Termodinámica . Solucionario

1- A 2 moles de un gas perfecto monoatómico se le suministra calor para aumentar su temperatura en 50 K. El procedimiento se realiza de dos formas diferentes, a) manteniendo constante el volumen Q_V y b) manteniendo constante la presión Q_P La relación Q_p/Q_v es:

1) $\frac{1}{3}R$ 2) $\frac{2}{3}R$ 3) $\frac{4}{3}R$ 4) $\frac{5}{3}R$

A volumen constante $Q_V = n\,C_V\,\Delta T$, A presión constante $Q_P = n\,C_P\,\Delta T$

$$\frac{Q_P}{Q_V} = \frac{C_P}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

Opción 4

2.-El oxígeno es un gas real cuya capacidad calorífica molar se expresa mediante la forma polinómica: $C_P = 6{,}095 + 3{,}253.10^{3}\,T - 1{,}017.10^{-6}T^{2}\ \frac{cal}{mol\cdot K}$ *.Un mol de oxígeno se calienta a presión constante de 300 K a 800 K. El calor recibido es Q_r. Si se hace el cálculo considerando al gas como ideal el valor obtenido se representa por Q_i . El error en % entre el valor Q_i y Q_r respecto de Q_r es*:

1) 7,94% 2) 6,94% 3) 5,94% 4) 4,94%

$$Q_r = \int_{300}^{800}\left(6{,}095 + 3{,}253\cdot 10^{-3}\,T - 1{,}017\cdot 10^{-6}\,T^2\right)dT = 6{,}095\ T\Big|_{300}^{800} + 3{,}253\cdot 10^{-3}\,\frac{T^2}{2}\Big|_{300}^{800} - 1{,}017\cdot 10^{-6}\,\frac{T^3}{3}\Big|_{300}^{800} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_r = 6{,}095\cdot(800-300) + \frac{3{,}253\cdot 10^{-3}}{2}\cdot\left(800^2 - 300^2\right) - \frac{1{,}017\cdot 10^{-6}}{3}\cdot\left(800^3 - 300^3\right) = 3{,}78.10^3\,cal$$

$$Q_i = 1\,mol\cdot\frac{7}{2}\cdot 8{,}31\,\frac{J}{mol\cdot K}\cdot(800-300)K = 14{,}54.10^3\,J = 3{,}48.10^3\,cal$$

$$\varepsilon = \left|\frac{3{,}48.10^3 - 3{,}78.10^3}{3{,}78.10^3}\right| = 0{,}0794 = 7{,}94\ \%$$

Opción 1

3.- Un mol de un gas ideal ejecuta un proceso en el que la presión del gas es directamente proporcional al volumen. Si se supone que su capacidad a volumen constante C_v no depende de la temperatura. Su capacidad calorífica molar C en función de C_V y C_P es

1) $\dfrac{C_P + C_v}{4}$ 2) $\dfrac{C_P + C_v}{3}$ 3) $\dfrac{C_P + C_v}{2}$ 1) $\dfrac{C_P + C_v}{\sqrt{2}}$

.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \;\; ; \;\; \Delta U = Q + W \;\; ; \;\; W = -\int_{V_1}^{V_2} P\, dV = -\int_{V_1}^{V_2} kV\, dV = -\left.\frac{kV^2}{2}\right|_{V_1}^{V_2} = -\frac{k}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right)$$

$$Q = C_V \Delta T + \frac{k}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) \;\; ; \;\; k\, V \cdot V = R\, T \;\; ; \;\; Q = C_V \Delta T + \frac{k}{2}\left(\frac{R\, T_2}{k} - \frac{R\, T_1}{k}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \; Q = C_V \Delta T + R\left(\frac{T_2 - T_1}{2}\right) = C_V \Delta T + \left(C_P - C_V\right) \cdot \left(\frac{\Delta T}{2}\right) = \Delta T\left(C_V + \frac{C_P - C_V}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \; C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\Delta T\left(C_V + \dfrac{C_P - C_V}{2}\right)}{\Delta T} = \frac{C_P + C_V}{2}$$

Opción 3

4.- Un mol de un gas ideal cambia su volumen determinado por la relación $pV^2 = \text{Constante}$. *Su capacidad calorífica molar es;*

1) $2C_V - C_P$ 2) $\dfrac{2C_V - C_P}{2}$ 3) $\dfrac{2C_V - C_P}{3}$ 4) $\dfrac{2C_V - C_P}{5}$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \; ; \; \Delta U = C_V\, \Delta T = Q + W \; ; \; W = -\int_{V_1}^{V} P\, dV = -\int_{V_1}^{V} \frac{k}{V^2}\, dV = -\left(-\frac{k}{V}\right)_{V_1}^{V_2} = \frac{k}{V_2} - \frac{k}{V_1} \; ;$$

$$Q = C_V\left(T_2 - T_1\right) - W = C_V\left(T_2 - T_1\right) - \left(\frac{k}{V_2} - \frac{k}{V}\right) \;\; ; \;\; pV^2 = k \; ; \; pV = RT \Rightarrow \frac{pV^2}{pV} = \frac{k}{R\, T} \Rightarrow$$

$$Q = C_V\left(T_2 - T_1\right) - \left(\frac{R\, T_2 V_2}{V_2} - \frac{R\, T_1 V_1}{V_1}\right) \;\; ; \;\; C = \frac{C_V\left(T_2 - T_1\right) - R\left(T_2 - T_1\right)}{T_2 - T_1} \Rightarrow$$

$$C = C_V - R = C_V - \left(C_P - C_V\right) = 2\, C_v - C_p$$

Opción 1

5.- Un mol del gas nitrógeno es igual a 28 g. La relación de sus calores específicos es $\gamma = 1{,}41$. *Los valores de sus capacidades molares expresados en el Sistema Internacional son*

Nota .- $R = 0{,}082\ \dfrac{atm \cdot L}{mol\ K}$; $1atm = 101325\ Pa$

1) $C_P = 20{,}3$; $C_V = 10$ 2) $C_P = 10$; $C_V = 20{,}3$

3) $C_P = 28{,}6$; $C_V = 20{,}3$ 4) $C_P = 20{,}3$; $C_V = 28{,}6$

$$R = \frac{0{,}082 \cdot 101325\ \dfrac{N}{m^2} \cdot 10^{-3}\ m^3}{mol \cdot K} = 8{,}31\ \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$\frac{C_P}{C_V} = 1{,}41\ ;\ \frac{C_P}{C_P - R} = 1{,}41 \Rightarrow C_P = 1{,}41\ C_P - 1{,}41 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_P = \frac{1{,}41 R}{0{,}41} = \frac{1{,}41 \cdot 8{,}31}{0{,}41} = 28{,}6\ \frac{J}{mol \cdot K}\quad ;\ C_V = C_P - R = 28{,}6 - 8{,}31 = 20{,}3\ \frac{J}{mol \cdot K}$$

Opción 3

6.-El helio se comporta como un gas ideal monoatómico.12 litros de este gas a la presión de 4 atmósferas evoluciona a presión constante hasta un volumen de 20 litros. La variación de energía interna, expresada en kJ es:

1)1,9 2)2,9 3)3,9 4)4,9

$$\Delta H = n\,C_p\,(T_F - T_I)\ ;\ \Delta H = \Delta U + p\,(V_F - V_I) \Rightarrow \Delta U = n\,C_P\,(T_F - T_I) - p\,(V_F - V_I)$$

$$P\,V_I = n\,R\,T_1 \Rightarrow T_I = \frac{P\,V_I}{n\,R}\ ;\ T_F = \frac{P\,V_F}{n\,R} \Rightarrow T_F - T_I = \frac{p\left(V_F - V_I\right)}{n\,R}$$

$$\Delta U = n\,C_P\,\frac{p\left(V_F - V_I\right)}{n\,R} - p\left(V_F - V_I\right) = p\left(V_F - V_I\right)\left(\frac{C_P}{R} - 1\right) = 4\,atm \cdot 8.10^{-3} m^3.\left(\frac{\frac{5}{2}R}{R} - 1\right) \Rightarrow$$

$$\Delta U = 3{,}2.10^{-2}\ atm \cdot m^3 \cdot \left(\frac{5}{2} - 1\right) = 3{,}2.10^{-2}\ 101{,}3\frac{k\,N}{m^2} \cdot m^3 \cdot \frac{3}{2} = 4{,}9\,kJ \qquad \textbf{Opción 4}$$

:

***7.-** 1,2 kg de argón que se encuentra a p = 1 atm se calienta desde 0ºC a 4ºC, suministrando al gas 2428 J de calor. 10 litros del gas a la presión de 12 atm se enfrían desde 100 ºC a 5 ºC y se ceden al ambiente 4618 J. La masa molar del argón es M =39,94 g/mol .El valor de γ para este gas es:*

1) 1,33 2) 1,53 3) 1,63 4) 1,83

$$2428\ \mathrm{J} = \frac{1200\ \mathrm{g}}{39{,}94\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} \cdot C_p \cdot 4\mathrm{K} \ \Rightarrow\ C_P = \frac{2428 \cdot 39{,}94}{1200 \cdot 4}\ \frac{\mathrm{J}\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}{\mathrm{g} \cdot \mathrm{K}} = 20{,}2\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{12\ \mathrm{atm} \cdot 10\ \mathrm{L}}{0{,}082\ \frac{\mathrm{atm.L}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}} \cdot 373\ \mathrm{K}} = 3{,}92\ \mathrm{mol}\ \ ;$$

$$4618\ \mathrm{J} = 3{,}92\ \mathrm{mol} \cdot C_V \cdot 95\ \mathrm{K} \ \Rightarrow\ C_V = \frac{4618\ \mathrm{J}}{3{,}92\ \mathrm{mol} \cdot 95\ \mathrm{K}} = 12{,}4\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol} \cdot \mathrm{K}}$$

$$\gamma = \frac{20{,}2}{12{,}4} = 1{,}63 \qquad \textbf{Opción 3}$$

8.-*Una mezcla está compuesta por 14 g de nitrógeno y 12 g de helio. Las masas molares de estos gases son respectivamente: $M_{nitrógeno}$ =28 g/mol, M_{helio} =4 g/mol. Los dos gases se comportan como perfectos. El valor de γ de la mezcla y sus calores específicos son:*

1) $\gamma = 1{,}55$; $c_{VM} = 1{,}83 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$; $c_{PM} = 2{,}45 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$

2) $\gamma = 1{,}61$; $c_{VM} = 1{,}83 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$; $c_{PM} = 2{,}45 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$

3) $\gamma = 1{,}65$; $c_{VM} = 1{,}83 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$; $c_{PM} = 2{,}25 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$

4) $\gamma = 1{,}65$; $c_{VM} = 1{,}93 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$; $c_{PM} = 2{,}25 \dfrac{J}{g \cdot {}^oC}$

Moles de N_2= 14/28= 0,5 ; Moles de He=12/4= 3

$$C_V(N_2) = \frac{5}{2}R \; ; \; C_p(N_2) = \frac{7}{2}R \qquad C_V(He) = \frac{3}{2}R \; ; \; C_p(He) = \frac{5}{2}R$$

$$U_M = U_{N2} + U_{He} \Rightarrow C_{VM} \cdot 3{,}5 \cdot T = 0{,}5 \cdot \frac{5}{2} R \cdot T + 3 \cdot \frac{3}{2} R \cdot T \Rightarrow C_{VM} = \frac{0{,}5 \cdot \frac{5}{2}R + 3 \cdot \frac{3}{2}R}{3{,}5} = 1{,}64\,R$$

$$C_{VM} = 1{,}64 \cdot 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K} = 13{,}6 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$H_M = H_{N2} + H_{He} \Rightarrow C_{PM} \cdot 3{,}5 \cdot T = 0{,}5 \cdot \frac{7}{2} R \cdot T + 3 \cdot \frac{5}{2} R \cdot T \Rightarrow C_{PM} = \frac{0{,}5 \cdot \frac{7}{2}R + 3 \cdot \frac{5}{2}R}{3{,}5} = 2{,}64\,R$$

$$C_{PM} = 2{,}64 \cdot 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K} = 21{,}9 \frac{J}{mol \cdot K}$$

$$\frac{3{,}5\,mol}{14g + 12\,g} = \frac{1\,mol}{M} \Rightarrow M = 7{,}43 \frac{g}{mol_{\,mezcla}}$$

$$\gamma_M = \frac{C_{PM}}{C_{VM}} = \frac{21{,}9}{13{,}6} = 1{,}61$$

$$c_{VM} = 13{,}6 \frac{J}{7{,}43\,g \cdot {}^oC} = 1{,}83 \frac{J}{g \cdot {}^oC} \quad ; \quad c_{PM} = 21{,}9 \frac{J}{7{,}43\,g \cdot {}^oC} = 2{,}95 \frac{J}{g \cdot {}^oC}$$

Opción 2

9.- Dos moles de un gas perfecto reciben calor isobáricamente, originando que la temperatura del gas se eleve en 100 K. El calor comunicado es Q = 3,00 kJ. El trabajo que realiza el gas y su aumento de energía interna valen:

1) $W = 1{,}662\,\text{kJ}\ ,\ \Delta U = 4{,}662\,\text{kJ}$ 2) $W = -1{,}662\,\text{kJ}\ ,\ \Delta U = 4{,}662\,\text{kJ}$

3) $W = -1{,}662\,\text{kJ}\ ,\ \Delta U = 4{,}662\,\text{kJ}$ 4) $W = -1{,}662\,\text{kJ}\ ,\ \Delta U = 1{,}338\,\text{kJ}$

$$W = -\int_{V_I}^{V_F} P\,dV = P\left(V_1 - V_2\right)\ ;\ \ PV_I = 2\,R\,TI_I\,,\ PV_F = 2\,R\,T_F \Rightarrow W = 2\,R\left(T_I - T_F\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = 2\,\text{mol}\cdot 8{,}31\,\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\cdot(-100\,\text{K}) = -1{,}662\,\text{kJ}$$

$$\Delta U = 2\,C_V\left(T_F - T_I\right) = Q + W \quad\Rightarrow\quad \Delta U = 3{,}0\,\text{kJ} - 1{,}662\,\text{kJ} = 1{,}338\,\text{kJ}$$ **Opción 4**

10.- Un gas perfecto está a la presión P_o, y a la temperatura T_o = 400 K y consta de n= 5 moles. Dicho gas se enfrió isocóricamente hasta que su presión se redujo a la mitad. Luego el gas se expansionó isobáricamente hasta que su temperatura alcanzó el valor inicial de 400 K. El calor absorbido por el gas en dichos procesos vale:

1) $6{,}3\,\text{kJ}$ 2) $7{,}3\,\text{kJ}$ 3) $8{,}3\,\text{kJ}$ 4) $9{,}3\,\text{kJ}$

Cambio de coordenadas termodinámicas en el proceso a volumen constante

$$P_o, V_o, T_o = 400\,\text{K}, n = 5\,\text{mol} \Rightarrow \frac{P_o}{2}, V_o, T_1, n = 5\,\text{mol} \Rightarrow \frac{P_0}{T_o} = \frac{\frac{P_o}{2}}{T_1} \Rightarrow \quad T_1 = \frac{T_o}{2}$$

$$\Delta U = n\,C_V\left(T_1 - T_o\right) = Q_1 + W_1 \Rightarrow Q_1 = n\,C_V\left(\frac{T_o}{2} - T_o\right)$$

Cambio de coordenadas termodinámicas en el proceso a presión constante

$$\frac{P_0}{2}, V_o, T_1, n = 5\,\text{mol} \Rightarrow \frac{P_o}{2}, V_2, T_o, n = 5\,\text{mol} \Rightarrow \frac{V_o}{T_1} = \frac{V_2}{T_o} \Rightarrow \quad V_2 = \frac{V_o\,T_o}{T_1} = 2\,V_o$$

$$\Delta U = n\,C_V\left(T_o - T_1\right) = Q_2 + W_2\ ;\ W_2 = -\int_{V_o}^{V_2} \frac{P_o}{2}\,dV = -\frac{P_o}{2}\left(V_2 - V_o\right) = -\frac{P_o V_o}{2}$$

$$Q_2 = n\,C_v\left(T_o - \frac{T_o}{2}\right) + \frac{P_o V_o}{2} \quad \Rightarrow Q_T = Q_1 + Q_2 = -n\,C_V\,\frac{T_o}{2} + n\,C_V\,\frac{T_o}{2} + \frac{P_o V_o}{2} = \frac{n\,R\,T_o}{2}$$

$$Q_T = \frac{5\,\text{mol}\cdot 8{,}31\,\frac{\text{J}}{\text{mol}\,\text{K}}\cdot 400\,\text{K}}{2} = 8{,}3\ \text{kJ}$$ **Opción 3**

11.- Un gas se encuentra a la presión de 10 atm y ocupa un volumen de 0,05 m^3. El gas se expansiona de forma reversible hasta un volumen de 0,06 m^3, de acuerdo con la ley $PV^3 = Cte$. *El trabajo realizado por el gas vale:*

1) $-6{,}74.10^3\,J$ 2) $-7{,}74.10^3\,J$ 3) $-8{,}74.10^3\,J$ 4) $-9{,}74.10^3\,J$

$$W = -\int_{V_I}^{V_F} P\,dV = -\int_{V_I}^{V_F} Cte \cdot V^{-3}\,dV = Cte\,\frac{1}{2\cdot V^2}\Bigg|_{0,05}^{0,06} \Rightarrow$$

$$W = 10\ atm \cdot \left(0{,}05\,m^3\right)^3 \cdot \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\left(0{,}06m^3\right)^2} - \frac{1}{\left(0{,}05m^3\right)^2}\right) \Rightarrow$$

$$W = -\,0{,}0764\,atm \cdot m^3 \cdot = -0{,}0764 \cdot 101325\,\frac{N}{m^2}\,.m^3 = -\,7{,}74.10^3\ J$$

El signo menos indica que el trabajo lo hace el sistema. **Opción 2**

12.- Un gas se encuentra a la presión de P_o=12 atm y ocupa un volumen de V_o =0,08 m^3. El gas se expande de forma reversible hasta que su volumen se duplica de acuerdo con la ley $PV^2 = Cte$, *luego se comprime a presión constante hasta llegar al volumen inicial y finalmente el gas evoluciona a volumen constante hasta su estado inicial. El trabajo realizado por el gas vale*:

1) $-0{,}5.10^4\,J$ 2) $-1{,}5.10^4\,J$ 3) $-2{,}5.10^4\,J$ 4) $-3{,}5.10^4\,J$

$$12 \cdot 0{,}08^2 = P_1 \cdot 0{,}16^2 \Rightarrow P_1 = 3\,atm$$

Trabajo desde el estado inicial al estado 1.

$$W_1 = -\int_{0,08}^{0,16} P\,dV = -\int_{0,08}^{0,16} Cte \cdot \frac{dV}{V^2} = -Cte \cdot \left[-\frac{1}{V}\right]_{0,08}^{0,16} = 12 \cdot 0{,}08^2 \cdot \left(\frac{1}{0{,}16} - \frac{1}{0{,}08}\right) = -0{,}48\,atm \cdot m^3$$

Trabajo desde el estado 1 al estado 2 (P_2=3 atm, V_2= 0,08 m^3)

$$W_2 = -P_2(0{,}08 - 0{,}16) = 0{,}24\,atm \cdot m^3$$

Trabajo desde el estado 2 al estado inicial: W_3=0

Trabajo total $W_T = -\,0.48 - 0{,}24 = -\,0{,}25\,atm \cdot m^3 = -0{,}25 \cdot 101325\,\frac{N}{m^2} \cdot m^3 = -2{,}5.10^4\,J$

Opción 3

13.- Un gas ejecuta las siguientes transformaciones a) Se expansiona desde una presión de 5 atm y 2 L hasta una presión de 1,4 atm y un volumen 10 L, siguiendo una ley lineal. b) A continuación el gas se enfría a presión constante hasta un cierto volumen V. c) Luego se comprime hasta alcanzar la situación inicial siguiendo la ley PV = Cte. Los trabajos efectuados en cada transformación expresados en kJ,valen:

$1) -2{,}59.10^3;\ 0{,}205.10^3;\ 1{,}29.10^3$ $\qquad$ $2) -2{,}59.10^3;\ 0{,}405.10^3;\ 1{,}29.10^3$

$3) -3{,}59.10^3;\ 0{,}405.10^3;\ 1{,}29.10^3$ $\qquad$ $4) 1) -2{,}59.10^3;\ 0{,}405.10^3;\ 2{,}29.10^3$

Transformación a) En la figura 1 se representa la transformación a)

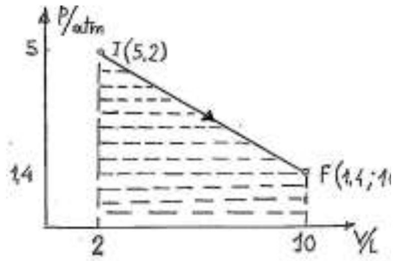


Fig.1

El área rayada mide el trabajo realizado en la transformación a).

$$\text{Área} = \frac{B+b}{2}\cdot h = \frac{5\,\text{atm}+1{,}4\,\text{atm}}{2}\cdot 8\,\text{L} = 25{,}6\,\text{atm}\cdot\text{L} = 25{,}6\cdot 101325\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\cdot 10^{-3}\text{m}^3 = 2594\,\text{J}$$

El trabajo como es de expansión lleva signo negativo $W_a = -2594$ J

Otra forma de calcular el trabajo

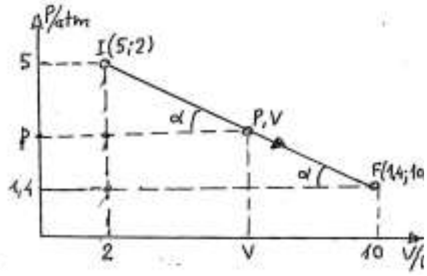


Fig.2

De la figura 2 ; $\operatorname{tag}\alpha = \frac{1{,}4-5}{2-10} = \frac{P-5}{2-V} \Rightarrow P-5 = 0{,}45(2-V) \Rightarrow P = 5{,}9-0{,}45\,V$

$$W = -\int_2^{10}(5{,}9-0{,}45V)\,dV = \left|-5{,}9V+\frac{0{,}45}{2}V^2\right|_2^{10} = -47{,}2+21{,}6 = 25{,}6\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

c) Se rige por la ecuación $PV = \text{Cte} \Rightarrow 5\,\text{atm}\cdot 2\,\text{L} = 1{,}4\cdot V \Rightarrow V = \frac{10}{1{,}4} = 7{,}14\,\text{L}$

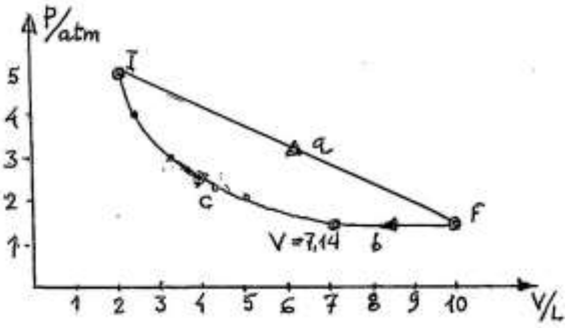


Fig 3

El trabajo en la transformación b) Fig.3

$$W_b = -P \cdot \Delta V = -1{,}4\,\text{atm} \cdot (7{,}14 - 10)\,L = 4 \cdot 101325\,\frac{N}{m^2} \cdot 10^{-3}\,m^3 = 405\,J$$

El trabajo en la transformación c)

$$W_c = -\int_{7,14}^{2} P \cdot dV = -\int_{7,14}^{2} \frac{Cte}{V} \cdot dV = -Cte \cdot \ln\frac{2}{7{,}14} = -10 \cdot (-1{,}27) = 12{,}7 \cdot 101325 \cdot 10^{-3} = 1286\,J$$

Opción 2

14.- Un gas se encuentra inicialmente a una presión de 25 atm, en un recipiente de volumen V_I= 0,052 m^3. El recipiente esta aislado de modo que no puede haber flujo de calor. El gas se expansiona adibaticamente siguiendo la ley PV^2. En dicha expansión la energía interna del gas disminuye en 80 kJ. El volumen final y la presión final del gas valen:

1) $0{,}133\,m^3$; $3{,}82\,atm$ 2) $0{,}233\,m^3$; $3{,}82\,atm$

3) $0{,}133\,m^3$; $4{,}82\,atm$ 4) $0{,}163\,m^3$; $4{,}82\,atm$

$$\Delta U = Q + W \quad ; \quad Q = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta U = W = -\int_{V_I}^{V_F} P\,dV$$

$$P\,V^2 = Cte \Rightarrow 25 \cdot 0{,}052^2 = 0{,}0676\,atm \cdot m^6 = 0{,}0676 \cdot 101325\,N \cdot m^4 = 6850\,N \cdot m^4$$

$$W = -\int_{V_I}^{V_F} \frac{Cte}{V^2}\,dV = -Cte\left[-\frac{1}{V}\right]_{0,052}^{V_F} = 6850\,N \cdot m^4\left(\frac{1}{V_F} - \frac{1}{0{,}052}\right) = 6850\,N \cdot m^4$$

$$-\frac{80.10^3\,N \cdot m}{6850\,N \cdot m^4} + \frac{1}{0{,}052\,m^3} = \frac{1}{V_F} \Rightarrow -11{,}7\,\frac{1}{m^3} + 19{,}2\,\frac{1}{m^3} = \frac{1}{V_F} \Rightarrow V_F = 0{,}133\,m^3$$

$$25 \cdot 0{,}052^2 = P_F \cdot 0{,}133^2 \Rightarrow P_F = 3{,}82\,atm$$ **Opción1**

15.- El gas contenido en un cilindro tiene una energía interna específica U_e= 900 kJ/kg y un volumen específico V_e^I = 0,056 m^3/kg. El gas se expande de forma reversible siguiendo la ley $PV^{1,5} = \text{Cte}$, variando su presión de 50 atm a 2,0 atm. La energía interna específica ha disminuido a 200 kJ/kg. El calor emitido al exterior por el gas vale:

1) $96\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ 2) $126\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ 3) $226\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ 4) $326\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

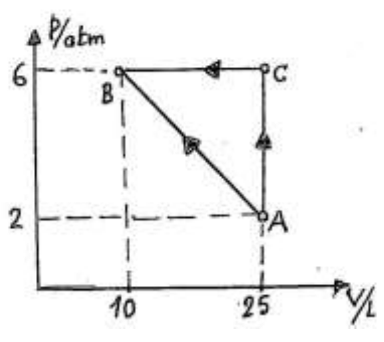
$$50 \cdot 0,056^{1,5} = 2,0 \cdot \left(V_e^F\right)^{1,5} \Rightarrow \left(V_e^F\right)^{1,5} = 0,331 = \left(V_e^F\right)^{1,5} \Rightarrow \ln 0,331 = 1,5\ \ln V_e^F \Rightarrow V_e^F = 0,479\ \frac{m^3}{kg}$$

$$\Delta U_e = 900 - 200 = 700\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = Q + W$$

$$W = -\int_{0,056}^{0,479} P\,dV = -\int_{0,056}^{0,479} \frac{\text{Cte}}{V^{1,5}}\,dV = -\text{Cte} \cdot \left.\frac{2}{V^{0,5}}\right|_{0,056}^{0,479} = -0,663 \cdot \left(\frac{2}{0,479^{0,5}} - \frac{2}{0,056^{0,5}}\right) = 3,69\ .$$

$$W = 3,69 \cdot 101325 = 374\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\ ;\ Q = 700 - 374 = 326\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \textbf{Opción4}$$

16.- Un mol de un gas ideal monoatómico evoluciona desde el estado A(P=2 atm, V=25 L) al B (P= 6 atm, V = 10 L).



Si lo hace por el camino directo AB, el trabajo y el calor son respectivamente W_{AB} ,Q_{AB}. Si lo hace por el camino ACB, el trabajo es W_{ACB} y el calor Q_{ACB}. Los cocientes W_{AB}/W_{ACB} y Q_{AB}/Q_{ACB} valen:

1) $\frac{2}{3};\frac{3}{5}$ 1) $\frac{2}{5};\frac{3}{7}$ 1) $\frac{2}{3};\frac{3}{7}$ 1) $\frac{2}{7};\frac{3}{5}$

$$W_{AB} = \frac{6\,atm + 2atm}{2} \cdot (25 - 10)L = 60\,atm \cdot L \;\; ; \; W_{ACB} = 6\,atm \cdot (25 - 10)\,L = 90\,atm \cdot L$$

$$\frac{W_{AB}}{W_{ACB}} = \frac{60}{90} = \frac{2}{3}$$

$$6\,atm \cdot 10\,L = R\,T_B \Rightarrow T_B = \frac{60\,atm \cdot L}{R} \;;\; 2\,atm \cdot 25\,L = R\,T_A \Rightarrow T_A = \frac{50\,atm \cdot L}{R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R(T_B - T_A) = \frac{3}{2} R\left(\frac{60}{R} - \frac{50}{R}\right) = 15\,atm \cdot L = Q + W$$

$$15 = Q_{AB} + 60 \Rightarrow Q_{AB} = -45\,atm \cdot L \;\; ; \;\; 15 = Q_{ACB} + 90\,atm \cdot L \Rightarrow Q_{ACB} = -75\ atm \cdot L$$

$$\frac{Q_{AB}}{Q_{ACB}} = \frac{-45}{-75} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5}$$ **Opción1**

17.-Un mol de gas ideal diatómico se encuentra en las condiciones iniciales A (P_A =2 atm, V_A= 4 L). Realiza dos transformaciones: AB, donde B (6 atm, 600 K) y AC donde, C (3 atm ; 600 K). Tanto el camino AB como el AC son líneas rectas. El cociente Q_{AB}/ Q_{AC} val:

1) 0,59 2) 0,69 3) 0,89 4) 0,99

$$6 \cdot V_B = 0{,}082 \cdot 600 \Rightarrow V_B = 8{,}2\,L \;\; ; \; 3 \cdot V_C = 0{,}082 \cdot 600 \Rightarrow V_c = 16{,}4\,L$$

$$2 \cdot 4 = 0{,}082 \cdot T_A \Rightarrow T_A = 97{,}6\,K$$

$$y = mx + n \;\; ; P = mV + n \Rightarrow 2 = m \cdot 4 + n \;\; ; \; 6 = m \cdot 8{,}2 + n \Rightarrow 6 - 2 = (8{,}2 - 4)\,m \Rightarrow m = 0{,}95$$

$$2 = 4 \cdot 0{,}95 + n \Rightarrow n = -1{,}80 \Rightarrow P = 0{,}95\,V - 1{,}80$$

$$W_{AB} = -\int_4^{8,2} (0{,}95V - 1{,}80)\,dV = -0{,}95 \left.\frac{V^2}{2}\right|_4^{8,2} + 1{,}80\,V\Big|_4^{8,2} = -24{,}3 + 7{,}56 = -16{,}7 atm \cdot L$$

$$Q_{AB} = \frac{5}{2} R(600 - 97{,}6) - W_{AB} = 103 - (-16{,}7) = 119{,}7\ atm \cdot L$$

$$P = mV + n \Rightarrow 2 = m \cdot 4 + n \;\; ; \; 3 = m \cdot 16{,}4 \Rightarrow 3 - 2 = (16{,}4 - 4)\,m \Rightarrow m = 0{,}0806$$

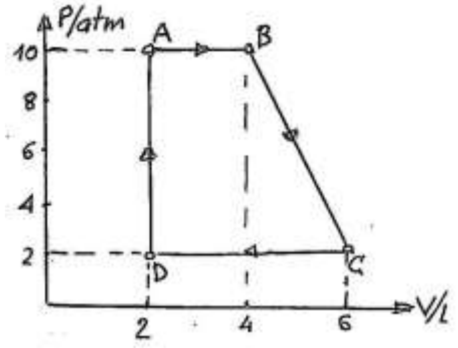
$$2 = 4 \cdot 0{,}0806 + n \Rightarrow n = 1{,}68 \Rightarrow P = 0{,}0806\,V + 1{,}68$$

$$W_{AC} = -\int_4^{16,4} (0{,}0806\,V + 1{,}68)\,dV = -0{,}0806 \left.\frac{V^2}{2}\right|_4^{16,4} - 1{,}68\,V\Big|_4^{16,4} = -10{,}2 - 20{,}8 = -31\,atm \cdot L$$

$$Q_{AC} = \frac{5}{2} R(600 - 97{,}6) - W_{AC} = 103 - (-31) = 134\ atm \cdot L$$

$$\frac{Q_{AB}}{Q_{AC}} = \frac{119{,}7}{134} = 0{,}89$$ **Opción 3**

18.- Un mol de un gas perfecto diatómico efectúa el ciclo indicado en la figura inferior



Los valores de los calores en cada uno de los tramos: Q_{AB} , Q_{BC} , Q_{CD} , Q_{DA} ,expresados en atm-L, son:

1) 72 ;–56 ;– 28 ;40   2) – 75 ;–56 ;– 28 ;40   3) 70 ;–58 ;– 24 ;30   4) 70 ;–58;– 28 ;40

$$10 \cdot 2 = 0{,}082\, T_A \Rightarrow T_A = 243{,}9\,K \quad ; \quad 10 \cdot 4 = 0{,}082\, T_B \Rightarrow T_B = 487{,}8\ K$$
$$2 \cdot 6 = 0{,}082\, T_C \Rightarrow T_C = 146{,}3\,K \quad ; \quad 2 \cdot 2 = 0{,}082\, T_D \Rightarrow T_D = 48{,}8\,K$$

$$W_{AB} = -10 \cdot (4-2) = -20\,\text{atm} \cdot L \quad ; \quad W_{BC} = -\frac{10+2}{2} \cdot (6-4) = -12\,\text{atm} \cdot L$$
$$W_{CD} = (6-2) \cdot 2 = +8\,\text{atm} \cdot L \quad ; \quad W_{DA} = 0$$

$$Q_{AB} = \frac{5}{2} R\,(487{,}8 - 243{,}9) - (-20) = 70\,\text{atm} - L$$
$$Q_{BC} = \frac{5}{2} R\,(146{,}3 - 487{,}8) - (-12) = -58\,\text{atm} - L$$
$$Q_{CD} = \frac{5}{2} R\,(48{,}8 - 146{,}3) - 8 = -28\ \text{atm} - L$$
$$Q_{DA} = \frac{5}{2} R\,(243{,}9 - 48{,}8) - 0 = 40\,\text{atm} - L$$

Opción 4

19.- Un gas perfecto diatómico inicialmente se encuentra a la presión de P_I=4,0 atm, ocupa un volumen V_I= 20 L y su temperatura es T_I= 293 K. El gas se expansiona de forma reversible adiabáticamente, hasta un volumen V_f = 100 L. El trabajo implicado en la transformación, expresado en kJ, es:

1) $-9{,}7$ 2) $-8{,}7$ 3) $-7{,}7$ 4) $-6{,}7$

$$\gamma=\frac{C_P}{C_v}=\frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R}=1{,}4 \quad ; \quad PV^{\gamma}=Cte \Rightarrow Cte=4{,}0\cdot 20^{1{,}4}=265{,}2\,atm\cdot L$$

$$W=-\int_{20}^{100}P\,dV=-\int_{20}^{100}\frac{Cte}{V^{\gamma}}dV=-Cte\,\frac{1}{-\gamma+1}V^{-\gamma+1}\Big|_{20}^{100}=-265{,}2\cdot\frac{1}{-0{,}4}\left(100^{-0{,}4}-20^{-0{,}4}\right)$$

$$W=663\cdot(0{,}158-0{,}302)=-95{,}5\,atm\cdot L=-95{,}5\cdot 101{,}3\frac{kN}{m^2}\cdot 10^{-3}m^3--9{,}7\,kJ$$

Opción1

20.- Un mol de un gas monoatómico se encuentra en el estado A (P_A =2 atm ,T= 380 K). Se comprime isotérmicamente hasta el estado B (P_B =80 atm). Posteriormente pasa, por una transformación adiabática, al estado C (P_C = 2 atm). El trabajo W_{IS} de la compresión isoterma y la temperatura T_C valen:

1) 10,65 kJ ; 47,9 K 2) 11,65 kJ ; 47,9 K 1) 11,65 kJ ; 67,9 K 4) 11,65 kJ ; 87,9 K

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5R}{2}}{\frac{3R}{2}} = 1{,}66$$

$$2 \cdot V_A = R \cdot 380 \Rightarrow V_A = 190 \cdot R \quad ; \quad P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow V_B = \frac{2 \cdot 190 \cdot R}{80} = 4{,}75 \cdot R$$

$$W_{IS} = -\int_{190R}^{4,75R} P\, dV = -\int_{190R}^{4,75R} \frac{R\,T}{V} dV = -R \cdot 380 \cdot \ln \frac{4{,}75}{190} = 115\ \text{atm} \cdot \text{L} = 11{,}65\ \text{kJ}$$

$$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow V_A = 40\, V_B \quad ; \quad P_B\, V_B^{\gamma} = P_C\, V_C^{\gamma} \quad ; \quad T_B\, V_B^{\gamma-1} = T_C\, V_C^{\gamma-1} \quad ;$$

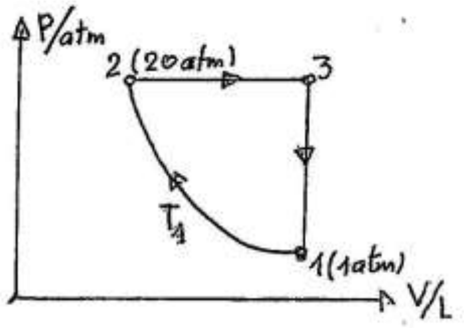
$$P_C V_C = R\, T_C \Rightarrow T_B \left(\frac{V_A}{40}\right)^{\gamma-1} = T_C \left(\frac{R\,T_C}{P_C}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow 380 \cdot \left(\frac{190\,R}{40}\right)^{\gamma-1} = T_C^{\gamma} \cdot \left(\frac{R}{P_C}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 380 \cdot \left(\frac{190}{40}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_C^{\gamma}}{P_C^{\gamma-1}} \Rightarrow T_C^{\gamma} = 380 \cdot \left(\frac{19}{4}\right)^{\gamma-1} \cdot 2^{\gamma-1} = 380 \cdot \left(\frac{19}{2}\right)^{\gamma-1} = 1679 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma \cdot \ln T_C = \ln 1679 = 7{,}43 \Rightarrow \quad \ln T_C = 4{,}48 \Rightarrow \quad T_C = 87{,}9\ \text{K}$$

Opción 4

21.- Un mol de un gas perfecto monoatómico realiza el ciclo indicado en la figura inferior. 1 a 2 es una isoterma a temperatura T_1. El rendimiento del ciclo η, es:



1) 0,24 2) 0,34 3) 0,44 4) 0,54

$$1 \cdot V_1 = R\,T_1 \;\; ; \;\; 20 \cdot V_2 = R\,T_1 \;\; \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{20}$$

$$W_{1\to 2} = -\int_{V_1}^{V_2} P\,dV = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{R\,T}{V}\,dV = -R\,T_1 \ln\frac{V_2}{V_1} = -R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{\frac{V_1}{20}}{V_1} = 3\,R T_1 = 3\,V_1$$

$$\Delta U_{1-2} = 0 = Q_{1-2} + W_{1-2} \;\Rightarrow\; Q_{1-2} = -3\,V_1$$

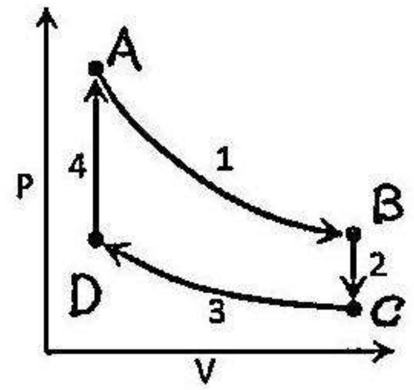
$$W_{2-3} = -20\,(V_1 - V_2) = -20\left(V_1 - \frac{V_1}{20}\right) = -19\,V_1$$

$$Q_{2-3} = C_P\left(T_3 - T_1\right) = \frac{5}{2} R\left(\frac{20\,V_1}{R} - \frac{V_1}{R}\right) = 47{,}5\,V_1$$

$$W_{3-1} = 0 \;\; ; \qquad Q_{3-1} = C_V\left(T_1 - T_3\right) = \frac{3}{2} R\left(\frac{V_1}{R} - \frac{20\,V_1}{R}\right) = -28{,}5\,V_1$$

$$W_T = 3\,V_1 - 19\,V_1 = -16\,V_1 \;\; ; \;\; Q_{recibido} = 47{,}5\,V_1 \;\; ; \;\; \eta = \frac{16\,V_1}{47{,}5\,V_1} = 0{,}34$$, **Opción 2**

22.- Un mol de un gas ideal monoatómico realiza el ciclo de la figura inferior.



La isoterma 1 ocurre a 400 K y la 3 a 200 K. La presión en A vale 14 atmósferas y en B 4 atmósferas.
El rendimiento del ciclo es:

1) 0,25 2) 0,35 3) 0,45 4) 0,55

$$14\cdot V_A = R\cdot 400 \Rightarrow V_A = \frac{400\cdot 0{,}082}{14} = 2{,}34\,\text{L}\ ;\ 4\cdot V_B = R\cdot 400 \Rightarrow V_B = \frac{400\cdot 0{,}082}{4} = 8{,}2\ \text{L}$$

$$W_{AB} = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV = -\int_{V_A}^{V_B} \frac{R\cdot 400}{V}\,dV = -R\cdot 400\cdot \ln\frac{V_B}{V_A} = -0{,}082\cdot 400\cdot \ln\frac{8{,}2}{2{,}34} = -41{,}1\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\Delta U_{AB} = 0 = Q_{AB} + W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = +41{,}1\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\Delta U_{BC} = Q_{BC} + 0 \Rightarrow C_V(200-400) = Q_{BC} \Rightarrow Q_{BC} = \frac{3}{2}\cdot 0{,}082\cdot(-200) = -24{,}6\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$W_{CD} = -\int_{V_C}^{V_D} P\,dV = -\int_{V_C}^{V_D} \frac{R\cdot 200}{V}\,dV = -R\cdot 200\cdot \ln\frac{V_D}{V_C} = -0{,}082\cdot 200\cdot \ln\frac{2{,}34}{8{,}2} = 20{,}6\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

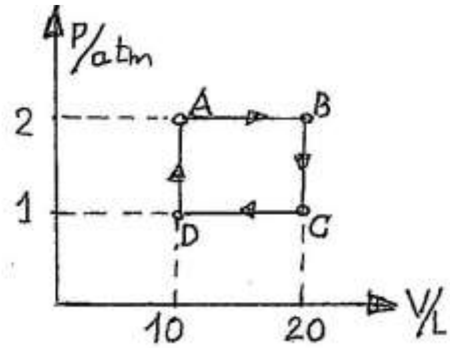
$$\Delta U_{CD} = 0 = Q_{CD} + W_{CD} \Rightarrow Q_{CD} = -20{,}6\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\Delta U_{CA} = C_V(400-200) = \frac{3}{2}\cdot 0{,}082\cdot 200 = 24{,}6\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\eta = \left[\frac{-58+20{,}6}{58+24{,}6}\right] = 0{,}45$$

Opción 3

23.- Un mol de un gas ideal diatómico realiza el ciclo indicado en la figura inferior.



El rendimiento del ciclo es:

1) 0,105 2) 0,115 3) 0,125 4) 0,155

$$2\cdot 10 = R\,T_A \;\Rightarrow T_A = \frac{20}{0{,}082} = 244\ \text{K} \quad ; \quad 2\cdot 20 = R\,T_B \;\Rightarrow T_B = \frac{40}{0{,}082} = 488\ \text{K}$$

$$1\cdot 20 = R\,T_C \;\Rightarrow T_C = \frac{20}{0{,}082} = 244\ \text{K} \quad ; \quad 1\cdot 10 = R\,T_D \;\Rightarrow T_D = \frac{10}{0{,}082} = 122\ \text{K}$$

$$W_{AB} = -2\cdot(20-10) = -20\ \text{atm}\cdot\text{L} \quad ; \quad W_{CD} = -1\cdot(10-20) = 10\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{5}{2} R\,(488-244) = 50 = Q_{AB} + W_{AB} \;\Rightarrow \qquad Q_{AB} = 50 + 20 = 70\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$W_{BC} = 0 \quad ; \quad \Delta U_{BC} = \frac{5}{2} R\,(244-488) = -50 = Q_{BC} \;\Rightarrow \qquad Q_{BC} = -50\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$W_{CD} = -1\cdot(10-20) = 10\ \text{atm}\cdot\text{L} \quad ; \quad \Delta U_{CD} = \frac{5}{2} R\,(122-244) = -25 = Q_{CD} + W_{CD} \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{CD} = -25 - 10 = -35\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$W_{DA} = 0 \quad ; \quad \Delta U_{DA} = \frac{5}{2} R\,(244-122) = 25 = Q_{DA} \;\Rightarrow \quad Q_{DA} = 25\ \text{atm}\cdot\text{L}$$

$$\eta = \frac{-20+10}{70+25} = 0{,}105$$

Opción 1

24.- Un gas ideal diatómico se encuentra a la presión de P_A=4 atm, ocupa un volumen de V_A=12 L y su temperatura es T_A=400 K. Se expansiona isotérmicamente hasta un presión P_B= 1 atm, a continuación se comprime isobáricamente hasta un volumen V_C . El gas vuelve al estado inicial mediante una transformación adiabática. El rendimiento del ciclo es:

1) 0,13 2) 0,15 3) 0,17 4) 0,23

$$\gamma = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 1{,}4;$$

$$4\cdot 12 = n\cdot 0{,}082\cdot 400 \Rightarrow n = 1{,}46 \text{ mol} \;;\; A(P_A = 4\,\text{atm}, V_A = 12\,\text{L},\ T_A = 400\,\text{K})$$

$$1\cdot V_B = 1{,}46\cdot 0{,}082\cdot 400 = 48 \text{ L} \;;\; B(P_B = 1\,\text{atm}, V_B = 48\,\text{L},\ T_B = 400\,\text{K})$$

$$1\cdot V_C = 1{,}46\cdot R\cdot T_C \;;\; P_A V_A^{\gamma} = P_C V_C^{\gamma} \Rightarrow V_C^{\gamma} = \frac{4\cdot 12^{\gamma}}{1} = 129{,}69 \Rightarrow \gamma \ln V_C = 4{,}865 \Rightarrow V_C = 32{,}3\,\text{L}$$

$$T_C = \frac{1\cdot 32{,}3}{1{,}46\cdot 0{,}082} = 270\,\text{K} \;;\; C(P_C = 1\text{atm}, V_c = 32{,}3\,\text{L}, T_C = 270\,\text{K})$$

Isoterma

$$\Delta U = 0 = Q_{AB} + W_{AB} \;;\; W_{AB} = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV = -\int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT}{V} dV = -1{,}46\cdot 0{,}082\cdot 400\cdot \ln\frac{48}{12} \Rightarrow$$

$$W_{AB} = -66{,}3\,\text{atm} - \text{L} \;;\; Q_{AB} = 66{,}3\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

Isobara

$$W_{BC} = -P_B(V_C - V_B) = -1(32{,}3 - 48) = 15{,}7 \text{ atm}\cdot\text{L}$$

$$Q_{BC} = n\cdot C_P(T_C - T_B) = 1{,}46\cdot\frac{7}{2}R\,(270 - 400) = -54{,}5\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

Adiabática

$$P\,V^{\gamma} = \text{Cte} \Rightarrow \text{Cte} = 1\cdot 32{,}3^{\gamma} \;;\; W_{CA} = -\int_{V_C}^{V_A} P\,dV = -\int_{V_C}^{V_A} \frac{\text{Cte}}{V^{\gamma}} dV = -32{,}3^{\gamma}\cdot\frac{1}{1-\gamma}\cdot\left(V_A^{1-\gamma} - V_C^{1-\lambda}\right)$$

$$W_{CA} = -\frac{32{,}3^{1.4}}{-0{,}4}(12^{-0{,}4} - 32{,}3^{-0{,}4Q}) = 39{,}2\,\text{atm}\cdot\text{L} \;;\; Q_{CA} = 0$$

$$\eta = \left|\frac{-66{,}3 + 15{,}7 + 39{,}2}{66{,}3}\right| = 0{,}17$$ **Opción 3**

Otra forma de calcular el rendimiento

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{Emitido}}}{Q_{\text{Recibido}}} = 1 - \frac{54{,}5}{66{,}3} = 0{,}17$$

25.- Se mezclan m_1=250 gramos de agua a 62 ºC con m_2=140 g de agua a 18ºC. La operación se realiza en un lugar térmicamente aislado. El calor especifico del agua es 4,18 J/(g K) La variación de entropía vale

1) $5{,}68\,\frac{J}{^{o}K}$ 2) $4{,}68\,\frac{J}{^{o}K}$ 3) $3{,}68\,\frac{J}{^{o}K}$ 4) $2{,}68\,\frac{J}{^{o}K}$

Como el proceso se verifica sin intercambio de calor con el exterior, el principio de conservación de la energía nos permite afirmar que $Q_{absorbido} + Q_{cedido} = 0$

$$m_1\,c_e(62 - t_e) = m_2 c_e(t_e - 18) \Rightarrow 250 \cdot 62 - 250\,t_e = 140\,t_e - 140 \cdot 18 \;\Rightarrow\; t_e = 46{,}2^{o}\,C$$

$$\Delta S_1 = \int_{335}^{319{,}2} \frac{dq}{T} = \int_{335}^{319{,}2} \frac{m_1 \cdot c_e\,dT}{T} = m_1 \cdot c_e \ln\frac{319{,}2}{335} \quad ; \quad \Delta S_2 = m_2 c_e \ln\frac{319{,}2}{291}$$

$$\Delta S_{mezcla} = 250\,g \cdot 4{,}18\,\frac{J}{g \cdot {}^{o}K} \cdot (-0{,}048) + 140\,g \cdot 4{,}18\,\frac{J}{g \cdot {}^{o}K} \cdot 0{,}092 = 3{,}68\,\frac{J}{^{o}K}$$ **Opción 3**

26.- Diez kg de hielo a -20ºC se transforman en agua a 80 º C. Calor especifico del hielo $2{,}1\,\frac{J}{g\,K}$*, calor específico del agua 4,18* $\frac{J}{g\,K}$ *, calor de fusión del hielo 335* $\frac{J}{g}$ *El aumento de entropía del proceso es:*

1) $5{,}46.10^4\,\frac{J}{K}$ 2) $4{,}46.10^4\,\frac{J}{K}$ 3) $3{,}46.10^4\,\frac{J}{K}$ 4) $2{,}46.10^4\,\frac{J}{K}$

Cambio de hielo a -20ºC a hielo a 0ºC

$$\Delta S_1 = \int_{253}^{273} 10^4\,g \cdot 2{,}1\,\frac{J}{g\,K} \cdot \frac{dT}{T} = 2{,}1.10^4 \ln\frac{273}{253} = 0{,}16.10^4\,\frac{J}{K}$$

Cambio de hielo a 0ºC a agua liquida a 0ºC

$$\Delta S_2 = \frac{10^4\,g \cdot 335\,\frac{J}{g}}{273} = 1{,}23.10^4\,\frac{J}{K}$$

Cambio de agua a 0ºC a agua a 80ºC

$$\Delta S_3 = \int_{273}^{353} 10^4 g \cdot 4{,}18\,\frac{J}{g\,K}\,\frac{dT}{T} = 4{,}18\,.10^4 \ln\frac{353}{273} = 1{,}07.10^4\,\frac{J}{K}$$

$$\Delta S_T = (0{,}16 + 1{,}23 + 1{,}07).10^4 = 2{,}46.10^4\,\frac{J}{K}$$ **Opción 4**

27.- Dos moles de un gas ideal diatómico (C_V= 5/2 R) están a la temperatura de 400 K verifica una transformación isobárica y su energía interna aumenta en 960 J, el incremento de entropía es:

$1)\, 3{,}26\,\frac{J}{K}$ $\quad 2)\, 2{,}26\,\frac{J}{K}$ $\quad 3)\, 1{,}26\,\frac{J}{K}$ $\quad 4)\, 0{,}26\,\frac{J}{K}$

$$\Delta U = 2 \cdot C_V (T_f - 400) \;\Rightarrow\; T_f = \frac{\Delta U}{5R} + 400 = \frac{960}{5 \cdot 8{,}31} + 400 = 423\,K$$

$$\Delta S = \int_{400}^{423} \frac{dQ}{T} = \int_{400}^{423} \frac{2 \cdot C_p dT}{T} = 2 \cdot C_P \ln\frac{423}{400} = 2\,mol \cdot \frac{7}{2} \cdot 8{,}31\,\frac{J}{mol \cdot K} \cdot 0{,}056 = 3{,}26\,\frac{J}{K} \quad \textbf{Opción1}$$

28.- Quince litros de un gas ideal diatómico se encuentra a P = 4 atm y T =400 K en un recipiente aislado térmicamente. . En otro recipiente, de volumen 5 L, también aislado térmicamente, se encuentra un gas ideal monoatómico a la P = 14 atm y T= 276 K. Ambos recipientes se ponen en comunicación mediante una tubería de volumen despreciable aislada térmicamente.. Se supone que los recipientes y la tubería tienen capacidades térmicas despreciables. Los gases difunden uno en otro hasta alcanzar un equilibrio. La variación de entropía del conjunto de los gases es:

$1)\, 20{,}6\,\frac{J}{K}$ $\quad 1)\, 40{,}6\,\frac{J}{K}$ $\quad 1)\, 46{,}6\,\frac{J}{K}$ $\quad 1)\, 56{,}6\,\frac{J}{K}$

$$15 \cdot 6 = n_D 0{,}082 \cdot 400 \Rightarrow n_D = 2{,}74\,mol \quad ; \quad 14 \cdot 5 = n_M 0{,}082 \cdot 276 \Rightarrow n_M = 3{,}09\,mol$$

$\Delta U = 0$, ya que Q=0 dado que los recipientes están aislados térmicamente del exterior y W=0 , puesto que no hay trabajo exterior

$$\Delta U = \Delta U_D + \Delta U_M = n_D \cdot \frac{5}{2} R \cdot (T_e - 400) + n_M \cdot \frac{3}{2} R\,(T_e - 276) = 0 \;\Rightarrow\; T_e = 339\,K$$

$$\Delta S = n\left(C_V \ln\frac{T_2}{T_1} + R \ln\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta S_D = 2{,}74\left(\frac{5}{2}R\ln\frac{339}{400} + R\ln\frac{20}{15}\right) = -\,0{,}028\ \frac{atm\cdot L}{K} = -0{,}028\,\frac{101300\ \dfrac{N}{m^2}\cdot 10^{-3}\,m^3}{K} = -2{,}84\,\frac{J}{K}$$

$$\Delta S_M = 3{,}09\left(\frac{3}{2}R\ln\frac{339}{276} + R\ln\frac{20}{5}\right) = 0{,}429\,\frac{atm\cdot L}{K} = 43{,}46\,\frac{J}{K}$$

$$\Delta S_T = -\,2{,}84 + 43{,}46 = 40{,}6\,\frac{J}{K}$$ **Opción 2**

29.- Una máquina térmica funciona según el ciclo de Carnot entre las temperaturas T_C= 1000 K y T_f =300 K. Si se aumenta la temperatura del foco caliente en 200 K y se mantiene el foco frío en 300 K, el rendimiento es η_1. Si se mantiene el foco caliente en 1000 K y el foco frío disminuye su temperatura a 100 K, el rendimiento es η_2. El cociente $\frac{\eta_1}{\eta_2}$ vale:

1) 1 2) 0,83 3) 1,1 4) 0,70

$$\eta_1 = \frac{1200-300}{1200} = 0{,}75\ ;\ \eta_2 = \frac{1000-100}{1000} = 0{,}90\ ;\ \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{0{,}75}{0{,}90} = 0{,}83$$ **Opción 2**

30.- Un mol de un gas ideal efectúa un ciclo de Carnot entre las temperaturas T_C = 650 K y T_F = 293 K. En la transformación isoterma ejecutada a la temperatura superior el volumen de gas evoluciona desde 3 L a 12 L. El calor enviado a la fuente fría, expresado en kJ, es:

1) 6,48 2) 5,24 3) 4,33 4)3,38

$$\Delta U = 0 = Q_C + W \Rightarrow Q_C = -W = \int_3^{12} P\,dV = \int_3^{12}\frac{RT}{V}\,dV = RT\ln\frac{12}{3} = 8{,}31\cdot 650\cdot 1{,}386 = 7{,}49.10^3\,J$$

$$\frac{T_C - T_F}{T_C} = \frac{Q_C - Q_F}{Q_C} \Rightarrow \frac{T_F}{T_C} = \frac{Q_F}{Q_C} \Rightarrow Q_F = 7{,}49.10^3\ \frac{293}{650} = 3{,}38.10^3\,J$$ **Opción 4**

31.- Un mol de un gas diatómico efectúa un ciclo de Carnot, siendo A(6,0 L, 600 K), B(4,5 atm , 600 K) , C(20 L).El ciclo se realiza en 20 segundos. El rendimiento y la potencia de la maquina son respectivamente

$1)\, 0,116\,;0,14\text{ kW} \qquad 2)\, 0,31;\, 0,16\,\text{kW} \qquad 3)\, 0,216\,;0,18\,\text{kW} \qquad 4)\, 0,31;\, 0,23\,\text{kW}$

$$P_A\cdot 6 = 0{,}082\cdot 600 \Rightarrow P_A = 8{,}2\text{ atm} \quad ; \quad 4{,}5\cdot V_B = 0{,}082\cdot 600 \Rightarrow V_B = 10{,}9\,\text{L}$$

$$600\cdot 10{,}9^{\gamma-1} = T_C\cdot 20^{\gamma-1}\,;\ \gamma = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 1{,}4\ ;\quad T_C = \frac{600\cdot 10{,}9^{0{,}4}}{20^{0{,}4}} = 470{,}7\,\text{K}$$

$$\frac{P_B\cdot V_B}{T_B} = \frac{P_C\cdot V_C}{T_C} \Rightarrow \frac{4{,}5\cdot 10{,}9}{600} = \frac{P_C\cdot 20}{470{,}7} \Rightarrow P_C = 1{,}92\,\text{atm}$$

$$P_C\cdot V_C = P_D\cdot V_D\ ;\ P_D\cdot V_D^{\gamma} = P_A\cdot V_A^{\gamma} \Rightarrow \frac{P_C\cdot V_C}{V_D}\cdot V_D^{\gamma} = P_A\cdot V_A^{\gamma} \Rightarrow$$

$$V_D^{\gamma-1} = \frac{P_A\cdot V_A^{\gamma}}{P_C\cdot V_C} = \frac{8{,}2\cdot 6^{1{,}4}}{1{,}92\cdot 20} = 2{,}62 \Rightarrow 0{,}4\cdot \ln V_D = \ln 2{,}62 \Rightarrow V_C = 11{,}1\,\text{L}$$

$$\eta = 1 - \frac{470{,}7}{600} = 0{,}216$$

$$\Delta U = 0 = Q + W \Rightarrow Q = -W$$

$$Q_{AB} = \int_6^{20} P\,dV = \int_6^{20} R\cdot 600\,\frac{dV}{V} = 0{,}082\cdot 600\cdot \ln\frac{20}{6} = 59{,}2\,\text{atm}\cdot\text{L};\ W_{AB} = -59{,}2\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$Q_{CD} = \int_{11{,}1}^{6} P\,dV = \int_{11{,}1}^{6} R\cdot 40{,}7\,\frac{dV}{V} = 0{,}082\cdot 470{,}7\cdot \ln\frac{6}{11{,}1} = -23{,}7\,\text{atm}\cdot\text{L};\ W_{CD} = 23{,}7\,\text{atm}\cdot\text{L}$$

$$P_t = \frac{W}{t} = = \left|\frac{-59{,}2+23{,}7}{20}\right| = 1{,}78\,\frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{s}} = 180\,\text{W}$$

Opción 3

32.- Una máquina describe un ciclo de Carnot reversible, la temperatura del foco frío se mantiene a 40 ºC, el rendimiento vale 0,26 y al foco frío se ceden 2,10^4 J cada minuto. La temperatura del foco caliente y la potencia son respectivamente

1) 150º C ; 117 W 2) 160º C ; 127 W 3) 170º C ; 137 W 4) 180º C ; 147 W

$$0{,}26 = 1 - \frac{T_F}{T_C} \Rightarrow T_C = \frac{273+40}{1-0{,}26} = 423\,\mathrm{K}; \qquad 0{,}26 = 1 - \frac{\frac{2.10^4}{60}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}}{Q_C} \Rightarrow Q_C = 450{,}5\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$$

$$P = 450{,}5 - \frac{2.10^4}{60} = 117\,\mathrm{W}$$

Opción 1

33.- Un mol de gas diatómico realiza un ciclo de Carnot de las siguientes características: La temperatura del foco caliente: T_C= 380 K. En la isoterma a la temperatura Tc, el volumen inicial V_A se duplica: V_B= 2 V_A, en la adiabática que sigue a la isoterma anterior el volumen se duplica de nuevo V_C= 2 V_B. La temperatura de la segunda isoterma y el calor enviado a la fuente fría valen:

1) 250 K; 10^3 J 2) 288 K; 1,66.10^3 J 3) 200 K; 920 J 4) 180 K; 9640 J

$$\Delta U_{BC} = \frac{5R}{2}\left(T_F - 380\right) = W_{BC} \ ; \ W_{BC} = -\int_{V_B}^{2V_B} P\,dV = -\int_{V_B}^{2V_B} \frac{Cte}{V^\gamma}\,dV = -\frac{Cte}{1-\gamma} V^{1-\gamma}\Big|_{V_B}^{2V_b} \Rightarrow P_B V_B^\gamma = Cte$$

$$W_{BC} = -\frac{P_B V_B^\gamma}{1-\gamma}\left[\left(2V_B\right)^{1-\gamma} - V_B^{1-\gamma}\right] = -\frac{P_B V_B^\gamma}{1-\gamma}\left[2^{1-\gamma}\cdot V_B^{1-\gamma} - V_B^{1-\gamma}\right] = -\frac{P_B V_B^\gamma \cdot V_B^{1-\gamma}}{1-\gamma}\left(2^{1-\gamma} - 1\right) \Rightarrow$$

$$W_{BC} = -\frac{P_B V_B}{1-\gamma}\left(2^{1-\gamma} - 1\right) = -\frac{R\,T_C}{1-\gamma}\left(2^{1-\gamma} - 1\right)$$

$$\frac{5R}{2}\left(T_F - 380\right) = -\frac{R\,T_C}{1-\gamma}\left(2^{1-\gamma} - 1\right) \Rightarrow \frac{5}{2}\left(T_F - 380\right) = -\frac{T_C}{1-\gamma}\left(2^{1-\gamma} - 1\right)$$

$$2{,}5\ \left(T_F - 380\right) = -\frac{380}{1-1{,}4}\left(2^{-0{,}4} - 1\right) = -230 \quad \Rightarrow T_F = 288\,\mathrm{K}$$

$$\eta = 1 - \frac{288}{380} = 1 - \frac{Q_F}{Q_C} \Rightarrow Q_F = \frac{72}{95} Q_C$$

$$\Delta U_{AB} = 0 = Q_C + W_{AB} \Rightarrow Q_C = -W_{AB} = \int_{V_A}^{2V_A} P\,dV = \int_{V_A}^{V_B} \frac{RT}{V}\,dV = RT\ln\frac{V_B}{V_A} = RT\ln\frac{V_B}{V_A} \Rightarrow$$

$$Q_C = 8{,}31\cdot 380\cdot \ln 2 = 2{,}19.10^3\ \text{J} \Rightarrow Q_F = \frac{72}{95}\cdot 2{,}19.10^3 = 1{,}66.10^3\ \text{J}$$ **Opción 2**

34.- Una máquina frigorífica funciona según un ciclo reversible de Carnot inverso. Toma calor de la fuente fría, cuya T_F=273 K y cede calor a la fuente caliente Tc =32 º C. Cada ciclo de la máquina dura 10 s y un motor suministra una potencia de P = 73 kW. Los kg de hielo que se producen en cada ciclo y el coeficiente de eficacia son: Dato.- Calor de fusión del hielo 328 J/g

1) 140 2) 190 3)230 4) 420

Q_F es el calor que la maquina extrae de la fuente fría, Q_C es el calor que se cede a la fuente caliente y W el trabajo que el motor cede a la máquina

$$Q_F + W = Q_C \Rightarrow \frac{Q_F}{T_F} = \frac{Q_C}{T_C} \Rightarrow Q_C = Q_F\frac{T_C}{T_F}\ ;\ Q_F + W = Q_F\frac{T_C}{T_F} \Rightarrow Q_F\left(\frac{T_C}{T_F} - 1\right) = W \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_F\left(\frac{T_C - T_F}{T_F}\right) = W \Rightarrow Q_F = W\left(\frac{T_F}{T_C - T_F}\right) = 7{,}3.10^3\cdot\left(\frac{273}{305-273}\right) = 6{,}23.10^4\ \frac{\text{kJ}}{\text{ciclo}}$$

$$m\cdot 328\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 6{,}23.10^4\ \frac{\text{kJ}}{\text{ciclo}} \Rightarrow m = \frac{6{,}23.10^4}{328} = 190\,\frac{\text{kg}}{\text{ciclo}}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_F}{W} = \frac{W\left(\frac{T_F}{T_C - T_F}\right)}{W} = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{273}{305-273} = 8{,}5$$ **Opción 2**