



El examen eran dos modelos A y B a elegir uno de los dos, cada uno con 6 preguntas, y el tiempo de realización 3 horas.

### FÍSICA Y QUÍMICA. MODELO A

1.- En el experimento de Millikan una gota de aceite tiene una carga de  $10^{-16}$  C y se sitúa entre las placas de un condensador plano. Entre ellas se establece una diferencia de potencial que produce un campo uniforme dando lugar a una fuerza que actúa sobre la gota verticalmente. El campo puede cambiar de sentido invirtiendo la diferencia de potencial. Cuando la fuerza es descendente, la gota baja con una velocidad ( $v_1=0,22$  mm·s<sup>-1</sup>) y cuando es ascendente sube con una velocidad ( $v_2=0,13$  mm·s<sup>-1</sup>). La distancia entre placas es de 1 cm. Calcula la diferencia de potencial aplicada entre las placas del condensador.

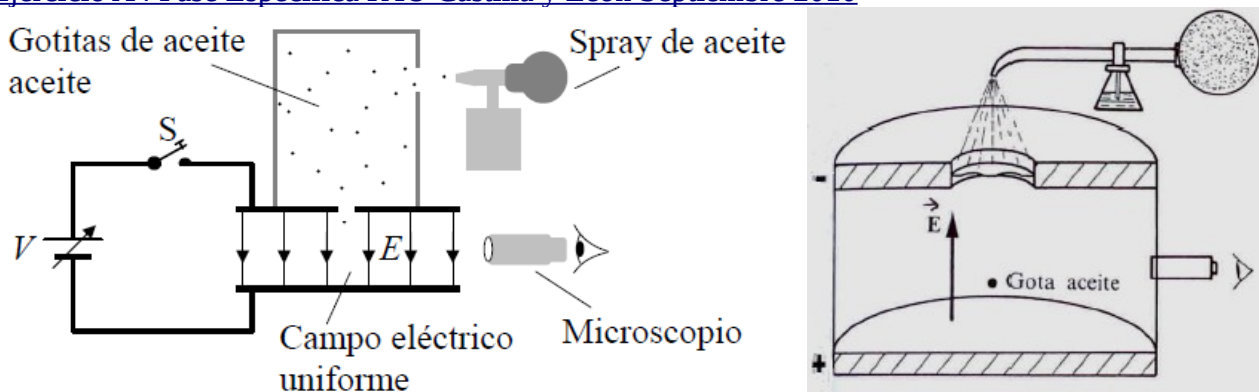
Datos:  $d$  (aceite) =  $0,92$  g·cm<sup>-3</sup>;  $d$  (aire) =  $1,3 \cdot 10^{-3}$  g·cm<sup>-3</sup>;  $\mu$  (viscosidad aire) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Pa·s;  $g = 10$  m·s<sup>-2</sup>  
**(1,5 puntos)**

En el enunciado se indica carga  $10^{-16}$  C, cuando la carga del electrón que se asume conocida son  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C; cada gota está cargada con muchos electrones ( $10^{-16}/1,6 \cdot 10^{-19}=625$ )

El [experimento de Millikan](#) se asume conocido, es parte de la historia de la física. En el experimento real se pretendía obtener la carga del electrón. Se incorporan ejemplos de diagramas asociados, de enunciados públicos sin problema de licenciamiento:

[Problema 3 de la fase nacional de la olimpiada de Física de 2011](#)

[Ejercicio A4 Fase Específica PAU Castilla y León Septiembre 2010](#)



Curiosamente en ambos diagramas el sentido de la diferencia de potencial es inverso; lo primero que hacemos es un diagrama de fuerzas y aclaramos el sentido de la diferencia de potencial cuando sube y cuando baja.

Si tomamos eje x vertical y dirigido hacia arriba, las fuerzas que intervienen cuando sube son:

Hacia x negativas:

- Peso =  $m \cdot g = d \cdot v \cdot g$
- Rozamiento opuesto al movimiento, [fuerza de Stokes](#) asociada a velocidad límite de la gota (esta fórmula hay que conocerla)  $F_r = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$

Hacia x positivas:

- Fuerza del campo eléctrico:  $F = |q|E = |q| \frac{|\Delta V|}{d}$  ya que el campo es uniforme. Una carga negativa se mueve hacia potenciales mayores, por lo que si sube el potencial mayor estará en la parte superior y el campo va de arriba hacia abajo, opuesto al movimiento de la carga negativa (dibujo de la izquierda)
- Empuje asociado al aire (será despreciable, pero como se da el dato de la densidad del aire lo consideramos)  $E = d_{\text{fluido}} \cdot v_{\text{desalajado}} \cdot g$

Aplicando la segunda ley de Newton con aceleración nula (la velocidad es constante), tenemos

$$|q| \cdot \frac{|\Delta V|}{d} + d_{\text{aire}} \cdot v_{\text{gota}} \cdot g - d_{\text{aceite}} \cdot v_{\text{gota}} \cdot g - 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v = 0$$

Sustituyendo y cambiando a unidades de Sistema Internacional



$$10^{-16} \cdot \frac{|\Delta V|}{10^{-2}} + 1,3 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 10 - 920 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 10 - 6 \cdot \pi \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot 0,13 \cdot 10^{-3} = 0$$

Tenemos una ecuación con dos incógnitas,  $\Delta V$  y  $r$ : planteamos otra ecuación cuando la gota baja (que estaría asociado al diagrama de la derecha)

En ese caso la fuerza de rozamiento va dirigida hacia arriba, y la fuerza del campo eléctrico hacia abajo

$$-|q| \cdot \frac{|\Delta V|}{d} + d_{\text{aire}} \cdot v_{\text{gota}} \cdot g - d_{\text{aceite}} \cdot v_{\text{gota}} \cdot g + 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v = 0$$

Sustituyendo

$$-10^{-16} \cdot \frac{|\Delta V|}{10^{-2}} + 1,3 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 10 - 920 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 10 + 6 \cdot \pi \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot 0,22 \cdot 10^{-3} = 0$$

Operando

$$10^{-14} \cdot |\Delta V| + (54 - 38537) \cdot r^3 - 4,41 \cdot 10^{-8} \cdot r = 0$$

$$-10^{-14} \cdot |\Delta V| + (54 - 38537) \cdot r^3 + 7,46 \cdot 10^{-8} \cdot r = 0$$

Sumando ambas expresiones

$$2 \cdot (54 - 38537) \cdot r^3 + (7,46 - 4,41) \cdot 10^{-8} \cdot r = 0$$

$$(-76966 \cdot r^2 + 3,05 \cdot 10^{-8}) \cdot r = 0 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{3,05 \cdot 10^{-8}}{76966}} \approx 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Sustituyendo

$$|\Delta V| = \frac{-(54 - 38537) \cdot (6,3 \cdot 10^{-7})^3 + 4,41 \cdot 10^{-8} \cdot 6,3 \cdot 10^{-7}}{10^{-14}} = 3,74 \text{ V}$$