

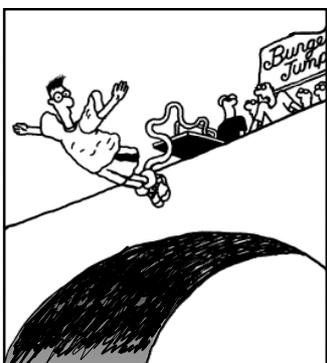
Nombre y apellidos:

Centro:

## Problema 1 – Subidón de adrenalina bajo el puente (4 puntos)

Entre los llamados deportes de riesgo ha alcanzado gran popularidad el *bungee jumping* (en castellano *goming*, *puenting*). Consiste en dejarse caer colgado de una cuerda elástica atada a un sólido amarre. La elasticidad de la cuerda frena progresivamente la caída y el saltador oscila verticalmente colgado de la cuerda elástica (*goming*).

Un día decides ir con los amigos a practicar *goming* y te pones en contacto con la afamada empresa de multiaventura *Adrenaline Downloads*, pero antes quieres hacer unos cálculos sobre la física del salto.

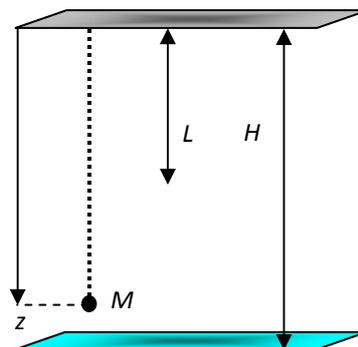


La descripción del movimiento es sencilla. Te dejas caer con velocidad inicial nula atado a una cuerda elástica de longitud  $L$  desde un puente de altura  $H$  sobre el agua ( $L < H$ , ¡por supuesto!). Inicialmente (*primera parte de la caída*) tu velocidad crece con la aceleración de la gravedad  $g$  y caes en caída libre una distancia  $L$ , momento en que la cuerda empezará a estirarse. La creciente fuerza recuperadora elástica va frenando progresivamente tu caída y la aceleración disminuye hasta anularse cuando  $g$  se compensa con el estiramiento de la cuerda (*segunda parte*). Por fin la aceleración neta cambia de signo hasta

anular la velocidad en el punto más bajo de la caída (*tercera parte*). A continuación volverías de nuevo hacia arriba y hacia abajo ...

Para simplificar los cálculos supondremos que la masa de la cuerda es despreciable, que el saltador se comporta como una masa puntual y que no hay disipación de energía durante el movimiento.

- I. Pues bien, sea  $M$  la masa del saltador (tu masa) y se sabe que en la caída, en el punto más bajo de tu trayectoria, llegarás exactamente a rozar el agua. ¿Eres capaz de responder a estas preguntas?
  - a. ¿Cuánto vale la constante recuperadora elástica  $k$  de la cuerda?
  - b. ¿Cuál es la aceleración  $a$  del saltador en función de su posición  $z$ ? Debes distinguir las tres diferentes zonas señaladas. Haz una gráfica de  $a = f(z)$ . (Por sencillez, se recomienda medir la posición del saltador, coordenada  $z$ , desde el puente, es decir, positiva hacia abajo).
  - c. ¿Cuál es la velocidad máxima  $v_m$  durante la caída? ¿Dónde se alcanza?
  - d. Haz una gráfica aproximada de  $v = f(z)$ . Para ello no hagas los cálculos matemáticos, sólo se pide una gráfica aproximada.
  - e. ¿Cuál es la aceleración máxima  $a_m$  en la caída? ¿Dónde se alcanza?



Nombre y apellidos:

Centro:

- II. Merece la pena hacer unos números. Supongamos los siguientes datos:  $H = 40$  m,  $L = 20$  m y  $M = 50$  kg. Tomando  $g \approx 10$  m/s<sup>2</sup>, calcula
- El valor de la constante elástica  $k$ .
  - La velocidad  $v_m$  y aceleración  $a_m$  máximas alcanzadas.
- III. En la práctica, la oscilación se amortigua por la disipación de energía (fricción con el aire y cuerda no perfectamente elástica) y el saltador, tras ejecutar pequeñas oscilaciones, acabará parándose a una distancia  $L+Mg/k$  debajo del punto de apoyo. ¿Cuál es su periodo? ¿Se trata de un oscilador armónico?
- IV. Te acompaña un amigo que no entiende de Física y también quiere tirarse. Le aconsejas que no lo haga porque está muy gordo, pesa el doble que tú, y chocaría violentamente contra el agua. Con el fin de garantizar la integridad de tu amigo decides doblar la cuerda formando otra de longitud  $L/2$ :
- Calcula la nueva constante elástica  $k'$  de la cuerda doblada.
  - Si la masa de tu amigo es 100 kg (aún lo seguiremos considerando como una masa puntual; ya ves, cosas de la Física...) ¿A qué distancia mínima,  $h$ , del agua llegará en su caída? ¿Se mojará?

**Nota:** Pueden verse multitud de vídeos sobre *goming* en Internet (véase, por ejemplo, <http://www.youtube.com/watch?v=nPycY6969N8>). A veces, a las oscilaciones se le añade un fuerte balanceo lateral (*puenting*) (<http://www.youtube.com/watch?v=BeNzE9P79Ao>). Cerca de Salamanca, en el puente de Ledesma sobre el río Tormes, se practica este deporte con frecuencia. Entraña peligros evidentes y sólo debe hacerse empleando materiales de primerísima calidad y bajo el asesoramiento de expertos.

Nombre y apellidos:

Centro:

**Problema 2 (1,5 puntos)**

El telescopio espacial Hubble se encuentra en una órbita circular a 600 km sobre la superficie terrestre. Durante la mitad de su período orbital lo ilumina la luz solar, pero durante la otra mitad se encuentra en la oscuridad producida por la sombra de la Tierra.

- a) Para poder hacer ciertas reparaciones en el telescopio unos astronautas necesitan trabajar en oscuridad. ¿Cuánto tiempo pueden trabajar de forma ininterrumpida?
- b) Como consecuencia de las reparaciones la masa del satélite que porta el telescopio ha aumentado en un 20%. ¿Cuál es el nuevo período de rotación alrededor de la Tierra?
- c) En el momento del lanzamiento la masa del satélite era 11000 kg. ¿Qué energía se ha suministrado para colocarlo en su órbita si se lanzó desde la superficie terrestre?

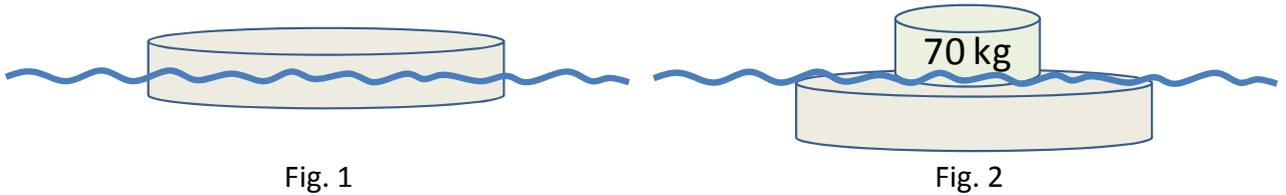
Datos:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ ;  $m_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_{\text{Tierra}} = 6371 \text{ km}$ .

Nombre y apellidos:

Centro:

**Problema 3 (1,5 puntos)**

Un objeto de forma cilíndrica, con radio mucho mayor que su ancho, flota en la Mar Muerto de forma que está hundido justo hasta su mitad (fig. 1). Se observa que al colocar encima una masa de 70 kg, el objeto se hunde justo en su totalidad (fig. 2). ¿Cuál es la densidad del agua del Mar Muerto? Dato: el objeto tiene un volumen de 113 litros.



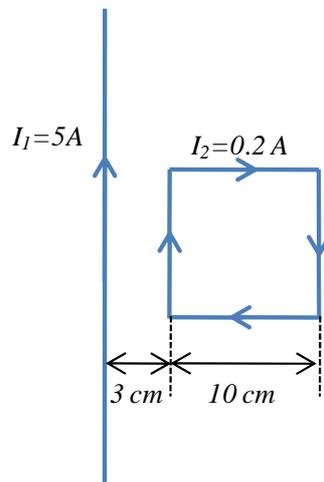
Nombre y apellidos:

Centro:

**Problema 4 (1,5 puntos)**

Sea un conductor rectilíneo de longitud infinita por el que circula una corriente de 5 A. Una espira cuadrada de lado 10 cm está colocada con dos lados paralelos al conductor y a una distancia mínima de 3 cm. Por la espira circula una intensidad de 0,2 A. Determina:

- Módulo, dirección y sentido del campo magnético creado por el conductor rectilíneo en cada uno de los dos lados de la espira paralelos al conductor.
- Módulo, dirección y sentido de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre cada uno de los cuatro lados de la espira.



Nota: El módulo del campo magnético creado por una corriente infinita  $I$  a una distancia  $d$  es

$$B = \frac{\mu_0 I}{2 \pi d}$$

donde  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^{-2}$ , mientras que su dirección viene dada por la regla de la mano derecha. Por otro lado, la fuerza ejercida por un campo magnético sobre una corriente es

$$\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B}).$$

Nombre y apellidos:

Centro:

**Problema 5 (1,5 puntos)**

Es posible que hayas visto en alguna ocasión el juguete llamado *Mirascopio* (ver figura 1). Este juguete consiste en un juego de dos espejos cóncavos iguales enfrentados entre sí, uno de ellos (espejo 2, ver fig. 2) con un agujero en su centro. Cuando se coloca un objeto en la base del espejo 1 (foco del espejo 2), observamos que se forma una imagen de dicho objeto con una apariencia muy real en la región donde se ha practicado el agujero al espejo 2.



Fig. 1

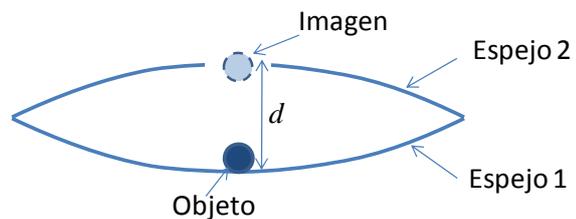


Fig.2

Teniendo en cuenta la formación de imágenes en espejos cóncavos, dibuja el trazado de rayos de las dos reflexiones que permiten que la imagen se forme.

¿A qué distancia deben ponerse ambos espejos? Para realizar los cálculos te puede ayudar el considerar los espejos esféricos y de radio 16 cm.