FÍSICA 2º BACHILLERATO. EXAMEN DEL TEMA 1. SOLUCIÓN 14-11-06

1. a) Explique qué se entiende por fuerzas conservativas y por fuerzas disipativas. ¿Qué relación existe entre estos tipos de fuerzas y los distintos tipos de energía?
b) Comente razonadamente la siguiente afirmación: *"El trabajo realizado por una fuerza durante un desplazamiento entre dos puntos es menor si se realiza a lo largo de la recta que los une."*

a) Fuerza conservativa es toda aquella fuerza que, al calcular el trabajo que realiza entre dos puntos, éste es independiente del camino seguido, sólo depende de los puntos inicial y final.
Toda fuerza conservativa lleva asociada una Energía potencial (energía almacenada por la acción de la fuerza conservativa). El trabajo de la fuerza conservativa hace variar la energía potencial mediante la expresión
$W_{FC} = -\Delta Ep$
Las fuerzas disipativas son un tipo particular de Fuerzas No Conservativas. El trabajo que realizan depende del camino seguido, por lo que no puede asociarse una energía potencial a este tipo de fuerzas. El trabajo de las fuerzas no conservativas hace variar la energía mecánica del cuerpo mediante la relación $\Delta E_M = W_{FNC}$
Las fuerzas disipativas (como el rozamiento) hacen que la energía mecánica disminuya, al realizar un trabajo negativo.

b) El trabajo realizado por una fuerza entre dos puntos se calcula con la expresión $W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$. En general, el trabajo depende del camino seguido, por lo que existirá un camino por el que el trabajo sea el menor posible, aunque no tiene por qué ser la línea recta. Depende del tipo de fuerza que estemos aplicando.
Ahora bien, si la fuerza es conservativa, la afirmación será falsa. El trabajo realizado por una fuerza conservativa entre dos puntos es independiente del camino seguido, y obtendríamos el mismo valor por todos los caminos.

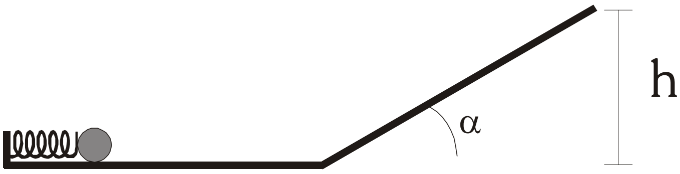
2. a) Enuncie el principio de conservación del momento angular y explique qué condiciones deben darse para que se conserve.
b) ¿Es posible que varíe la energía cinética de una partícula sin que varíe su energía potencial? Razone.

a) El momento angular $\vec{L}_O = \vec{r} \wedge \vec{p} = \vec{r} \wedge m \cdot \vec{v}$ de una partícula respecto a un punto O nos indica la tendencia a girar del vector de posición respecto a O. Esta tendencia a girar se modifica debido a los momentos de fuerza aplicados sobre la partícula, según lo que se conoce como el teorema de variación del momento angular. $\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \sum \vec{M}_O$

Principio de conservación del momento angular: "*El momento angular de una partícula (su movimiento de giro) se mantendrá constante si y sólo si el momento total resultante sobre la partícula es cero*"
Esto ocurre en las siguientes situaciones:
- Que no haya fuerzas aplicadas
- Que haya fuerzas pero que sus momentos se anulen.
- Que las fuerzas estén aplicadas sobre el punto O ($\vec{r} = 0$)
- Que $\vec{r}$ y $\vec{F}$ sean paralelos. Esto es lo que ocurre en el caso de las *fuerzas centrales* (como la fuerza gravitatoria que sufren los planetas alrededor del Sol).
-

b) Razonamos esta pregunta aplicando el teorema Trabajo-Energía cinética: *El trabajo total realizado sobre una partícula hace variar la energía cinética de la partícula, y coincide con dicha variación.* $W_{TOT} = \Delta Ec$
En el trabajo total influirán tanto las fuerzas conservativas como no conservativas. Ahora bien, el trabajo de las fuerzas conservativas hace variar la energía potencial. Sin embargo, si sólo tenemos trabajo debido a fuerzas no conservativas (como el rozamiento, por ejemplo), variará la energía cinética del cuerpo sin que ninguna de sus energías potenciales (gravitatoria, elástica, eléctrica) cambie.

3. Un muelle horizontal y con un extremo fijo, está comprimido 40 cm. Un cuerpo de 0,5 kg, situado en su extremo libre, sale despedido al liberarse el muelle. Tras recorrer 1 m en horizontal sin rozamiento, sube por una pendiente cuyo coeficiente de rozamiento es de 0,2, hasta alcanzar una altura h = 1,5 m.



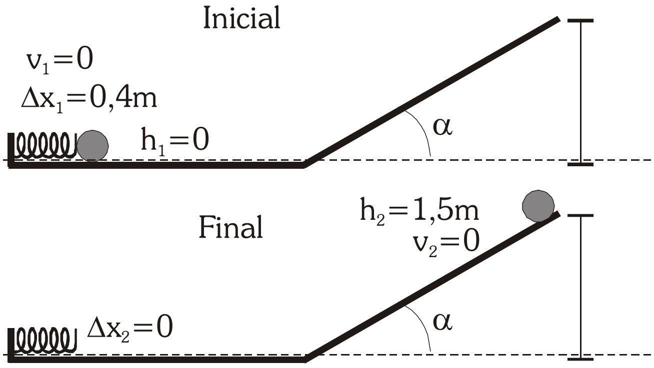
a) Haga un estudio energético del proceso.

b) Calcule razonadamente la constante elástica del resorte. **(Datos: considere g = 10 N/kg; α = 30º)**

a) Resolvemos el problema usando conceptos energéticos. Estudiamos las fuerzas que actúan a lo largo del desplazamiento del cuerpo y cómo varían las diferentes energías implicadas en él.

Fuerzas que actúan:

- Peso: $Fg = m \cdot g = 50\ N$. Es conservativa. Realiza un trabajo negativo durante la pendiente. Hace aumentar la energía potencial gravitatoria del bloque.
- Normal: La calculamos haciendo $\Sigma Fy = 0 \;\Rightarrow\; N - Fg = 0 \;\Rightarrow\; N = Fg = 50N$. Es una fuerza no conservativa, pero no realiza trabajo durante el desplazamiento, ya que es perpendicular a éste. No contribuye a la variación de la energía mecánica.
- Fuerza de rozamiento: $F_R = \mu \cdot N$. Es una fuerza no conservativa, disipativa. No realiza trabajo durante el tramo horizontal, pero sí durante la pendiente. Este trabajo hace disminuir la energía mecánica del cuerpo.



- Fuerza elástica ($\vec{F}_{el} = -K \cdot \Delta\vec{x}$). Es una fuerza conservativa, que lleva asociada una energía potencial elástica ($Epel = \frac{1}{2}K(\Delta x)^2$). Realiza trabajo al descomprimirse el muelle, aumentando la Ec de la bola, a costa de la disminución del la energía elástica.

Variaciones de energía:

$Ec = \frac{1}{2} m \cdot v^2$: Inicialmente es cero. Aumenta al descomprimirse el muelle, se mantiene constante durante el tramo horizontal y va disminuyendo durante la subida por la pendiente hasta hacerse cero.

Epg = m·g·h (origen en el tramo horizontal h=0) se mantendrá constante (e igual a 0) durante el tramo horizontal, y aumentará hasta su valor máximo durante la subida por la pendiente.

$Epel = \frac{1}{2}K(\Delta x)^2$ *(origen en la posición de equilibrio)* Inicialmente el muelle almacena energía elástica. Ésta va disminuyendo conforme el muelle se descomprime.

$E_M = Ec + Epg + Epel$: No se mantiene constante, debido a que actúan una fuerza no conservativa (rozamiento) que realiza trabajo. Se cumplirá que $W_{FNC} = \Delta EM \;\rightarrow\; W_{FR} = E_{M2} - E_{M1}$

En resumen. Inicialmente el cuerpo tiene energía potencial elástica, que se invierte en poner en movimiento el cuerpo. Esta energía cinética del cuerpo se transforma luego en energía potencial gravitatoria, disipándose parte de la energía en forma de calor debido al rozamiento.

b) Usamos el razonamiento hecho en el apartado a)

Situación inicial: $E_{M1} = Ec_1 + Epel_1 + Epg_1 = \frac{1}{2} K \cdot \Delta x_1^2 = 0{,}08 \cdot K \quad (J)$

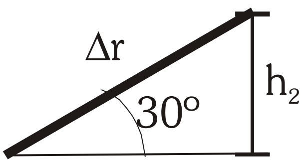
Situación final: $E_{M2} = Ec_2 + Epel_2 + Epg_2 = mgh_2 = 7{,}5\ J$

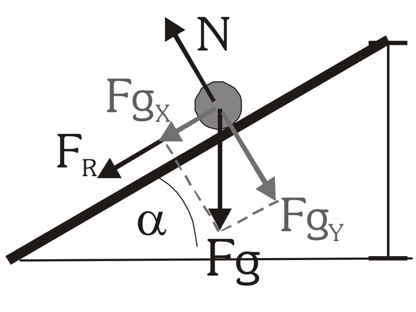
Calculamos el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento durante la subida por la pendiente:

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cdot \cos 30^o = 0{,}866\ N$$

$$sen30^o = \frac{h_2}{\Delta r} \rightarrow \Delta r = \frac{h_2}{sen30^o} = 3\ m$$

$$W_{FR} = F_R \cdot \Delta r \cdot \cos 180^o = -2{,}6\ J$$

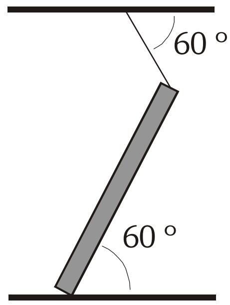




Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica (en este caso, no se conserva):

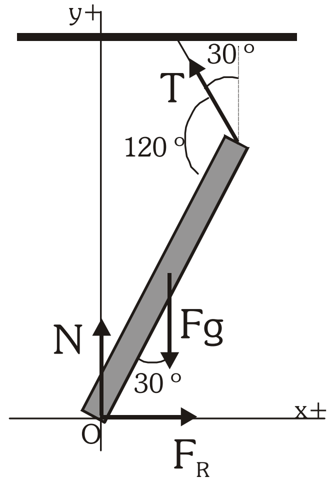
$$W_{FR} = E_{M2} - E_{M1} \;\rightarrow\; mgh_2 - \tfrac{1}{2} K \cdot \Delta x_1^2 = W_{FR} \;\rightarrow\; 7{,}5 - 0{,}08 \cdot K = -2{,}6 \;\rightarrow\; K = 126{,}25\ \tfrac{N}{m}$$

4. Una escalera de 2 m de longitud y 10 kg de masa está apoyada en el suelo y sujeta al techo mediante una cuerda que impide que se caiga, manteniéndola en equilibrio, como indica la figura. Calcula razonadamente todas las fuerzas que actúan sobre la escalera.



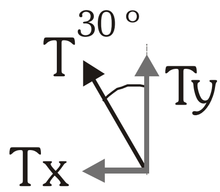
<u>Esquema de fuerzas</u>: Elegimos el punto O en el punto de apoyo con el suelo. Las fuerzas aplicadas son:

- Peso (Fg = m · g = 100 N). Aplicada en el centro de gravedad de la escalera (su centro). Forma 30º con la escalera.
- Tensión de la cuerda (T). Aplicada en el extremo de la cuerda. Forma 30º con la vertical y 120º con la escalera.
- En el apoyo con el suelo, tenemos dos fuerzas aplicadas. La normal y la fuerza de rozamiento estático.



La escalera está en equilibrio estático, por lo que sabemos que:

- no se desplaza → $\Sigma\vec{F} = 0$
- no gira → $\Sigma\vec{M}_O = 0$



Descomponiendo la tensión: $Tx = T \cdot sen30^o$, $Ty = T \cdot cos30^o$

Planteando las ecuaciones

$$\Sigma\vec{F} = 0 \quad \rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \rightarrow \quad Fr - T \cdot sen30^o = 0 \rightarrow \quad Fr = T \cdot sen30^o \\ \Sigma F_y = 0 \rightarrow \quad N + T \cdot cos\,30^o - Fg = 0 \rightarrow \quad N = Fg - T \cdot cos\,30^o \end{cases}$$

$$\Sigma\vec{M}_O = 0 \quad \rightarrow \quad \Sigma M_{Oz} = 0 .$$

$$\vec{M}_O = \vec{r} \wedge \vec{F}$$ <u>Módulo</u>: $$M_O = r \cdot F \cdot sen\alpha$$

Calculamos los momentos en módulo. Su dirección será la del eje z y su sentido vendrá dado por la regla de la mano derecha.

Normal y Fuerza de rozamiento: No ejercen momento, ya que están aplicadas en el punto O.

Peso: $M_{OFg} = r \cdot Fg \cdot sen30^o = 1m \cdot 100N \cdot 0{,}5 = 50\ N \cdot m$ sentido negativo (giro horario)

Tensión: $M_{OTFg} = r \cdot T \cdot sen120^o = 2m \cdot T \cdot 0{,}866 = 1{,}73 \cdot T\ (Nm)$ sentido positivo (giro antihorario)

Sumamos $\Sigma M_O = 0 \quad \Rightarrow \quad 1{,}73 \cdot T - 50 = 0 \quad \Rightarrow \quad T = 28{,}9\ N$

$$\text{Sustituimos} \begin{cases} Fr = T \cdot sen30^o = 14{,}45\ N \\ N = Fg - T \cdot cos\,30^o = 75\ N \end{cases}$$

<u>*Resultados: Fg = 100 N; N = 75 N , F_R = 14,45 N; T = 28,9 N*</u>