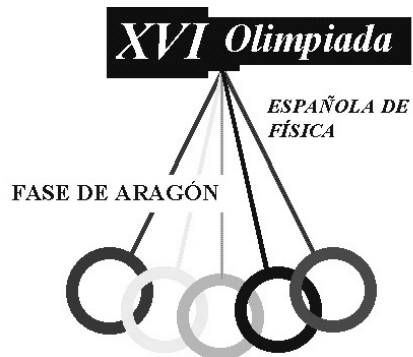


# REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA



## SEGUNDA PRUEBA

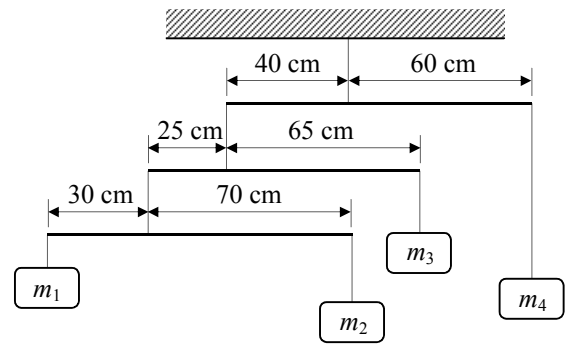
### CUESTIONES

25 de febrero de 2005



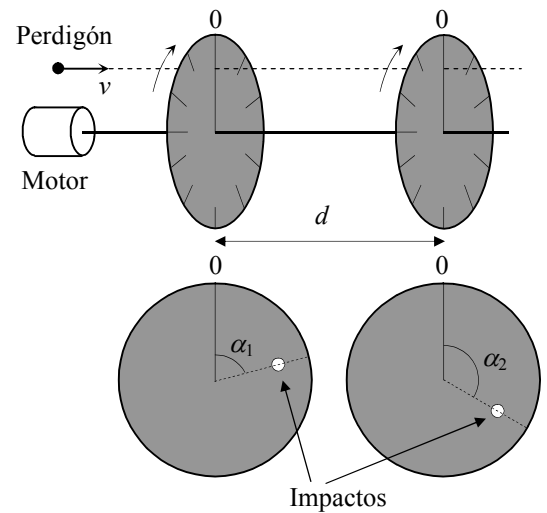
**C1** Con un poco de habilidad y paciencia se puede construir una "escultura colgante" bien equilibrada, como la que se muestra en la figura. Tras colgar unos muñecos u objetos decorativos de los extremos de unas varillas, se ajustan las posiciones de sus hilos de suspensión hasta conseguir que las varillas queden horizontales, con las distancias indicadas en la figura.

Supuesto que las masas de los hilos y de las varillas son despreciables y sabiendo que  $m_3 = 50$  g, calcula las masas de los demás objetos colgantes.



**C2** Para medir la velocidad del perdigón disparado por una carabina de aire comprimido puede emplearse el método de la figura: un motor hace girar a 10 revoluciones por segundo una varilla con dos discos de papel, graduados angularmente y separados una distancia  $d = 2,5$  m.

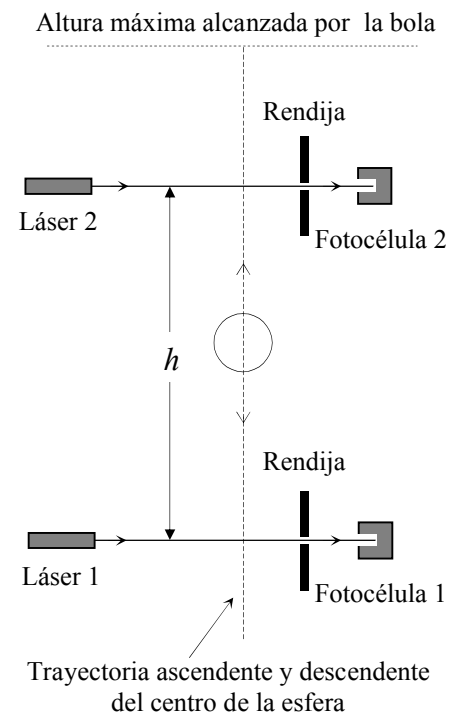
Al disparar en paralelo a la varilla, el perdigón perfora los dos discos en puntos situados a ángulos  $\alpha_1 = 74^\circ$  y  $\alpha_2 = 110^\circ$  respecto a una dirección de referencia, común para ambos discos. Calcula la velocidad  $v$  del perdigón.



**C3** En prospecciones geofísicas es de gran interés poder medir con precisión el valor de la gravedad terrestre local,  $g$ . Por ejemplo, la presencia de una cavidad subterránea tendría como consecuencia un valor de  $g$  ligeramente inferior al estándar.

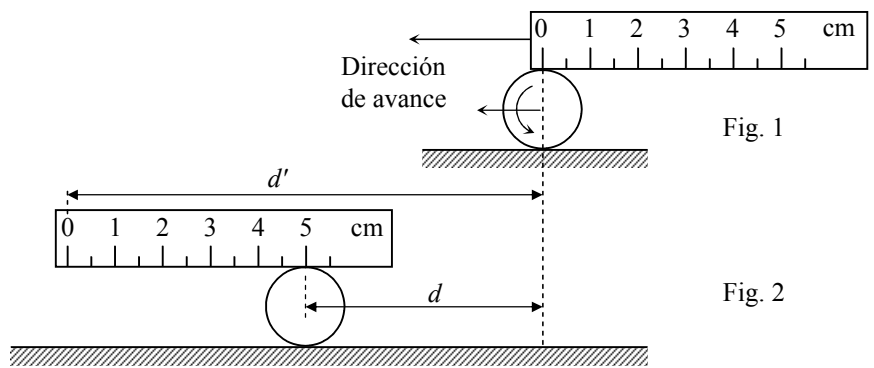
En la figura se esquematiza un *gravímetro absoluto de lanzamiento y caída libre*. En esencia, consiste en lanzar hacia arriba una bolita, de forma que asciende hasta una cierta altura máxima y vuelve a caer. En este movimiento ascendente y descendente, la aceleración de la bola es en todo momento  $g$ , pues el movimiento se realiza en alto vacío. Mediante dos sistemas ópticos, formados cada uno por un láser, una rendija y una fotocélula detectora, es posible medir con gran precisión el tiempo  $T$  que transcurre desde que el centro de la bolita pasa a la altura de cada haz láser, en su movimiento ascendente, hasta que vuelve a hacerlo en su movimiento descendente.

Se conoce la distancia  $h$  entre los dos haces láser y se miden los intervalos de tiempo entre los dos pasos de la bolita por los sistemas fotodetectores 1 y 2,  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente. Determina  $g$  en función de estos datos.



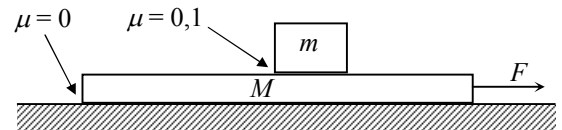
**C4** Imagina que sobre una mesa apoyas un lapicero cilíndrico, y sobre él una regla puesta de canto y con el 0 en su punto superior, como indica la figura 1. Al empujar horizontalmente la regla, el lapicero se mueve rodando sobre la mesa.

Supuesto que no hay deslizamiento en ninguno de los dos contactos, calcula las distancias que han avanzado el eje del lapicero,  $d$ , y la regla,  $d'$ , cuando la marca de 5 cm de la regla alcanza el punto superior del lapicero (figura 2).

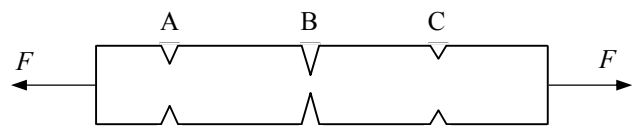


**C5** Sobre una mesa horizontal sin rozamiento se apoya una plancha de masa  $M = 2$  kg, y sobre ella un bloque de masa  $m = 1$  kg. El coeficiente de rozamiento en el apoyo entre ambos es  $\mu = 0,1$ . Sobre  $M$  actúa horizontalmente una fuerza  $F$ , como indica la figura.

Si  $F$  tiene un valor inferior a un cierto  $F_{max}$ , el bloque y la plancha se mueven juntos, con la misma aceleración. Calcula  $F_{max}$ . Si  $F = 5$  N, calcula las aceleraciones con que se mueven la plancha y el bloque,  $a_M$  y  $a_m$  respectivamente.



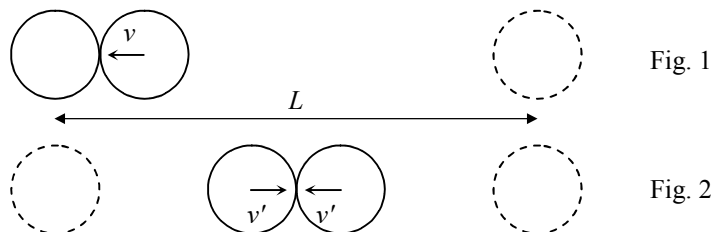
**C6** Si en una barra de tiza realizas varios rebajes de diferentes profundidades, A, B, C ..., y después tiras de los extremos con una fuerza  $F$  suficientemente intensa, la tiza se rompe por el rebaje más profundo (B en la figura). Esto puede parecer una perogrullada, pero ¿sabrías dar una razón física?



**C7** Una bala de plomo, que viaja con una velocidad  $v = 400$  m/s y a una temperatura  $T = 50$  °C, se detiene bruscamente al chocar contra una pared. Supuesto que el 90 % de la energía cinética de la bala se invierte en calentar el plomo de que está formada, determina si llegará a fundirse completamente.

Datos del plomo: calor específico,  $130 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; temperatura de fusión,  $327$  °C; calor latente de fusión,  $24,0 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1}$ .

**C8** Dos esferas iguales, de masa  $M$  y radio  $R$ , tienen cargas  $+Q$  y  $-Q$  uniformemente distribuidas en su volumen, y la distancia inicial entre sus centros es  $L = 10R$ . Como bien sabrás, estas dos esferas se atraen, de forma que si una está fija pero la otra puede moverse, lo hará hasta chocar con la primera (figura 1). ¿Cuál será su velocidad,  $v$ , en el instante del choque?



Si las dos esferas pueden moverse (figura 2), ¿con qué velocidad  $v'$  se moverán al chocar?

**C9** La diferencia de potencial eléctrico ("tensión") en un enchufe casero es de 220 V. Sin embargo, la energía eléctrica se transporta desde las centrales de producción hasta las ciudades mediante "líneas de alta tensión" (a decenas de miles de voltios). ¿Sabrías explicar por qué?

**C10** Un protón, con carga  $q$  y masa  $m$ , se mueve con velocidad inicial  $\vec{v}_0$  y penetra en  $t = 0$  en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme  $\vec{B}$ . En el sistema de referencia indicado en la figura 1,

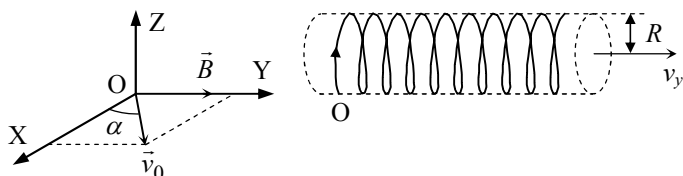


Fig. 1

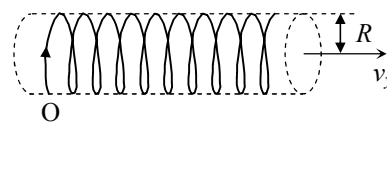


Fig. 2

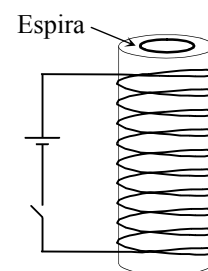
$$\vec{B} = B \vec{j}$$

$$\vec{v}_0 = v_0 \cos \alpha \vec{i} + v_0 \sin \alpha \vec{j}$$

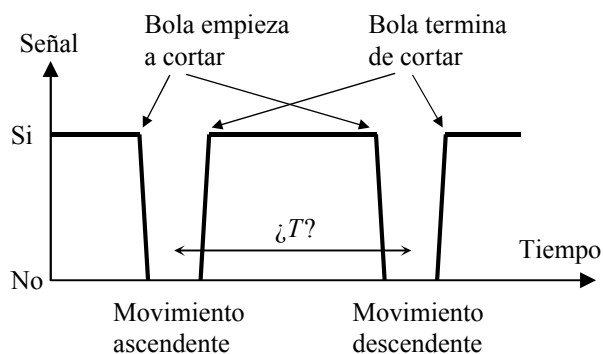
A partir de ese instante, el protón sigue una trayectoria helicoidal (figura 2), composición de un movimiento circular de radio  $R$  en paralelo al plano  $XZ$  y un avance uniforme según el eje  $OY$  (como siguiendo las espiras de un muelle). ¿Con qué velocidad  $v_y$  avanza según  $OY$ ? ¿Cuál es el radio  $R$  de la trayectoria helicoidal?

Datos:  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $m = 1,7 \cdot 10^{-27}$  kg,  $v_0 = 2 \cdot 10^7$  m/s,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $B = 0,1$  T.

**C11** Se coloca una espira conductora sobre un solenoide, como indica la figura. Se observa que, al conectar un generador de corriente al solenoide, la espira sale "disparada" hacia arriba. Explica por qué ocurre este fenómeno.



**C12** Volvamos a la cuestión C3 (gravímetro absoluto de lanzamiento y caída libre), pero centrándonos ahora en el sistema óptico de detección del paso de la bolita. Si ésta fuese opaca, los haces láser no llegarían a las fotocélulas durante un cierto intervalo de tiempo, mientras pasa la bola. Se detectaría en cada fotocélula una señal como la representada en la figura. La velocidad de la bolita no es uniforme, por lo que sería difícil determinar con precisión en qué instantes ha pasado el centro de la bola por el haz, que es lo que interesa para poder deducir  $g$ .



Para resolver este problema, se emplea una bolita de vidrio transparente. Representa, en función del tiempo, la señal que se detectará en este caso, y razona por qué se puede obtener  $T$  con mucha más precisión (menor incertidumbre experimental).

**C13** Sigamos con el gravímetro. Si has sabido resolver la pregunta de la cuestión C3, habrás obtenido que  $g = \frac{8h}{T_1^2 - T_2^2}$

Supón que se conoce  $h = 1$  m, con una incertidumbre (margen de error)  $\Delta h = 1 \mu\text{m}$ , y que se miden  $T_1 = 1,114776$  s y  $T_2 = 0,653460$  s, ambos con una incertidumbre  $\Delta T = 0,5 \mu\text{s}$ .

Calcula el valor local de  $g$ , expresando tu resultado con el número adecuado de cifras significativas. Haz una estimación de la incertidumbre de este resultado.