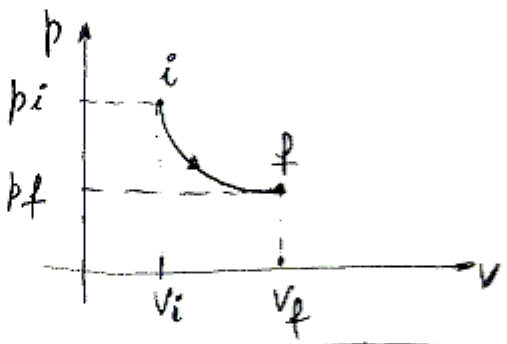
a) Proceso isotérmico: Trace la curva en un diagrama p–V y escriba las expresiones del W en función de los volúmenes y de las presiones.
b) Proceso isobárico: Trace la curva en un diagrama p–V y escriba la expresión del W y de Q.
c) Proceso isocórico: Trace la curva en un diagrama p–V y escriba la expresión del W y de Q.
d) Proceso adiabático: Trace la curva en un diagrama p–V y escriba la expresión correspondiente al 1er. principio de la termodinámica ¿Cómo resulta en este proceso? Justifique.

Independiente del proceso, se cumple ➔ $W = \int_{V_i}^{V_f} p\,dV$ **pV = nRT**

Proceso isotérmico: (T = cte.)



$$W = \int_{V_i}^{V_f} p\,dV \qquad pV = nRT$$

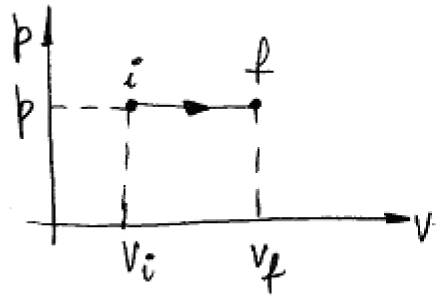
$$= \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V}\,dV = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V}$$

$$\boxed{W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}}$$

Como $p_1 V_1 = p_2 V_2$ (ya que $pV = cte$) $\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow$

$$\boxed{W = nRT \ln \frac{p_1}{p_2}}$$

Proceso isobárico: (p = cte.)



Para llevar un gas, a $p = cte$ desde un V_i a un V_f, con $V_f > V_i \Rightarrow$ se necesita calentar el gas.

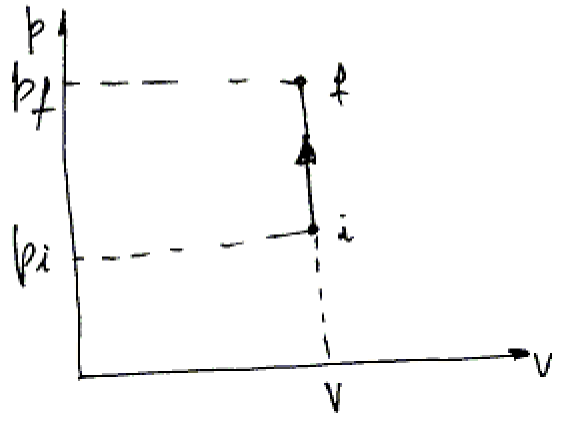
$$\boxed{Q = m\, C_{ep} (T_f - T_i)}$$

C_{ep} = calor específico del gas a presión cte $\left[cal / kg \cdot {}^\circ C \right]$

El W será: $\boxed{W = p \cdot (V_f - V_i)}$

Recordar que las expresiones de Q sólo son válidas para presión y para volumen constante.

Proceso Isocórico : (V = cte)



Para aumentar la p de un gas a V = cte $\Rightarrow$ hay que calentarlo

$$\boxed{Q = m\,C_{ev}(T_f - T_i)}$$

Como $\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0$

Proceso adiabático: (Q = 0)

$$pV^{\gamma} = cte \qquad \gamma = \frac{Cep}{Cev}$$

γ : coeficiente de dilatación o factor de expansión adiabático

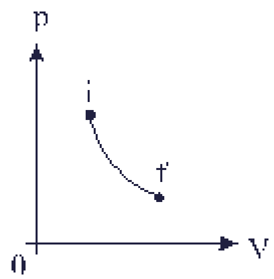
$\nexists$ intercambio de Q entre el sistema y el exterior

x ej: cilindro c/paredes con aislación térmica

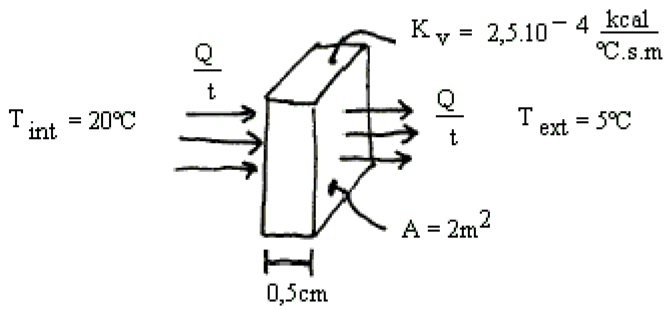
En consecuencia $\Delta U = \overset{0}{Q} - W \Rightarrow \boxed{\Delta U = -W}$

La última nos dice que si el sistema realiza W (al exterior) la ΔU disminuye o si desde el exterior se realiza W sobre el sistema, este W se convierte en $\Delta U \Rightarrow$ la ΔU aumenta.

En gral., un aumento de ΔU viene acompañado de un aumento de T y al revés.

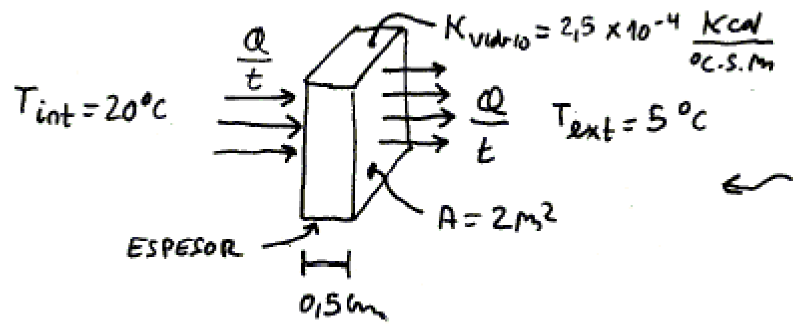


$p = \frac{cte}{V^{\gamma}}$



a) Calcular la corriente de conducción H (Q/t) que se transmite a través de una ventana de 2 m^2 de área y cuyo espesor es 0,5 cm, siendo la temperatura interior 20ºC y la exterior 5ºC. K_V conductibilidad del vidrio (K = λ según bibliografía).

b) Considere un gas encerrado en un cilindro con una tapa móvil. El recipiente está rodeado por la atmósfera y su presión interior es la atmosférica (101325 Pa o N/m^2) siendo su volumen inicial $V_i = 2\ m^3$. Se le entrega al gas 10 kcal y se expande a p = cte., hasta ocupar un volumen final $V_f = 2,\ 3\ m^3$. Hallar: El trabajo W realizado por el gas y su variación de energía interna ΔU. 1 cal = 4,186 J.



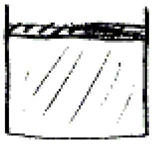
EL FLUJO DE CALOR PASA A TRAVES DE LA VENTANA

Planteo la ley de Fourier: $\frac{Q}{t} = K.A\ \frac{(T_{int} - T_{ext})}{\Delta X} \Rightarrow$

$$\frac{Q}{t} = 2{,}5 \times 10^{-4}\ \frac{Kcal}{m.s.°C} \times 2\ m^2 \times \frac{(20°C - 5°C)}{0{,}5 \times 0{,}01\ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{Q}{t} = 1{,}5\ \frac{Kcal}{seg}} \leftarrow$$ FLUJO DE CALOR.

b)



Gas encerrado en un cilindro con tapa móvil. El recipiente está rodeado por la atmósfera y su presión interior es la atmosférica y tiene un volumen inicial de 2 m³. Se le entregan al gas 10 kcal y éste se expande a p=cte hasta un volumen final de 2,3 m³. Hallar: a) W realizado x el gas y b) ΔU

a) $W = 101.300 \frac{N}{m^2} (2{,}3\,m^3 - 2\,m^3) \Rightarrow \boxed{W = 30390\,J}$

b) $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = 41860 - 30390 \Rightarrow \boxed{\Delta U = 11470\,J = 2{,}74\,kcal}$

$Q \rightarrow 10\,kcal = 41860\,J$

---

a) Calcular la cantidad de calor que hay que entregar a un cubito de hielo de 50 g de masa que se encuentra a −30 °C para derretirlo y obtener agua a 0 °C. $Ce|_{Hielo} = 0{,}55 \frac{cal}{g \cdot °C}$; $L_f = 80 \frac{cal}{g}$

calor específico

calor latente

Pasamos de −30 °C a 0 °C

Para líquidos y sólidos $C_{ev} = C_{ep}$

$C = Ce\, m \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T} = Ce \cdot m \; \therefore \; \boxed{Q = Ce \cdot m \cdot \Delta T}$

capacidad calorífica

$$Q = c_e m (T_f - T_i) = 0{,}55 \frac{cal}{g \cdot °C} \cdot 50 g [0 °C - (-30 °)]$$

$$Q = 825 \, cal$$

Q necesario para transformar la masa de hielo de -30 a 0 °C

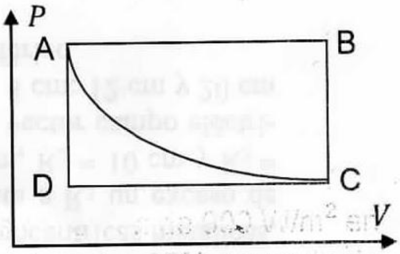
Ahora derretimos el H_2O:

$$Q = mL = 80 \frac{cal}{g} \cdot 50 g \Rightarrow Q = 4000 \, cal$$

$$Q_{TOT} = 4825 \, cal$$

La figura muestra cinco transformaciones que realizan 4 kmol de un gas ideal. Los estados A y C están conectados por una transformación isotérmica. Si $P_D=4\times10^5$ Pa, $P_A=10^6$ Pa y $V_A=10000$ ℓ

(R=8,314J/mol K = 0,082 ℓ atm/mol K)



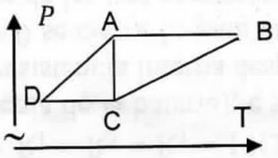
a) calcule la temperatura de los estados A, B, D;

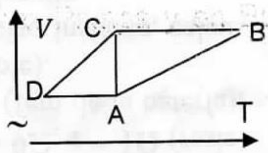
b) justifique si el trabajo efectuado en el ciclo ABCDA es positivo o negativo;

c) transforme el gráfico a los planos *PT* y *VT*.

a) T_A=300,7 K T_B= 751,7 K T_D=120,3 K; b) es positivo porque es horario en el plano *PV*;

c)





a) $\underline{T_A}$

$p_A V_A = n R T_A \therefore T_A = \frac{10^6 \, Pa \, . \, 10 \, m^3}{4000 \, mol \, . \, 8{,}314 \, \frac{J}{K}}$ $R = 8{,}314 \, \frac{J}{K}$

$\boxed{T_A \cong 300{,}8 \, K}$

$\underline{T_D}$

$p_D V_D = n R T_D \therefore T_D = \frac{4.10^5 \, Pa \, . \, 10 \, m^3}{4 \, kmol \, . \, 8{,}314 \, \frac{J}{K}} \Rightarrow \boxed{T_D \cong 120{,}28 \, K}$

$\underline{T_B}$

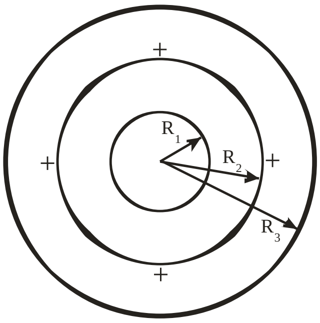
$\frac{T_A}{T_D} = 2{,}5 \therefore \frac{T_B}{T_C} = 2{,}5 \Rightarrow \frac{T_B}{300{,}8 \, K} = 2{,}5$

$\boxed{T_B \cong 752 \, k}$

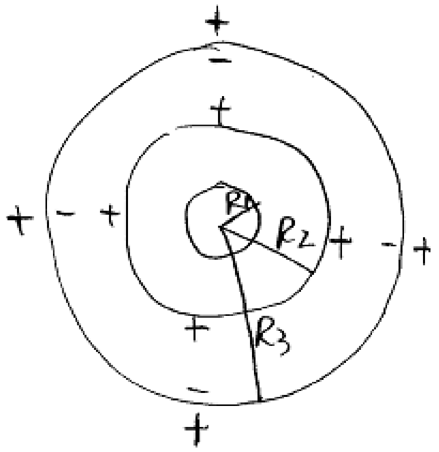
b) Sentido horario ⇒ (+)

c) En el enunciado

Nota: Para medir la energía en algunas aplicaciones, se utiliza una unidad de **litro-atmósfera**, que es igual al trabajo que el pistón de una máquina térmica produce sobre un gas a una presión constante de 1 **atmósfera** (103100 Pa), comprimiendo el gas con una disminución de volumen en 1 **litro**.



Se encuentran tres cáscaras esféricas concéntricas metálicas; se le inyecta a R_2 un exceso de cargas $Q_2 = 10$ nC (fig.), siendo $R_1 = 5$ cm, $R_2 = 10$ cm y $R_3 = 15$ cm. $k = 9.10^9$ N.m^2/C^2. Calcule: El campo eléctrico E para: r = 3 cm; 8 cm; 12 cm y 20 cm.



$$Q_2 = 10\,nC$$

$$\boxed{\vec{E}\Big|_{R=3\,cm} = 0}$$

$$\boxed{\vec{E}\Big|_{R=8\,cm} = 0}$$

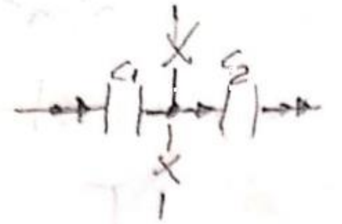
$$E\Big|_{R=12\,cm} = k\,\frac{q}{r^2} = \frac{9.10^9 . 10.10^{-9}}{(0{,}12)^2}$$

$$\boxed{\vec{E} = 6250\ V/m\ \hat{r}}$$

$$E\Big|_{R=20\,cm} = \frac{9.10^9 . 10.10^{-9}}{(0{,}2)^2}$$

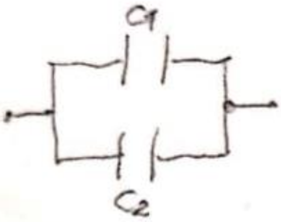
$$\boxed{\vec{E} = 2250\ V/m\ \hat{r}}$$

Serie : S



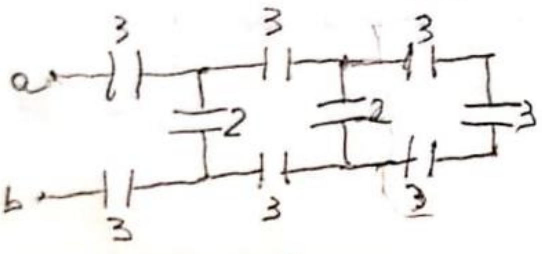
C_1 serie $C_2 \rightarrow C_1 \; s \; C_2 \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Paralelo: //

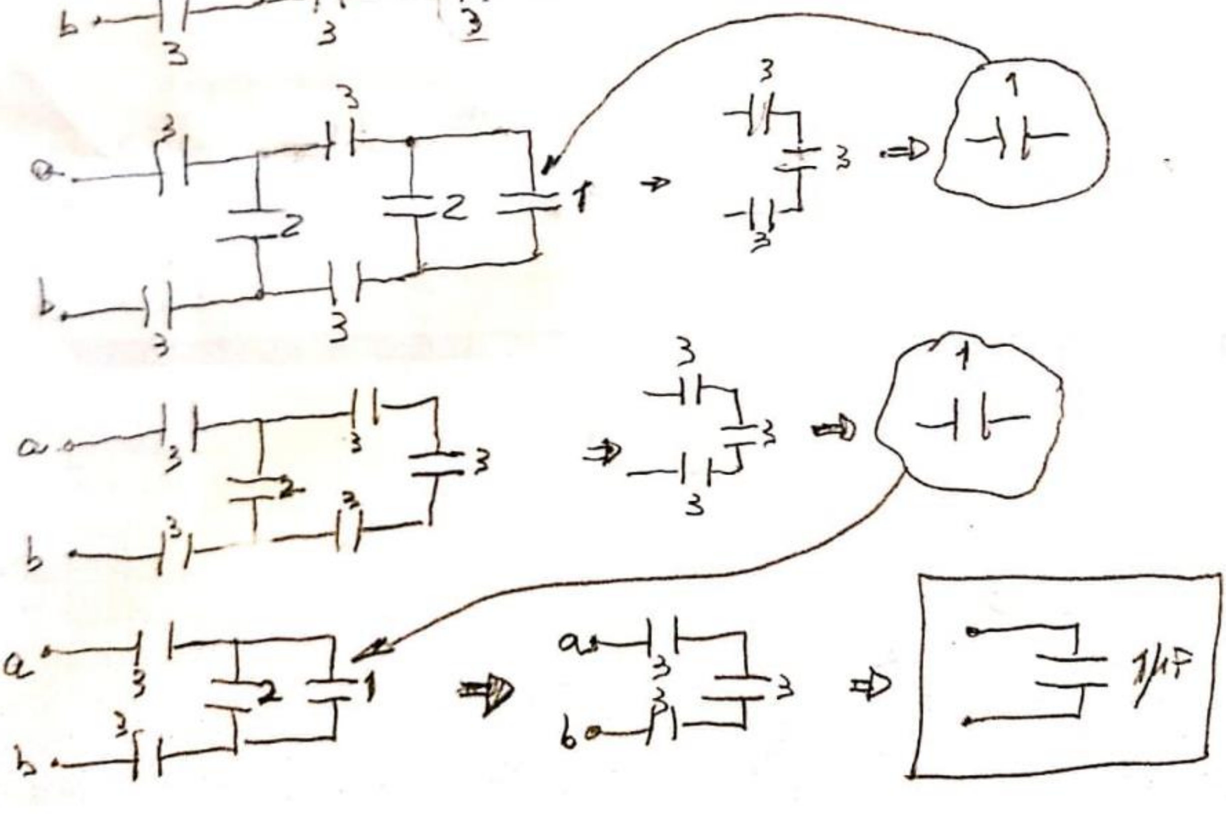


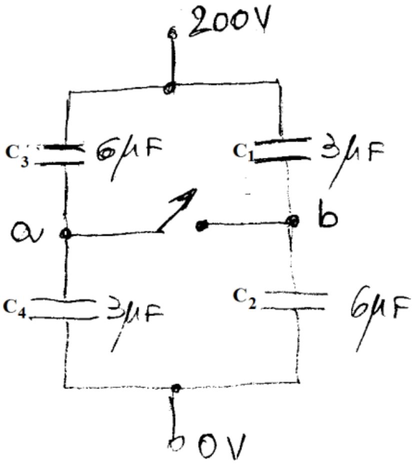
C_1 paralelo $C_2 \rightarrow C_1 \parallel C_2 \Rightarrow C = C_1 + C_2$

Ejemplo:



Todos los C en μF
Hallar el C equivalente





a) Hallar Vab con llave abierta

$C_{izq} = 2\mu F$

$C_{eq.} = 4\mu F$

$C_{der} = 2\mu F$

$q_{sistema} = 4\mu F \cdot 200\,V = 800\,\mu C$

En la rama izq.: C_3 en serie con C_4. Como están en serie, ambos C tienen la misma carga (aunque $C_3 \neq C_4$)

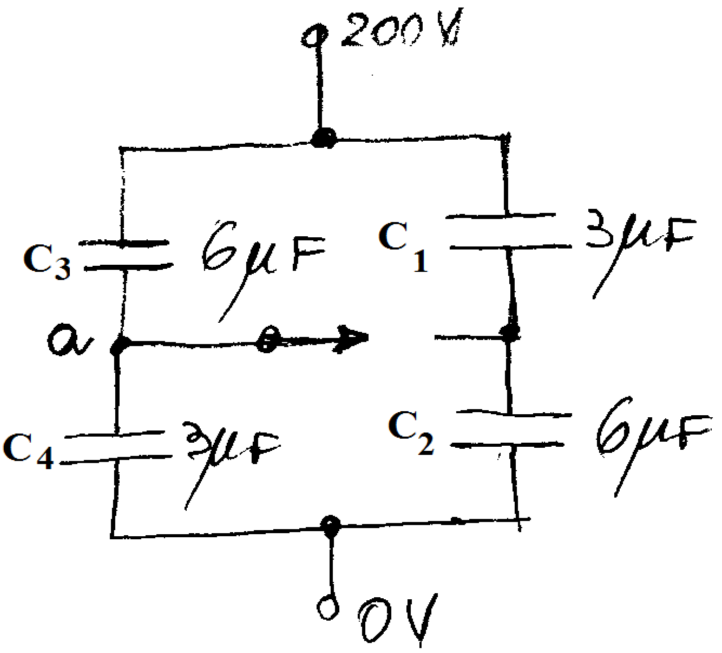
Entonces: $q_{C_3=6\mu F} = q_{C_4=3\mu F} = 2\mu F \cdot 200\,V = 400\,\mu C$

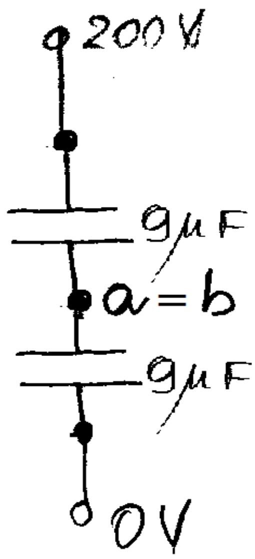
Ídem para la rama derecha: $q_{C_1=3\mu F} = q_{C_2=6\mu F} = 400\,\mu C$

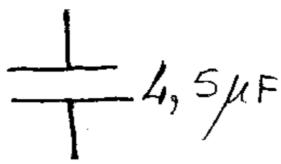
$$V_{a0} = \frac{400\mu C}{3\mu F} = 133{,}\hat{3}\,V \; ; \; V_{b0} = \frac{400\mu C}{6\mu F} = 66{,}\hat{6}\,V$$

$$\boxed{V_a - V_b = V_{ab} = 66{,}\hat{6}\,V}$$

b) V_{b0} con interruptor cerrado







$$C = \frac{Q}{V}$$

$C_{\parallel \text{superior}} = C_{\parallel \text{inferior}} = 9\,\mu F$

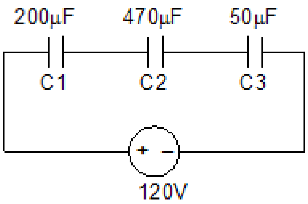
$C_{eq.} = 4{,}5\,\mu F$

$q_{\text{sistema}} = 4{,}5\,\mu F \cdot 200\,V = 900\,\mu C$

Cada conjunto $\parallel$ tiene $q = 900\,\mu C$

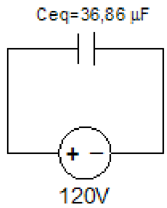
$$V_{bo} = \frac{900\,\mu C}{9\,\mu F} = \underline{\underline{100\,V}}$$

Circuito serie
Calcular la tensión (ddp) y la carga acumulada en cada capacitor



Al estar los capacitores en conexión serie, la carga en cada uno de ellos es la misma e igual a la del capacitor equivalente y la suma de las tensiones de cada capacitor es igual a la tensión total, en nuestro caso igual a la tensión de la fuente de 120 V.

$$Ceq = \frac{1}{\frac{1}{200} + \frac{1}{470} + \frac{1}{50}} = 36{,}86\,\mu F$$



$$Qeq = Ceq \times V = 36{,}86 \times 10^{-6} \times 120 = 4423{,}2 \ \ \mu C$$

Como el capacitor equivalente viene de una conexión serie, la carga de cada capacitor original es igual a la capacidad del capacitor equivalente.

Conocida la carga en cada capacitor, se procede a calcular la tensión en cada uno de ellos

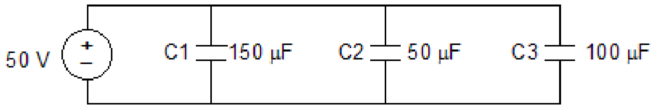
$$V1 = \frac{Q1}{C1} = \frac{4423{,}2 \times 10^{-6}}{200 \times 10^{-6}} = 22{,}13 \ \ V$$

$$V2 = \frac{Q2}{C2} = \frac{4423{,}2 \times 10^{-6}}{470 \times 10^{-6}} = 9{,}41 \ \ V$$

$$V3 = \frac{Q3}{C3} = \frac{4423{,}2 \times 10^{-6}}{50 \times 10^{-6}} = 88{,}46 \ \ V$$

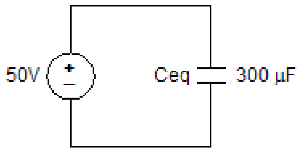
Observar que se cumple que: V1 + V2 + V3 = 120 V que es la tensión total.

Circuito //
Hallar la carga total y en c/u de los componentes de la red



Al estar en conexión paralelo, la tensión en cada uno de ellos es igual a la tensión de la fuente, en nuestro caso 50 V, y la carga del capacitor equivalente es igual a la suma de las cargas de cada capacitor.

$$Ceq = C1 + C2 + C3 = 150 + 50 + 100 = 300\ \mu\text{F}$$



$$Qeq = Ceq \times V = 300 \times 10^{-6} \times 50 = 15000\ \mu\text{C}$$

$$\text{V1} = \text{V2} = \text{V3} = 50\ \text{V}$$

Como se conocen la tensión y la capacidad en cada capacitor, se puede calcular la carga en cada uno de ellos:

$$Q1 = C1 \times V = 150 \times 10^{-6} \times 50 = 7500\ \mu\text{C}$$

$$Q2 = C2 \times V = 50 \times 10^{-6} \times 50 = 2500\ \mu\text{C}$$

$$Q3 = C3 \times V = 100 \times 10^{-6} \times 50 = 5000\ \mu\text{C}$$

Se cumple:

Q1 + Q2 + Q3 = 15000 µC.

Una esfera conductora (1) posee una carga $q_1 = 0.8$ C y una capacidad $C_1 = 15$ mF, se encuentra separada de otra esfera conductora (2), que posee una carga $q_2 = 0.8$ C y una capacidad $C_2 = 10$ mF. Ambas se conectan por medio de un hilo conductor al cerrar la llave (fig.).

a) Determinar si existe desplazamiento de cargas en las esferas y si lo hubiera, en qué sentido se produce.
b) Determinar la carga de cada esfera una vez que se encuentren en equilibrio eléctrico.

Ambos esferas tienen = q, pero $\neq C$ cuando se conectan ambas

Para saber si hay traslado de q de una a otra, debemos investigar los parámetros que se generan x la presencia de excesos de q ∴ $\vec{E}$; U_p y V

a) Con ambos esferas desconectadas:

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{0,8}{15mF} \cong 53,3V$$

$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{0,8}{10mF} = 80V$$

$V_1 \neq V_2$!

Esto significa que, aunque $q_1 = q_2 \Rightarrow$ hay $\vec{E}$ ∴ U_{pe} y V !

b) Si conecto eléctricamente ambas esferas: $V_1 = V_2$ para ello, habrá movimiento de q, desde la de mayor q hacia la de menor q: $(2) \rightarrow (1)$

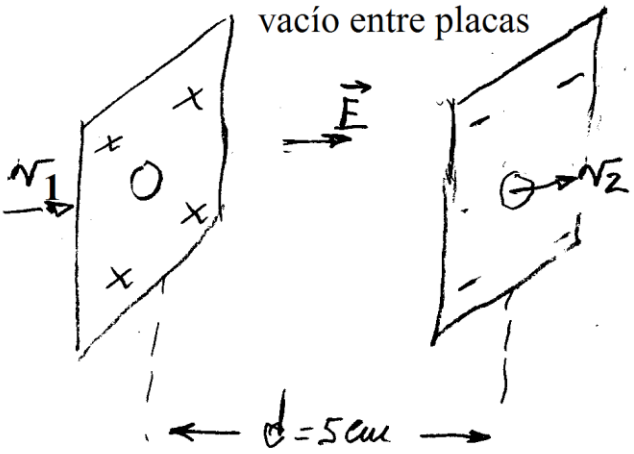
Hallo los nuevo valores de $q \Rightarrow q_1$ y q_2, sabiendo x la ley de conservación de la carga: $q_1 + q_2 = 1,6C$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \therefore \frac{q_1}{15mF} = \frac{q_2}{10mV}$$

teniendo en cuenta las dos últimas ecs.:

$$\boxed{q_1 = 0,96C \quad y \quad q_2 = 0,64C}$$

Nótese que se cumple que $q_1 + q_2 = 1,6C$!



Un protón se inyecta a una $v_1 = 1.10^6$ m/s entre dos placas planas //, separadas 5 cm. Ambas placas están cargadas (fig.) de tal forma que entre ellas existe un campo $\vec{E}$, el que lo consideraremos uniforme. El protón se acelera a causa de $\vec{E}$ y sale de la segunda placa con $v_2 = 3.10^6$ m/s

Hallar:

a) la ddp entre placas

b) La magnitud (módulo) de $\vec{E}$ existente entre placas

$q_p = 1,6.10^{-19}$ C $\quad m_p = 1,67.10^{-27}$ kg

a) se cumple que $\Delta U_{total} = 0$ ← Existe vacío entre placas (ley conserva energía U)

$$U_{c1} + U_{p1} = U_{c2} + U_{p2}$$

siendo: $U_c = \frac{1}{2} m v^2$ y $V = \frac{U}{q} \Rightarrow U_p = qV$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + qV_1 - \frac{1}{2} m v_2^2 - qV_2 = 0 \Rightarrow \frac{m}{2}\left(v_1^2 - v_2^2\right) + q\left(V_1 - V_2\right) = 0$$

$$V_1 - V_2 = -\frac{m}{2q}\left(v_2^2 - v_1^2\right) \therefore \boxed{V_1 - V_2 \cong -4,2.10^4 \text{ V}}$$

Nótese que $V_1 < V_2$ ya que la $U_{C1} < U_{C2}$

Típicamente suele escribirse: final – inicial

$$\boxed{V_2 - V_1 = 4,2.10^4 \text{ V}}$$