



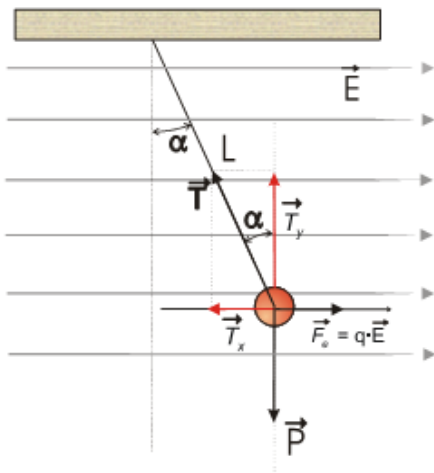
DEPARTAMENTO FÍSICA Y QUÍMICA

EXAMEN FÍSICA CAMPO ELÉCTRICO

1. Una esfera de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y, al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de  $10^3$  N/C, el hilo forma un ángulo de  $15^\circ$  con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera, y determine su carga eléctrica.

b) Explique de forma razonada cómo cambia la energía potencial y cinética de la esfera al aplicar el campo eléctrico. Datos:  $K=9 \cdot 10^9$  N m<sup>2</sup> C<sup>-2</sup>;  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>



Al estar el sistema en equilibrio podemos plantear el siguiente sistema.

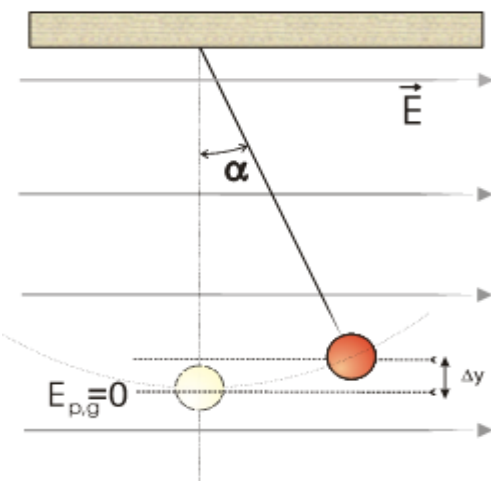
Por componentes:  $T_x = F_e$   
 $T_y = P$

$T \cdot \text{sen}15^\circ = q \cdot E$   
 $T \cdot \text{cos}15^\circ = mg$

Dividiendo ambas ecuaciones, miembro a

miembro:  $\text{tg}15^\circ = \frac{qE}{mg}$

Y despejando q:  $q = \frac{mg}{E} \text{tg}15^\circ = \frac{0,002\text{kg} \cdot 10\text{m/s}}{1000\text{N/C}} \text{tg}15^\circ \cong 5,4 \cdot 10^{-6} \text{C}$



b) Tomando el nivel inicial de la bola como origen de energías potenciales gravitatorias, podemos decir que al principio, cuando la bolita estaba colgada verticalmente, no tenía energía ni potencial ni cinética.

Al aplicar el campo eléctrico, la fuerza impulsa a la bolita que se desplaza, espontáneamente, hacia puntos de menor energía potencial eléctrica. Ese desplazamiento espontáneo dentro del campo eléctrico supone una disminución en la energía potencial eléctrica y debería repercutir aumentando la cinética, dado que se trata de un campo conservativo.

Pero como la bolita está anclada por el cable, la tensión retiene a la bolita impidiéndole el movimiento libre y haciéndola ascender un  $\Delta y$ . El resultado final es que la bolita aumenta su energía potencial gravitatoria en lugar de la cinética a expensas del trabajo realizado por el campo eléctrico

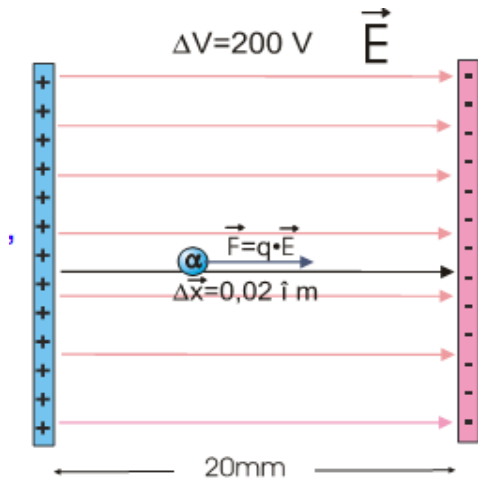
Por tanto, se cumple que:  $\Delta E_{p,g} = - \Delta E_{p,e}$  , o también:  $q\Delta V = - mg\Delta y$

2. Tenemos un condensador de placas planas paralelas, separadas 20 mm, y sometidas a una diferencia de potencial de 200 V.

a) Dibuja las líneas de campo entre las placas, calcula su valor y exprésalo vectorialmente.

b) Si se deja una partícula  $\alpha$  ( $q = +2e$ ) en libertad sobre la superficie de la placa positiva del condensador, con qué velocidad impactará sobre la placa negativa.

Datos:  $m_{\alpha} = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



a) Datos:  $\Delta X = 0,020 \text{ m}$   
 $\Delta V = 200 \text{ V}$

Dado que entre las placas existe un **campo eléctrico uniforme**, podemos utilizar la siguiente relación entre campo y potencial:  
 $\Delta x \cdot E = \Delta V$  es decir

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta X} = \frac{200}{0,02} = 10000 \text{ N/C}$$

Según el dibujo, como el campo va de izquierda a derecha, será:  $\vec{E} = 10000\vec{i} \text{ N/C}$

b) Si abandonamos una partícula  $\alpha$  en reposo, es decir sin energía cinética inicial, la fuerza eléctrica a la que se verá sometida la impulsará hacia la derecha. Dicha fuerza será constante, ya que el campo es uniforme, por lo que podemos calcular el trabajo a través de su expresión como producto de la carga por la diferencia de potencial:

$$W = q\Delta V$$

La partícula se desplaza movida por la fuerza eléctrica hacia la placa negativa, aunque también podemos interpretarlo en términos energéticos: se mueve hacia la placa de menor potencial, disminuyendo su energía potencial y aumentando la cinética en la misma medida.

$W = q\Delta V = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_o^2)$  Como la velocidad inicial es 0 m/s podemos despejar:

$$v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 200 \text{ V}}{6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 1,38 \cdot 10^5 \text{ m/s} = 138 \text{ km/s}$$

3. a) *Explique las analogías y diferencias entre el campo eléctrico creado por una carga puntual y el campo gravitatorio creado por una masa puntual, en relación con su origen, intensidad relativa, dirección y sentido.*

b) *¿Puede anularse el campo eléctrico en un punto del segmento que une a dos partículas cargadas? ¿Y el potencial eléctrico? Razone la respuesta.*

**Diferencias entre los campos gravitatorio y eléctrico:**

CARACTERÍSTICA	CAMPO	CAMPO ELÉCTRICO
Magnitud característica (que crea el campo)	Masa	Carga en reposo
Cuerpos a los que afecta	Todos (es universal)	Cuerpos con carga eléctrica
Tipo de campo	Atractivo	Atractivo o repulsivo
Constante	G es universal	K depende del medio
Movimiento	Toda masa, en reposo o movimiento, crea un campo gravitatorio	Una carga en movimiento crea un campo eléctrico y un campo magnético
Tipo de interacción	Es muy débil, sólo apreciable para	Es muy fuerte, incluso entre cargas muy
Movimiento de partículas	Las masas siempre se mueven en la dirección y sentido del campo gravitatorio	Las cargas pueden moverse en sentido igual o contrario al campo eléctrico dependiendo

Las **analogías entre los campos gravitatorio y eléctrico son las siguientes:**

CARACTERÍSTICA	CAMPO	CAMPO ELÉCTRICO
Tipo de fuerza	Ambas fuerzas son centrales, y disminuyen con el cuadrado de	
Tipo de campo	Ambos son campos conservativos, ya que la fuerza central depende únicamente de la	
Líneas de campo	En ambos campos son abiertas, nacen y terminan en puntos distintos, y son perpendiculares a las superficies	
Potencial	En ambos casos existe un campo escalar, relacionado de igual manera con los correspondientes campos	

b) Para dos **cargas iguales y del mismo signo**, el **campo eléctrico** se anulará en el punto medio del segmento que une ambas cargas, ya que este punto los vectores son iguales en módulo y de sentido opuesto. A la izquierda y a la derecha de dicho segmento los dos vectores campo eléctrico tienen la misma dirección y el mismo sentido, por lo que jamás se hará cero el campo eléctrico. **Si las cargas no tienen igual valor** el campo se anulará en un punto más cerca de la menor de las cargas.

Si las **cargas son de distinto signo**, el campo eléctrico se anulará en la recta que une ambas cargas y más cerca de la menor de ellas, pero **nunca en el segmento que une dichas cargas**.

. El **potencial total** en un punto del espacio que rodea a ambas cargas será la suma de los potenciales individuales creados por cada carga. Si ambas tienen **igual signo**, los potenciales se suman y el resultado **nunca se anulará**.

Si las cargas tienen **distinto signo** si existirá un punto donde el **potencial total es cero**. En el punto medio del segmento si las cargas tienen igual valor, y más cerca de la carga de menor valor si no son iguales.

4. El campo eléctrico en las proximidades de la superficie de la Tierra es aproximadamente  $150 \text{ N/C}$ , dirigido hacia abajo.

a) Compare las fuerzas eléctrica y gravitatoria que actúan sobre un electrón situado en esa región.

b) ¿Qué carga debería suministrarse a un clip metálico sujetapapeles de  $1 \text{ g}$  para que la fuerza eléctrica equilibre su peso cerca de la superficie de la Tierra?

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

a) Para comparar la  $F$  gravitatoria con la  $F$  eléctrica dividiremos una entre otra:

Como estamos en las proximidades de la superficie terrestre tomaremos el valor de la gravedad constante y la  $F$  gravitatoria será igual a  $F = P = mg$

La  $F$  eléctrica se puede calcular como  $q \cdot E$

$$\text{Dividimos una entre otra: } \frac{F_e}{F_g} = \frac{qE}{mg} = 2,64 \cdot 10^{12}$$

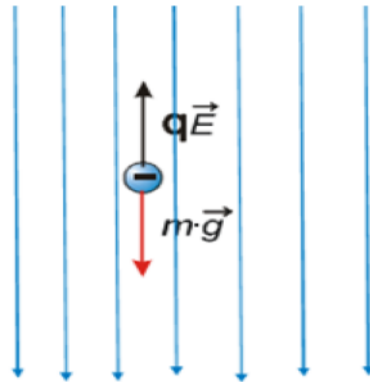
Así comprobamos que **la eléctrica es mucho más intensa que la gravitatoria.**

b) Para que el sistema esté en equilibrio debemos igualar las fuerzas que actúan en módulo puestos que sus sentidos son opuestos.

$$F_e = F_g \quad qE = mg$$

$$\text{Despejando: } q = \frac{mg}{E} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

Que debe ser **negativa** tal como se ve en el dibujo



5.a) ¿Que relación existe entre el campo eléctrico y el potencial?

b) Una partícula cargada se mueve espontáneamente hacia puntos donde el potencial electrostático es mayor. Razone si, de este comportamiento, se puede razonar el signo de la carga.

a) Existe una **relación matemática** entre ambas magnitudes, y es que el campo eléctrico en una región del espacio equivale al gradiente del potencial.  $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$

y en una dimensión:  $E = -\frac{dV}{dx}$

En el caso de que el **campo** sea **uniforme**, los diferenciales pueden asociarse a

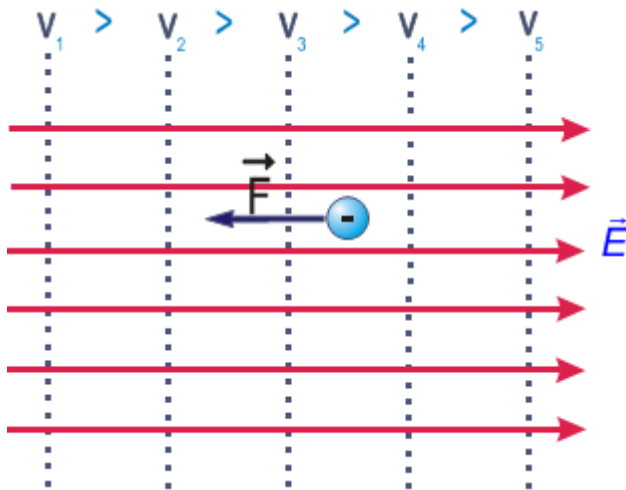
incrementos, y tenemos que:  $E = \frac{\Delta V}{\Delta X}$

En cualquier caso, y sea cual sea la expresión que observemos, nos indica que **el campo eléctrico es directamente proporcional y de sentido contrario a las variaciones de potencial**. Esto supone que:

- cuanto mayor sea la diferencia de potencial por unidad de longitud, mayor será el campo

- las líneas de campo apuntan perpendicularmente hacia potenciales decrecientes (dirección en que el potencial disminuye)

- si la diferencia de potencial es 0 v , el campo eléctrico no realiza trabajo.



b) Evidentemente sí. Las cargas positivas se mueven según las líneas de campo, y estas apuntan hacia potenciales decrecientes. Por tanto una carga positiva se mueve hacia potenciales decrecientes.

Por el contrario las cargas **negativas** se mueven espontáneamente en sentido contrario a las líneas de campo, esto es **hacia potenciales crecientes**.

Podemos asegurar, por tanto, que se trata de una **carga negativa**. Recordemos que la energía potencial es producto de  $q \cdot \Delta V$ . Por tanto si se trata de una carga negativa, al moverse **hacia potenciales crecientes** su energía potencial disminuye ya que el producto  $\Delta E = q \cdot \Delta V < 0$ , al ser  $q < 0$  y su energía cinética aumenta.