Ejercicio 1: Dentro de un calorímetro de equivalente en agua π = 30 g hay 70 g de agua, en equilibrio con el calorímetro, a una temperatura de 50°C. Se agregan 40 g de hielo a –10°C. Hallar el estado final de la mezcla. El calor específico del hielo es c_h = 0,5 cal/g.°C, el del agua es c_a = 1 cal/g.°C y el calor latente de fusión del hielo es L_f = 80 cal/g. 11.4 °C

$\underbrace{\pi = 30g \qquad m_A = 70g}_{T_0 = 50°C}$ $\qquad\qquad$ $m_h = 40g$, $T_0 = -10°C$

Es ilogico que el sistema alcanze un $T_F = 100°C$

Supongamos que la $T_F = 0°C$

- El enfriamiento del Agua con el Calorimetro

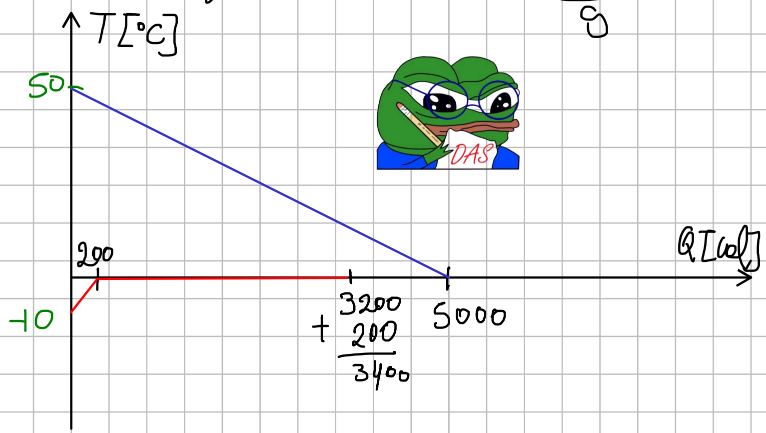
$$Q_1 = (m_{agua} + \pi) c_a (T_F - T_0) \Rightarrow Q_1 = (30g + 70g) \cdot 1 \frac{cal}{g°C} (0 - 50°C) = -5000\ cal$$

- El Calentamiento del hielo

$$Q_2 = m_h \cdot c_h (T_F - T_0) \Rightarrow Q_2 = 40g\ 0{,}5 \frac{cal}{g°C} (0 + 10°C) = 200\ cal$$

- Suponemos que el hielo se fusiona todo

$$Q_3 = L_f \cdot m_h \Rightarrow Q_3 = 80 \frac{cal}{g} \cdot 40g = 3200\ cal$$



Como no alcanzo el punto de equilibrio. Entonces la Temperatura no es 0°C si no que esta entre 0<Tf<100. Sabiendo que se derritio todo el hielo.

$$\Sigma Q_i = 0 \rightarrow Q_{Agua+\pi} + Q_{hielo\ hasta\ 0°C} + Q_{hielo\ en\ agua\ hasta\ T_F} + Q_{fusion\ del\ hielo} = 0$$

$$(m_\pi + m_A) \cdot C_A (T_F - T_0) + m_h \cdot C_A (T_F - T_0) + m_h \cdot C_a (T_F - 0) + L_f \cdot m_h$$

$$(30g + 70g) \cdot 1 \frac{cal}{g°C} (T_F - 50°C) + 40g\ 0{,}5 \frac{cal}{g°C} (0 + 10)°C + 40g\ 1 \frac{cal}{g°C} (T_F - 0) + 80 \frac{cal}{g} \cdot 40g = 0$$

$$100 \frac{cal}{°C} T_F - 5000\ cal + 200\ cal + 40 \frac{cal}{°C} T_F + 3200\ cal = 0$$

$$140 \frac{cal}{g°C} T_F = 1600\ cal \Rightarrow T_F = \frac{1600\ cal}{140 \frac{cal}{g°C}} \Rightarrow \boxed{T_F = 11{,}42°C}$$

Estado Final

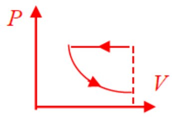
$T_F = 11{,}42°C$

$m_h = 0$

$M_{Agua} = \overset{M_{agua}}{70g} + \overset{M_{hielo}}{40g} = 110g$

Ejercicio 2: Cuatro moles de un gas ideal ($c_p = 7R/2$) ocupan un volumen de 20 ℓ y soportan una presión de 8,2 at. A partir de ese estado inicial se enfrían a presión constante hasta una temperatura igual a 3/5 de la inicial para luego expandirse adiabáticamente hasta el volumen inicial de 20 ℓ.

a) Represente gráficamente las evoluciones en un diagrama p-V.



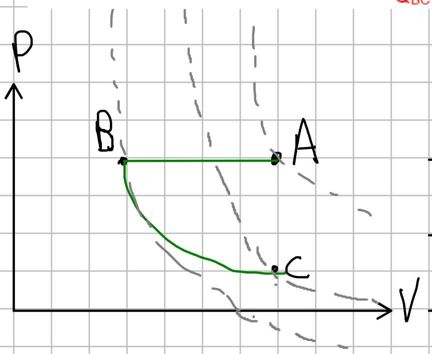
b) Halle la cantidad de calor y el trabajo intercambiados y la variación de la energía interna del gas en cada una de las evoluciones. $W_{AB} = -6{,}56$ kJ ; $\Delta U_{AB} = -16{,}6$ kJ; $Q_{AB} = -23{,}16$ kJ

$Q_{BC} = 0$; $\Delta U_{BC} = -4{,}61$ kJ; $W_{BC} = 4{,}61$ kJ

20ℓ

$1000\,\ell \to 1\,m^3$

$20\,\ell \to 0{,}02\,m^3$



	T_{μ}	V_{μ}	P_{μ}
A	500k	$0{,}02\,m^3$	830865 Pa
B	300k	$0{,}012\,m^3$	830865 Pa
C	244,4 k	$0{,}02\,m^3$	406389,25 Pa

$1\,atm \to 101325\,Pa$

$8{,}2\,atm \to 830865\,Pa$

$C_p - C_v = R$

$C_v = C_p - R \to C_v = \frac{7}{2}R - R = \frac{5}{2}R$

$\gamma = \frac{\frac{7}{2}}{\frac{5}{2}} = \frac{7}{5}$

- $P_A V_A = nRT_A \to T_A = \frac{P_A V_A}{nR} \to T_A = \frac{830865\,Pa \cdot 0{,}02\,m^3}{4\,mol\ 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k}} = 500\,k$

- $P_B V_B = nRT_B \to V_B = \frac{nRT_B}{P_B} \Rightarrow V_B = \frac{4\,mol \cdot 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k} \cdot 300\,k}{830865\,Pa} = 0{,}012\,m^3$

- $P_B V_B^{\gamma} = P_C V_C^{\gamma} \to P_C = \frac{P_B V_B^{\gamma}}{V_C^{\gamma}} = P_B\left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma} \Rightarrow P_C = 830865\,Pa\left(\frac{0{,}012}{0{,}02}\right)^{\frac{7}{5}} = 406389{,}25\,Pa$

- $P_C V_C = nRT_C \to T_C = \frac{P_C V_C}{nR} \Rightarrow T_C = \frac{406389\,Pa \cdot 0{,}02\,m^3}{4\,mol \cdot 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k}} = 244{,}4\,k$

(B) <u>tramo AB</u>

$P\,cte \to \Delta U_{AB} = C_v \cdot n\Delta T_{AB} \qquad W_{AB} = P(V_B - V_A) \qquad Q_{AB} = C_p\, n\Delta T_{AB}$

- $\Delta U_{AB} = \frac{5}{2}R \cdot n\,(T_B - T_A) = \frac{5}{2} \cdot 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k}\ 4\,mol\,(300k - 500k) =$

$= -16\,628\,J \approx \boxed{-16{,}6\,kJ}$

	T_{μ}	V_{μ}	P_{μ}
A	500k	$0{,}02\,m^3$	830865 Pa
B	300k	$0{,}012\,m^3$	830865 Pa
C	244,4 k	$0{,}02\,m^3$	406389,25 Pa

- $W_{AB} = 830865\,Pa\,(0{,}012 - 0{,}02)\,m^3 = -6646{,}9\,J$

$\approx \boxed{-6{,}64\,kJ}$

- $Q_{AB} = \frac{7}{2}Rn(T_B - T_A) = \frac{7}{2}\ 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k} \cdot 4\,mol\ (300k - 500k) = -23279{,}2\,J \approx \boxed{-23{,}27\,kJ}$

$\Delta U_{BC} = Q_{BC} - W_{BC}$

<u>tramo BC</u> adiabatico $\Rightarrow Q_{BC} = 0$

$\Delta U_{BC} = -W_{BC}$

- $\Delta U_{BC} = c_v \cdot n\Delta T_{BC} \to \frac{5}{2}R \cdot n\,(T_C - T_B) \approx \frac{5}{2} \cdot 8{,}314\,\frac{J}{mol\,k} \cdot 4\,mol\,(244 - 300)\,k = \boxed{-4655\,J}$

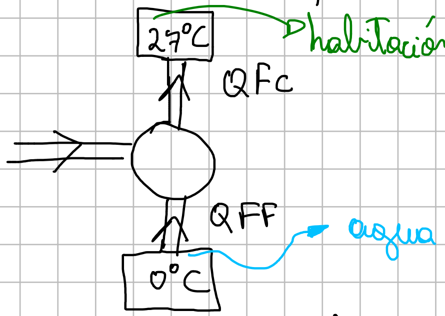
$W_{BC} = -\Delta U_{BC} \to \boxed{W_{BC} = (+)\,4655\,J} \to$ Tiene sentido ya que el Volumen aumenta

Ejercicio 3: Mediante una máquina frigorífica de Carnot se solidifica agua que se encuentra a 0 °C. El calor extraído del agua se libera en una habitación cuya temperatura es de 27 °C. Suponga que se convierten 50 kg de agua a 0 °C en hielo a 0 °C. Calcule:

a. Qué cantidad de calor es cedida a la habitación. -18352 kJ
b. Qué cantidad de trabajo debe ser entregada a la máquina frigorífica. -1651 kJ

(El calor latente de fusión del hielo es L_f = 334 kJ / kg)

Como es una maquina frigorifica



50 kg agua → hielo

$$Q_{\text{Solidificación del hielo}} = L_S \cdot m_h \qquad L_S = -L_f$$

$$Q_S = -334 \frac{kJ}{kg} \cdot 50 kg$$

$$Q_S = -16700 kJ$$

(Desde el punto de vista del agua)

$Q_{FF} = 16700 kJ$ (Vista desde la Maquina Frigorifica)

ⓐ Por ser una Maquina de Carnot $\frac{Q_{FF}}{Q_{FC}} = -\frac{T_{FF}}{T_{FC}}$

$$Q_{FC} = -Q_{FF} \cdot \frac{T_{FF}}{T_{FC}} = -\frac{16700 kJ \cdot 300 K}{273 K} \Rightarrow \boxed{Q_{FC} = -18352 kJ}$$

ⓑ $W = Q_{FC} + Q_{FF} = -18352 + 16700 kJ = \boxed{-1652 kJ}$

otra forma de hacer

$$\varepsilon = \frac{T_{FF}}{T_{FC} - T_{FF}} = \frac{273}{300-273} = 10,1$$

$$\varepsilon = -\frac{Q_{FF}}{W} \Rightarrow W = \frac{-Q_{FF}}{\varepsilon} \Rightarrow W = \frac{-16700 kJ}{10,1} = \boxed{-1652 kJ}$$

Ejercicio 4: Dos cargas puntuales q_1 y q_2 se encuentran infinitamente alejadas una de otra.

a) Calcule el trabajo que es necesario realizar para traer a q_2 desde el infinito hasta la distancia a de q_1, sin variar su energía cinética -0,24 μJ

b) En estas condiciones si se trajera una tercera carga puntual q_3 desde otro punto muy lejano, sin variar su energía cinética, hasta dejarla en la posición indicada en la figura (2) ¿Qué trabajo se debería efectuar? $W = 0$

Fig. (1)

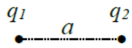
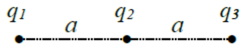


Fig. (2)



Datos: q_1 = 4 nC ; q_2 = – 2 nC ; q_3 = 8 nC ; a = 30 cm ; $\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ C²/Nm² ; 1 nC = 10^{-9} C

sin variar su energía cinética $\longrightarrow \Delta EC = WF^{Nec}_{AB} + WF^{Eléctrica}_{AB} = 0$

desde el Infinito $\quad WF^{Nec}_{AB} = -WF^{Elec}_{AB}$

$$WF^{Elec}_{AB} = q_1(\overset{=0}{V_A} - V_B)$$

30 cm = 0,3 m

$$V_B = K_0 \frac{q_2}{r} = K_0 \frac{q_2}{a} = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{(-2\times10^{-9}C)}{0{,}3\,m} = -60\,V$$

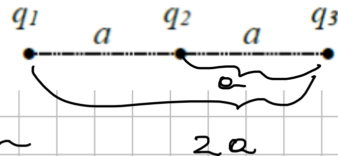
$$WF^{Elec}_{AB} = q_1(-V_B) \Longrightarrow WF^{Elec}_{AB} = 4\times10^{-9}C(-(-60V)) = 0{,}24\times10^{-6}J = 0{,}24\,\mu J$$

$$\boxed{WF^{Nec}_{AB} = -0{,}24\,\mu J}$$

(B) Sabemos $WF^{Necesa}_{AB} = -WF^{Elec}_{AB}$

Datos: q_1 = 4 nC ; q_2 = – 2 nC ; q_3 = 8 nC ; a = 30 cm ; $\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ C²/Nm² ; 1 nC = 10^{-9} C

Fig. (2)



$$W^{Felec}_{AB} = q_3(\overset{=0 \text{ desde el } \infty}{V_A} - V_B) \rightarrow q_3 V_B$$

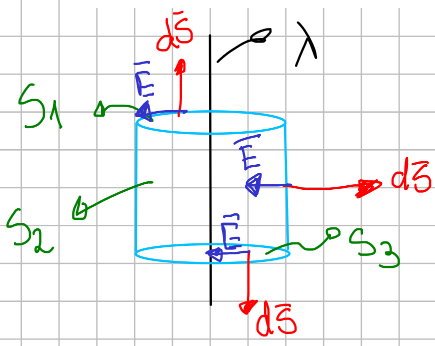
$$V_B: K_0\left(\frac{q_1}{2a} + \frac{q_2}{a}\right) = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\left(\frac{4\times10^{-9}C}{2\cdot0{,}3\,m} - \frac{2\times10^{-9}C}{0{,}3\,m}\right) \sim$$

$$\sim V_B = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 0 \rightarrow V_B = 0$$

$$W^{Felec}_{AB} = 0 \Longrightarrow \boxed{W^{Nec}_{AB} = 0}$$

Ejercicio 5: Halle la expresión y calcule la fuerza de repulsión eléctrica entre una carga puntual q = 20 μC y un alambre recto de gran longitud que tiene una densidad lineal de carga constante λ = 60 nC/m. La distancia entre la carga puntual y el alambre es de 0,9 m. ($1/4\pi\varepsilon_0 \approx 9\times10^9$ N m²/C²)

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\lambda}{r} q\hat{r} \; ; \; F = 0{,}024 \text{ N}$$



$$\text{Ley de gauss} \Rightarrow \oiint E\, d\bar{S} = \frac{Q_T\,\text{total}}{\varepsilon_0}$$

$$\frac{dq}{dl} = \lambda \sim dq = \lambda dl \sim \int dq = \lambda \int dl \sim$$

$$\sim \underline{Q = \lambda L}$$

$$\oiint E\, d\bar{S} = \underbrace{\iint_{S_1} \bar{E}\, d\bar{S}}_{\bar{E} \perp d\bar{S} \;=\; \bar{0}} + \iint_{S_2} \bar{E}\, d\bar{S} + \underbrace{\iint_{S_3} \bar{E}\, d\bar{S}}_{\bar{E} \perp d\bar{S} \;=\; \bar{0}} = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0}$$

$$\iint_{S_2} \underbrace{E(\check{r})\, dS(\check{r})}_{\parallel} = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0} \sim E \iint_{S_2} dS = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0} \sim$$

$$\sim E \cdot S_2 = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0} \sim E \cdot 2\pi r \cdot \cancel{L} = \frac{\lambda \cancel{L}}{\varepsilon_0} \sim E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0} \sim$$

$$\sim E = \frac{2}{2} \cdot \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0} \sim E = K_0 \frac{2\lambda}{r} \Rightarrow |\bar{E}| = K_0 \frac{2\lambda}{r}$$

$$\boxed{\vec{E}(r) = K_0 \frac{2\lambda}{r} \check{r}}$$

$$\text{Recordamos } \vec{F} = q_0 \vec{E} \longrightarrow \boxed{\vec{F}(r) = K_0 \frac{2\lambda}{r} \cdot q_0 \; \check{r}}$$

$r = 0{,}9\text{m} = 9\times10^{-1}$ $\quad q_0 = 20\times10^{-6}$C $\quad \lambda = 60\times10^{-9}\,\frac{\text{C}}{\text{m}}$ $\quad K_0 = 9\times10^{9}\,\text{N}\,\frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$

$$\vec{F}(0{,}9\text{m}) = \frac{\cancel{9}\times\cancel{10^9}\,\text{N}\frac{\cancel{\text{m}^2}}{\cancel{\text{C}^2}} \cdot 2 \cdot 6\cancel{0}\times\cancel{10^{-9}}\,\frac{\cancel{\text{C}}}{\cancel{\text{m}}} \cdot 2\cancel{0}\times\cancel{10^{-6}}^{\,-5\;-3}\,\cancel{\text{C}}}{\cancel{9\times10^{-1}}\,\cancel{\text{m}}} = 24\times10^{-3}\text{N} = \boxed{0{,}024\text{N}}$$