

*Enunciados originales obtenidos del Departament d'Ensenyament via solicitud de acceso a información pública via Ley de transparencia y posterior recurso al GAIP*  
<http://www.gaip.cat/es/detall/normativa/2018-0174>

*Enunciados disponibles en*  
<https://drive.google.com/file/d/1YWeKjx4sFG3Hta0TRVIGFfoR88A4zHoU/view>

### PROBLEMA 3.

a) **(0,75 puntos)** Calcule la masa de un ion potasio, si cuando penetra con una velocidad  $\vec{v} = 8 \cdot 10^{-4} \vec{i} \left(\frac{m}{s}\right)$  en un campo magnético- uniforme de intensidad  $\vec{B} = 0,1 \vec{k} (T)$  describa una trayectoria circular de 65 cm de diámetro.

b) **(0,5 puntos)** Determine el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico que hay que aplicar a esta región para que el ion no se desvíe. Haga un esquema gráfico de las fuerzas.

c) **(0,5 puntos)** ¿Puede ser cero la fuerza magnética que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región donde hay un campo magnético? y la fuerza eléctrica sobre una partícula cargada que se mueve en un campo magnético? Razone las respuestas.

Dato: Valor absoluto de la carga de electrón:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

d) **(0,75 puntos)** Identifique una dimensión, una competencia, un contenido clave y un contenido curricular del ámbito científico-tecnológico de la ESO, propios de las materias de física y química, con el que puede vincularse algún contenido de este problema. A partir del contenido curricular que ha identificado, reformule y contextualice el enunciado de este problema, para que sea asequible a nivel de alumnos de 3º de la ESO.

*Referencias:*

*El problema tiene similitudes con problemas PAU Madrid que se citan*

*Comentado y resuelto por Sleepylavoisier (me limito a poner en formato electrónico y reescribir con otras palabras, el crédito es suyo) en*

<http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4253&p=30238#p30238>

a) Lo primero que hay que saber es que el ion más estable de potasio es  $K^+$ , por lo que su carga es en módulo igual a la del electrón.

De acuerdo a la ley de Lorentz, vectorialmente  $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$

Pero la fuerza magnética siempre es perpendicular a la velocidad y al campo magnético, y dado que forman  $90^\circ$ , podemos plantear numéricamente el módulo como  $F_m = |q|vB \cdot \text{sen}(90^\circ) = |q|vB$

Toda esa fuerza es centrípeta, e igualando módulos

$$F_m = F_c \Rightarrow |q|vB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow m = \frac{|q| B R}{v}$$

Numéricamente **con los datos del enunciado original**

$$m = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1 \cdot \frac{(0,65)}{2}}{8 \cdot 10^{-4}} = 6,5 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$$

*Esta masa es claramente errónea: aunque en el enunciado de ejercicio 3 no sean datos el valor de*

la unidad de masa atómica ni la masa atómica del potasio (y algún opositor las puede recordar directamente), se pueden deducir del enunciado de la opción:

Problema 2 da dato  $1 F = 96487 C \cdot (\text{mol} \cdot e)^{-1}$

Dado que si tenemos en problema 3 la carga del electrón, y que  $1 F$  es un mol de electrones,

$$\text{llegamos a que } N_A = \frac{96487}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,0304375 \cdot 10^{23} \approx 6,0 \cdot 10^{23}$$

Sabiendo que 1 mol de unidades de masa atómica equivalen a 1 g de masa

$$u = \frac{1}{N_A} = \frac{1}{6,0304375} \cdot 10^{23} = 1,65825447987811829573 \cdot 10^{-24} \text{ g} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Problema 4 da dato  $K=39,1$  (enunciado original coloca erróneamente separador decimal arriba), por lo que podemos estimar la masa del ion potasio, usando datos del enunciado

$$39,1 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 6,4906 \cdot 10^{-26} \text{ kg, muy lejos del valor}$$

obtenido: son 8 órdenes de magnitud de diferencia.

Realmente apartado a) da un radio definido de la trayectoria, por lo que será el descrito por un isótopo concreto, ya que cada isótopo describirá una trayectoria con un radio distinto. El valor promedio cercano a 39 nos indica que el más probable es  $^{39}\text{K}$  (validamos que tiene 93,2581% de abundancia según <https://ptable.com/#Isotope>), por lo que sería más correcto estimar como  $39 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 6,4704 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ , pero es una estimación del mismo orden de magnitud.

Hydrogen 3	Name Isotopes	Name.....Potassium-39			
3 Li Lithium	4 Be Beryllium	<input type="radio"/> Mass.....38.963706679			
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium	<input type="radio"/> Binding Energy...8.55702 MeV			
19 K Potassium	20 Ca Calcium	<input type="radio"/> Abundance.....93.2581%			
37 Rb Rubidium	39 Y Yttrium	<input type="radio"/> Half-Life.....Stable			
55 Cs Cesium	60 Nd Neodymium	<input type="radio"/> Decay Width....0 MeV			
21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium		
39 K Potassium-39	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum		
55 Cs Cesium	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten		

Tal y como comenta Sleepylavoisier en su resolución, el dato del enunciado original está mal y **enunciado correcto debería indicar como módulo de velocidad  $8 \cdot 10^4 \text{ m/s}$** , ya que la velocidad con exponente negativo es absurdamente baja y una errta.

Numéricamente **con los datos del enunciado corregidos**

$$m = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1 \cdot \frac{(0,65)}{2}}{8 \cdot 10^4} = 6,5 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Valor de masa que encaja con el valor real.

b) Para que no se desvíe, la fuerza total resultante debe ser nula. Por lo tanto la fuerza eléctrica debe ser opuesta a la fuerza magnética. La calculamos vectorialmente (en apartado a solamente hemos necesitado su módulo)

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B}) = 1,6 \cdot 10^{-19} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 8 \cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,1 \end{vmatrix} \Rightarrow \vec{F}_m = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot \vec{j}) \text{ N} = -1,28 \cdot 10^{-23} \vec{j} \text{ N}$$

Por lo tanto

$$\vec{F}_e = -\vec{F}_m = 1,28 \cdot 10^{-23} \vec{j} \text{ N}$$

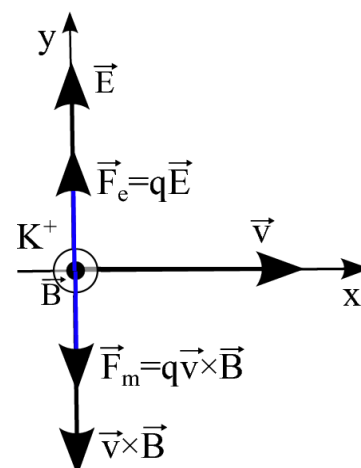
Usando la definición de campo eléctrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q} = \frac{1,28 \cdot 10^{-23} \vec{j}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 8 \cdot 10^5 \vec{j} \text{ N/C ó V/m}$$

Estamos dando el campo vectorialmente como coordenadas pero enunciado pide módulo, dirección y sentido, además de un diagrama, por lo que se añaden:

- Módulo:  $E=8000 \text{ N/C}$  ó  $\text{V/m}$
- Dirección eje y.
- Sentido: hacia y positivas

Diagrama idéntico a PAU 2012-Septiembre Madrid



c) La primera pregunta es

**¿Puede ser cero la fuerza magnética que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en una región dónde hay un campo magnético?**

Sobra la tilde en dónde.

Para que la fuerza magnética sea nula, su módulo debe ser cero.

Si planteamos la ley de Lorentz con módulos

$$|F_m| = |q| v B \sin(\theta)$$

Para que se anule, debe ser nulo al menos uno de los 4 términos, pero si la carga, la velocidad y el campo no son nulos, la única manera de que sea nulo es que  $\sin(\theta)=0$ , lo que implica que los vectores velocidad y campo son paralelos (pueden formar  $0^\circ$  ó  $180^\circ$ )

Similar a PAU 2011-Septiembre-Coincidentes-A2-b

La segunda pregunta es

**y la fuerza eléctrica sobre una partícula cargada que se mueve en un campo magnético?**

Falta abrir la interrogación, pero además está mal planteada, ya que tal y como está planteada la respuesta sería algo así como “La fuerza eléctrica no depende del campo magnético, dependerá de un campo eléctrico sobre el que no se pregunta”

Para que tenga sentido debería ser

**“¿Y [puede ser cero la] la fuerza eléctrica sobre una partícula cargada que se mueve en un campo eléctrico?”**

Para que la fuerza eléctrica sea nula, su módulo debe ser cero.

Si planteamos la definición de campo con módulos

$$|F_e| = |q| E$$

Para que se anule, debe ser nulo al menos uno de los 2 términos, pero si no lo es la carga ni el campo, no es posible.

d) Es un tema asociado a normativa usando terminología propia de Cataluña: “contenido clave” no existe en LOMCE y será algo propio de LEC.

<http://www.fiquipedia.es/home/materias/eso/fisica-y-quimica-3-eso/curriculo-3-eso-fisica-y-quimica-lomce>

A nivel de 3º ESO enlaza con el concepto estructura atómica (iones, isótopos), nociones básicas de cinemática y dinámica (trayectoria, efectos de fuerzas) y de interacciones en la naturaleza (eléctrica y magnética).