Ejercicio 6: un recipiente contiene 250 g agua líquida a 20°C. Se le agregan 100 g de hielo de agua a –10°C. Considerando que el recipiente es ideal establezca el estado final del sistema cuando la mezcla alcanza el equilibrio térmico. ($c_{AGUA,\ LIQ}$ = 1 cal/g°C; $L_{f\ agua}$=80cal/g; c_{HIELO}=0,5 cal/g°C)

6

Mezcla de 306,25g de agua líquida y 43,75 g de hielo, todo a 0°C.

Para llevar los 100 g de hielo a agua:

$$m\, Ce_H\, \Delta T = 100g \cdot 0{,}5 \frac{cal}{g\,°C} \cdot 10°C = 500 cal$$

Con 500 cal llevo los 100g de hielo a –10°C a 0°C

¿De dónde obtengo esas 500 cal? ⇒ ¡de los 250g de agua a 20°C!

Para pasar los 100 g de hielo a 0°C a agua a 0°C, necesito x supuesto cambiar de fase:

$$Lf = \frac{Q}{m} \left[\frac{cal}{g}\right] \quad \text{con } Lf = 80 \frac{cal}{g} \therefore$$

necesitaría $Q = 80 \frac{cal}{g} \cdot 100g = 8000 cal$ para fundir los 100g de hielo a 0°C ¿Cuántos tengo disponibles? ⇒

$$m\, Ce_{H_2O}\, \Delta T = 250g \cdot 1 \frac{cal}{°C\,g} \cdot 20°C = 5000 cal$$

pero recordar que habíamos gastado 500 cal para los 100g de Hielo de –10°C a 0°C ∴ nos quedan 4500 cal

Con 8000 cal fundo 100g hielo
– 4500 – – $x = 56{,}25g$

100g hielo – 56,25g hielo ⇒ restan $\boxed{43{,}75g \text{ hielo}}$

masa total: 250g agua + 100g hielo = 350g

350g – 43,75g ⇒ $\boxed{306{,}25g \text{ agua}}$

Ejercicio 18: un cubo de 0,5m de lado se halla en un recinto a 10°C. Una resistencia eléctrica mantiene la temperatura interna del cubo en 34°C. Si el coeficiente de emisividad de las paredes del cubo es ε=0,8, calcule la potencia calorífica que transfiere el cubo por radiación y por convección (suponga que el coeficiente de transferencia por convección vale $h=14\ W/m^2K$). ($\sigma=5{,}67\times10^{-8}\ W/m^2K^4$)

$|P_{RAD}| = 168W \quad |P_{CONV}| = 504W.$

cte. de Stefan Botzmann : $\sigma \cong 5{,}67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

a) $P_{radiación} = \varepsilon\, \sigma\, S\, T^4$ ¡T en K!

$T_i = 273 + 34 = 307K$

$T_e = \quad " + 10 = 283K \qquad \Delta T = 24K$

$P_{rad} = 0{,}8 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 1{,}5 \left(307^4 - 283^4\right)$

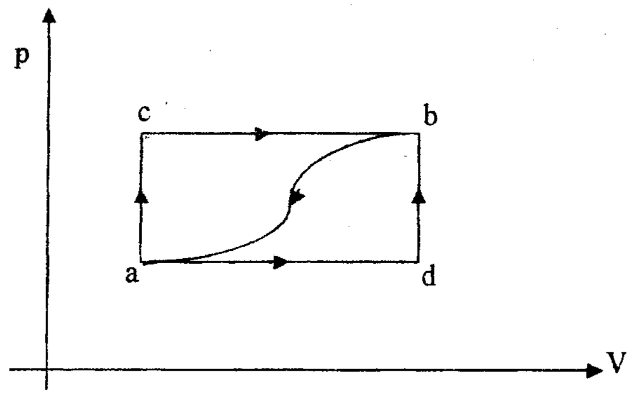
$\boxed{P_{rad} \cong 168\,W}$

b) Convección

$P_{conv} = h\, S\, \Delta T = 14 \frac{W}{m^2 k} \cdot 1{,}5\, m^2 \left(307 - 283\right)$

$\boxed{P_{conv} = 504\,W}$

19) Cuando se lleva un sistema desde el estado a al estado b según la figura, a lo largo del camino acb, se entrega al sistema una cantidad de calor equivalente a 80 J y el sistema realiza 30 J de trabajo.



a) ¿Cuanto calor recibirá el sistema a lo largo del camino adb si el trabajo que realiza fuera 10 J?
b) El sistema vuelve del estado b al estado a por un camino curvo. El trabajo que se entrega al sistema es de 20 J. El sistema, ¿absorbe o entrega calor?, ¿cuánto?.
c) Si $U_a = 0$ y $U_d = 40$ J, hallar el calor absorbido en las transformaciones ad y db.

Nota: $X_{AB} = B - A$ final, inicial $\therefore \Delta U_{AB} = U_B - U_A$

acb: $Q_{acb} = 80J$ ∴ el estado b tiene 80J de energía en forma de calor que el estado a (en el camino acb)

$W_{acb} = 30J$ aquí evaluamos el W que realiza el sistema al entorno en la transformaciones ac + cb (nótese que ac isocora y a volumente cte ∄ W!

a) $Q_{adb} = ?$ el sistema recibe Q del entorno: Q_{adb}
realiza $W_{adb} = 10J$

$\Delta U_{acb} = Q_{acb} - W_{acb} = 80J - 30J = 50J$

$\Delta U_{adb} = 50J = Q_{adb} - W_{adb}$

$50J = Q_{adb} - 10J \Rightarrow \boxed{Q_{adb} = 60J}$

b) Vuelve de $b \to a$ x el camino curvo, se "entrega" W al sistema $= 20J \Rightarrow W_{ba} = -20J$; hallar Q_{ba}

Los estados extremos (a b) no cambiaron $\Rightarrow \Delta U_{ab} = 50J$

$\therefore \Delta U_{ba} = -50J$

$\Delta U_{ba} = Q_{ba} - W_{ba}$ (camino curvo)

$-50J = Q_{ba} - (-20J) \Rightarrow \boxed{Q = -70J}$ El sistema CEDE Q al entorno

c) $U_a = 0J$; $U_d = 40J$, hallar Q_{ad} y Q_{db}

Q_{ad}

$\Delta U_{ad} = Q_{ad} - W_{ad}$ ∴ $40J = Q_{ad} - W_{ad}$

En ⓐ : $W_{adb} = 10J$, pero $W_{adb} = W_{ad} + W_{db}$

$W_{db} = 0$ (isocora) ∴ $W_{adb} = W_{ad} = 10J$

$\boxed{Q_{ad} = 50J}$ El sistema recibe Q de su entorno

Q_{db}

$\Delta U_{adb} = 50J$ y $\Delta U_{ad} = 40J$

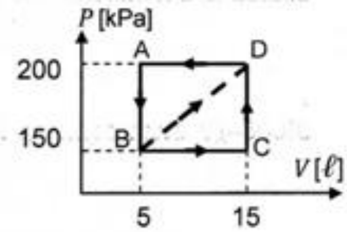
$\Delta U_{db} = \Delta U_{adb} - \Delta U_{ad} = 50J - 40J = 10J$

$\Delta U_{db} = Q_{db} - \cancelto{0}{W_{db}}$ ∴ $\boxed{Q_{db} = 10J}$

$Q_{ad} + Q_{db} = 50J + 10J = 60J$ ∴ $Q_{adb} = 60J$

Observar el resultado Q_{adb} en ⓐ !

Ejercicio 25: El gráfico muestra dos evoluciones de un de un gas ideal (ABCDA y ABDA). El estado C está a mayor temperatura que el estado A, y la diferencia de energía $U_{AC} = U_C - U_A$ es de 1875 J. Calcule:



a) el calor intercambiado por el sistema en la evolución ABC;
b) el calor intercambiado en el ciclo ABDA.

a) *Q_{ABC}=3375 J ≡ 807,4 cal*
b) *Q_{CICLO}= − 250 J ≡ −59,8 cal*

a) $Q_{ABC} = ?$ Q_{AB} V de → isocora

$Q_{AB} = m\, c_{ev} (T_B - T_A)$ 1875 J

$\Delta U_{AC} = Q_{ABC} - W_{ABC} \Rightarrow Q_{ABC} = \Delta U_{AC} + W_{ABC}$

0 → Isocórico

$W_{ABC} = \cancel{W_{AB}} + W_{BC}$ 1500 J

Isobárico

$W_{BC} = p_B (V_C - V_B) = 150\, kPa (15.10^{-3} m^3 - 5.10^{-3} m^3) =$

$Q_{ABC} = \Delta U_{AC} + W_{ABC} = 1875 J + 1500 J$

$\boxed{Q_{ABC} = 3375 J}$ $\boxed{1\, cal = 4{,}186 J \quad Q_{ABC} = 806{,}3\, cal}$

b) $Q_{ABDA} = ?$ $\Delta U = Q - W$

$\Delta U_{ciclo} = 0 \therefore W_{ABDA} = Q_{ABDA}$

$W_{AB} = 0\,J$ isocórica

$W_{BD} = \int_{V_B}^{V_D} p\,dV \Rightarrow$ área bajo BD: $150 \cdot 10^3\,Pa \cdot 10 \cdot 10^{-3}\,m^3 + 10 \cdot 10^{-3}\,m^3 \cdot 50 \cdot 10^3\,Pa / 2$

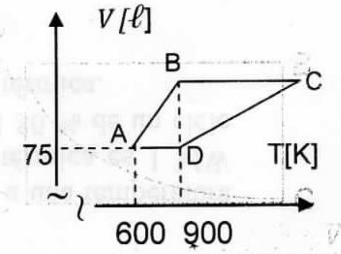
$W_{BD} = 1750\,J$ (horario ; +)

$W_{DA} \Rightarrow$ área bajo AD: $200 \cdot 10^3\,Pa \cdot 10 \cdot 10^{-3}\,m^3$

$W_{DA} = -2000\,J$ (antihorario ; −)

$$\boxed{W_{ABDA} = Q_{ABDA} = -250\,J}$$

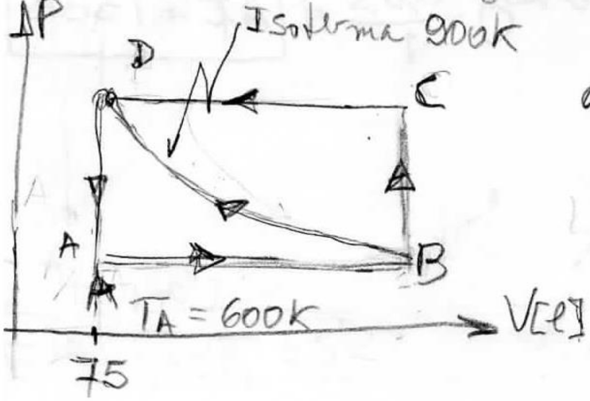
Ejercicio 22: La figura muestra el ciclo ABCDA que realiza un gas ideal diatómico. La presión en el estado A vale P_A=200kPa.
a) justifique si en cada ciclo el sistema recibe o entrega trabajo;
b) calcule el calor intercambiado por el sistema en la transformación BCD. (c_P=7R/2; c_V=5R/2; R=8,314 J/mol K).



a) el sistema recibe trabajo porque en el plano PV el ciclo es antihorario;
b) Q_{BCD}=−11250 J

Como V y T guardan una relación lineal y PV = nRT --> P = cte. en las transformaciones AB y CD.

Pasemos al diagrama P-V



a) $\boxed{\text{Antihorario} \therefore \text{recibe } W}$

b) Q_{BCD} = ?

Debemos analizar 2 transformaciones $\to Q_{BC}$, Q_{CD}

Q_{BC} :

Es un proceso isocórico (V = cte)

$Q_{BC} = n\, C_{ev}\,(T_C - T_B)$

$\frac{T_D}{T_A} = \frac{T_C}{T_B} \Rightarrow T_C = \frac{(900\,K)^2}{600\,K} \Rightarrow T_C = 1350\,K$

Vamos a hallar los moles n de gas del problema:

En A:

$p_A V_A = n R T_A$ ∴ $n = \frac{200\,kPa \cdot 75 \cdot 10^{-3}\,kg}{8{,}314\,\frac{J}{mol.K} \cdot 600\,K} = 3$

$Q_{BC} = 3\,moles \cdot \frac{5}{2} \cdot 8{,}314\,\frac{J}{mol.K}(1350\,K - 900\,K) \cong 28060\,J$

Q_{CD}

Es un proceso isobárico (p = cte)

$Q_{CD} = n\, C_{ep}\,(T_D - T_C) = 3 \cdot \frac{7}{2}\, 8{,}314\,(900 - 1350)$

$Q_{CD} \approx -39283\,J$

$Q_{FINAL} = 28060\,J - 39283\,J$

$\boxed{Q_F = -11223\,J}$

***Ejercicio 27*:** una máquina de Carnot opera entre dos fuentes, la caliente a 100°C y la fría a 0°C. Si por ciclo absorbe 100J del foco caliente, calcule:

a) el rendimiento de la máquina;

b) la cantidad de calor que cede por ciclo al foco frío;

c) el trabajo que realiza;

a) η=0,268; b) $|Q_F|$= 73,2 J; c) W_{CICLO}=26,8 J

M.T.

a) $\eta_{MT} = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 1 - \frac{273 K}{373 K} \Rightarrow \boxed{\eta_{MT} \cong 26{,}8\%}$

b) Si $\eta_{MT} \cong 26{,}8\%$ ⇒ c/ciclo, de los 100J que absorbe x ciclo: 26,8J los convierte en W ∴

$$\boxed{|Q_{DESPERDICIADO}| \cong 73{,}2 J}$$

c) $\boxed{W \cong 26{,}8 J}$

Obsérvese: dice "si x ciclo absorbe 100J del foco caliente" ∴ es una M.T. x q' es la única que toma Q de la fuente cálida