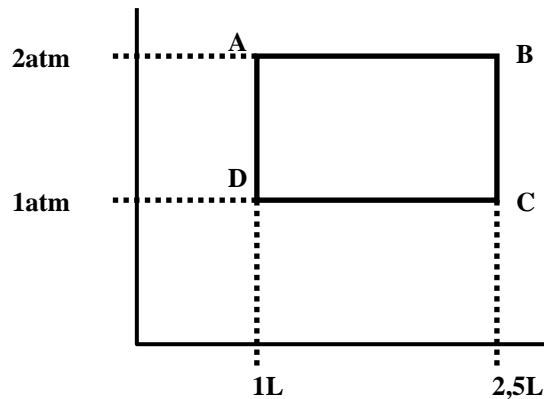


3. TERMODINÁMICA. PROBLEMAS I: PRIMER PRINCIPIO

Problema 1. Un gas ideal experimenta un proceso cíclico A-B-C-D-A como indica la figura. El gas inicialmente tiene un volumen de 1L y una presión de 2 atm y se expandiona a presión constante hasta que su volumen es 2,5 L, después de lo cual se enfría a volumen constante hasta que su presión es 1 atm. Entonces se comprime a presión constante hasta que su volumen es de nuevo 1 L. Finalmente se calienta a volumen constante hasta volver a su estado original. Determinar el trabajo total realizado por el gas.



Solución: $W = 152J$

Problema 2. ¿Cuánto calor es necesario suministrar para transformar 1,5 Kg de hielo a $-20^{\circ}C$ y 1atm en vapor? **Datos:** $c_{agua} = 4,18 \frac{KJ}{Kg \cdot K}$; $c_{hielo} = 2,05 \frac{KJ}{Kg \cdot K}$; $L_f (1atm) = 333,5 \frac{KJ}{Kg}$; $L_v (1atm) = 2257 \frac{KJ}{Kg}$.

Solución: $E = 4,58MJ$

Problema 3. Una jarra de limonada de 2 litros ha permanecido todo el día sobre una mesa de picnic a $33^{\circ}C$. En un vaso de corcho blanco echamos 0,24 Kg de limonada y dos cubitos de hielo (cada uno de 0,025 Kg a $0^{\circ}C$). (a) Suponiendo que no hay pérdidas de calor a través de las paredes del vaso, ¿cuál será la temperatura final de la limonada? (b) ¿Cuál sería la temperatura final si añadimos 6 cubitos de hielo?

Supóngase que la limonada tiene la misma capacidad calorífica del agua. **Datos:** $c_{agua} = 4,18 \frac{KJ}{Kg \cdot K}$;

$L_f (1atm) = 333,5 \frac{KJ}{Kg}$. **Solución:** (a) $T = 13,6^{\circ}C$; (b) $T = 0^{\circ}C$.

Problema 4. Se colocan 10 g de N_2 en un cilindro, a $27^{\circ}C$ y 2 atm, cerrado mediante un pistón que puede deslizarse sin rozamiento. Se pone en contacto con el medio ambiente que se encuentra a dicha temperatura y a 1 atm de presión hasta que se establece el equilibrio y a continuación se le somete a los siguientes procesos:

- Se sumerge en un baño de agua y hielo hasta alcanzar el equilibrio.
- Se le aplica lentamente una fuerza variable (reversible) hasta reducir su volumen a la mitad.
- Se sujeta el pistón y se extrae el cilindro del baño hasta que adquiera de nuevo el equilibrio térmico con el ambiente.
- Se deja libre el pistón hasta que adquiera de nuevo el equilibrio termodinámico con el ambiente (proceso irreversible)

Admitiendo que el N_2 se comporta como un gas ideal dibújese el proceso en el diagrama P-V y calcúlese Q, W y ΔU para cada una de las etapas.

(Dato: $P_{\text{atómico}}(N) = 14$)

Solución: Etapa 1-2: $Q = -282,15J$; $W = -80,6J$; $\Delta U = -201,55J$. Etapa 2-3: $Q = -565J$; $W = -565J$; $\Delta U = 0$. Etapa 3-4: $Q = 201,55J$; $W = 0$; $\Delta U = 201,55J$. Etapa 4-1: $Q = 448J$; $W = 448J$; $\Delta U = 0$.

Problema 5. Un mol de un gas ideal monoatómico se calienta a volumen constante desde 300K a 600 K. Determinar: a) el incremento de energía interna, el trabajo realizado y el calor absorbido y b) determinar las cantidades de esas formas de energía en el caso de que el gas se caliente de 300 a 600 K a presión constante.

Solución: a) $W = 0$, $\Delta U = Q = 900cal$; b) $W = 600cal$, $\Delta U = 900cal$, $Q = 1500cal$.

Problema 6. 65 g de Xenón se mantienen en un recinto a 2 atm y 298 K. Se efectúa una expansión adiabática a) reversiblemente hasta la presión de 1 atm y b) irreversiblemente contra la presión de 1 atm. Determinése la temperatura final en cada caso.

Solución: a) $T = 225.8K$; b) $T = 238.4K$.

Problema 7. Se expandiona adiabáticamente y de manera reversible un gas perfecto diatómico desde un volumen de 2l a presión de 2 atm y temperatura de 300 K hasta su temperatura final sea la cuarta parte de la inicial. Determinar: a) volumen y presión finales y b) trabajo y variación de la energía interna de la transformación.

Solución: a) $V = 64l$, $P = 15.625 \times 10^{-3} atm$; b) $\Delta U = -W = 183cal$.

Problema 8. Se realiza una transformación isoterma en un gas perfecto, desde un volumen de 10 l, presión de 5 atm a la temperatura de 300 K hasta que se reduce el volumen a la mitad. Calcular: a) la presión final del gas; b) número de moles; c) trabajo y calor en la transformación y d) variación de la entropía de la transformación.

Solución: a) $P = 10atm$; b) $n = 2moles$; c) $Q = W = -845cal$; d) $\Delta S = -2,8cal / K$.

Problema 9. Un cilindro de sección de 10 cm^2 y de altura de 20 cm contiene un gas ideal diatómico a una atmósfera y $27^\circ C$. Un émbolo tapa del cilindro.

- Sobre el émbolo apoyamos una pesa de 10 Kg que comprime el gas de manera adiabática.
- Luego dejamos tiempo abundante para que el gas recupere la temperatura inicial.
- Entonces se quita la pesa y el gas se expande de manera adiabática.
- Dejamos de nuevo que el gas recupere su temperatura inicial.

Representar los cuatro procesos (a, b, c, d) en un diagrama P – V y calcular los valores P, V y T de los puntos extremos de cada proceso. Hallar los calores absorbidos y cedidos por el gas.

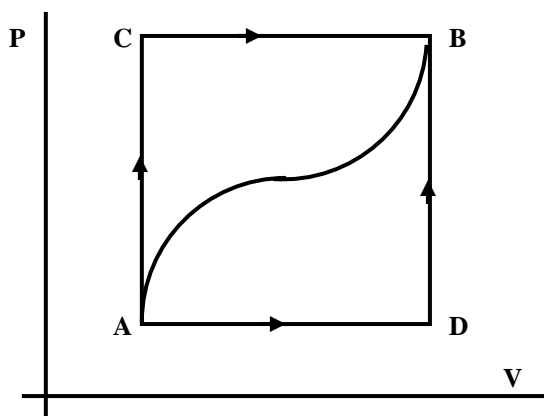
Solución: Estado 1: $P = 1atm$, $V = 0.2l$, $T = 300K$. Estado 2: $P = 1.97atm$, $V = 0.12l$, $T = 355K$
Estado 3: $P = 1.97atm$, $V = 0.1l$, $T = 300K$. Estado 4: $P = 1atm$, $V = 0.16l$, $T = 240K$
 $Q_{4 \rightarrow 1} = 3.4cal$; $Q_{2 \rightarrow 3} = -3.1cal$.

Problema 10. Un recipiente de 20 l contiene un gas diatómico a la presión de 120 atm y la temperatura de $20^\circ C$. Se hace una transformación reversible hasta alcanzar los 40 l. Determinar: a) la masa del gas contenido en el recipiente, si el gas es nitrógeno; b) el trabajo realizado, el incremento de energía interna,

el calor suministrado y la presión y temperatura finales si la transformación es isoterma y c) lo mismo si la transformación es adiabática.

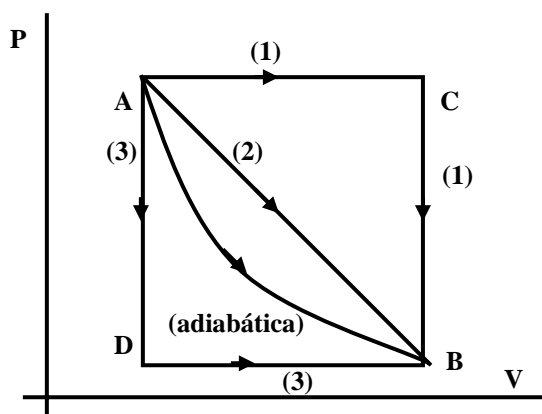
Solución: a) $m = 2,8 \times 10^3 \text{ g}$; b) $W = Q = 4 \times 10^4 \text{ cal}$, $\Delta U = 0$; c) $\Delta U = -W = -3,5 \times 10^4 \text{ cal}$, $Q = 0$.

Problema 11. Cuando se lleva un sistema desde el estado A al B a lo largo del camino ACB se comunica al sistema una cantidad de calor equivalente a 80 J, realizando el sistema 30 J de trabajo. Determinar: a) Calor recibido por el sistema a lo largo del camino ADB si el trabajo que realiza es de 10 J; b) el sistema vuelve del estado B al A por el camino curvo. El trabajo que se entrega al sistema es de 20 J. El sistema ¿absorbe o cede calor?, ¿cuánto? y c) si $U_A = 0$ y $U_D = 40 \text{ J}$, calcular el calor absorbido en las transformaciones AD y DB.



Solución: a) $Q = 60 \text{ J}$ b) $Q = -70 \text{ J}$; c) $Q_{AD} = 50 \text{ J}$, $Q_{DB} = 10 \text{ J}$.

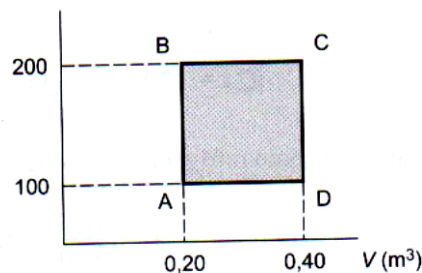
Problema 12. Un sistema dado es tal que en un cambio adiabático cuasiestático en el volumen para un número de moles constante da lugar a un cambio en la presión según la ecuación $P^3V^5 = cte$. Calcular el trabajo cuasiestático realizado sobre el sistema y el calor neto aportado al mismo en cada uno de los procesos de la figura. Cada proceso se inicia en el estado A (32 atm, 1 litro) y acaba en el estado B (1atm, 8 litros).



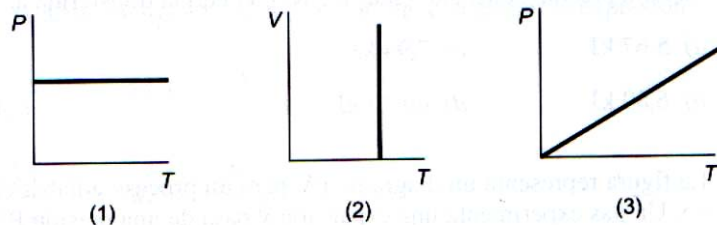
Solución: $W_1 = 2,3 \times 10^4 \text{ J}$, $Q_1 = 19,4 \times 10^3 \text{ J}$; $W_2 = 1,2 \times 10^4 \text{ J}$, $Q_2 = -2,4 \times 10^4 \text{ J}$;
 $W_3 = 713,6 \text{ J}$, $Q_3 = -2,9 \times 10^3 \text{ J}$; $W_{\text{adiabático}} = 3,6 \times 10^3 \text{ J}$, $Q_{\text{adiabático}} = 0$.

CUESTIONES: En las siguientes cuestiones solo uno de los enunciados es verdadero. Señala cuál es el enunciado correcto:

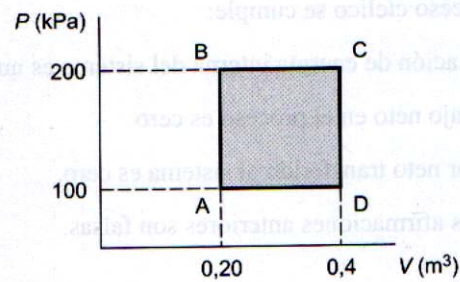
1. La figura representa un diagrama PV para un gas ideal podemos afirmar:
 - a) El trabajo en el proceso ABC es el mismo que en el proceso ADC
 - b) Al pasar de C a D no hay trabajo de expansión
 - c) El trabajo en el proceso AB es 40 kJ
 - d) El trabajo en el proceso ADC es 40 kJ



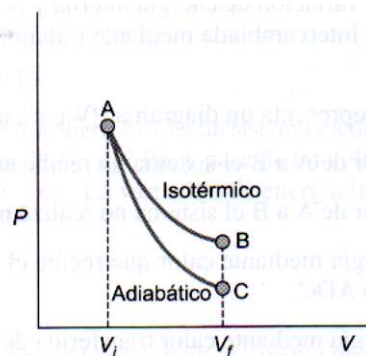
2. Los gráficos se refieren a transformaciones de una masa determinada de un gas. Se trata de procesos:
 - a) (1) isotérmico, (2) isobárico, (3) isócoro
 - b) (1) isobárico, (2) isotérmico, (3) isócoro
 - c) (1) isócoro, (2) isotérmico, (3) isobárico
 - d) (1) isobárico, (2) isócoro, (3) isotérmico



3. En una expansión isotérmica de un gas ideal:
 - a) No hay trabajo de expansión y la energía interna permanece constante
 - b) No se intercambia energía mediante calor ni mediante trabajo
 - c) La variación de energía interna es igual a la energía intercambiada mediante trabajo
 - d) No hay variación de energía interna y la energía intercambiada mediante calor es igual a la energía intercambiada mediante trabajo, pero de signo contrario
4. La figura representa un diagrama PV para un gas ideal, podemos afirmar:
 - a) Al pasar de A a B el sistema no recibe energía mediante calor
 - b) Al pasar de A a B el sistema no realiza ningún trabajo, pero recibe energía mediante calor
 - c) La energía mediante calor recibe el sistema en el proceso ABC es la misma que en el proceso ADC
 - d) La energía mediante calor transferida del sistema al exterior o del exterior al sistema cuando el sistema efectúa el proceso ABC y luego vuelve a A por el camino CDA es cero



5. El trabajo neto realizado por un gas en un proceso cíclico ha sido $W = -640 \text{ J}$. La transferencia de calor entre el sistema y el exterior ha sido:
- 640 J
 - 0
 - 640 J
 - 320 J
6. Un gas ideal que se encuentra dentro de un recipiente de paredes rígidas se calienta y recibe una energía Q mediante calor, la variación de energía interna es:
- cero
 - mayor que Q
 - menor que Q
 - Q
7. La figura representa un diagrama PV para un proceso adiabático y para un proceso isotérmico. Un gas experimenta una expansión y pasa de una presión P_1 a una presión inferior P_2 . De la figura podemos decir que el trabajo de expansión:
- es mayor en el proceso isotérmico
 - es mayor en el proceso adiabático
 - es igual en ambos procesos
 - no podemos comparar los trabajos en estos procesos si no conocemos los datos numéricos



8. En un proceso cíclico se cumple:
- la variación de energía interna del sistema es nula
 - el trabajo neto en el proceso es cero
 - el calor neto transferido al sistema es cero
 - las tres afirmaciones anteriores son falsas