

# XIV OLIMPIADA NACIONAL DE FÍSICA

## FASE LOCAL DE BURGOS

### 15 de febrero de 2003

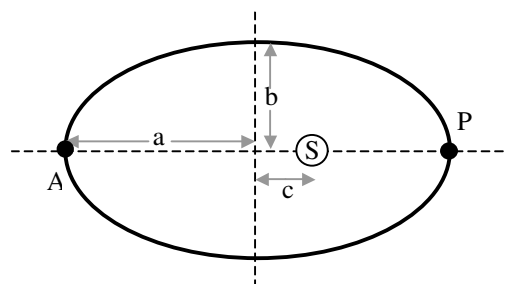
#### PRUEBA Nº 1

#### LA ÓRBITA ELÍPTICA DE LA TIERRA

Como probablemente sabrá, la órbita de la Tierra en torno al Sol no es una circunferencia perfecta, sino una elipse, uno de cuyos focos está ocupado por el Sol. Las dimensiones de la órbita se dan en el diagrama adjunto. Teniendo en cuenta que el área

de una elipse es  $S = \pi \cdot a \cdot b$ , y que su perímetro es  $L = 2\pi\sqrt{(a^2 + b^2)/2}$ , se pide:

- La segunda ley de Kepler establece que el radio vector que une la Tierra con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales. ¿Podría calcular la *velocidad areolar* de la Tierra, es decir, cuántos  $m^2$  barre de hecho en un segundo?
- Calcule la velocidad promedio de la Tierra mientras recorre su órbita. Exprese el resultado en m/s.
- De los dos puntos indicados en la órbita, el *afelio* A y el *perihelio* P,



$$a = 1,4960 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$b = 1,4958 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$c = 2,5028 \cdot 10^9 \text{ m}$$

- ¿en cuál de ellos se mueve más deprisa la Tierra y por qué? Utilice la ley de gravitación universal de Newton para estimar numéricamente la velocidad de la Tierra en P.
- Vuelva a determinar la velocidad de la Tierra en P utilizando como dato la velocidad areolar calculada en (a). Para ello le sugerimos que haga lo siguiente: dibuje el área barrida por la Tierra durante un breve intervalo de tiempo  $t$ , aproxime a un triángulo dicha área, calcule su área en función de  $t$  y relaciónela con la velocidad areolar.
- Compare los valores obtenidos en (c) y en (d). ¿Son compatibles entre sí? En caso de que no lo sean, ¿cuál de ellos daría por más correcto y por qué?

OTROS DATOS: Constante de gravitación universal,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  unidades S.I.; masa del Sol  $M_S = 1,99 \cdot 10^{30}$  kg

**PRUEBA N° 2**

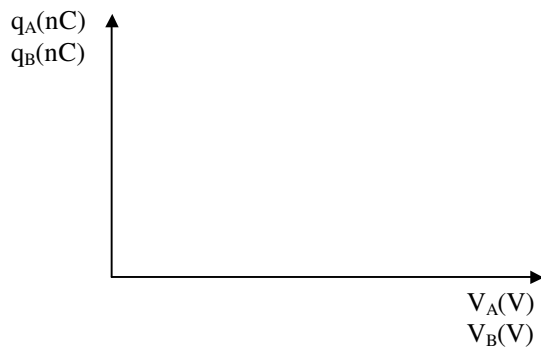
Considere dos conductores esféricos A y B de radios  $r_A=40$  cm y  $r_B=20$  cm. Inicialmente el primer conductor está cargado con 1 nC y el segundo está descargado. Se ponen en contacto a través de un hilo conductor de 2 m de longitud,  $1\text{mm}^2$  de sección y de un material de resistividad  $\rho=1\cdot7\cdot10^{-8}\ \Omega\text{m}$ , de manera que tras un intervalo de tiempo en el que pasan cargas de A a B, se establece el equilibrio.

Se pide:

- Potencial de las esferas antes de conectarlas.
- Carga de cada esfera tras alcanzarse el estado de equilibrio.

Estamos ahora interesados en analizar la situación transitoria entre los estados inicial y final de equilibrio.

- Describa cualitativamente lo que ocurre durante este proceso. Dibuje un diagrama de la evolución de la carga de cada esfera en función de su potencial, desde el estado inicial hasta el estado final.



- Se quiere conocer la evolución de la carga en cada esfera a lo largo del tiempo. Demuestre que el equilibrio se alcanza cuando han transcurrido  $1,2\cdot10^{-12}\text{s}$  aproximadamente. Para ello determine los valores de la carga de cada esfera, el de la diferencia de potencial entre las esferas y el de la intensidad en el hilo conductor en los instantes :  $t_0=0$ ,  $t_1=4\cdot10^{-13}\text{s}$ ,  $t_2=8\cdot10^{-13}\text{s}$  y  $t_3=12\cdot10^{-13}\text{s}$ .

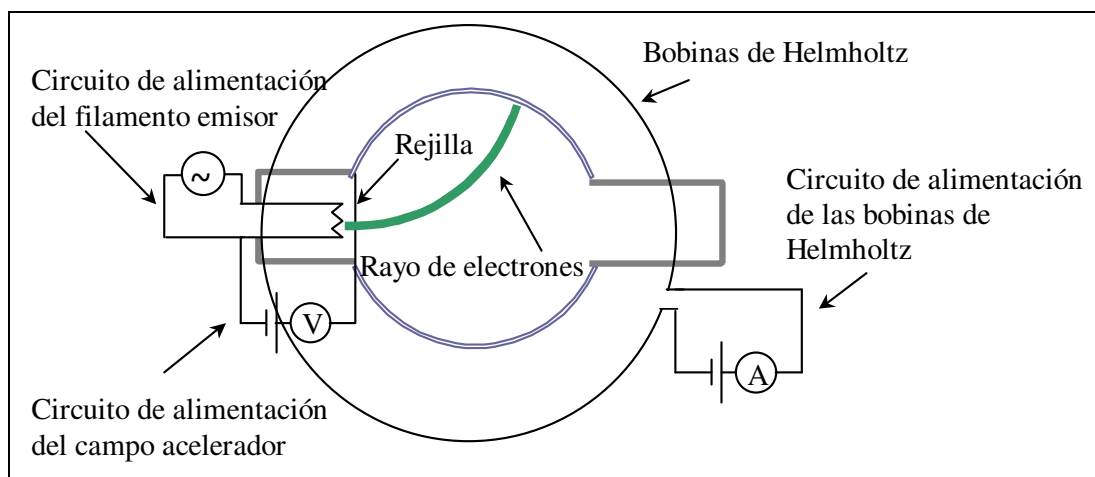
### PRUEBA N° 3

#### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN CARGA-MASA DEL ELECTRÓN

Se realiza una experiencia para determinar la relación  $e/m$  del electrón. Para ello se cuenta con el dispositivo experimental mostrado en la fotografía. El equipo consiste en un tubo de vacío en uno de cuyos extremos un filamento, alimentado por corriente alterna, emite electrones por efecto termoiónico. Estos electrones son acelerados debido a la existencia de un campo eléctrico creado por una diferencia de potencial  $V$  entre el filamento y la rejilla. Una vez los electrones adquieren una determinada velocidad  $v$ , que solo depende de la diferencia de potencial  $V$ , entran en el seno de un campo magnético  $B$ , prácticamente uniforme, creado por las bobinas de Helmholtz al ser atravesadas por una corriente continua de intensidad  $I$ .



El esquema siguiente pretende aclarar la situación descrita.



El campo magnético  $B$  creado por las bobinas es directamente proporcional a la intensidad  $I$  que las atraviesa. La constante de proporcionalidad depende, entre otras cosas, del radio y de la separación entre ellas; en definitiva, del diseño del dispositivo experimental, y es un parámetro de fabricación. En nuestro caso el valor de dicha constante es  $7,8 \cdot 10^{-4} \text{T/A}$ , de modo que:

$$|\vec{B}| = 7,8 \cdot 10^{-4} \cdot I$$

Supongamos que, tras un cuidadoso calibrado, se consigue que el campo magnético sea normal a la velocidad de los electrones; entonces estos siguen una trayectoria circular cuyo radio depende de su velocidad y del módulo de la inducción magnética B.

Se le pide:

- La velocidad de los electrones en función de la d.d.p. entre filamento y rejilla.
- El radio R de la trayectoria de los electrones en función de su velocidad y de la inducción magnética B.
- La relación carga masa (e/m) de los electrones en función de V, B y R.

A continuación se realizan dos series de medidas de V y R para dos valores distintos de I, obteniéndose los valores mostrados en las tablas siguientes:

I (A)	V(V)	R(cm)
0,70	90,07	5,6
	83,00	5,3
	96,00	5,6
	105,00	6,0

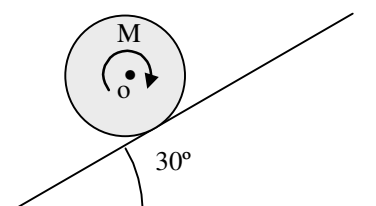
I (A)	V(V)	R(cm)
0,79	82,83	4,9
	87,06	5,0
	93,00	5,3
	109,00	5,6

- Con estos datos determine la relación carga masa del electrón.
- Compare el resultado con el que dan los libros, obtenido de los valores de que dispone en su tabla de constantes.

¿Detecta algún error en la toma de datos realizada? Comente y razone los resultados y las conclusiones a las que ha llegado.

#### PRUEBA N° 4

Para que un disco homogéneo de 2kg de masa y 0,5m de radio ascienda rodando sin deslizar por un plano inclinado un ángulo de 30° con la horizontal, se le aplica un par de fuerzas de momento  $M = 6 \text{ N}\cdot\text{m}$  tal como se indica en la figura. Calcule:



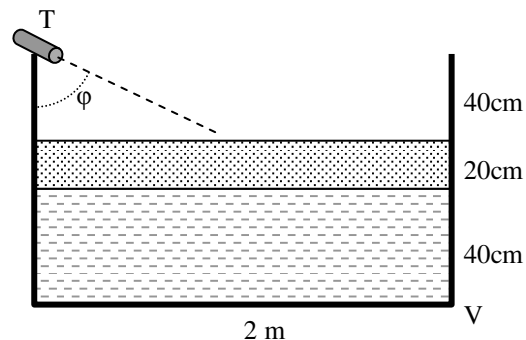
- La aceleración con que el centro de masas del disco asciende por el plano inclinado.
- El valor mínimo de  $\mu$  para que el disco efectivamente ruede sin deslizar.
- Si no hubiera rozamiento entre el disco y el plano, ¿con qué aceleración se movería el centro del disco O?

**DATO:** Momento de inercia de un disco homogéneo de masa m y radio R respecto de

su centro de masa :  $I_o = \frac{1}{2} mR^2$

**PRUEBA N° 5**

En el depósito de la figura hay una capa de agua cuyo índice de refracción es  $n_1=1,33$ , y por encima del agua, otra capa de aceite de índice de refracción  $n_2=1,45$ . En el borde del depósito se coloca un pequeño telescopio T cuyo eje forma un ángulo  $\varphi = 60^\circ$  con la vertical.



- Trace el rayo luminoso que llega a quien mira a través del telescopio procedente del fondo del depósito.
- Determine la posición del punto del fondo que se ve a través del telescopio.
- Calcule de forma aproximada con qué ángulo  $\varphi$  hay que orientar el telescopio para ver a través de él el vértice inferior derecho V del depósito. Sugerencia: haga un cálculo como el del apartado (b) para varios valores de  $\varphi$  elegidos por usted, represente gráficamente la posición del punto enfocado en función de  $\varphi$  y deduzca de la gráfica el valor de  $\varphi$  pedido.

**PRUEBA N° 6**

Un haz de protones se acelera hasta una energía cinética de 800 MeV. (Mega-electrón voltio; recuerde que un electrón-voltio es la energía que adquiere un electrón cuando es acelerado por una diferencia de potencial de 1 Voltio). Se le pide que calcule la velocidad con que se mueven los protones. Reflexione sobre el valor obtenido. ¿Cómo tiene que modificar el procedimiento realizado para que sea correcto? Si puede, hágalo, y de paso calcule la longitud de onda asociada a los protones.