1) $\phi_Q = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{calor}{tiempo} = \frac{calor\, necesario\, para\, fundir\, hielo}{tiempo}$

Disposición de resistencias térmicas en paralelo, se suman las corrientes de calor

$$[W]\phi_{Qtotal} = \frac{\Delta Q[J]}{\Delta t[s]} = \phi_{Q1} + \phi_{Q2} = \frac{-\lambda_1 \cdot S}{L}\Delta T - \frac{\lambda_2 \cdot S}{L}\Delta T = \frac{-S \cdot \Delta T}{L}(\lambda_1 + \lambda_2) = \frac{L_f \cdot m_H \cdot 4{,}184[J/cal]}{\Delta t}$$

$$S = \frac{-L_f \cdot m_H \cdot 4{,}184[J/cal] \cdot L}{\Delta t \cdot \Delta T \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad = \quad S = \frac{-80 \cdot 10 \cdot 4{,}184[J/cal] \cdot 1}{7200 \cdot (0-100) \cdot (3+2)} \quad = S = 9{,}297 \times 10^{-4}\ m^2 \approx 9{,}3\ cm^2$$

nota : Δt en segundos. 1 hora = 3600 segundos.

2) $W_{ciclo} = Q_{ciclo} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}$ → → → → $Q_{BC} = Q_{DA} = 0$ por adiabáticas.

→ → → → $Q_{CD} = U_{CD} = -600$ J (dato)

$Q_{AB} = W_{AB} + U_{AB} = P \cdot \Delta V + C_v \cdot n \cdot \Delta T$

$Q_{AB} = \quad = P_A(V_B - V_A) + C_v \cdot n\,(T_B - T_A)$

$Q_{AB} = P_A(V_B - V_A) + \frac{5}{2} R\, n\left(\frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R} - \frac{P_A \cdot V_A}{n \cdot R}\right)$////simplifico nR

$Q_{AB} = P_A(V_B - V_A) + 2{,}5\,(P_B V_B - P_A V_A)$///// como $P_B = P_A$

$Q_{AB} = P_A(V_B - V_A) + 2{,}5\, P_A\,(V_B - V_A)$

$Q_{AB} = P_A(V_B - V_A)\ \{1 + 2{,}5\} = P_A(V_B - V_A)\, 3{,}5$

$Q_{AB} = P_A(V_B - V_A)\, 3{,}5$

$W_{ciclo} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}$

$W_{ciclo} = P_A(V_B - V_A)\, 3{,}5 + 0 - 600\ J + 0$

$W_{ciclo} = 200\,(5 - 3)\, 3{,}5 + 0 - 600\ J + 0 = W_{ciclo} = 800\ J$

nota: la evolución CD cede calor, por lo tanto $Q_{CD} < 0$.

Otra manera de plantearlo

$Q_{AB} = C_p \bullet n \bullet \Delta T$

$= C_p\ n\,(T_B - T_A)$

$= 3{,}5\ R\ n\,(T_B - T_A)$

$= 3{,}5\ R\ n\left(\frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R} - \frac{P_A \cdot V_A}{n \cdot R}\right)$

$Q_{AB} = 3{,}5\ P_A(V_B - V_A)$////// IDEM

3) $e = \frac{T_f}{T_c - T_f} = \frac{Q_{absor}}{|W_{Rec}|} \rightarrow\rightarrow\rightarrow |W_{Rec}| = \frac{(T_c - T_f) \cdot Q_{absor}}{T_f} = \frac{(373-273) \cdot 273}{273} = |W_{Rec}| = 100[KJ]$

$$Pot[W] = \frac{energia[J]}{tiempo[s]} = \frac{|W_{rec}|}{tiempo} = \frac{100[KJ]}{5[s]} = Pot = 20[W]$$

4) a) $W_{A\to B} = q_0 (V_A - V_B)$ → → → → $V_A = V_{A-Q} + V_{A-varilla}$ → → → → $V_B = V_{B-Q} + V_{B-varilla}$

$$V_{A-Q} = K\frac{Q}{r_A} \quad \to \to \to \quad V_{B-Q} = K\frac{Q}{r_B}$$

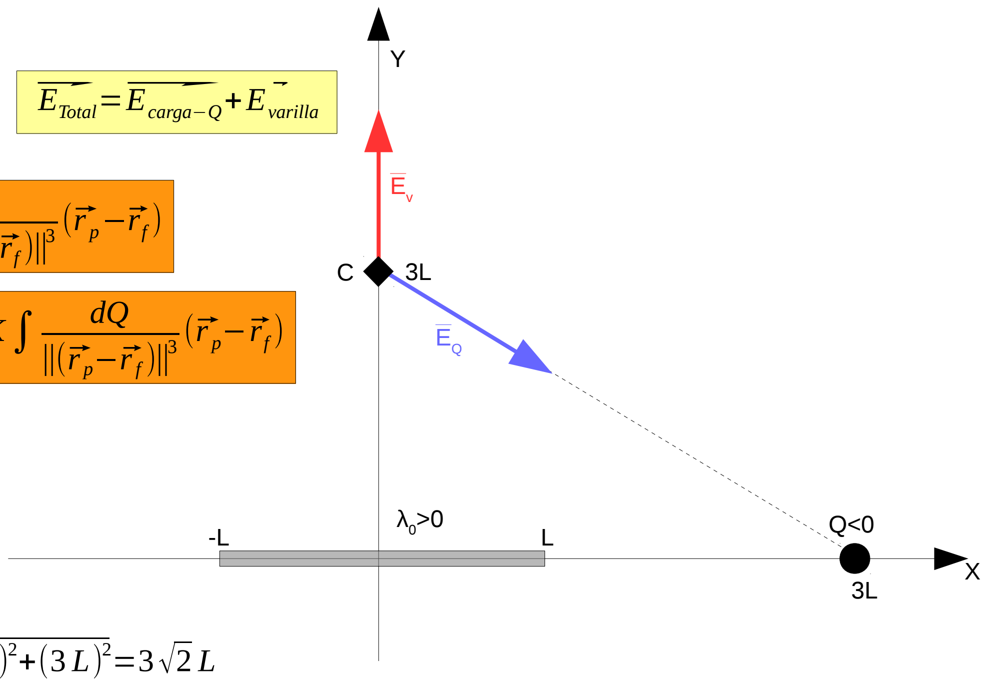
$V_{A-varilla} = V_{B-varilla}$ Son iguales, dado que ambos puntos equidistan de la varilla, y como esta tiene la carga uniformemente distribuida, el potencial debido a la varilla en los puntos A y B, son idénticos.

$W_{A\to B} = q_0 (V_A - V_B) = q_0 (V_{A-Q} + V_{A-varilla} - V_{B-Q} + V_{B-varilla}) =$

$= q_0 (V_{A-Q} - V_{B-Q}) = q_0 KQ \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = 2x10^{-6} \cdot 9x10^{9} \cdot (-3x10^{-6}) \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{5} \right) = -43{,}2 \text{ x } 10^{-3}\,J$

$W_{A\to B} = -43{,}2\ mJ$ »» El trabajo es realizado por una fuerza exterior, dado que entre la carga q_0 y la carga Q hay una fuerza de atracción, por ser de distinto signo.

Otra manera de verlo : como el trabajo es negativo, el trabajo es realizado **<u>"contra"</u>** la fuerza eléctrica.



4)b) $\boxed{\vec{F} = q_0 \vec{E}_{Total}}$ → → → → $\boxed{\vec{E}_{Total} = \vec{E}_{carga-Q} + \vec{E}_{varilla}}$

Carga puntual → → $\boxed{\vec{E} = K\frac{Q}{\|(\vec{r}_p - \vec{r}_f)\|^3}(\vec{r}_p - \vec{r}_f)}$

Carga Distribuida → $\boxed{\vec{E} = \int d\vec{E} = K\int \frac{dQ}{\|(\vec{r}_p - \vec{r}_f)\|^3}(\vec{r}_p - \vec{r}_f)}$

Para la carga Q

$$\vec{r}_p = \vec{r}_C = (0:3L)$$

$$\vec{r}_f = \vec{r}_Q = (3L:0)$$

$$\vec{r}_p - \vec{r}_f = (-3L:3L)$$

$$\|\vec{r}_p - \vec{r}_f\| = \|(-3L:3L)\| = \sqrt{(-3L)^2 + (3L)^2} = 3\sqrt{2}L$$

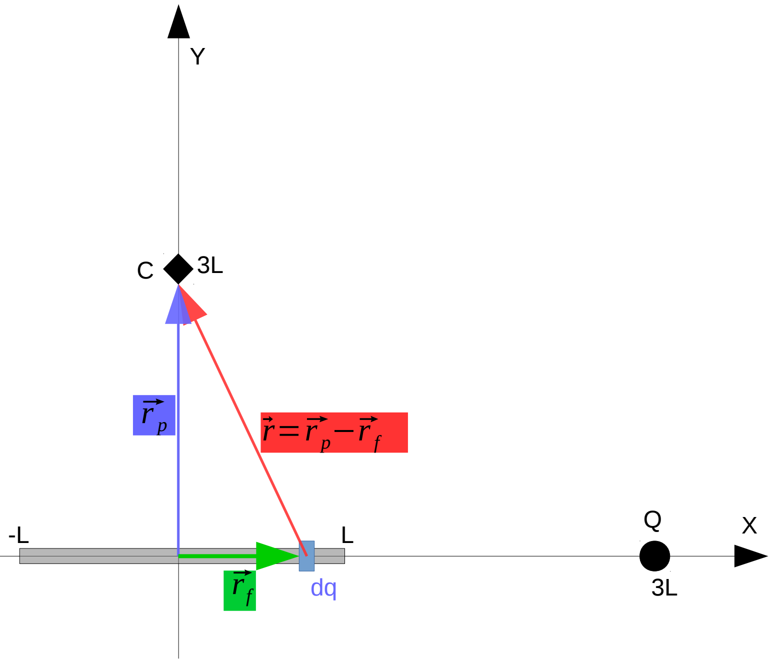
$$\|\vec{r}_p - \vec{r}_f\|^3 = (3\sqrt{2}L)^3 = 27\sqrt{8}L^3$$

$$\vec{E} = K\frac{Q}{\|(\vec{r}_p - \vec{r}_f)\|^3}(\vec{r}_p - \vec{r}_f) = K\frac{Q}{27\sqrt{8}L^3}(-3L:3L) \to \text{Si } L = 1m = K\frac{Q}{27\sqrt{8}}(-3:3) =$$

$$= K\frac{Q}{9\sqrt{8}}(-1:1) = 9x10^{9}\frac{(-3x10^{-6})}{9\sqrt{8}}(-1:1) = \frac{(3x10^{3})}{\sqrt{8}}(1:-1)\frac{N}{C}$$

$$\boxed{\vec{E}_{carga-Q} = \frac{(3x10^{3})}{\sqrt{8}}(1:-1)[\frac{N}{C}]} = \boxed{\vec{E}_{carga-Q} = (1{,}06\,\check{i} - 1{,}06\,\check{j})\,K\frac{N}{C}}$$

Para la varilla $\overrightarrow{E_{varilla}}=K\int\frac{dQ}{\|(\vec{r}_p-\vec{r}_f)\|^3}(\vec{r}_p-\vec{r}_f)$



$\vec{r}_p=(0:3L)$

$\vec{r}_f=(x:0)$

$\vec{r}_p-\vec{r}_f=(-x:3L)$

$\|\vec{r}_p-\vec{r}_f\|^3=(\sqrt{(x)^2+9L^2})^3=(x^2+9L^2)^{3/2}$

$dQ=\lambda_0\cdot dx$

$$\overrightarrow{E_{varilla}}=K\int_{-L}^{L}\frac{\lambda_0\cdot dx}{(x^2+9L^2)^{3/2}}\cdot(-x:3L)\quad\rightarrow\quad E_x=K\int_{-L}^{L}\frac{\lambda_0\cdot dx(-x)}{(x^2+9L^2)^{3/2}}=0$$

$$E_y=K\int_{-L}^{L}\frac{\lambda_0\cdot dx(3L)}{(x^2+9L^2)^{3/2}}=K\lambda_0 3L\int_{-L}^{L}\frac{dx}{(x^2+9L^2)^{3/2}}=K\lambda_0 3L\frac{x}{9L^2\sqrt{(x^2+9L^2)}}\Big|_{-L}^{L}$$

$$E_y=K\lambda_0 3L\frac{(2L)}{9L^2\sqrt{(L^2+9L^2)}}=\frac{K\lambda_0 6}{L9\sqrt{10}}$$ /// ver calculo de λ_0

Si L=1m → $E_y=\frac{6}{9\sqrt{10}}\cdot 9x10^9\cdot 2x10^{-6}=\frac{12}{\sqrt{10}}x10^3[N/C]$ = $E_y=3{,}79x10^3[N/C]=3{,}79K\frac{N}{C}$

$\boxed{\overrightarrow{E_{varilla}}=(0\check{i}+3{,}79\check{j})K\frac{N}{C}}$ y $\boxed{\overrightarrow{E_{carga-Q}}=(1{,}06\check{i}-1{,}06\check{j})K\frac{N}{C}}$

$\boxed{\overrightarrow{E_{Total}}=\overrightarrow{E_{carga-Q}}+\overrightarrow{E_{varilla}}}$ → $\overrightarrow{E_{Total}}=[(0\check{i}+3{,}79\check{j})+(1{,}06\check{i}-1{,}06\check{j})]K\frac{N}{C}$

$\overrightarrow{E_{Total}}=(1{,}06\check{i}+2{,}73\check{j})K\frac{N}{C}$

$\boxed{\vec{F}=q_0\overrightarrow{E_{Total}}}$ → $\vec{F}=2\mu C(1{,}06\check{i}+2{,}73\check{j})K\frac{N}{C}$

$\boxed{\vec{F}=(2{,}12\check{i}+5{,}46\check{j})x10^{-3}N}$

Calculo de λ_0

$$\Phi_E = \frac{Q_{encerrada}}{\epsilon_0} = \frac{Q_{media-varilla}+Q}{\epsilon_0} = \frac{\lambda_0 L+Q}{\epsilon_0}$$

$$\lambda_0=\frac{\Phi_E\cdot\epsilon_0-Q}{L} \quad /// \quad \lambda_0=\frac{(-113\,x\,10^3)\cdot 8{,}85\,x\,10^{-12}-(-3\,x\,10^{-6})}{1} \approx 2\ \mu C/m$$

$$\lambda_0=2\mu\, C/m$$

5) a) $\Delta V_{total} = \Delta V_{plano} + \Delta V_{cargaQ}$

$\Delta V_{plano} = 0$. Los puntos A y B están contenidos en un plano paralelo al plano infinito, por lo tanto están sobre una superficie equipotencial

$$\Delta V_{total} = \Delta V_{cargaQ} = (V_{A-Q} - V_{B-Q}) = KQ\left(\frac{1}{r_A}-\frac{1}{r_B}\right) = 9x10^9(1x10^{-6})\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{2}\right) = 4{,}5 \text{ x } 10^3 \text{ V}$$

5) b) $F_{gravitatoria}=F_{electrica}$

$m\cdot g= Q\cdot E_p \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \quad E_p = (m\cdot g)/Q$

$= (9x10^{-4}\cdot 10)/1x10^{-6} = 9x10^3$ [N/C] $|$

$|E_p| = 9x10^3$ [N/C]

$|E_Q| = (KQ)/r^2$

$|E_Q| = 9x10^9(1x10^{-6})/ 1^2= 9x10^3$ [N/C]

$|E_Q| = 9x10^3$ [N/C]

Vector campo eléctrico generado por el plano $\vec{E}_p=9\,x\,10^3\,\check{k}[N/C]$

Vector campo eléctrico generado por la carga Q $\vec{E}_Q=9\,x\,10^3\,\check{i}[N/C]$

$$\overrightarrow{E_{Total}}=\vec{E}_Q+\vec{E}_p=9\,x\,10^3(\check{i}+0\check{j}+\check{k})[N/C]$$

$$\boxed{|E_{Total}|=\sqrt{|E_Q|^2+|E_p|^2}=\sqrt{2}\cdot 9\,x\,10^3[N/C]}$$

$$\boxed{|E_{Total}|=12{,}73\,x\,10^3\frac{N}{C}=12{,}73\,K\frac{N}{C}}$$

6)

Primero $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = \frac{8{,}85\,x\,10^{-12}[F/m]\cdot 1[m^2]}{8{,}85\,x\,10^{-6}[m]} = 1\,x\,10^{-6}\,F = 1\mu F \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad C_0 = 1\mu F$

$C_0 = \frac{Q_0}{V} \rightarrow\rightarrow Q_0 = C_0 \cdot V = 1\mu F \cdot 100\,V = 100\mu C \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad Q_0 = 100\mu C$ Siendo Q_0 la carga inicial

Luego, cambia la distancia entre placas y se introduce el dieléctrico. La carga se conserva y aumenta la capacidad.

Podemos pensar el ejercicio como dos capacitores en paralelo, C_v y C_d

$C_v = \frac{\varepsilon_0 A/2}{d/2} = \frac{8{,}85\,x\,10^{-12}[F/m]\cdot 1/2[m^2]}{8{,}85\,x\,10^{-6}/2[m]} = 1\,x\,10^{-6}\,F = 1\mu F \rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad C_v = 1\mu F$

$C_d = \frac{\varepsilon_0 A/2}{d/2}\cdot\varepsilon_r = \frac{8{,}85\,x\,10^{-12}[F/m]\cdot 1/2[m^2]}{8{,}85\,x\,10^{-6}/2[m]}\cdot 6 = 6\,x\,10^{-6}\,F = 6\mu F \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad C_d = 6\mu F$

$C_T = C_v + C_d = 1\mu F + 6\mu F = 7\mu F$ → → → $C_T = 7\mu F$

$C_T = \frac{Q_{final}}{V_{final}}$ → → → Como la carga se conserva, **$Q_0 = Q_{final}$** y la capacidad cambia, la diferencia de

tensión cambia → → → $V_{final} = \frac{Q_{final}}{C_T} = \frac{Q_0}{C_T} = \frac{100\mu C}{7\mu F} = 14{,}29V \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad V_{final} = 14{,}29\,V$

Aplicando gradiente → $\bar{E} = -\nabla V$ →

$$|E| = \left|\frac{\Delta V}{\Delta x}\right| = \frac{V_{final}}{d/2} = \frac{14{,}29[V]}{(8{,}85\,x\,10^{-6})/2[m]} = 3{,}23\,x\,10^6[V/m]$$

D=ε_0E + P

D=$\varepsilon_0\varepsilon_r$E

En el vacío :

│E│= 3,23 x10^6 [V/m] = 3,23 MV/m

│P│= 0 , dado que no hay cargas de polarización

Siendo → → → D=ε_0E + P → D=ε_0E + 0 →

D = 8,85 x10^{-12} [$C^2/(Nm^2)$]· 3,23 x10^6 [N/C] + 0 = 2,86 x10^{-5} [C/m²] → → → D = 28,6 μC/m^2

│E│= 3,23 MV/m

│P│= 0 C/m^2

│D│= 28,6 μC/m²

En el dieléctrico :

│E│= 3,23 x10^6 [V/m] = 3,23 MV/m (idem anterior)

│P│≠ 0 , dado que **"SI"** hay cargas de polarización

Siendo → → → $D = \varepsilon_0 \varepsilon_r E$ = 8,85 x10^{-12} [$C^2/(Nm^2)$] · 6 · 3,23 x10^6 [N/C] = 171,6 μC/m²

D =171,6 μC/m²

Siendo → → → $D = \varepsilon_0 E + P$ → → → → $P = D - \varepsilon_0 E$ →

P = D – ε_0 E

P = 171,6 [μC/m²] – 8,85 x10^{-12} [$C^2/(Nm^2)$] · 3,23 x10^6 [N/C]

P = 171,6 μC/m² – 28,6 μC/m² = 143 μC/m²

P =143 μC/m²

$|E|$ = 3,23 MV/m

$|P|$ = 143 μC/m²

$|D|$ = 171,6 μC/m²