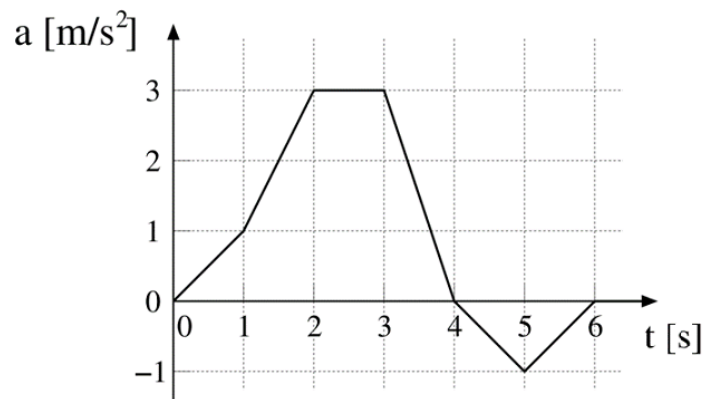




## 1. Un poco de cinemática

La siguiente figura muestra la gráfica de la aceleración en función del tiempo de un cuerpo que partió del reposo y se desplaza en línea recta.



- ¿En qué instante de tiempo el cuerpo alcanza su máxima velocidad? (Razona la respuesta).
- Haz una representación gráfica de la velocidad en función del tiempo evaluando los puntos en intervalos de un segundo. Ayuda: los puntos se pueden obtener a partir del área bajo la curva de la aceleración, pero explica cómo y por qué.
- ¿Qué distancia aproximada habrá recorrido el cuerpo a los 2 s de iniciar el movimiento?

## 2. Paseo en globo

María ha decidido salir a volar en un globo aerostático como el de la figura, que tiene un volumen constante  $V = 2000 \text{ m}^3$ . El aire interior del globo se calienta mediante un quemador que inyecta calor a través de la abertura de abajo. En el proceso de calentamiento sale aire frío por la abertura, de forma que la presión se mantiene constante y la densidad del aire calentado disminuye. Sabemos que la temperatura ambiente es  $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  y la presión es  $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . En esas condiciones, la densidad del aire exterior es  $d_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3$ . La masa del material de que está hecho el globo (despreciamos el volumen que ocupa dicho material) más la cesta, el quemador y María es  $M = 300 \text{ kg}$ .



a) Explica, con ayuda de un dibujo, las fuerzas que actúan sobre el globo. Escribe la expresión de dichas fuerzas en función de  $M$ ,  $g$ ,  $V$ ,  $d_1$  y  $d_2$ , donde  $d_2$  es la densidad del aire caliente dentro del globo y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

b) Demuestra que la dependencia de la densidad del aire interior con la temperatura es

$$d(T) = d_1 \frac{T_1}{T}$$

(Ayuda: supón que el aire se comporta como un gas ideal y utiliza su ecuación de estado.)

c) Calcula la temperatura mínima,  $T_{\min}$ , a la que hay que calentar el aire dentro del globo para que comience a ascender.

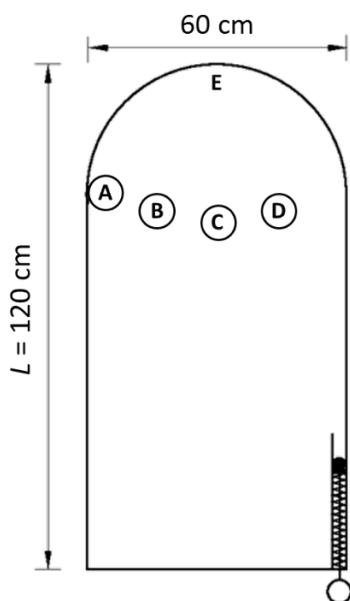
d) Considera un globo esférico. Calcula el valor del diámetro del globo por debajo del cual es imposible que pueda elevar la masa  $M$ .

### 3. Juguemos al pinball

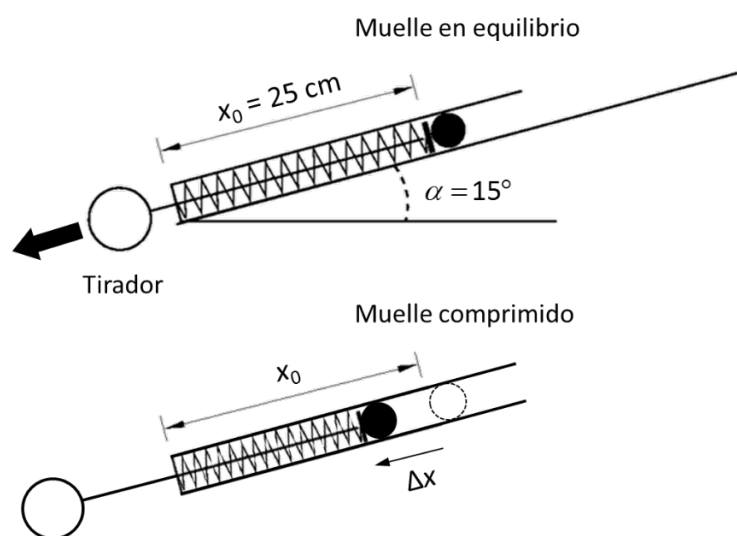
En las décadas de los ochenta y noventa eran muy populares en los salones recreativos las máquinas de pinball. Consisten en unas mesas, inclinadas hacia el jugador, en donde se pone en juego una bola tirando de un tirador que comprime un muelle y lanza la bola hacia la parte superior de la mesa. Luego la bola va rebotando en distintos obstáculos, pero tiende a caer por el tablero inclinado. El jugador debe mantener la bola en juego el mayor tiempo posible evitando que se cuele en ciertos agujeros, y para ello acciona unas palancas que propulsan de nuevo la bola hacia arriba.



Consideremos una mesa que está inclinada un ángulo  $\alpha = 15^\circ$  y que jugamos con una bola de masa  $m = 80$  g. Asumimos que la bola se desplaza sin rodar y sin rozamiento, y despreciamos sus dimensiones. La constante del muelle del tirador es  $k = 100$  N/m.



Vista superior

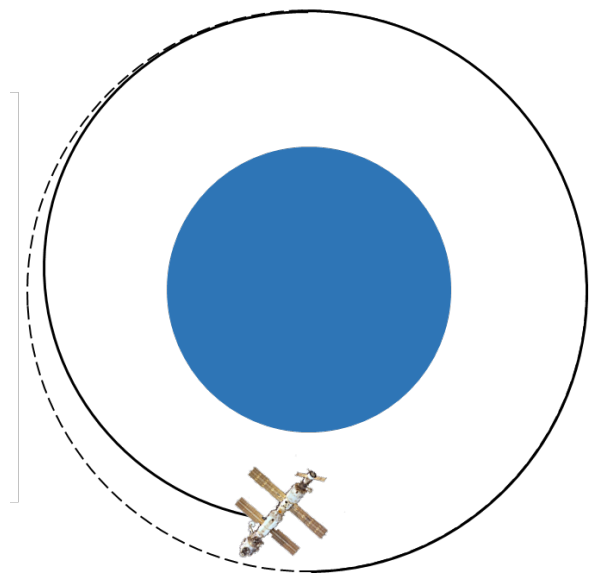


Vista lateral (ampliada)

- a)** ¿Cuál es la distancia  $\Delta x$  mínima que hay que comprimir el muelle para que la bola llegue al punto E? Expresa el resultado en función de  $m$ ,  $g$ ,  $k$ ,  $L$ ,  $x_0$  y  $\alpha$ , y calcula su valor numérico. (Ojo: no desprecies la variación de energía potencial gravitatoria de la bola al descender el tirador).
- b)** En la situación anterior, tras alcanzar ese punto más alto, ¿a qué obstáculo irá la bola: A, B, C ó D? Razona la respuesta.
- c)** ¿Con qué velocidad mínima debe llegar la bola al punto E para que golpee el obstáculo A?
- d)** En el caso anterior, ¿qué velocidad llevará la bola cuando llegue a A? Calcula la máxima pérdida de energía que podría darse en el choque con A para que la bola regresase a E.
- e)** Si la bola golpea un obstáculo a una velocidad de 7 m/s y sale rebotada con una velocidad de 4m/s en dirección perpendicular a la incidente, ¿cuánta fuerza promedio ha ejercido el obstáculo sobre la bola si la interacción bola-obstáculo ha durado 4 ms?

## 4. La Estación Espacial en riesgo

La Estación Espacial Internacional en un proyecto en que colaboran cinco agencias espaciales, las de EEUU (NASA), Europa (ESA), Rusia, Canadá y Japón. Ante la respuesta internacional por la invasión de Ucrania, Rusia amenaza con dejar de hacer operaciones de mantenimiento de la Estación, lo que llevaría a que se precipitase poco a poco sobre la Tierra. Los satélites pierden un poco de energía en sus órbitas debido a varios motivos como: rozamiento con algunas moléculas de la atmósfera que se elevan hasta la posición del satélite, viento solar, campo gravitatorio imperfecto de la Tierra, influencia de otros astros como la Luna, etc. Para compensar esta pérdida de energía es preciso impulsar periódicamente la Estación Espacial para mantenerla en su órbita estable.



La Estación Espacial está en una órbita a 400 km de altura. Sabemos que pierde aproximadamente 2 km de altura cada mes, por lo que hay que recolocarla.

- a)** ¿Cuántos metros de altura pierde en cada vuelta a la Tierra?
- b)** ¿Cuánta energía pierde en cada vuelta a la Tierra?
- c)** Obtén una expresión para la desaceleración de la Estación a lo largo de su órbita. ¿Qué velocidad (en cm/s) pierde cada día?

Datos: radio terrestre = 6371 km, gravedad terrestre = 9,8 m/s<sup>2</sup>, masa de la EEI = 4,5·10<sup>5</sup> kg.

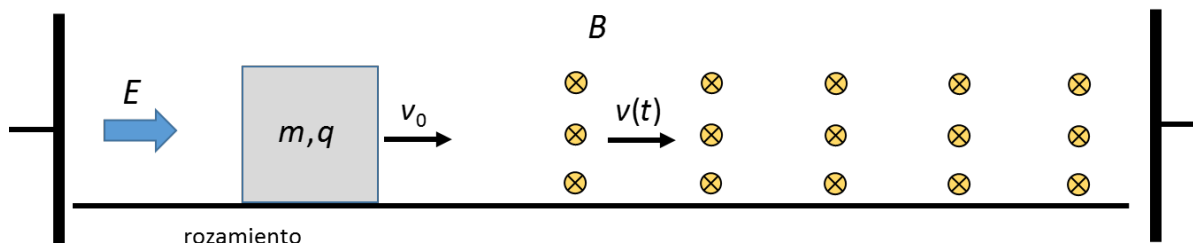
## 5. Un disparador electromagnético

Un cuerpo de masa  $m$  y carga  $q$  se mueve a velocidad constante  $v_0$  sobre una superficie con coeficiente de rozamiento  $\mu$ , debido a la acción de un campo eléctrico horizontal,  $E$ , tal que

$$E = \frac{m}{q} g \mu$$

a) ¿Por qué la velocidad es constante?

En un cierto instante, se activa un campo magnético uniforme,  $B$ , perpendicular a la trayectoria y en sentido hacia dentro del papel, como se indica en la figura. El cuerpo empieza a acelerar y su velocidad en función del tiempo es  $v(t)$ .



b) Escribe la expresión de la fuerza de rozamiento que sufre el cuerpo, en función de las variables y constantes del problema.

Debido a la fuerza magnética, llega un momento en que el cuerpo empieza a despegar de la superficie.

c) Obtén la expresión de la velocidad  $v_d$  que lleva el cuerpo cuando empieza a despegar.

d) Demuestra que, entre el instante en que se enciende el campo magnético y el despegue, la velocidad  $v(t)$  que adquiere el cuerpo es exponencial. Encuentra su expresión.

Ayuda:  $\int \frac{dv}{v} = \ln v$

## 6. Péndulo balístico

Una bola de masa  $m$  cuelga de un péndulo de longitud  $L$ , inicialmente en reposo. Se dispara con velocidad  $v_0$  en dirección horizontal una bala, también de masa  $m$ , que se queda incrustada en la bola. Calcula:

a) La velocidad del conjunto bola-bala justo después del impacto.

b) La altura a la que asciende el péndulo.

c) El período de oscilación del péndulo.

d) La expresión  $x(t)$  para la posición de la bola-bala medida en horizontal desde la línea que corresponde al hilo en su posición de equilibrio.

Después de varias oscilaciones se rompe el hilo del péndulo justo cuando está en la altura máxima.

e) Describe el movimiento resultante del conjunto bola-bala.

Al impactar contra el suelo toda la energía se transforma en calor.

f) Calcula el incremento de temperatura de la bala y el de la bola, sabiendo que están hechas del mismo material, y que su calor específico es  $C$ .