REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA

XVII Olimpiada

ESPAÑOLA DE FÍSICA

FASE LOCAL DE LA RIOJA

PRIMERA PRUEBA

10 de febrero de 2006

INSTRUCCIONES:

Esta prueba consiste en la resolución de tres problemas

Emplea una hoja del cuadernillo de respuestas para cada problema

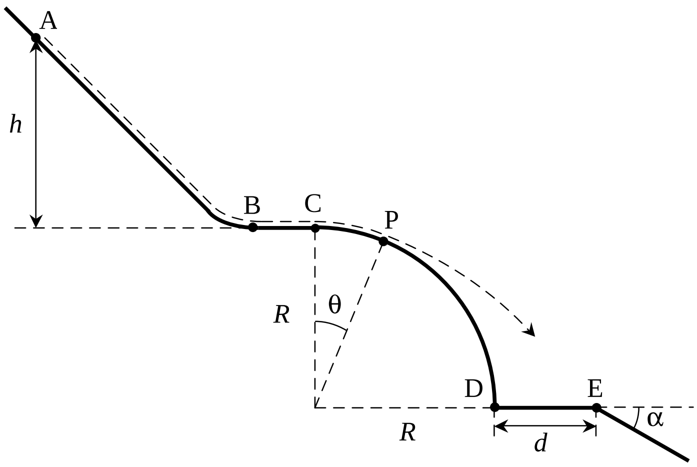
Razona siempre tus planteamientos

¡No olvides poner tus apellidos, nombre y datos del Centro en la primera hoja!

P1 Saltos de snowboard

A los practicantes avanzados del "snowboard" les suelen gustar las pistas complicadas, con fuertes desniveles y saltos acrobáticos. La pista de saltos representada en la figura consta de una primera zona de aceleración A-B, con pendiente acusada, por la que los deportistas descienden un desnivel h hasta una pequeña zona horizontal B-C. A continuación, la pista tiene un perfil de cuadrante de circunferencia C-D, de radio R, continúa con una nueva zona horizontal D-E, de longitud d, y termina en una zona plana de pendiente α.

Supón en todo momento que la nieve está muy dura, de forma que el rozamiento con la tabla puede suponerse despreciable.



a) Determina la velocidad del deportista en el punto C.

b) Si el desnivel h es pequeño, una vez superado el punto C el "snowboarder" sigue deslizando sobre la nieve hasta un cierto punto P, donde se separa de la pista e inicia el salto. Determina la posición angular (ángulo θ) del punto P de despegue.

c) Para desniveles superiores a un cierto valor crítico h_0, el punto de despegue coincide con C, es decir $\theta = 0$. Demuestra que $h_0 = R/2$.

d) Supón que $h = R$. Si el saltador cayese en la zona llana D-E, el aterrizaje sería muy brusco, lo que obviamente podría perjudicar su integridad física. Determina unos valores adecuados de d y α para que el aterrizaje sea suave.

P2 Electrómetro absoluto de Kelvin

Los avances científicos y tecnológicos del siglo XIX exigieron la definición de patrones para las magnitudes eléctricas basados en las unidades de longitud, masa y tiempo, establecidas después de la Revolución Francesa. Desde 1861 a 1912 se desarrollaron numerosos trabajos experimentales con este objetivo. Uno de ellos es el que, de una forma muy simplificada, se presenta en este problema.

En las figura 1 se esquematiza un electrómetro de Kelvin, utilizado para la medida absoluta de diferencias de potencial. Consiste básicamente en una balanza de brazos iguales, de cuyo brazo izquierdo cuelga, mediante un hilo conductor, un disco metálico de área A. La balanza se equilibra con la tara adecuada colocada en el platillo del brazo derecho.

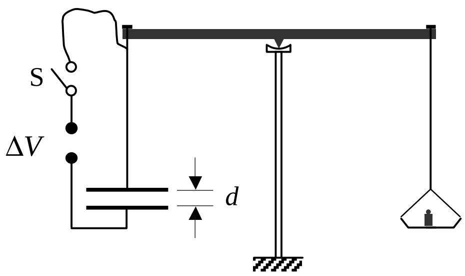


Fig. 1

Debajo del disco anterior, a una distancia d, se encuentra otro disco idéntico paralelo y fijo. Este sistema de dos discos constituye un *condensador* de láminas planoparalelas. Ambos discos pueden conectarse mediante un interruptor S a los bornes entre los que existe la diferencia de potencial ΔV, objeto de la medida.

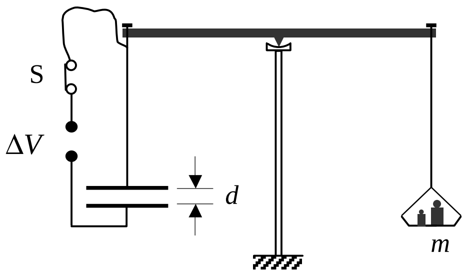


Fig. 2

Cuando se cierra el interruptor S, se carga el condensador y las dos láminas se atraen. Para mantener la balanza en equilibrio, con la misma distancia d entre los discos, hay que añadir una cierta masa m en el platillo de la derecha, como se muestra en la figura 2.

Suponiendo que la permitividad del aire es prácticamente igual a la del vacío, ε_0, determina en función de ε_0, ΔV, A y d:

a) La carga eléctrica en cada uno de los discos.

b) La fuerza de atracción entre los discos.

c) El objetivo del electrómetro es la medida absoluta de ΔV. Obtén la expresión de ΔV en función de ε_0, A, d, m y g.

P3 Medida de la constante de un resorte.

En el laboratorio de prácticas pueden emplearse dos métodos, uno estático y otro dinámico, para determinar la constante recuperadora, k, de un resorte. En este problema vamos a trabajar con ambos métodos.

Método estático

El método más sencillo e intuitivo de determinar k consiste en colgar sucesivas pesas, de masa M, del extremo inferior del resorte y medir en cada caso la longitud total L del resorte (o su alargamiento). Supón que se han obtenido los resultados que se recogen en la siguiente tabla.

M (g)	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
L (cm)	10,1	12,0	13,7	16,4	18,1	19,7	22,3	24,1	25,7	27,9

a) Determina la constante del resorte empleado y su longitud natural (la que tiene cuando no se le cuelga ninguna pesa).

b) Haz una estimación de las incertidumbres (márgenes de error) de tus resultados.

Método dinámico

Si se cuelga una masa M de un resorte ideal (sin masa) y se le da un pequeño empujón vertical, M oscila armónicamente con un periodo

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} \qquad (1)$$

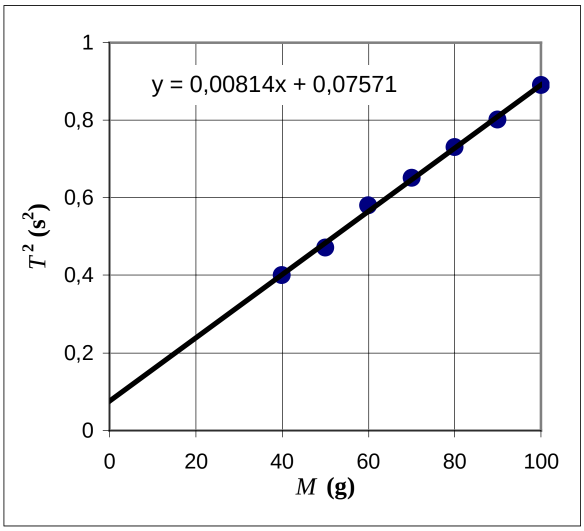
Por tanto, si se conoce M y se mide T con un cronómetro, es inmediato determinar k.

Pero los muelles reales tienen una masa m no siempre despreciable frente a la masa suspendida M. Podría pensarse que, como la masa del resorte también oscila, el periodo de oscilación vendría dado por la misma expresión (1) sustituyendo M por $M+m$. Pero esta idea no es correcta. Para comprenderlo, basta pensar que cada espira del resorte oscila con una amplitud diferente, desde la espira inferior que lo hace con la misma amplitud que M, hasta la superior que prácticamente no se mueve. Esto hace intuir una contribución parcial de m a la masa efectiva oscilante, es decir que

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M+\alpha m}{k}}$$

donde α es una constante menor que la unidad, en principio desconocida. Esto añade una nueva incógnita al problema experimental: a partir de las medidas de T para diversos valores de M hay que determinar k y α.

Imagina que has obtenido los valores experimentales representados en la gráfica adjunta, de T^2 frente a M. En la gráfica se indica también el mejor ajuste a una línea recta de estos puntos, realizado con un programa de ordenador.



c) Determina la constante k del resorte empleado.

d) Sabiendo que la masa del resorte es m = 30 g, determina el valor de la constante α.