Física 2

Grado en Ingeniería de la salud, grupo 1.

Primer parcial (28/03/2019)

Notas importantes: 1) No usar lápiz ni tinta roja. 2) Razonar todos los pasos. 3) Dar los resultados con la notación indicada y con sus unidades correspondientes si el resultado es numérico, y en una caja; ejemplos: $\boxed{a = \frac{1}{2} g\, t^2}$ o bien $\boxed{a = 3\,\text{m/s}^2}$.

1.-(3,5 puntos) Una carga puntual $q_1 = 1\,\mu$C se encuentra en el punto $P_1 = (1, 2, 3)$ cm y otra carga puntual $q_2 = 2\,\mu$C se encuentra en el punto $P_2 = (2, 4, 5)$ cm. (**a**) Calcular el módulo de la fuerza F_{12} entre ambas cargas en dichas posiciones. (**b**) Calcular la fuerza $\vec{F}_{12}$ que q_1 ejerce sobre q_2 en dichas posiciones. (**c**) Si q_1 se mantiene fija y q_2 se desplaza hasta un punto P_3 situado a 5 cm de P_1, calcular el trabajo realizado por el campo creado por q_1 en dicho recorrido. Datos: $k_e = 9 \times 10^9$Nm^2/C^2.

2.- (1,5 puntos) En una zona del espacio existe un campo electrostático uniforme de valor $\vec{E} = 5\,\hat{\jmath}$ V/m (**a**) Calcular la disminución de potencial entre los puntos $A = (1, 2, 2)$ cm y $B = (1, 5, 2)$ cm.

3.- (2,5 puntos) Supongamos cuatro condensadores $C_1 = 5\,\mu$F, $C_2 = 6\,\mu$F, $C_3 = 10\,\mu$F y $C_4 = 20\,\mu$F. Se asocian C_3 y C_4 en paralelo. Y dicha asociación se asocia en serie con los otros dos condensadores en el siguiente orden de izquierda a derecha: asociación de C_3 y C_4, C_2 y C_1. (**a**) Calcular la capacidad C equivalente al conjunto (**b**) Si la diferencia de potential en los extremos de C_1 es $\Delta V_1 = 1$ V, ¿cuánto vale la carga Q de la asociación completa y su diferencia de potencial ΔV?

4.- (2,5 puntos) (**a**) Explicar y deducir las propiedades (campo, potencial, carga) de un conductor en equilibrio electrostático tanto en su interior como en su superficie. Aplicar haciendo un dibujo a un conductor cilíndrico con su eje horizontal e introducido en un campo externo horizontal uniforme de modulo E_0.

Primer parcial Física 2 (2018-2019)
Grup. 1. Fecha (18/03/2019)

C1 $q_1 = 1\mu C$, $q_2 = 2\mu C$; $P_1 = (1,2,3)$ cm, $P_2 = (2,4,5)$ cm

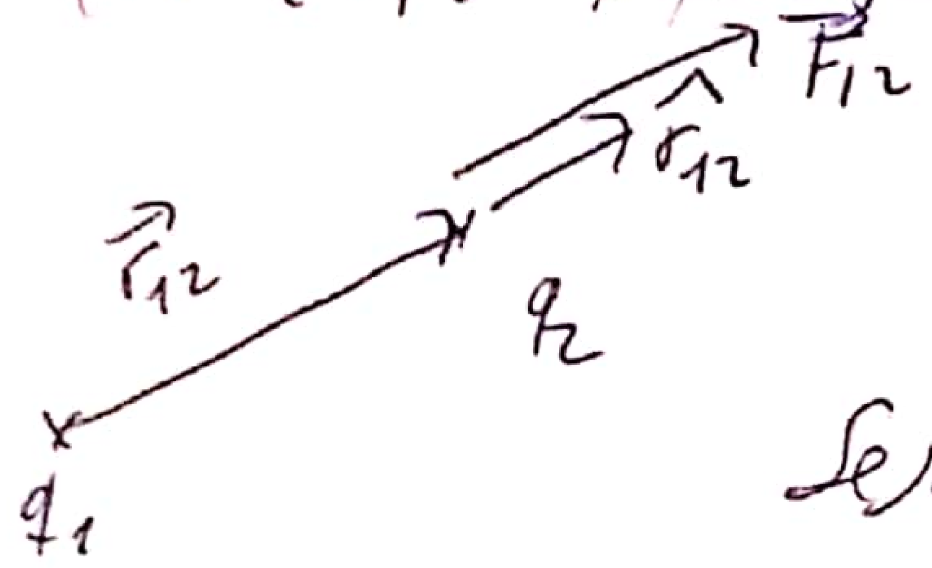
(a) ¿F_{12}? Calculamos $\vec{P_1P_2} = \vec{OP_2} - \vec{OP_1} = [(2,4,5)-(1,2,3)]$ cm $= (1,2,2)$ cm

El módulo de la fuerza entre dos cargas viene dado por la ley de Coulomb $F_{12} = k_e \frac{|q_1 q_2|}{r_{12}^2}$, sustituyendo y usando que $|\vec{P_1P_2}| = r_{12} = \sqrt{1^2+2^2+2^2}$ cm $= \sqrt{9}$ cm $= 0{,}03$ m $= 3$ cm

$$F_{12} = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{1\mu C\ 2\mu C}{3^2 cm^2} \left(\frac{10^2 cm}{1m}\right)^2 \left(\frac{10^{-6} C}{1\mu C}\right)^2 \Rightarrow \boxed{F_{12} = 20N}$$

La fuerza será repulsiva pues tienen el mismo signo.

(b) ¿$\vec{F_{12}}$, fuerza sobre q_2 debido a q_1?



Como la fuerza es repulsiva tendrá la dirección de $\vec{r_{12}}$ (de $-\hat{r}_{12}$ si fuese atractiva).
Según la ley de Coulomb en forma vectorial.

$$\vec{F_{12}} = k_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}.$$

Calculamos $\hat{r}_{12} = \frac{\vec{r_{12}}}{r_{12}} = \frac{(1,2,2)cm}{3cm} = \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right)$ y sustituimos:

$$\vec{F_{12}} = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{2\times10^{-6}C \times 1\times10^{-6}C}{0{,}03^2 m^2} \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right) \Rightarrow \boxed{\vec{F_{12}} = 6{,}67\vec{i} + 13{,}3\vec{j} + 13{,}3\vec{k}\ N}$$

(c) Si q_1 está fija y q_2 se mueve de P_2 a P_3 (a 5cm de P_1), calcular el trabajo realizado por el campo creado por q_1.

El trabajo realizado por el campo es igual a la disminución de energía potencial $W_{23} = U(P_2) - U(P_3) = q_2 (V(P_2) - V(P_3))$

El potencial V es el creado por q_1 $V = k_e \frac{q_1}{r}$ $\Rightarrow$

$V(P_2) = k_e \frac{q_1}{r_{12}}$, $V(P_3) = k_e \frac{q_1}{r_{13}}$, $r_{12} = 0{,}03m$ y $r_{13} = 0{,}05m$.

Sustituyendo:

$$W_{23} = q_2 \left(k_e \frac{q_1}{r_{12}} - k_e \frac{q_1}{r_{13}}\right) = k_e q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_{12}} - \frac{1}{r_{13}}\right) = 9\times10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} 1\times10^{-6} \times 2\times10^{-6} C^2 \left(\frac{1}{0{,}03} - \frac{1}{0{,}05}\right)\frac{1}{m}$$

$\Rightarrow \boxed{W_{23} = 0{,}24J}$ Como es positivo, quiere decir que es efectivamente realizado por el campo eléctrico

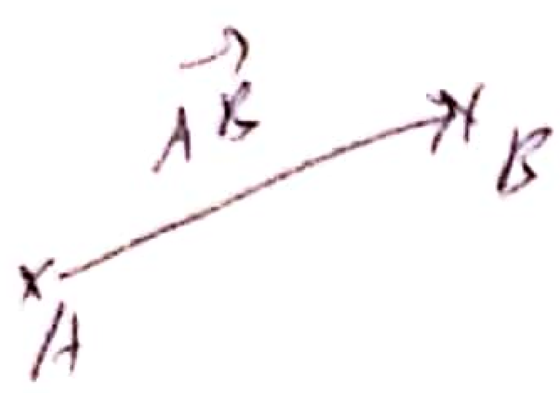
Primer parcial Física 2 (2018-2019)
Grupo 1. Fecha (18/03/2019)

C2 $\vec{E} = 5\vec{j}$ V/m (a) Calcular la disminución de potencial entre los puntos A=(1,2,2) cm y B=(1,5,2) cm

La disminución de potencial entre A y B viene dada por

$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l}$, como $\vec{E}$ es uniforme $V_A - V_B = \vec{E}\cdot\int_A^B d\vec{l} = \vec{E}\cdot\vec{AB}$

El vector $\vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} = [(1,5,2)-(1,2,2)]\,cm = (0,3,0)\,cm =$
$= (0;0.03;0)\,m$.



$V_A - V_B = (0;5;0)\frac{V}{m}\cdot(0,0.03,0)\,m = 5\times 0,03\,V \Rightarrow$

$\boxed{V_A - V_B = 0,15\,V}$

O bien $V_A - V_B = 5\frac{V}{m}\vec{j}\cdot 0,03\vec{j}\,m = 0,15\,V$ pues $\vec{j}\cdot\vec{j} = 1$.

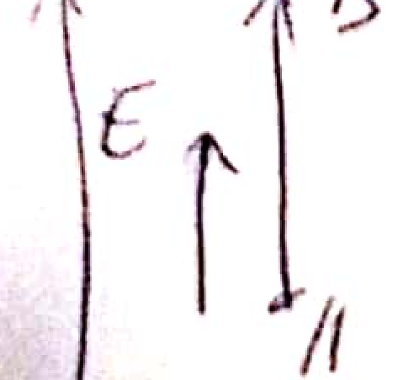
o bien.

Se ha deducido en teoría que $|V_A - V_B| = Ed$, donde d es el desplazamiento en la dirección y sentido de $\vec{E}$, el signo de $V_A - V_B$ es positivo si $\vec{E}$ forma un ángulo menor de 90° con $\vec{AB}$

$V_A - V_B = E\underbrace{|\vec{AB}|\cos(\varphi)}_{d} = Ed$.

En nuestro caso como $\vec{AB} = 0,03\vec{j}\,m$ y $\vec{E} = 5\vec{j}\,V/m$, el desplazamiento en la dirección de $\vec{E}$ es precisamente $|\vec{AB}|$ pues son paralelos y con el mismo sentido, luego

$V_A - V_B = Ed = 5\frac{V}{m}\,0,03\,m \Rightarrow \boxed{V_A - V_B = 0,15\,V}$



Primer parcial de Física 2 (2018-2019)
Grupo 1 (18/03/2019)

C3

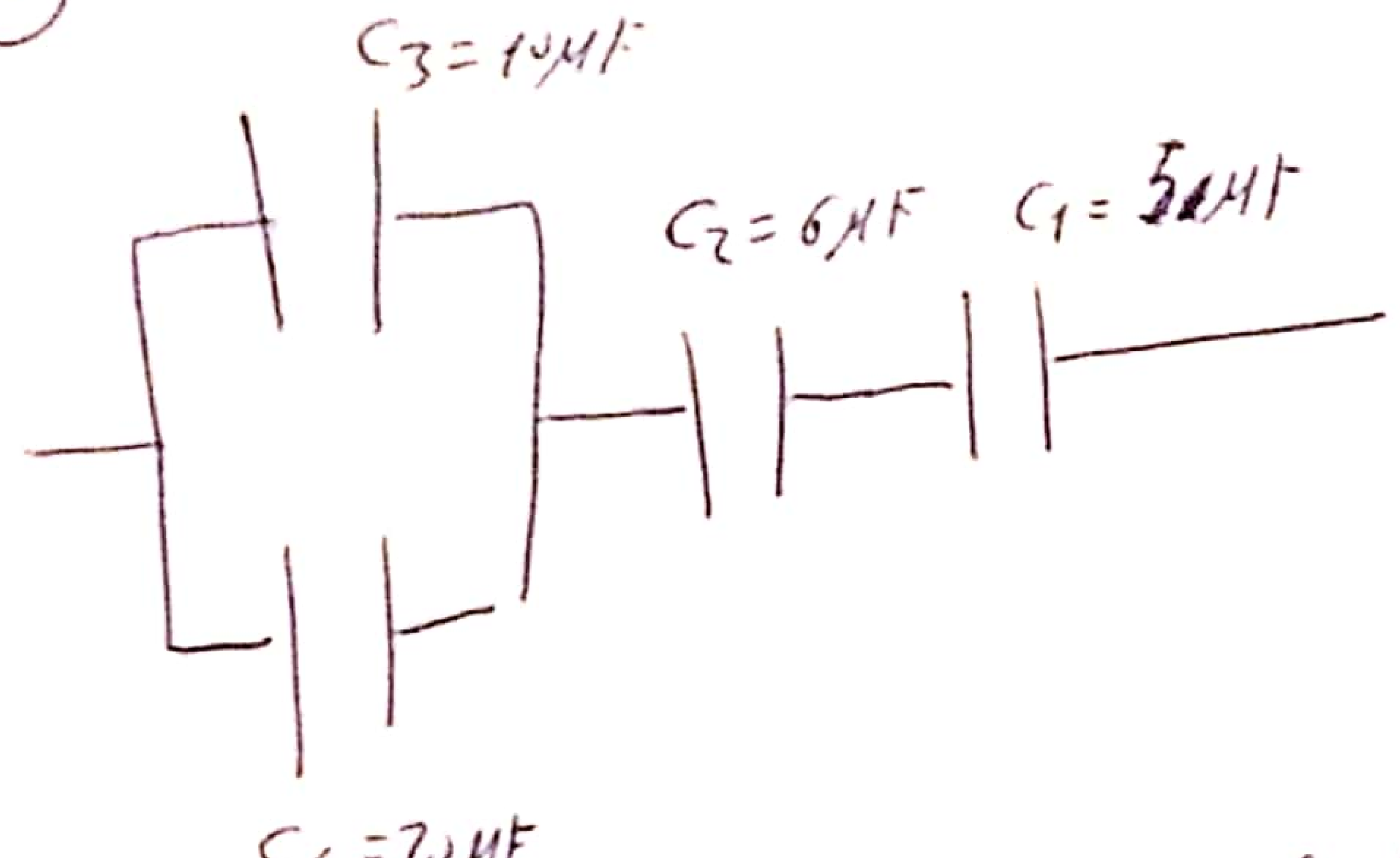


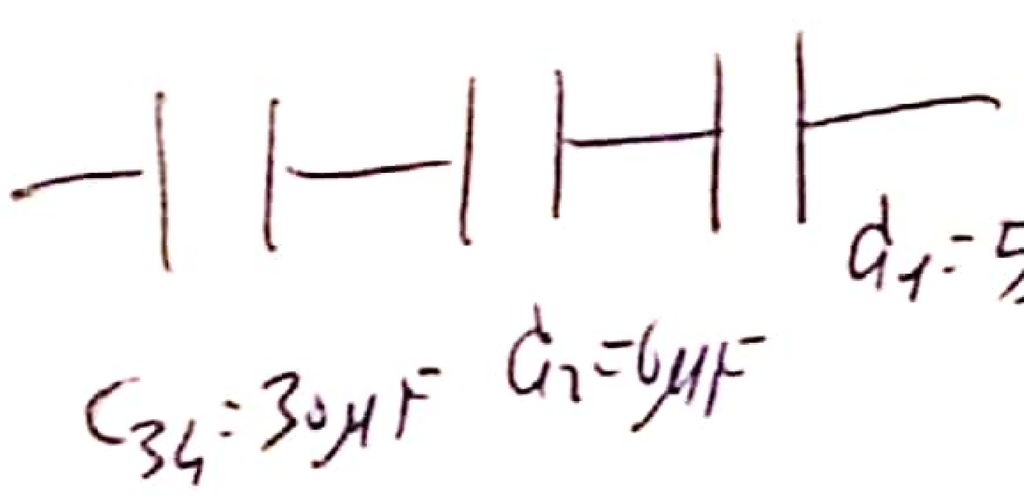
Fig 1

a) Calcular la capacidad equivalente.

C_3 y C_4 están en paralelo, luego equivalen a $C_{34} = C_3 + C_4 = (10+20)\mu F$

$\Rightarrow C_{34} = 30\ \mu F$

Fig 2



Ahora los tres están en serie, luego:

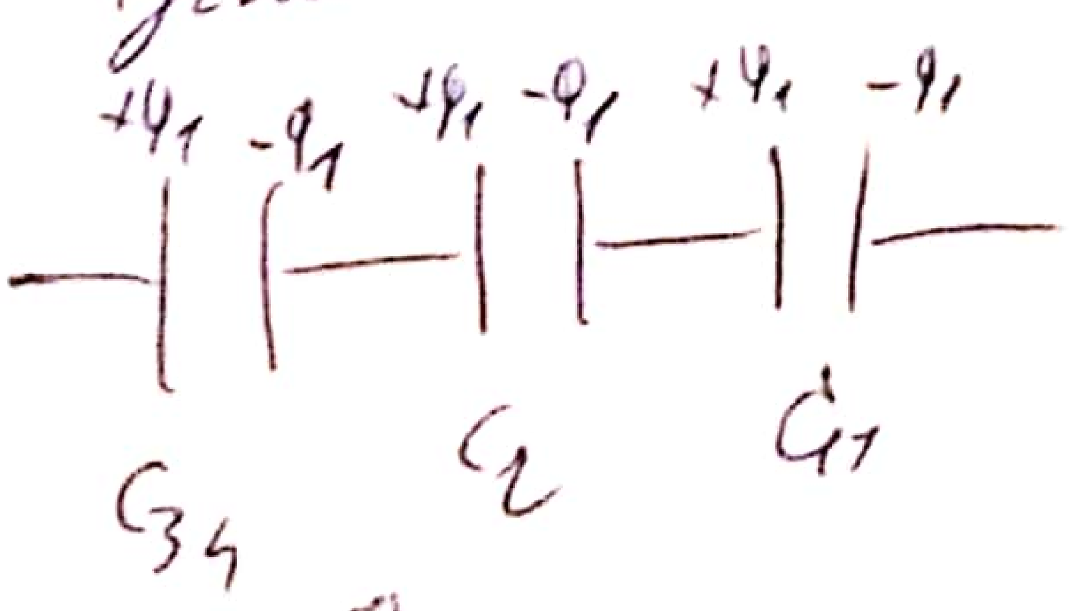
$$\frac{1}{C_{1234}} = \frac{1}{C_{34}} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_1} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{C_{1234}} = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{6} + \frac{1}{5}\right)\frac{1}{\mu F} = \frac{1+5+6}{30\ \mu F} = \frac{12}{30\ \mu F} \Rightarrow C_{1234} = \frac{30}{12}\ \mu F \Rightarrow$$

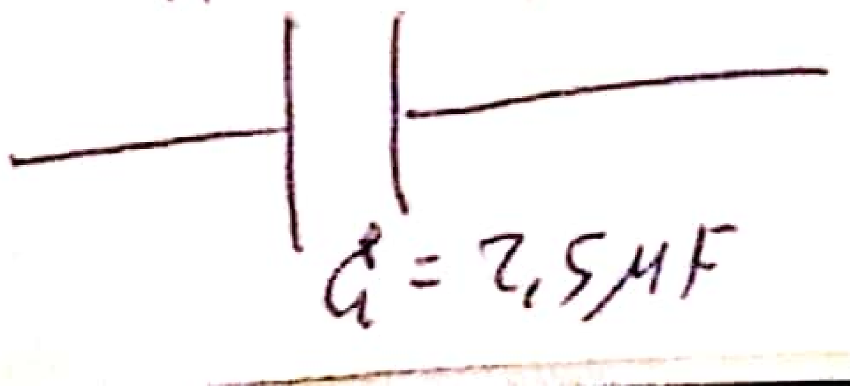
$$\boxed{C = C_{1234} = 2{,}5\mu F}$$

(b) Si $\Delta V_1 = 1V$ (entre los extremos de C_1) ~~en~~, calcular q_1 la carga de la asociación completa.

La carga de C_1 es $q_1 = C_1 \Delta V_1 = 5\mu F \cdot 1V = 5\mu C$, como los tres condensadores de Fig 2 están en serie, tienen la misma carga, igual a la de la asociación $\Rightarrow$ $\boxed{q = 5\mu C}$



equivale a:



Como la asociación equivale a $C = 2{,}5\mu F$

$$\Delta V = \frac{q}{C} = \frac{5\mu C}{2{,}5\mu F} \Rightarrow \boxed{\Delta V = 2V}$$

Primer parcial de Física 2 (2018-2019)
Grupo 1 Fecha (18/03/2019)

(C5) Propiedades (campo, potencial, carga) de un conductor en equilibrio electrostático, en su interior y superficie. Explicar y deducir. Aplicar a un conductor cilíndrico horizontal ~~en~~ en un campo eléctrico horizontal E_0.

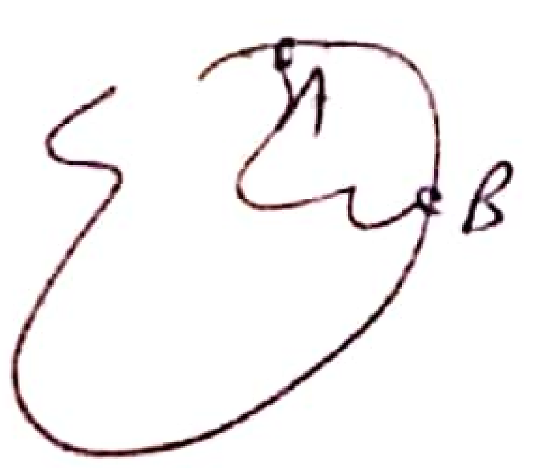
Definición: un conductor es un material en que hay cargas libres, es decir, cargas que se pueden mover. Está en equilibrio si no hay movimiento macroscópico de cargas.

Propiedades:

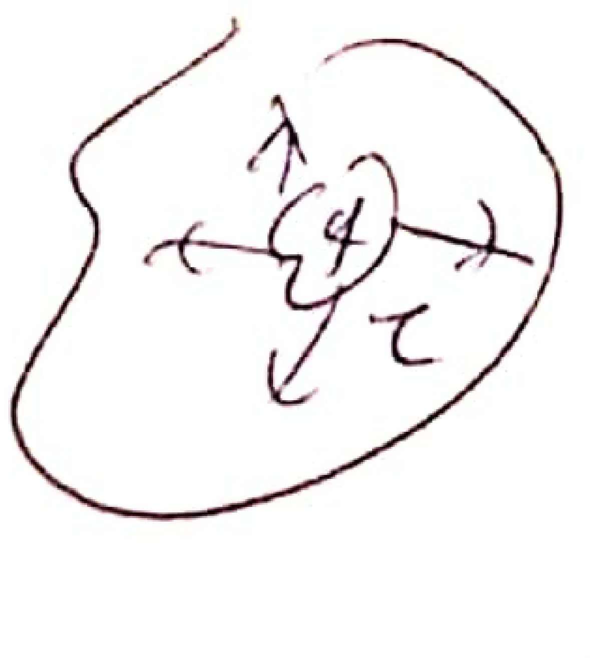
1) $\vec{E}=0$ en el interior. Si no fuese así, sobre una carga q en el interior aparecería una fuerza $\vec{F}=q\vec{E}$ que movería la carga, por lo que no estaría en equilibrio.

2) V es uniforme en un conductor en equilibrio.
Pues $V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l} = \int_A^B 0\cdot d\vec{l} = 0 \Rightarrow V_A = V_B$
$\forall A$ y B

3) Por lo tanto, también la superficie es una superficie equipotencial, pues A y B pueden estar en la superficie.

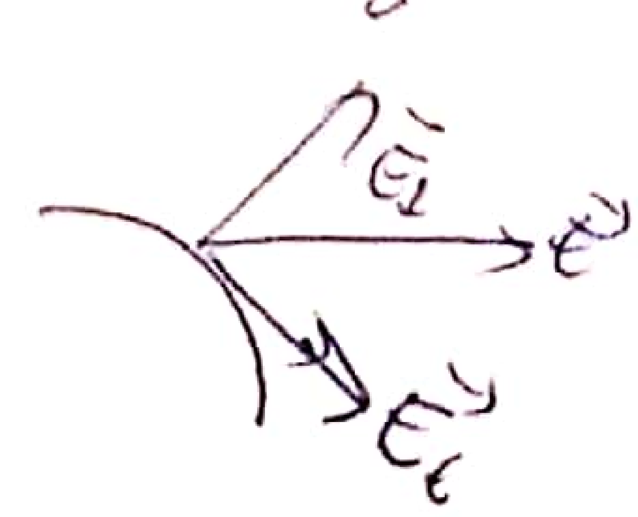


4) La carga es nula en el interior.
Si no fuese así y hubiese una región con carga no nula, saldrían de ella líneas de campo, por lo que $\vec{E}\neq 0$ en contra de 1). O dicho de otra forma las cargas en ese volumen τ se repelerían y de nuevo no habría equilibrio.



5) $\vec{E}\perp$ superficie. Se puede ver de dos formas: a) Según 3) la superficie es equipotencial y $\vec{E}\perp$ sup. equipotenciales. Por dentro, trivialmente $\vec{E}=0$ es perpendicular a cualquier dirección ($\vec{E}\cdot\vec{l}=0$), pero por fuera $\vec{E}\neq 0$ y $\perp$ a la sup.

b) Si $\vec{E}$ tiene una componente tangencial a la sup. $\vec{E}_t$, produciría sobre una carga una fuerza tangente a la sup. $\vec{F}_t = q\vec{E}_t$ y la carga se movería por la superficie. Y no habría equilibrio



Primer parcial de Física 2 (2018-2019)
Grupo 1, Fecha (18-03-2019)
C4 AP
Continuación.

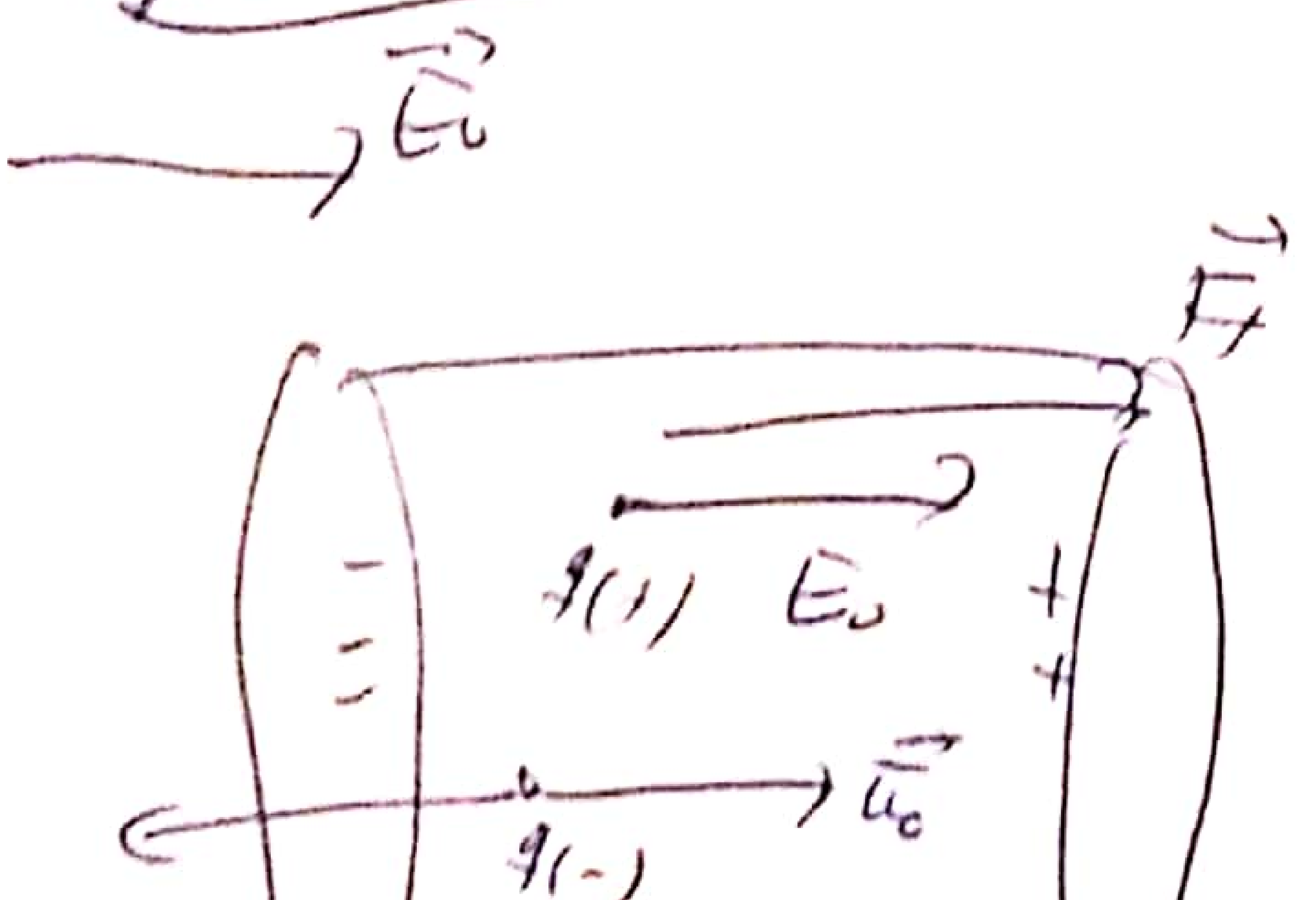
6) Según 4) la carga es nula en el interior, por lo que cualquier distribución de carga está en la superficie descrita por una densidad superficial de carga σ en general diferente en cada punto de la superficie.

7) El módulo de $\vec{E}$ en la superficie es proporcional a σ: $\boxed{E=\frac{\sigma}{\epsilon_0}}$

siendo $\epsilon_0=\frac{1}{4\pi K_e}$ y K_e la cte de Coulomb.

Esta relación no se ha demostrado en clase, pero puede verse como un resultado experimental.

Aplicación



Proceso hacia el equilibrio

El campo $\vec{E_0}$ producirá una fuerza $\vec{F_+}=+|q|\vec{E_0}$ sobre las cargas positivas y $\vec{F_-}=-|q|\vec{E_0}$ sobre las negativas, estas se acumularán en la superficie, produciendo un campo eléctrico inducido $\vec{E_i}$ opuesto a $\vec{E_0}$. Se llega al equilibrio cuando $\vec{E_i}=-\vec{E_0}$ en cualquier punto y por lo tanto $\vec{E}=\vec{E_0}+\vec{E_i} \Rightarrow$