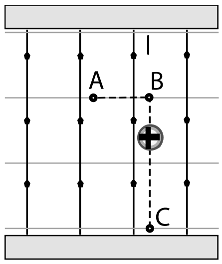
<u>Problema 1</u> : En una región de campo eléctrico uniforme, representado por las líneas de campo **verticales hacia abajo**, se traslada un cuerpo que posee **carga eléctrica positiva**, desde A hasta C pasando por B. Si V_A y V_C designan los potenciales de dichos puntos, y L_{ABC} es el trabajo realizado por las fuerzas electrostáticas en ese trayecto, se cumple que:



- ▢ $V_A = V_C$ y $L_{ABC} = 0$
- ▢ $V_A > V_C$ y $L_{ABC} < 0$
- ▢ $V_A < V_C$ y $L_{ABC} = 0$
- ▢ $V_A > V_C$ y $L_{ABC} > 0$
- ▢ $V_A < V_C$ y $L_{ABC} < 0$
- ▢ $V_A > V_C$ y $L_{ABC} = 0$

IMPORTANTE: Lo que sucede con los potenciales no depende del signo de la carga que desplazo.

SOLUCION: Si me desplazo **perpendicular a las líneas de CE**, el potencial no cambia (**V_A=V_B**), en consecuencia **L_{AB}=0.**

Si me desplazo de **B** a **C,** me estoy moviendo en **el mismo sentido de las líneas** de **E (hacia abajo),** en consecuencia, **el potencial disminuye**. Por lo tanto, el potencia en **C es menor** que en **B** (**$V_C < V_B = V_A$**)(Descarto la 1º, la 3º y la 5º opción).

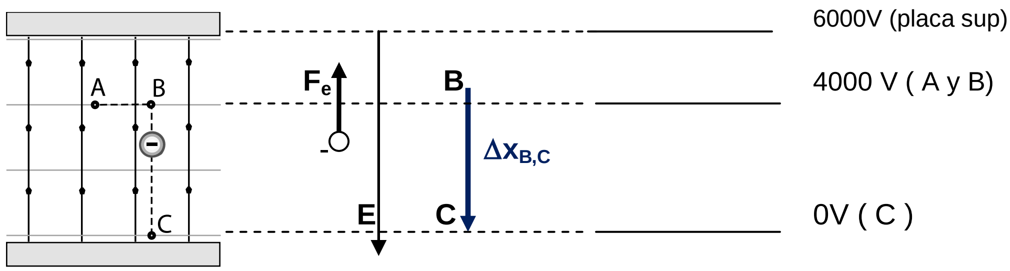
El trabajo eléctrico si depende del signo de la carga. Ya dijimos que **L_{AB}=0 (** la fuerza eléctrica, que apunta hacia abajo, es perpendicular al desplazamiento, horizontal**).**

Como la carga que desplazo es **positiva,** la **fuerza eléctrica tiene = dirección y sentido que el E**, es decir, apuntara hacia abajo. Por lo tanto, al desplazar la carga + de B a C, el **desplazamiento tendrá = dirección y sentido que la fuerza eléctrica. Por lo tanto, el trabajo para llevar la carga + de B a C es POSITIVO (L_{BC}>0; $L_{ABC} = L_{AB} + L_{BC} = L_{BC}$)**

$L_{ABC} > 0$

<u>Problema 2</u>: Referido al problema anterior, si el campo eléctrico uniforme vale **500V/cm,** y coloco una **carga negativa** de **6e⁻** en **B.** ´**¿**Cuanto vale el trabajo eléctrico, con su signo, para llevar la carga de **B** a **C**, expresarla en **eV**?: **Dato**: distancia **BC=8 cm**

SOLUCION: Si la carga que muevo es **- , la fuerza eléctrica** es contraria al **E**.



Por lo tanto, apuntara hacia arriba. Si desplazo esta carga de B a C, esta fuerza hará un **trabajo negativo.** Calculemos este trabajo, en eV, en **valor absoluto.**

$$L_{Fe} = F_e.\ \Delta x_{B,C} = q.E.\ \Delta x_{B,C} = 6e.\mathbf{500V/\cancel{cm}.\ 8\cancel{cm} = 6.500.8\ eV = 24000\ eV\ \ (es-)}$$

Tambien podemos escribir, en **valor absoluto**:

$$L_{Fe} = \mathbf{q.\Delta V_{BC}} \qquad ; \qquad \mathbf{\Delta V_{BC} = L_{Fe}} / q = \mathbf{24000\cancel{e}V} / 6\cancel{e} = \mathbf{4000\ V}$$

De la 1º formula, también sale:

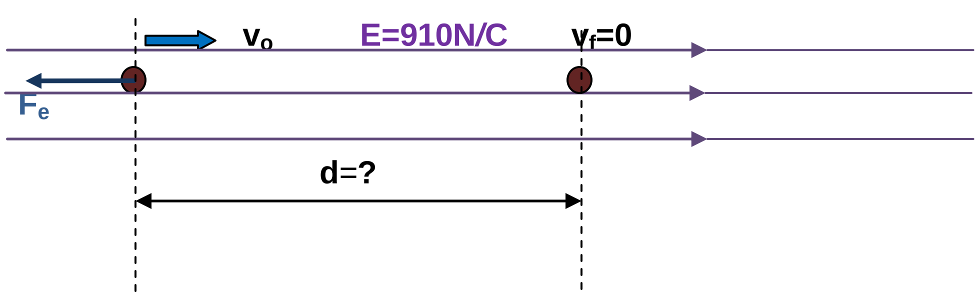
$$L_{Fe} / q = E.\ \Delta x_{B,C} = \Delta V_{BC} = \mathbf{500V/cm.8\ cm = 4000V.}$$

PROBLEMA 3 (CAMPUS): Un electrón se proyecta con una velocidad de **4.10^6 m/s** en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme de **910 N/C paralelo a la velocidad inicial del electrón**. La distancia que recorrerá dentro de la región antes de invertir su sentido de movimiento es:

- 5m
- 5km
- 1m
- 1km
- 5cm
- 5m

$F_e = e.E$

Solución: Hagamos un esquema para entender que ocurre:



La **fuerza eléctrica** sobre el electrón (**carga -**) tiene sentido contrario **al E** (hacia la derecha), movimiento del mismo, por lo tanto, lo frenara hasta detenerse. Utilizando el teorema del Trabajo y la energía (La Fe se opone al desplazamiento del electrón)

$L_{RESULTANTE} = L_{Fe} = F_e . d. \cos(180º) = E_{cf} - E_{ci} = 0 - ½\ m_e.v_0^2$; L_{Fe} es **-**

$F_e = e^-.E$ (valor absoluto)

$e^-.E . d.(-1) = -½\ m_e.v_0^2$

$e^- = 1{,}6*10^{-19}C$; $m_e = 9{,}1.10^{-31}kg$; $E = 910N/C$; $v_0 = 4.10^6 m/s$

Simplificando los signos – y despejando **d** queda:

$d = ½\ m_e.v_0^2 / e^-E = ½\ (9{,}1.10^{-31}kg) .(16.10^{12} m^2/s^2) / (1{,}6*10^{-19}C). (910N/C) =$ **0,05m** = **5cm**

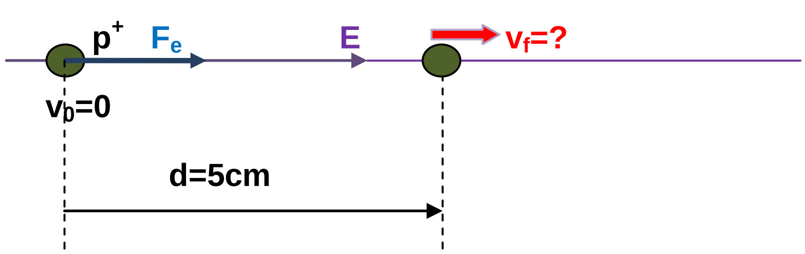
<u>PROBLEMA 4</u> : En relación al **problema anterior**, si en lugar del electrón, colocamos un **protón** en el **E=910N/C** uniforme, e **inicialmente en reposo.¿Que velocidad tendrá** (en m/s) **después de desplazarse 5 cm?**

- **4.10^6**
- **$2{,}1^*10^6$**
- **$9{,}34.10^4$**
- **200 m/s**
- **20 m/s**
- **2m/s**

Solucion: Como se trata del mismo E **(** apuntando hacia la derecha**),** al colocar el proton, este sentirá una **Feléctrica** en el **mismo sentido** que el **E,** por lo tanto, comenzara a **desplazarse hacia la derecha**, con movimiento acelerado. **Dato**: $m_p = 1{,}67.10^{-27}Kg$; $p^+ = e^- = 1{,}6.10^{-19}C$ **(valor absoluto)**

Nuevamente:

$L_{Fe} = \Delta E_C = E_{cf} = ½\ m_p v_f^2$; $E_{ci} = 0$ (parte del reposo)



Fuerza y desplazamiento apuntan hacia la derecha (L_{Fe} es +)

Como el $\quad L_{Fe} = F_e.d \quad ; F_e = p^+.E \quad ; d = 5\ cm$

El **Trabajo de la fuerza eléctrica** es **igual que en el caso del electron** (en valor absoluto):

$L_{Fe} = p^+E.d = ½\ m_p.v_f^2$ **;** despejo la v_f

$v_f = (2.\ p^+E.d / m_p)^{1/2} = (2.1{,}6.10^{-19}C.910N/C.\ 0{,}05m / 1{,}67.10^{-27}kg)^{1/2}$

$v_f = 93400 m/s = 9{,}3.10^4\ m/s$

<u>PROBLEMA 5</u> (CAPACITORES):

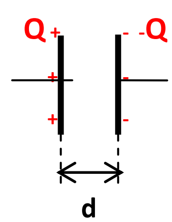
Un capacitor de placas paralelas se conecta a una pila hasta que la diferencia de potencial entre las placas alcanza el valor de 10 V (este es el estado inicial). En ese momento **se desconecta la pila** y **se reduce la separación entre placas a la mitad de la que tenia inicialmente** (**estado final**). Si **U** es la energía almacenada por el capacitor y **E** la intensidad de campo eléctrico entre placas, se puede afirmar que:

☐ U aumentó y E aumentó
☐ U aumentó y E no cambió
☐ U aumentó y E disminuyó
☐ **U disminuyó y E no cambio**
☐ U disminuyó y E aumentó
☐ U no cambió y E tampoco

SOLUCION: La capacidad de un capacitor de placas planas paralelas vale**:**

$$C = \frac{S.\varepsilon_0}{d};$$ **d= separación de las placas**

<u>Situación inicial</u>: Capacitor con carga Q y desconectado

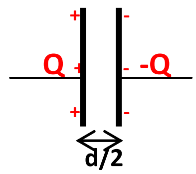


Si acerco las placas hasta que su separación sea la mitad, entonces, en la **nueva situación**:

d` = d/2

y su capacidad habrá cambiado a **C` :**

<u>Situación final:</u> Capacitor con placas a la mitad de la distancia inicial



$$\mathbf{C`} = \frac{\mathbf{S.\varepsilon_o}}{\mathbf{d`}} = \frac{\mathbf{S.\varepsilon_o}}{\mathbf{d/2}} = \mathbf{2C}$$ **es decir, su capacidad se duplico.**

ES MUY IMPORTANTE: Como este proceso se hizo con las **placas desconectadas de la batería, la carga Q que adquirió el capacitor ESTA AISLADA ELECTRICAMENTE; queda retenida en las placas, y no cambia.**

Por lo tanto, lo que se mantiene igual en las 2 situaciones es la carga Q almacenada.

Como el campo eléctrico depende de la carga **Q** almacenada en las placas: **$E=Q/S.\varepsilon_o$,** no depende de la separación entre placas, y la **carga se mantiene constante,** en consecuencia**, el E no cambia.**

La energía electrostática **$U = ½\ Q^2 / C$,** es inversamente proporcional a **C** (donde Q no cambia).

En la nueva situación: **$U` = ½\ Q^2 / C` = ½\ Q^2 / 2C = [\ ½\ Q^2 / C\ ] / 2 = U / 2$**

La energía U disminuyó (a la mitad de su valor cuando la separación entre placas se reduce a la mitad).

<u>PROBLEMA 6</u> (CAPACITORES): Un capacitor de placas paralelas se conecta a una pila hasta que la diferencia de potencial entre las placas alcanza el valor de 10 V (este es el estado inicial). En ese momento, **sin desconectar la pila**, **se reduce a la mitad la separación entre las placas** (estado final). Si **U** es la energía almacenada por el capacitor y **E** la intensidad de campo eléctrico entre placas, se puede afirmar que:

- ▢ **U aumentó y E aumentó**
- ▢ U aumentó y E no cambió
- ▢ U aumentó y E disminuyó
- ▢ U disminuyó y E disminuyó
- ▢ U disminuyó y E aumentó
- ▢ U no cambió y E tampoco

De vuelta, como reducimos a la mitad la separación entre placas, entonces:

C\` = 2C

Este proceso (acercar las placas) lo hice con **la batería conectada, por lo tanto, lo que se mantiene constante es la diferencia de potencial entre las placas (** ΔV_{placas}**= V =**10 V **cte).**

Como el E entre placas es uniforme, vale que:

$$\Delta V_{placas} = 10\ V = E.d = constante$$

Al reducir la separación de placas a la mitad: **d\`=d/2**, como el producto **E x d** es constante (**10V**) el campo eléctrico en la nueva situación **E\`**debera duplicarse, es decir: **E\` = 2E.** Por lo tanto, **el campo eléctrico E aumento.**

La energía $U = \frac{1}{2} V^2.C$ **(**Uso esta porque **V no cambia)**

Si **U\`** es la energía del capacitor en la **nueva situación** (placas separadas a la mitad),

$$U` = \frac{1}{2} V^2.C` = \frac{1}{2} V^2.\ 2C = 2.[\ \frac{1}{2} V^2.C] = 2\ U$$

La **energía electrostática** del capacitor **aumentó U aumentó**

<u>PROBLEMA 7</u> (CAPACITORES): Se carga un capacitor plano cuyas láminas están separadas por aire (e_r=1) conectándolo a una fuente de tensión continua**. Se desconecta luego el capacitor de la fuente, se lo aísla** y se introduce entre sus placas **un plástico descargado de espesor igual a la distancia entre placas y constante dieléctrica relativa igual a 20.** Si para la primera situación, **llamamos** C_1 **a la capacidad del capacitor y** U_1 **a la energía potencial electrostática almacenada y** C_2 **y** U_2 **a las mismas magnitudes en la segunda situación, se verifica que:**

a) $C_1 = C_2;\ U_2 = U_1$ **b)** $C_2 = 20\ C_1;\ U_2 = 20\ U_1$

c) $C_1 = C_2;\ U_2 = 20\ U_1$ **d)** $C_2 = C_1/20;\ U_2 = U_1/20$

e) $C_2 = 20\ C_1;\ U_2 = U_1/20$ **f)** $C_2 = 20\ C_1;\ U_2 = 400\ U_1$

Veamos que pasa con la Capacidad:

En la 1º situación:

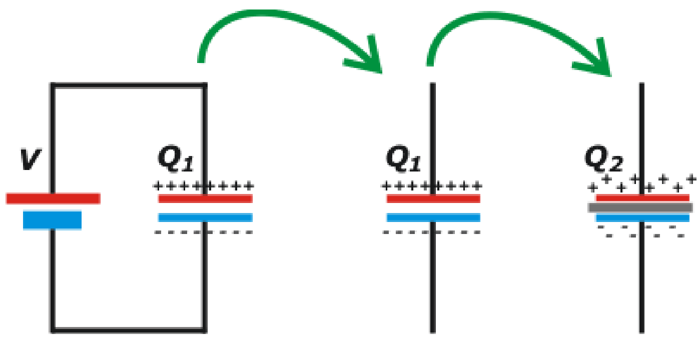
$$C_1 = \varepsilon_{r1}\ \varepsilon_o\ A/d = \varepsilon_o\ A/d \quad ; \text{ donde } \varepsilon_{r1} = 1\ (aire)$$

En la 2º situación:

$C_2 = \varepsilon_{r2}\, \varepsilon_o\, A/d = 20\, \varepsilon_o\, A/d$; donde ***$\varepsilon_{r2}=20$ (plastico)***

Claramente: $C_2 = 20\, C_1$ (descarto las opciones a),c) y d)

Veamos que pasa con la **energía del capacitor**:



Como se muestra en la figura, cuando cargo el capacitor , adquiere una carga **Q_1**, luego lo desconecto (**situacion1, figura del medio**) mantiene la misma carga **Q_1** ya que las placas están aisladas eléctricamente.

Al intercalar el dieléctrico (**situación 2**), **aumenta la capacidad** (en un factor 20), pero **la carga queda retenida en las placas**; no cambia, es decir **$Q_2=Q_1$ =Q**

En la situación 1, la energía vale:

$U_1 = ½\, Q^2/ C_1$

Y en la situación 2, la energía vale:

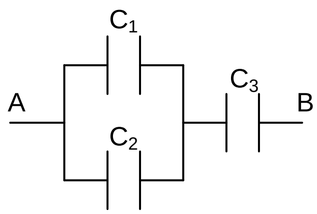
$U_2 = ½\, Q^2/ C_2$; como $C_2 = 20C_1$

$U_2 = ½\, Q^2/ 20C_1 = (½\, Q^2/ C_1)/20 = U_1/ 20$

<u>Sugerencia</u>: Vean que sucede si hago exactamente lo mismo, pero al pasar de una situación a la otra, **dejo conectada la batería (tensión V).** Es decir, el proceso se hace **a V= constante.**

<u>PROBLEMA 8</u>(CAPACITORES):

Tres capacitores están asociados como se muestra en la figura y sus capacidades **C_1, C_2 y C_3** son iguales. Una vez cargados la diferencia de potencial entre los puntos **A** y **B** es **ΔV_{AB} = 12 V**. Si para cada capacitor las cargas resultantes se denominan **Q_1, Q_2 y Q_3** y las diferencias de potencial **ΔV_1, ΔV_2 y ΔV_3**, respectivamente, se puede asegurar que:



☐ **$Q_1 = 2Q_2$**

☐ **$Q_3 = 2Q_2$**

☐ **$Q_1 = Q_2 = Q_3$**

☐ **$\Delta V_1 = 2\Delta V_2$**

☐ **$\Delta V_2 = 2\Delta V_1$**

☐ **$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$**

En circuitos con capacitores, recordar siempre:

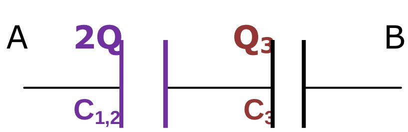
Capacitores **en paralelo** tienen **siempre la misma tensión** (**C_1** y **C_2**), es decir: **$\Delta V_1 = \Delta V_2$**

Con esto descartamos la 4º y la 5º opción.

Los capacitores son iguales y **$Q = C.\Delta V$,** si **$C_1 = C_2 = C$** y **$\Delta V_1 = \Delta V_2$** entonces **$Q_1=Q_2=Q$**

Queda descartada la 1º opción.

La carga **en capacitores en paralelo se suman.** Significa que el **capacitor equivalente paralelo $C_{1,2}$=C_1 + C_2 =2C** tendrá una carga **$Q_{1,2}$=Q_1 + Q_2 = Q+Q=2Q**



En este circuito equivalente, **$C_{1,2}$** y **C_3** estan conectados **en serie. Por lo tanto, las cargas en ellos deben ser iguales, es decir: $2Q = Q_3$**

La opción correcta es la 2º: **$Q_3=2Q_2$**

El problema no lo pregunta, pero ¿cuanto valen las tensiones en cada capacitor?

Si miramos el **2º circuito** equivalente ; los 2 capacitores en serie:

En **capacitores conectados en serie**, hay que **sumar las tensiones en cada capacitor**:

$$\Delta V_{1,2} + \Delta V_3 = \Delta V_{A,B} = 12V$$

Como $\Delta V = Q / C$ **;** y en capacitores en serie la carga es la misma, en el capacitor **mas grande** ($C_{1,2}$) tendré la **menor caída de potencial (menos tensión),** $\Delta V_{1,2} < \Delta V_3$

Mas exactamente: $Q_{1,2} = Q_3$

$$\Delta V_{1,2} = Q_{1,2} / C_{1,2} = Q_{1,2}/2C = ½\, Q_{1,2}/C$$

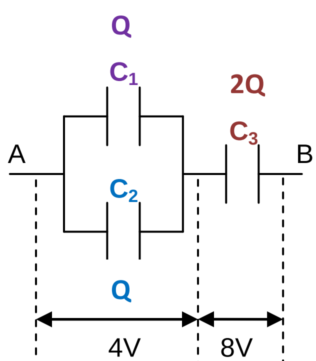
$$\Delta V_3 = Q_3/C_3 = Q_3/C$$

Comparando se ve inmediatamente que:

$$\Delta V_{1,2} = ½\, .\Delta V_3$$

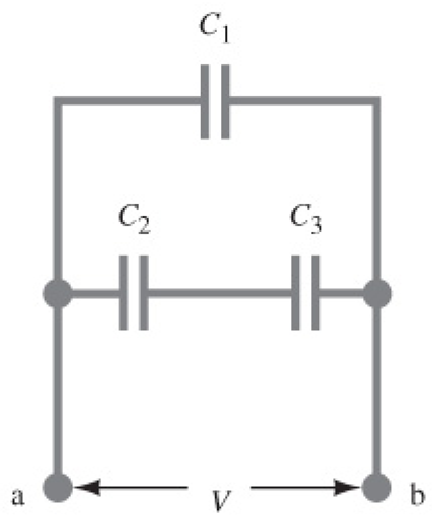
$$\Delta V_{1,2} = 4V \quad ; \qquad \Delta V_3 = 8V$$

Es decir, las cargas y voltajes en los capacitores una vez que se aplican 12 V entre a los puntos **A** y **B** son las que se indican a continuación:



Sugerencia: Si conecto dos de estos capacitores en serie y el 3º en paralelo con ambos, y aplico 12 V, Si Q_1, Q_2 y Q_3 son las cargas en cada capacitor, ¿que relación cumplen?:

¿y como son las tensiones en C_1,C_2 y C_3**?**.(recordar que los 3 capacitores son iguales)



Es decir $\mathbf{V_{a,b} = 12\ V}$; $\mathbf{C_1 = C_2 = C_3 = 10\ \mu F}$

Solucion:

Las placas de $\mathbf{C_1}$ estan conectadas a los puntos **a** y **b ,** por lo tanto , $\mathbf{V_1 = 12V}$**,**

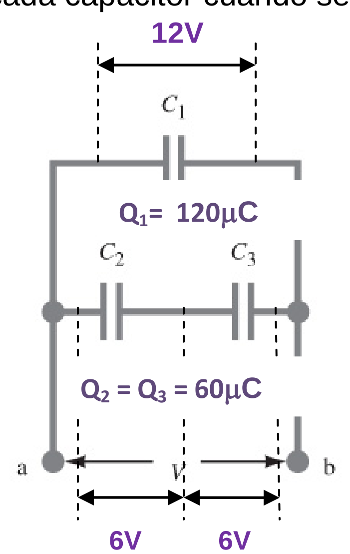
$\mathbf{Q_1 = C_1.V_1 = 10\ \mu F.\ 12V = 120\ \mu C = 1{,}2.10^{-4}\ C}$

Como los capacitores C_2 y C_3 estan en serie;

$\mathbf{Q_2 = Q_3}$; $\mathbf{V_2 + V_3 = 12V}$; $\mathbf{V_2 = V_3 = 6V}$

$\mathbf{Q_2 = C_2.V_2 = 10\ \mu F.\ 6V = 60\ \mu C = Q_3}$

Los voltajes y las cargas en cada capacitor cuando se aplican **V=12 V** entre "a" y "b" se indican a continuación:



<u>PROBLEMA 9</u>(CAPACITORES):

En relacion al problema anterior (el **8**; C_1 y C_2 en paralelo y el equivalente paralelo en serie con C_3), donde los 3 capacitores son iguales, se introduce en C_3 un dieléctrico de $\boldsymbol{\varepsilon_r = 4}$:

Si la capacidad equivalente entre A y B del 1º arreglo (3 capacitores iguales) vale C_{eq}, ¿En cuanto cambia la capacidad equivalente entre A y B al agregar el dieléctrico en C_3?

<u>SOLUCION:</u> Hay que comparar la C_{eq} en las dos situaciones:

Si la capacidad de cada capacitor (situación inicial, todos son iguales) **vale C; la capacidad equivalente vale:**

$C_{eq} = C_{12}$ **en serie con** C_3 **(SITUACION INICIAL)**

$C_{12} = C_1 + C_2 = C + C = 2C$ **(en paralelo, se suman las C)**

$$1 / C_{eq} = 1 / C_{12} + 1 / C_3 = 1 / 2C + 1 / C = (1+2) / 2C = 3/ 2C$$

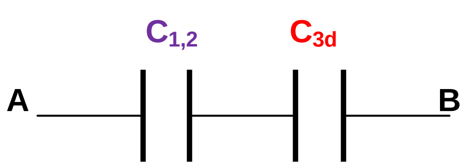
$$C_{eq} = 2C/3 = 2/3.C$$

Voy a calculo la C_{eq} cuando intercale el dieléctrico en C_3. Al hacer esto **modifico la capacidad de C_3 (** aumenta en un factor $\varepsilon_r = 4$)

Si llamo C_{3d} a la capacidad del capacitor 3 con el dieléctrico:

$$C_{3d} = 4C$$

Como no modifique a los otros 2 capacitores (C_1 y C_2)el circuito que queda entre A y B es:



$C_{1,2} = 2C$ **y** $C_{3d} = 4C$

Como tengo 2 capacitores en serie entre A y B, la $C_{eq,d}$ entre A y B:

$$C_{eq,d}: \quad 1/ C_{eq,d} = 1/ C_{1,2} + 1/ C_{3d}$$

$1/ C_{eq,d} = 1/2C + 1/4C = 3/4C$

$C_{eq,d} = 4/3.C$

Al comparar las dos capacidades equivalentes (verde y en rojo)

$C_{eq,d} / C_{eq} = (4/3.C) / (2/3.C) = 2$