



# **XXII OLIMPIADA ESPAÑOLA DE FÍSICA**

## **FASE LOCAL DE BURGOS**

### **5 de marzo de 2011**

**Examen elaborado con la colaboración de los profesores:**

**Ileana M<sup>a</sup> Greca**

**Isabel Gómez Ayala**

**Fernando M. García Reguera**

**Nicolás A. Cordero Tejedor**

**M. Iván González Martín**

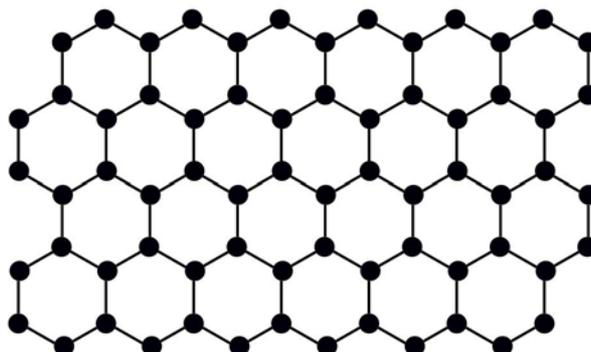
**Andrés Serna Gutiérrez**

**Las pruebas 1, 2 y 3 puntúan sobre 10 puntos.**

**El resto sobre 5.**

## PRUEBA Nº 1

El último premio Nobel de Física ha sido concedido a Andre Geim y Konstantin Novoselov por sus experimentos sobre el grafeno. El grafeno es un material bidimensional formado por una única capa de átomos de carbono con una distribución hexagonal en la que la distancia entre átomos contiguos es  $1,42 \text{ \AA}$ . Este material puede revolucionar el mundo de la electrónica por sus sorprendentes propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas.



Una de sus posibles aplicaciones es la construcción de ultracondensadores formados por dos láminas de grafeno paralelas y muy próximas entre sí. Supongamos que el área de cada lámina es  $1 \text{ cm}^2$  y que la separación entre ellas es  $3,36 \text{ \AA}$ .

- Calcula la capacidad de este condensador.
- Determina la masa de este condensador.
- Mide la masa de la batería de tu teléfono móvil y calcula el número de condensadores como éste que tendrían la misma masa que la batería de tu móvil.
- Determina la capacidad de este número de condensadores conectados en paralelo.
- Si conectamos este conjunto a una tensión de  $12 \text{ V}$ , calcula la carga que almacenará.
- Compara el resultado del apartado anterior con la carga máxima de la batería de tu teléfono móvil y ten en cuenta que estos ultracondensadores se cargan en 1 o 2 segundos mientras que la batería de tu móvil tarda varias horas en cargarse completamente. ¿Cuántas veces es mayor o menor? ¿A qué conclusión llegas?

Datos: Permitividad eléctrica del vacío  $\epsilon_0 \approx 8.85419 \times 10^{-12} \text{ C m}^{-1} \text{ V}^{-1}$ , masa de un átomo de carbono  $m_1 \approx 1.99265 \times 10^{-26} \text{ kg}$ .

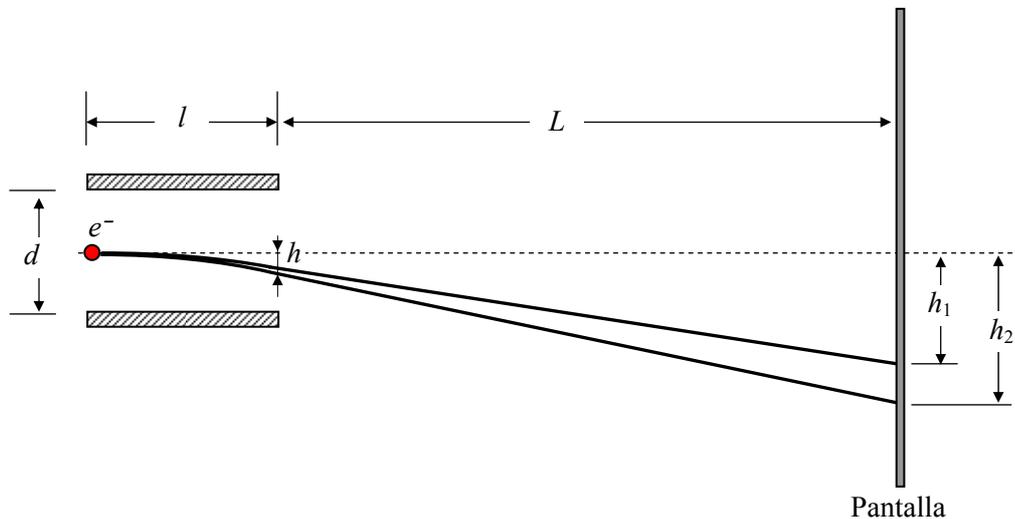
## PRUEBA N° 2

### 1ª PARTE

Se lanza un chorro de electrones horizontalmente, con velocidades iniciales comprendidas entre  $v_0 - \Delta v$  y  $v_0 + \Delta v$ , a lo largo de la dirección equidistante de dos placas conductoras entre las que se establece una diferencia de potencial de 1 V. La distancia entre las placas es  $d = 20$  cm y la longitud de las mismas es  $l = 50$  cm.

Los electrones atraviesan la zona comprendida entre las placas y se recogen sobre una pantalla fluorescente vertical situada a una distancia  $L = 2$  m del borde de salida del condensador, sobre la que se mide un desplazamiento vertical de los electrones comprendido entre los valores  $h_1 = 0,2242$  m y  $h_2 = 0,2739$  m.

La figura muestra los datos más relevantes del problema, así como las trayectorias de los electrones.



- Calcule el valor del campo eléctrico entre las placas indicando cuál de ellas está a mayor potencial.
- Demuestre que la desviación de los electrones,  $h$ , a la salida de las placas es inversamente proporcional al cuadrado de la velocidad inicial de los mismos.
- Determine los valores de  $v_0$  e  $\Delta v$  correspondientes a la situación inicial de los electrones.

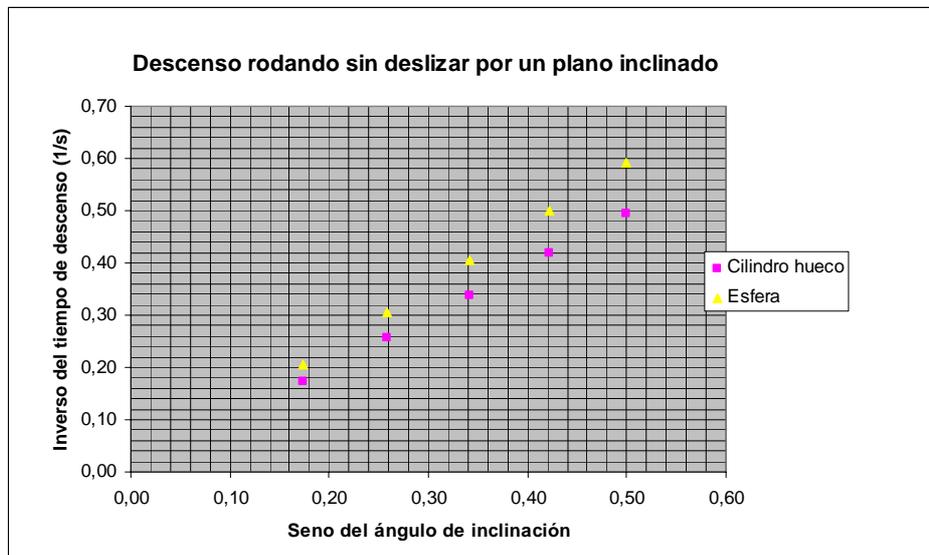
### 2ª PARTE

(Si no ha calculado el valor de la velocidad  $v_0$  en la primera parte, suponga que  $v_0 = 2.000$  km/s)

Se desea ahora que los electrones que se lanzan a la velocidad  $v_0$  no se desvíen de su trayectoria horizontal. Para ello se aplica entre las placas conductoras un campo magnético perpendicular a la velocidad de los electrones.

- Dibuje un esquema con el sentido del campo magnético para conseguir este propósito.
- Calcule el valor de la inducción del campo magnético ( $B$ ).
- Determine el radio de la órbita que describirían los electrones con velocidad inicial  $v_0$  suponiendo que suprimiéramos las placas conductoras.

**PRUEBA Nº 3**



En la figura se muestran los resultados obtenidos al medir el tiempo de descenso de dos cuerpos rodantes, cilindro y esfera, por un plano inclinado. La relación lineal entre el inverso del tiempo de descenso y el seno del ángulo de inclinación del plano viene dada por:

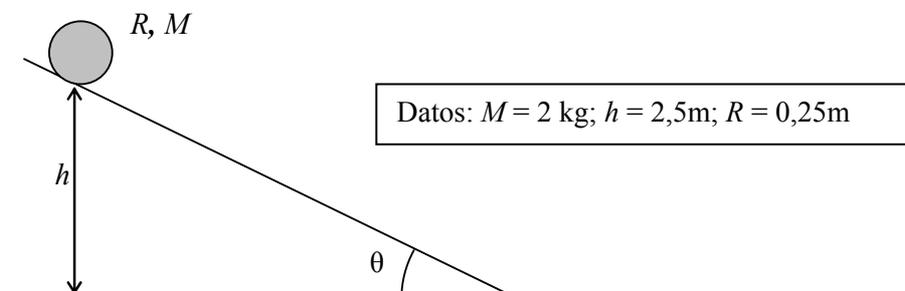
$$\frac{1}{t} = \sqrt{\frac{1}{2h} \frac{Mg}{(M + I/R^2)}} \operatorname{sen} \theta$$

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $h$  la altura, sobre el nivel de llegada, del punto de partida,  $M$  la masa del cuerpo rodante,  $R$  su radio e  $I$  su momento de inercia respecto de su eje de simetría. Todos los cuerpos tienen la misma masa y el mismo radio y se dejan caer desde el mismo punto; por lo tanto la diferencia de su comportamiento se debe exclusivamente a su momento de inercia.

**1ª PARTE**

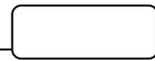
A la vista de las gráficas:

- ¿Qué cuerpo es más rápido?
- A partir del valor de la pendiente de cada recta estime el valor del momento de inercia de cada cuerpo rodante y compare el resultado que obtenga con el valor geométrico de cada uno de ellos:  $MR^2$  para el cilindro hueco y  $2/5 MR^2$  para la esfera



**2ª PARTE**

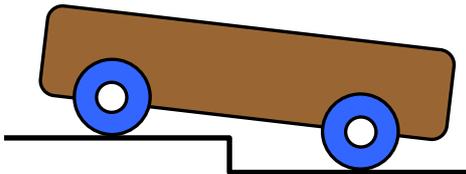
La rodadura es posible siempre que el plano inclinado presente rozamiento con el cuerpo rodante; si no, el movimiento es un deslizamiento. En este último caso dibuje en la gráfica superior la recta que se obtendría. Comente brevemente el resultado obtenido.



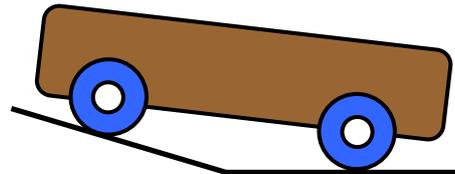
### PRUEBA N° 4

Un conductor aparca su vehículo de manera que el eje trasero queda a mayor altura que el delantero. Suponga que olvida echar el freno de mano y engranar la caja de cambios, de modo que nada impide al automóvil rodar libremente. Para cada uno de los casos (a) y (b) de la figura razone si el automóvil tenderá a caer o a permanecer en su sitio.

a)

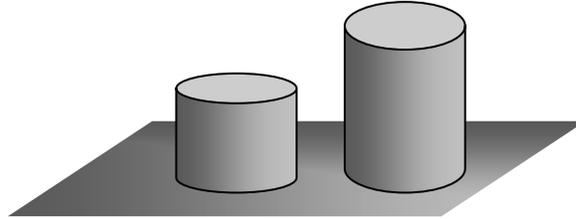


b)



### PRUEBA N° 5

Dos cilindros de masas y diámetros iguales, uno de aluminio y otro de plomo, se mantienen en el mercurio en posición vertical. ¿Cuál de ellos está hundido a mayor profundidad? ¿Cuántas veces mayor es la parte del cilindro de aluminio en relación a la del plomo que sobresale de la superficie?

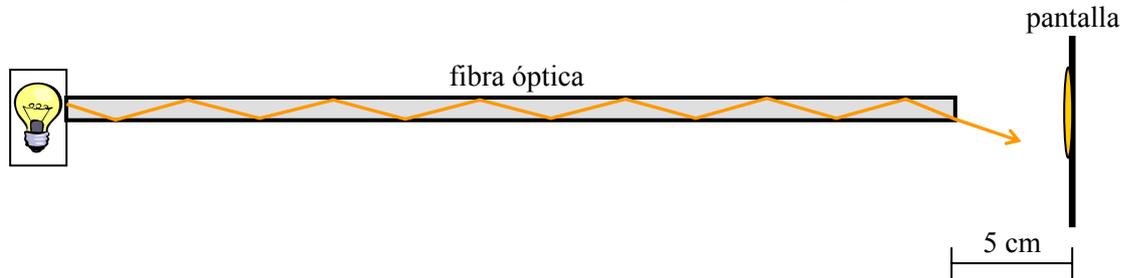


$$\rho_{\text{plomo}} = 11340 \text{ kg/m}^3; \rho_{\text{aluminio}} = 2698,4 \text{ kg/m}^3; \rho_{\text{mercurio}} = 13579,04 \text{ kg/m}^3$$

En el caso de que ambos cilindros se inclinaran un ángulo  $\alpha$ , respecto de la vertical que pasa por su eje, ¿cuál de los dos cilindros presentará una mayor estabilidad al vuelco? Razone su respuesta.

### PRUEBA N° 6

Una fibra óptica (hilo fino y largo de material transparente) con un índice de refracción de 1,2 tiene uno de sus extremos en contacto con una fuente de luz difusa y el otro extremo se encuentra apuntando a una pantalla a una distancia de 5 cm de ella, tal como muestra la figura.



- Explique brevemente el mecanismo de guiado de la luz por la fibra óptica.
- Calcule el diámetro de la mancha brillante que dicha fibra proyecta en la pantalla.

### PRUEBA Nº 7

Una varilla, con una bolita apoyada en su extremo superior, comienza a caer, sin velocidad inicial, desde la posición vertical (véase la figura). El extremo inferior de la varilla se apoya en un pequeño escalón.

- ¿Qué ángulo forma la varilla con la vertical en el instante en el que la bolita pierde el contacto con ella?
- ¿Qué ángulo forma la velocidad de la bolita con la vertical en el momento en el que impacta con el suelo?

