - Halle la ecuación de las adiabáticas del resorte.
 - Inicialmente, no hay fuerzas externas aplicadas al resorte. En un cierto instante, se aplica sobre el mismo una fuerza de $300\vec{g}$, manteniéndose al resorte en contacto con una fuente térmica a $300^\circ K$. Calcular la variación de energía y el calor absorbido por el resorte.
2. Una bolita de masa m y cuyo calor específico de $0.1 \text{ cal/g}^\circ C$ cae desde una altura $h = 19.5m$, en un lugar donde la aceleración de la gravedad vale $g = 980 \text{ cm/s}^2$, sobre un plano horizontal más o menos elástico. La bolita rebota, se eleva a una altura h/n y se calienta. El plano no se calienta ni adquiere una deformación permanente. Calcular el aumento de temperatura de la bolita, suponiendo que su energía interna varía de la forma $\Delta U = c\theta$, siendo c la capacidad calorífica y θ la variación de temperatura. Analizar los valores que puede tomar n y los valores máximos y mínimos posibles de θ .
3. Se tiene un sistema simple descrito por las variables termodinámicas x y T . Se conoce que para cada valor de x mantenido constante, la energía interna del sistema es una función monótona creciente de T : U

$$U = x_0(T) \quad \text{para } x = x_0 \quad (1)$$

- El sistema pasa del estado $A (x_A, T_A)$ a otro con $x = x_B$ en forma adiabática reversible, realizando un trabajo W_I . Cuánto vale la energía interna del sistema?
 - Si el sistema hubiese pasado del mismo estado A a tener el mismo x_B en forma adiabática pero irreversible, entregando un trabajo $W_{II} < W_I$. Cuánto habría variado la energía interna del sistema? óLa temperatura final alcanzada sería igual, mayor o menor que en (a)?
4. Un gas se halla dentro de un cilindro, provisto de un pistón sin peso que puede deslizar sin frotamiento, de 100 cm^2 de área. Tanto el cilindro, como el pistón son aislantes perfectos del calor. Sobre el pistón hay un peso de $100g$. El gas se halla a la presión de 10 atm y el pistón es mantenido inmóvil por medio de una traba (t_1 en la figura). La presión exterior es de 1 atm .
- En cierto instante se saca la traba t_1 , expandiéndose el gas hasta que el pistón es detenido por la traba t_2 , la cual se halla a 10cm por encima de t_1
 - ¿Es reversible este proceso?
 - ¿Cuánto vale la fuerza que impulsa el pistón hacia arriba en el instante de quitar la traba t_1 ?

- iii. ¿Cuánto vale el trabajo entregado por el gas durante la expansión? ¿Puede usarse la expresión $W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$, siendo p la presión termodinámica del gas? ¿Por qué?
- (b) Si ahora, en lugar que el pistón pueda deslizar sin frotamiento, se coloca una zapata de freno sumergida en el gas, que roza contra la pared interior del cilindro con una fuerza de 10000 dinas.
- ¿Cuánto valdrá ahora la fuerza que acelera el pistón hacia arriba en el instante de sacar la traba t_1
 - ¿Cuánto vale el trabajo entregado por el gas?
 - ¿Cuánto vale la variación de energía interna del gas en los casos a y b?



Z: zapata de freno a considerar solo para el punto b. Para el punto a no existe.

5. Un gas tiene la siguiente ecuación de estado:

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

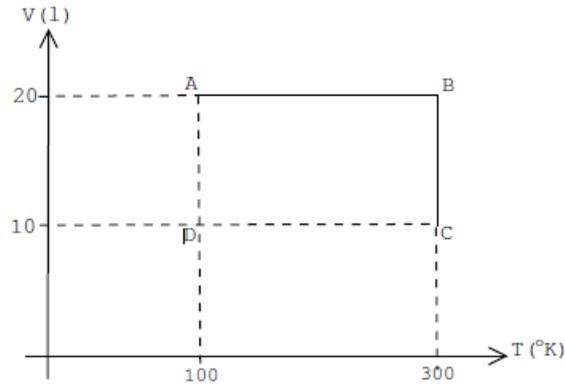
siendo su energía interna de la forma:

$$E(T, V) = E_0(T) - \frac{RaT^2}{V} \quad (a = cte)$$

- Hallar el trabajo entregado por el gas durante una expansión isotérmica reversible desde V_0 hasta $3V_0$
 - Idem, durante una expansión isotérmica contra una presión exterior constante P_0 , desde V_0 hasta $3V_0$
 - Q y ΔE en ambos casos.
6. Halle la ecuación de las adiabáticas para un gas de van der Waals $\left(p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$ siendo el diferencial de energía $dU = C_V dT + n^2 \frac{a}{V^2} dV$.
7. Un mol de gas diatómico ($U = cte + 5RT/2$) es llevado de un estado inicial cuya temperatura y volumen son respectivamente, $291K$ y $21000cm^3$, a un estado final en el cual la temperatura y volumen son $305K$ y $12000cm^3$. La transformación está representada en el plano pV por una línea recta.
- ¿Es reversible la transformación? ¿Por qué?

(b) Encontrar el trabajo realizado y el calor absorbido por el sistema.

8. Un mol de gas diatómico ($U = cte + 5RT/2$), realiza el proceso ABC. Calcule:



- (a) El trabajo W realizado por el gas, la variación ΔU de energía interna y el calor absorbido Q para los procesos AB y BC.
- (b) ¿Cuál es la variación de energía interna al pasar del estado C al A?
- (c) Si al ir de C a A por un camino especificado, el gas realiza un trabajo $W = -10J$, ¿cuál es el calor absorbido en ese proceso?

9. Se comprime un mol de aire desde $p = 1\text{atm}$, $T = 273\text{K}$ en forma reversible e isotérmica hasta reducir su volumen a la mitad, y luego se expande adiabática y reversiblemente hasta su presión inicial. Hallar:

- (a) El trabajo total realizado por el gas.
- (b) El calor total que ha sido entregado al gas.
- (c) La variación de energía interna.
- (d) La temperatura final.
- (e) Graficar el proceso en el plano pV