Física 2

Grado en Ingeniería de la salud, grupo 2.

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 $q_1 = 2\,\mu$C se encuentra en el punto $A = (3, 2, 1)$ cm y otra carga puntual $q_2 = -1\,\mu$C se encuentra en el punto $B = (2, 0, -1)$ cm. (**a**) Calcular el módulo F_{12} de la fuerza 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 C situado a 10 cm de A, 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 $\vec{E} = -5\,\hat{k}$ V/m (**a**) Calcular la disminución de potencial entre los puntos $A = (-1, -2, -2)$ cm y $B = (-1, -2, -8)$ cm. Interpretar el resultado e ilustrar con un dibujo.

3.- (2,5 puntos) Supongamos cuatro condensadores $C_1 = 12\,\mu$F, $C_2 = 6\,\mu$F, $C_3 = 1\,\mu$F y $C_4 = 20\,\mu$F. Se asocian C_1 y C_2 en serie. Y dicha asociación C_{12} se asocia en paralelo con C_3. La asociación resultante C_{123} se asocia en serie con C_4. (**a**) Calcular la capacidad C equivalente al conjunto. (**b**) Si la carga en el condensador C_2 vale Q_2=4 μC ¿cuánto vale la carga Q de la asociación completa y su diferencia de potencial ΔV?

4.- (2,5 puntos) (**a**) Definir los conceptos de línea de campo electrostático $\vec{E}$ y superficie equipotencial. (**b**) Explicar y deducir las propiedades de las líneas de campo y de $\vec{E}$ en relación a las superficies equipotenciales y la variación del potencial. (**c**) Aplicar, haciendo un dibujo, al sistema formado por dos cargas iguales pero de signo opuesto separadas una distancia d, dibujando tanto las líneas de campo como las superficies equipotenciales y justificando dicho dibujo.

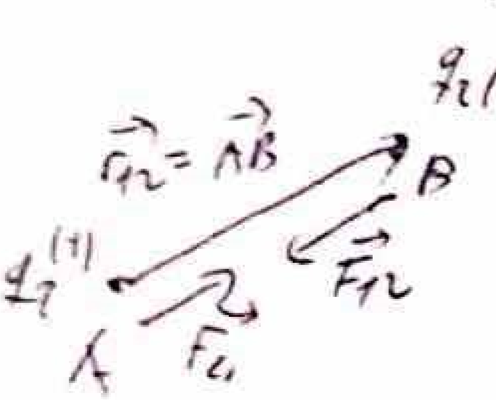
PARCIAL 1 GRUPO 2 (18/03/2019)
FÍSICA 2 (2018-2019)

C1 $q_1 = 2\mu C$ en $A=(3,2,1)$ cm
$q_2 = -1\mu C$ en $B=(2,0,-1)$ cm

(a) F_{12} (módulo).

El módulo de la fuerza electrostática entre dos cargas viene dada por la ley de Coulomb

$$F_{12} = K_e \frac{|q_1 q_2|}{r_{12}^2} \quad (1)$$



En este caso $\vec r_{12} = \vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} =$
$= [(2,0,-1)-(3,2,1)] = (-1,-2,-2)$ cm y
su módulo $r_{12} = \sqrt{(-1)^2+(-2)^2+(-2)^2}$ cm $= \sqrt{1^2+2^2+2^2}$ cm $\Rightarrow$
$r_{12} = 3$ cm $= 0{,}03$ m

Sustituyendo en (1) y usando $1\mu C = 10^{-6} C$

$$F_{12} = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\frac{2\mu C\, 1\mu C}{0{,}03^2 m^2}\left(\frac{10^{-6}C}{1\mu C}\right)^2 \Rightarrow \boxed{F_1 = 20 N}$$

Esta fuerza es atractiva, tal como se ve en el dibujo, al tener las cargas diferente signo.

(b) Fuerza sobre q_2, $\vec F_{12}$ (vector).

Según el dibujo $\vec F_{12}$ tiene dirección la de $\hat r_{12}$ y sentido contrario

luego $\vec F_{12} = -F_{12}\hat r_{12}$ con $\hat r_{12} = \frac{(-1,-2,-2)}{3} = (-\frac{1}{3},-\frac{2}{3},-\frac{2}{3})$ (sin unidades)

$\Rightarrow \vec F_{12} = F_{12}(\frac{1}{3},\frac{2}{3},\frac{2}{3}) = 20N(\frac{1}{3},\frac{2}{3},\frac{2}{3}) \Rightarrow$

$\boxed{\vec F_{12} = 6{,}67\hat i + 13{,}3\hat j + 13{,}3\hat k \ N.}$ (2)

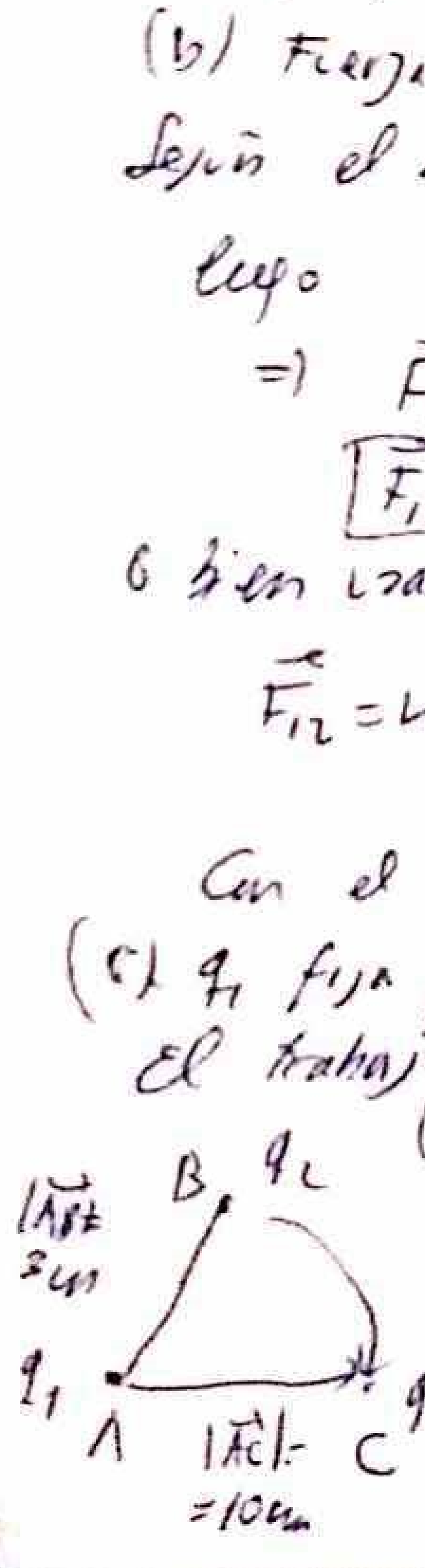
O bien usando la ley de Coulomb en forma vectorial

$$\vec F_{12} = K_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3}\vec r_{12} = 9\times10^9\frac{Nm^2}{C^2}\frac{2\mu C(-1\mu C)}{0{,}03^3 m^3}(-1,-2,-2)cm\left(\frac{1m}{10^2 cm}\right)\left(\frac{10^{-6}C}{1\mu C}\right)^2$$

Con el mismo resultado en (2).

(c) q_1 fija y q_2 $B \to C$, C a 10cm de A. W_{BC}.

El trabajo realizado (por el campo) es igual a la disminución de la energía potencial



$W_{BC} = U(B) - U(C) = q_2(V(B)-V(C))$, siendo V
el potencial producido por q_1: $V = K_e \frac{q_1}{r} \Rightarrow$
$V(B) = K_e\frac{q_1}{|AB|}$, $V(C) = K_e \frac{q_1}{|BC|} \Rightarrow$

$W_{BC} = 2\mu C\left(9\times10^9 \frac{N m^2}{C^2}(-1\mu C)\right)\left(\frac{1}{0{,}03m} - \frac{1}{0{,}1m}\right)\left(\frac{10^{-6}C}{1\mu C}\right) \Rightarrow \boxed{W_{BC} = -0{,}425}$

PARCIAL 1 (18/03/2018) GRUPO 2
FÍSICA 2 (2018/19)

G2) $\vec{E} = -5\,\frac{V}{m}\,\hat{k}$, disminución de potencial entre $A=(-1,-2,-2)$ cm y $B=(-1,-2,-8)$ cm. Interpretar y dibujar.

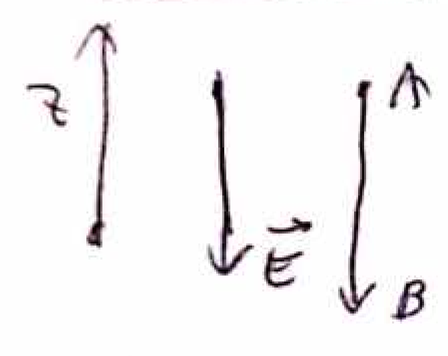
En un campo electrostático la disminución del potencial viene dada por $V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l}$, si $\vec{E}$ es uniforme

$V_A - V_B = \vec{E}\int_A^B d\vec{l} = \vec{E}\cdot\vec{AB} \rightarrow V_A - V_B = \vec{E}\cdot\vec{AB}$ (1) (producto escalar), también igual a $V_A - V_B = E|\vec{AB}|\cos\alpha$ (2)

En nuestro caso $\vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} = [(-1,-2,-8)-(-1,-2,-2)]$ cm $\Rightarrow$
$\vec{AB} = (0,0,-6)$ cm $= -0{,}06\,m\,\hat{k}$.

Sustituyendo en (1): $V_A - V_B = (0,0,-5)\cdot(0,0,-0{,}06)\,\frac{V}{m}m \Rightarrow$

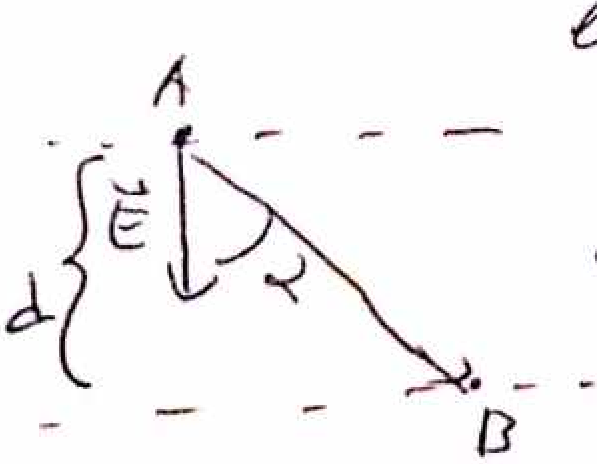
$V_A - V_B = 0\times0 + 0\times0 + 5\times0{,}06\,V \rightarrow \boxed{V_A - V_B = 0{,}3\,V}$



Otra forma: Vemos que $\vec{E}$ y $\vec{AB}$ tienen dirección y sentido iguales $(-\hat{k})$, por lo que forman un ángulo $\alpha=0$ y usando (2) con $E=|\vec{E}|=5\,\frac{V}{m}$ y $|\vec{AB}|=0{,}06$ m

$V_A - V_B = 5\,\frac{V}{m}\,0.06\,m \Rightarrow \boxed{V_A - V_B = 0{,}3\,V}$.

Otra forma: la caída de potencial en módulo se puede escribir como $|\Delta V| = Ed$, siendo d el desplazamiento en la dirección del campo. El signo de $V_A - V_B$ lo obtenemos viendo el ángulo α entre $\vec{E}$ y $\vec{AB}$. Si $\alpha<90^\circ$ $V_A - V_B > 0$ y si $\alpha>90^\circ$, $V_A - V_B < 0$



Caso en $V_A > V_B$

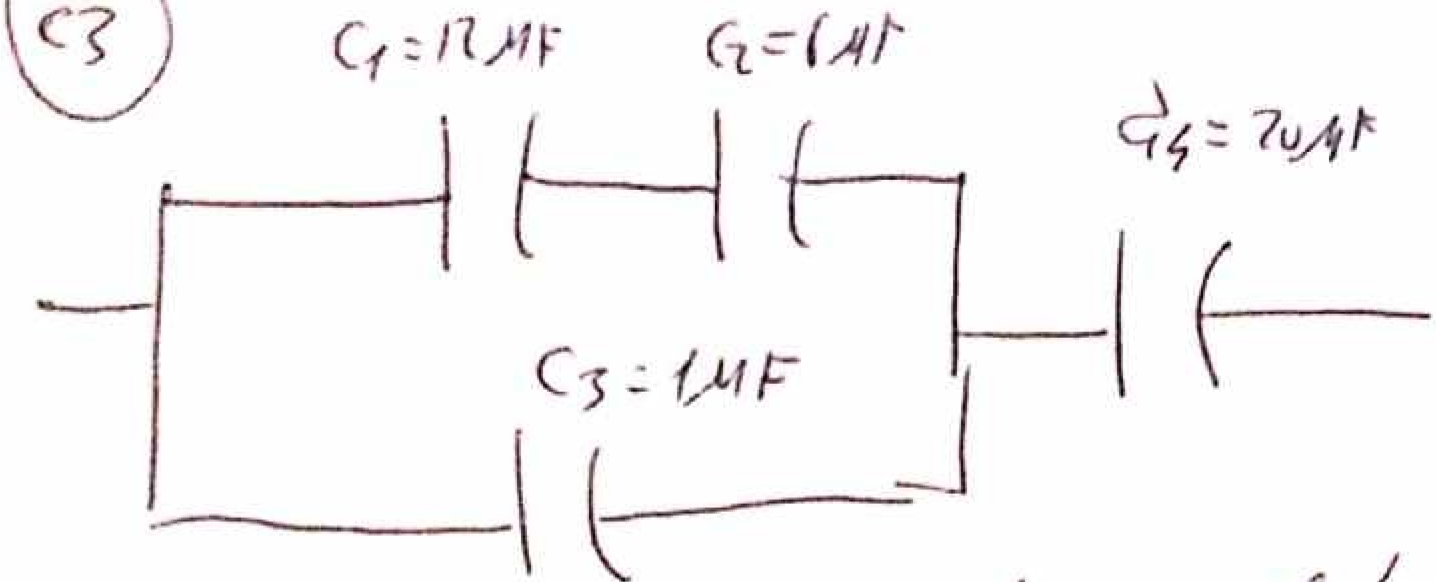
$d = |\vec{AB}|\cos\alpha$

En nuestro caso $\vec{AB}$ ya tiene la dirección y sentido de $\vec{E}$, luego $d = |\vec{AB}| = 0{,}06$ m y forma un ángulo $\alpha=0^\circ$ con $\vec{E} \Rightarrow$

$V_A - V_B = Ed = 5\,\frac{V}{m}\,0{,}06\,m \rightarrow \boxed{V_A - V_B = 0{,}03\,V}$

PARCIAL 1. GRUPO 2 (18/03/2019)
FÍSICA 2 (2018-2019)

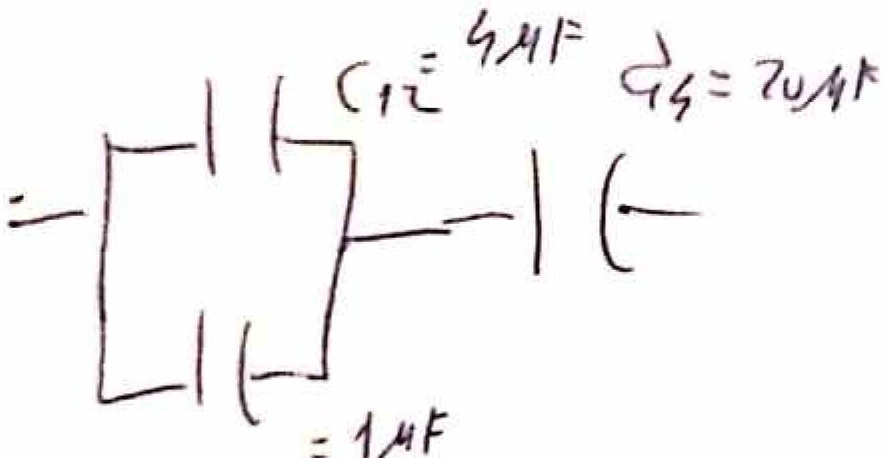
C3



a) Calcular la capacidad equivalente.

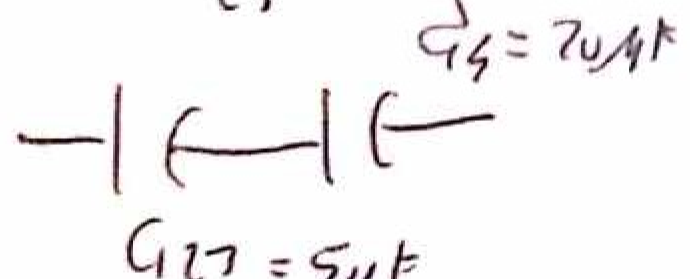
Como C_1 y C_2 están en serie, su capacidad equivalente es

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{12\mu F} + \frac{1}{6\mu F} = \frac{2+1}{12\mu F} = \frac{3}{12\mu F} \Rightarrow \underline{C_{12} = 4\mu F}$$



; C_{12} y C_3 están en ~~serie, luego~~ paralelo, luego

$$C_{123} = C_{12} + C_3 = (4+1)\mu F \Rightarrow \underline{C_{123} = 5\mu F}$$



Por último C_{123} y C_4 están en serie y

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_{123}} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{5\mu F} + \frac{1}{20\mu F} = \frac{4+1}{20\mu F} = \frac{5}{20\mu F}$$

$$\Rightarrow C = \frac{20}{5}\mu F \Rightarrow \boxed{C = 4\mu F}$$

(b) Si $q_2 = 4\mu C$, calcula q y ΔV para la asociación.

q_1 está en serie con q_2, luego la asociación C_{12} tiene igual carga

$$q_1 = q_{12} = C_{12}\Delta V_{12} \Rightarrow \Delta V_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{4\mu C}{4\mu F} \Rightarrow \Delta V_{12} = 1V.$$

Pero $\Delta V_{12} = \Delta V_3 = \Delta V_{123}$ al estar en paralelo, y $q_{123} = C_{123}\Delta V_{123}$

$$\Rightarrow q_{123} = 5\mu F \times 1V \Rightarrow q_{123} = 5\mu C.$$

Pero como C_{123} está en serie con C_4, $q \equiv q_{1234} = q_{123} \Rightarrow$

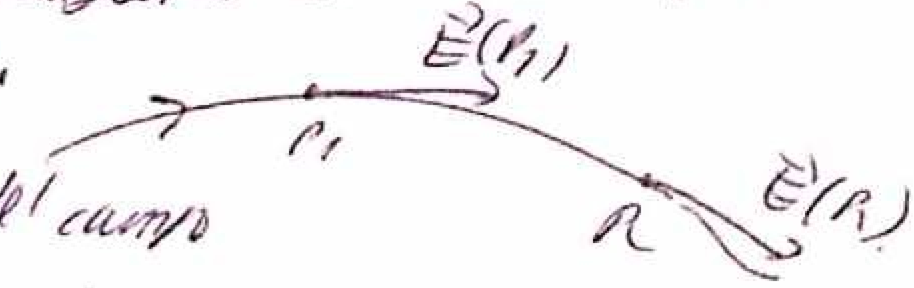
$\boxed{q = 5\mu C}$ Además $q = C\Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{q}{C} = \frac{5\mu C}{4\mu F} \Rightarrow$

$$\boxed{\Delta V = 1,25V}$$

PARCIAL 1 GRUPO 2 (18/03/2019)
FÍSICA 2 (2018-2019)

(E5) (a) Definir línea de campo y superficie equipotencial.

Línea de campo es una curva tangente en todos sus puntos al vector campo electrostático



su sentido coincide con el del campo

Superficie equipotencial: Es una superficie en la que todos sus puntos tienen el mismo potencial electrostático $V(x,y,z) = V_0$

(b) Propiedades de $\vec{E}$ y las líneas de campo en relación a las sup. equip.

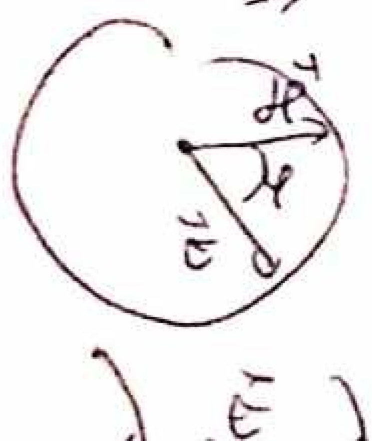
(1) $\vec{E}$ y por tanto las líneas de campo son perpendiculares a las sup equip.

Partiendo de $V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l} \Rightarrow V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l}$, en un desplazamiento elemental $dV = -\vec{E}\cdot d\vec{l}$

Si nos desplazamos en la sup. equip: $dV = 0$
$\Rightarrow \vec{E}\cdot d\vec{l} = 0 \Rightarrow \vec{E} \perp d\vec{l}$, para todo $d\vec{l}$ en el pequeño plano que corresponde a la sup. a pequeña escala. Luego $\vec{E} \perp$ sup. equip.

(2) $\vec{E}$ tiene la dirección en que disminuye más rápidamente el potencial.

Si $|d\vec{l}| = cte$, dV depende sólo de φ:



$dV = -E\,dl\cos(\varphi)$ que es mínimo cuando $\varphi = 0$, es decir $d\vec{l}$ tiene la dirección y sentido de $\vec{E}$

Luego las líneas de campo van de superficies de más potencial a superficies de menos potencial.

(3) En la dirección de $\vec{E}$ (y de máx disminución de V). Según hemos visto $dV = -E\,dl \rightarrow E = \left|\frac{dV}{dl}\right|$. Es decir el módulo de E nos da la variación de V entre dos superficies equipotenciales próximas

$\frac{|dV|}{dl} = E$

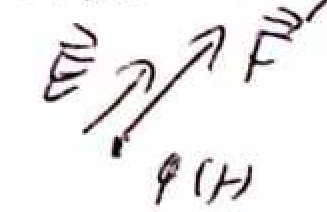
PARCIAL 1 GRUPO 2 (18/03/2019)

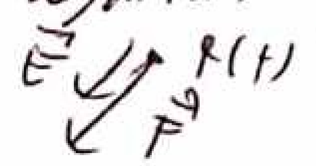
FÍSICA 2 (2018-2019)

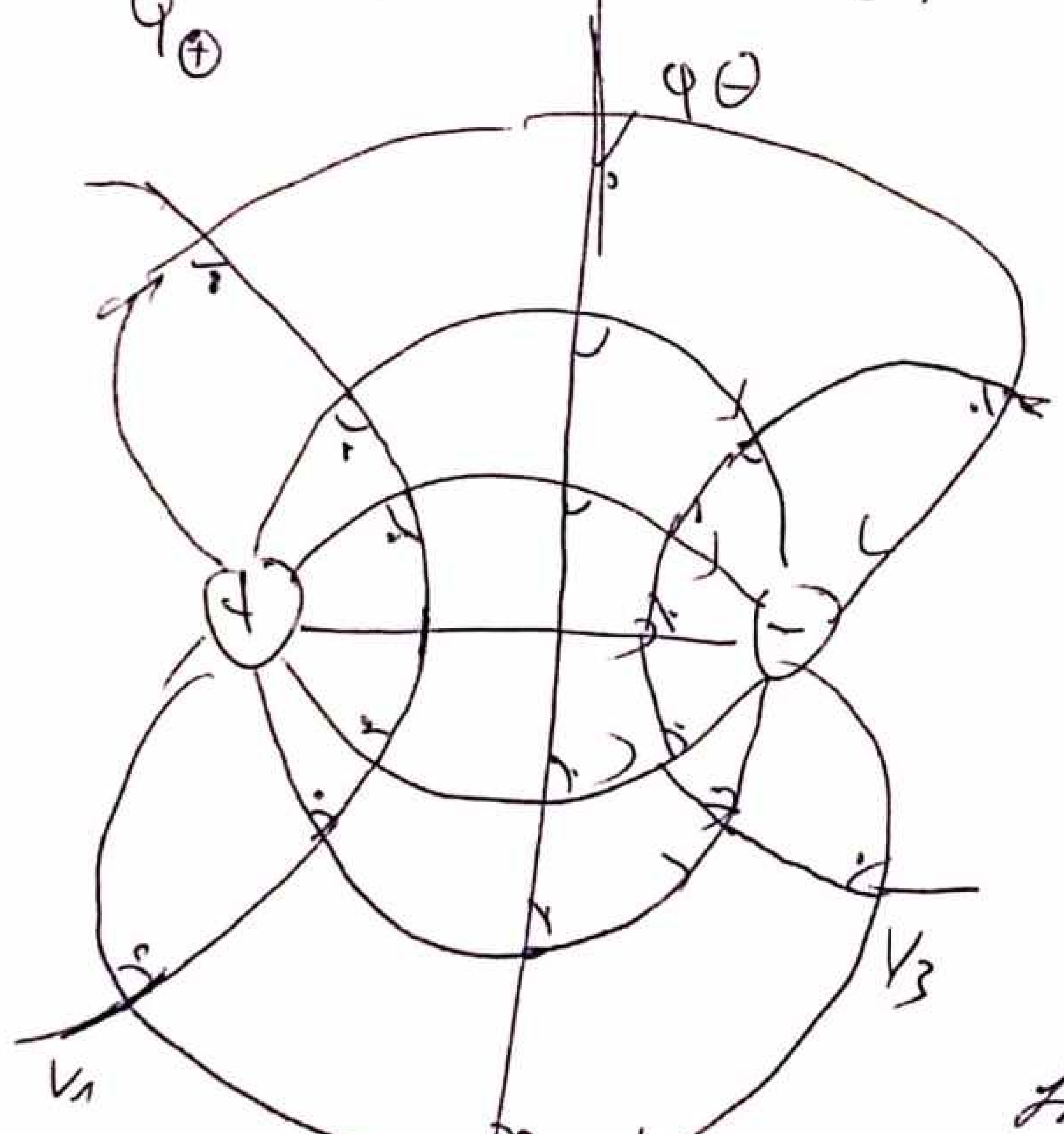
C3 Continuación

(c) Dibujo de l.d.c. y sup. equip. para dos cargas iguales y signo opuesto.

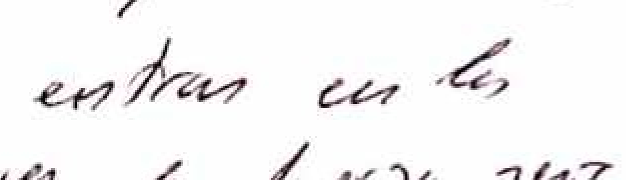
Las líneas de campo salen de las cargas positivas pues $\vec{F} = q\vec{E}$ y si q es positiva $\vec{E}$ y $\vec{F}$ tienen igual dirección y sentido. En cambio entran en las negativas pues la fuerza será atractiva







Cerca de una carga, como r es muy pequeño $\vec{E}$ está prácticamente producido por ella ($|\vec{E}|$ es muy grande)



Pero las líneas se curvan para salir de $q(+)$ y entrar en la carga negativa, como vemos en el dibujo

Las sup. equipotenciales son perpendiculares en cualquier punto a las líneas de campo

$\measuredangle = 90^\circ$

La figura será simétrica respecto al plano medio que es también una sup. equip.

Se cumplirá que $V_1 > V_2 > V_3$