

## Guia 8: TRABAJO Y ENERGÍA, Cátedra Leszek Szybisz

- R0 - i) ¿Qué trabajo realiza un levantador de pesas que levanta 100 kg a una altura de 2m? (note que la pesa tiene velocidades inicial y final nulas).  
ii) Compare el resultado en i) con el trabajo realizado por una persona de 70 kg que sube cuatro pisos por escalera (distancia vertical: 12 m).  
iii) Estimando los tiempos requeridos para realizar los trabajos de i) y ii), halle las potencias correspondientes.

R1 - Una partícula de masa  $m$  se mueve sobre una superficie horizontal. El coeficiente de rozamiento es  $\mu_d$ . Considere una trayectoria circular de radio  $R$ .

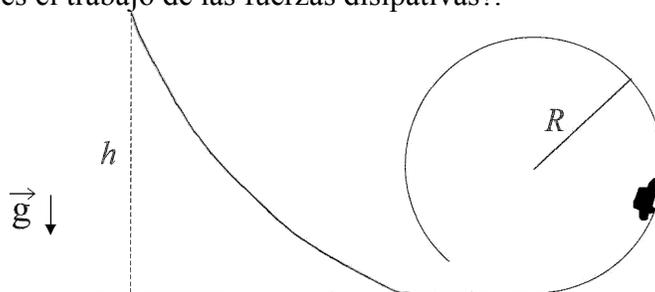
- i) Calcule el trabajo de la fuerza de rozamiento cuando la partícula se mueve desde A hasta B, siendo A y B dos puntos diametralmente opuestos.  
ii) Repita el cálculo anterior cuando la partícula se mueve sobre la recta AB.

R2- Un cuerpo de 15 kg se deja caer desde una altura de 15 m y alcanza el suelo en 2 seg. Suponga constante la fuerza de resistencia del aire.

- a) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de resistencia?.  
b) ¿Cuál es la velocidad del cuerpo inmediatamente antes de chocar contra el suelo?.

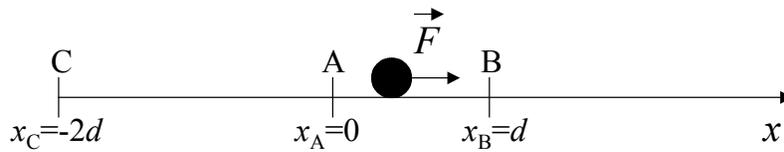
R3 - En la figura se muestra el esquema de un juguete que consiste en un auto sobre un riel que forma un círculo vertical de radio  $R$ .

- a) ¿Cuál es la velocidad mínima del autito en la parte superior del "loop" para que no se caiga?.  
b) Suponiendo que el juguete es de buena calidad, y que el rozamiento es despreciable, ¿cuál es la altura  $h$  desde la que se deberá dejar caer el auto?.  
c) Después de haber usado este juguete varias veces, se observa que la altura  $h$  mínima requerida para que el auto dé la vuelta sin caerse, es 1,3 veces la calculada en b), ¿cuál es el trabajo de las fuerzas disipativas?.



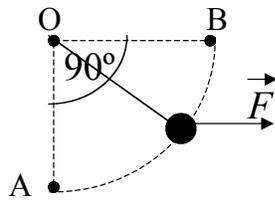
1 - Una partícula de masa  $m$  se desplaza horizontalmente desde la posición  $x_A = 0$  hasta la posición  $x_B = d$ , y luego desde  $x_B$  hasta la posición  $x_C = -2d$  con  $d > 0$  (ver figura), bajo la acción de una fuerza  $F$ . Para los siguientes valores de  $F$ :

- (i)  $F = -kx$ , (ii)  $F = kx^2$ , (iii)  $F = -k|x|x$ , ( $k > 0$ ), calcule:

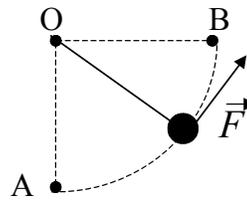


- a) el trabajo realizado por la fuerza  $F$  entre A y B, entre B y C y entre A y C.
- b) en el caso en que esto sea posible, la energía potencial asociada a la fuerza  $F$ .  
Grafíquela.

2 - Considere un cuerpo de masa  $m$  que cuelga de una cuerda de longitud  $L$  y masa despreciable, cuyo otro extremo se halla fijo al punto O. Sobre el cuerpo actúa una fuerza  $F = F_0 \cos\theta$  que produce su desplazamiento desde el punto A hasta el punto B (ver figura,  $\theta$  es el ángulo con respecto a la dirección OA).



(i)



(ii)

- a) Calcular, utilizando coordenadas polares, el trabajo ejercido por la fuerza  $F$  para elevar la masa desde A hasta B, en los casos en que:
  - i.  $F$  es una fuerza horizontal.
  - ii.  $F$  es una fuerza tangente a la trayectoria.
- b) Repetir el cálculo en el caso de que la partícula recorra el camino en sentido inverso (desde B hasta A). Compare con el valor obtenido en a).

3 - Considere una partícula de masa  $m$  que se mueve en una dimensión bajo la acción de una fuerza  $\vec{F} = -ax^3\hat{x}$ .

- a) Demuestre que dicha fuerza es conservativa y calcule el potencial.
- b) Grafique el potencial y analice los posibles movimientos de la partícula.
- \*c) Elija valores para  $m$  y  $a$  y obtenga gráficos para  $x(t)$  y  $\dot{x}(t)$  variando las condiciones iniciales (obtenga también gráficos de  $\dot{x}$  en función de  $x$ ). ¿Qué tipo de movimiento se obtiene?. Estudie numéricamente la dependencia entre la frecuencia del movimiento y su amplitud. Verifique que, con muy buena aproximación, se cumple que la frecuencia del movimiento es proporcional a la amplitud.

4- Sea un péndulo simple, constituido por un cuerpo de masa  $m$  suspendido del extremo de

una varilla sin masa de longitud  $l$ , que oscila en un plano.

- Grafique la energía potencial del cuerpo,  $V$ , en función de  $\theta$ , siendo  $\theta$  el ángulo que forma el hilo con la vertical. Indique los valores máximos y mínimos del potencial.
- Si  $E$  es la energía mecánica total, para los casos:

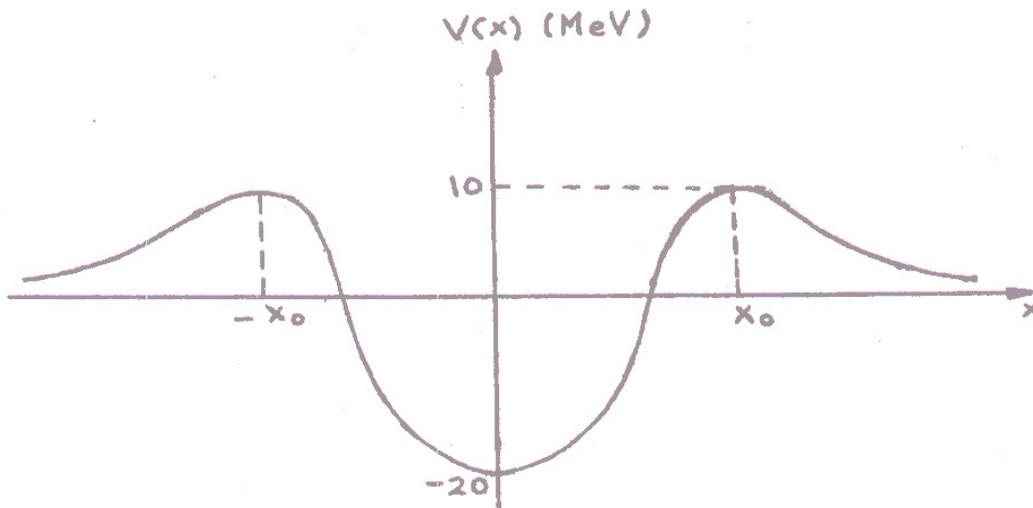
$$E_1 < V_{\text{MAX}}$$

$$E_2 = V_{\text{MAX}}$$

$$E_3 > V_{\text{MAX}}$$

- estudie cualitativamente el movimiento del cuerpo y diga cómo haría en la práctica para conseguir estos valores de  $E$ .
  - a partir del gráfico  $V$  vs.  $\theta$  obtenga el gráfico de velocidad en función de  $\theta$ .
- \*c) Considere el movimiento del péndulo para amplitudes grandes. Elija algún valor de  $l$  y obtenga gráficos para  $\theta(t)$ ,  $\dot{\theta}(t)$  y  $\dot{\theta}(\theta)$ . Estudie la dependencia entre la frecuencia del movimiento y su amplitud.

5 - El potencial nuclear para un protón es de la forma de la figura ( $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$ ).



- Analizar qué le pasa a un protón que incide desde  $x = \infty$  sobre el núcleo y a uno que está en la zona  $-x_0 < x < x_0$ .
- ¿ Qué significan valores negativos de energía potencial ?
- Sea un protón que está en el interior del núcleo con energía total nula. ¿Cuál es la máxima velocidad que puede tener el protón ? ( $m_p = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ). ¿ Qué energía mínima se le debe entregar para que pueda escapar del núcleo ? ¿ Qué velocidad tendrá entonces una vez alejado totalmente del núcleo ?

6 - Considere una partícula de masa  $m$  que se mueve en una dimensión bajo la acción de

una fuerza  $\vec{F} = (-ax^3 + bx)\hat{x}$ .

- a) Grafique el potencial y analice los posibles movimientos de la partícula para los diferentes valores de su energía total.
- b) Encuentre las posiciones de equilibrio y determine si son estables o inestables.
- \*c) Elija valores para  $m$ ,  $a$  y  $b$  y obtenga gráficos para  $x(t)$  y  $\dot{x}(t)$  variando las condiciones iniciales (obtenga también gráficos de  $\dot{x}$  en función de  $x$ ). Analice los movimientos posibles para alguna de las siguientes situaciones: (1)  $a > 0$ ,  $b > 0$ , (2)  $a > 0$ ,  $b < 0$ .

7 - Preguntas:

- i) Un bulto apoyado en el piso de un ascensor sube desde la planta baja hasta el primer piso. Como consecuencia de ello, su energía mecánica aumenta. ¿Cuáles son las fuerzas no conservativas que realizan trabajo?
- ii) Un señor asciende una altura  $h$  por una escalera marinera. En consecuencia su energía mecánica experimenta una variación  $\Delta E = mgh$ . ¿Cuáles son las fuerzas no conservativas que realizaron trabajo? (Note que las fuerzas de la escalera sobre el hombre no hacen trabajo porque no hay desplazamiento de las manos ni de los pies).
- iii) ¿Puede un sistema variar su energía mecánica merced al trabajo de fuerzas internas no conservativas?