FÍSICA 2º BACHILLERATO. EXAMEN DEL TEMA 1. 14-11-05

- Puntuación: 1: 2,5 ptos; 2: 2,5 ptos; 3: 3 ptos; 4: 2 ptos)
- En los problemas, considere el valor de gravedad g = 10 N/kg.
- Puede responder las cuestiones en el orden que desee, siempre que los apartados a y b de la misma cuestión estén juntos y ordenados.

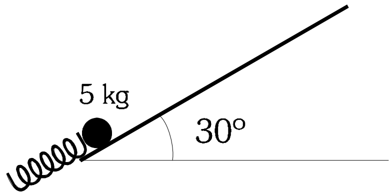
1. a) Explique qué se entiende por fuerza conservativa y por energía potencial. ¿Qué relación existe entre ambos conceptos?

b) Sobre un cuerpo actúan dos fuerzas, una conservativa, y otra no conservativa. La primera realiza un trabajo de 30 J, y la segunda un trabajo de –20 J. Razone qué conclusiones podemos extraer sobre los distintos tipos de energía que posee el cuerpo.

2. a) Explique qué se entiende en física por trabajo y cómo se calcula. Enuncie el teorema trabajo-energía cinética y comente su significado.

b) Sobre un objeto alargado actúan dos fuerzas. Explique en qué condiciones permanecerá constante la tendencia a girar de dicho objeto respecto al origen O.

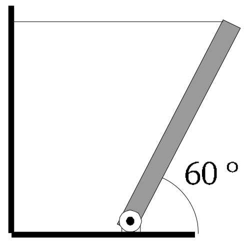
3. Un bloque de 5 kg se encuentra en un plano inclinado 30º, como indica la figura. El resorte está comprimido inicialmente 25 cm, y el coeficiente de rozamiento del bloque con el plano es 0,2. Se observa que, al soltar el bloque, este asciende hasta una altura de 1 m, medida desde la altura a la que se encontraba el bloque inicialmente.



a) Realice un análisis energético del problema.

b) Calcule la constante elástica del resorte.

4. Un puente levadizo de madera mide 5 m y tiene una masa de 400 kg, y está dispuesto como indica la figura. Calcule la tensión del cable y las reacciones que ejerce la bisagra.



SOLUCIÓN AL EXAMEN

1. **a) Explicar qué se entiende por fuerza conservativa y por energía potencial. ¿Qué relación existe entre ambos conceptos?.**
   b) Sobre un cuerpo actúan dos fuerzas, una conservativa, y otra no conservativa. La primera realiza un trabajo de 30 J, y la segunda un trabajo de –20 J. Razone qué conclusiones podemos extraer sobre los distintos tipos de energía que posee el cuerpo.

a) - Fuerza conservativa: Se dice que una fuerza es conservativa cuando el trabajo que realiza en un desplazamiento entre dos puntos A y B no depende del camino seguido, sino únicamente de los puntos A y B.
- Energía potencial:
  - Función potencial asociada a una fuerza conservativa.
  - Energía que almacena un cuerpo debido a la acción de una fuerza conservativa.

Ambos conceptos se relacionan a través del trabajo realizado por la fuerza. El trabajo que realiza la fuerza conservativa modifica la energía potencial del cuerpo. Si el trabajo es positivo, la energía potencial disminuye, y aumenta en el caso de que el trabajo sea negativo. Operativamente. $\Delta Ep = -W_{FC}$

b) De los datos que nos suministra la cuestión podemos extraer consecuencias sobre las variaciones sufridas por los distintos tipos de energía que posee el cuerpo.
– Cinética (Ec): debida al movimiento
– Potencial (Ep): Debida a la acción de la fuerza conservativa.
– Mecánica (E_M): suma de Ec y Ep

Sabemos que:
- El trabajo total realizado sobre el cuerpo modifica su energía cinética, por lo que $\Delta Ec = W_{TOT} = 30J - 20J = 10J$. La energía cinética aumenta en 10 J. se moverá a mayor velocidad.
- El trabajo realizado por la fuerza conservativa modifica su energía potencial: $\Delta Ep = -W_{FC} = -30J$. La energía potencial disminuye en 30 J.
- El trabajo realizado por la fuerza no conservativa modifica su energía mecánica: $\Delta E_M = W_{FNC} = -20J$. La energía mecánica disminuye en 20 J. Se trata de una fuerza disipativa.

En resumen, la fuerza conservativa ha suministrado energía para que el cuerpo aumente su movimiento, pero parte de esa energía se disipa por acción de la fuerza no conservativa. La energía mecánica no se mantiene constante.

2. **a) Explique qué se entiende en física por trabajo y cómo se calcula. Enuncie el teorema trabajo-energía cinética y comente su significado.**
   b) Sobre un objeto alargado actúan dos fuerzas. Explique en qué condiciones permanecerá constante la tendencia a girar de dicho objeto respecto al origen O.

a) Trabajo: Energía transferida por la acción de una fuerza durante un desplazamiento del cuerpo.
Unidades: *N· m = J (julio)*

Cálculo: Cuando la fuerza es constante. $W_{AB} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos\alpha$

Cuando la fuerza es variable a lo largo del desplazamiento: $W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$

<u>Teorema Trabajo-Ec</u> (teorema de las fuerzas vivas):

$W_{TOT} = \Delta Ec = Ec_B - Ec_A = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$

Puede interpretarse de la forma siguiente: "*El trabajo total realizado sobre un cuerpo se invierte en variar su energía cinética, y es igual a dicha variación*".

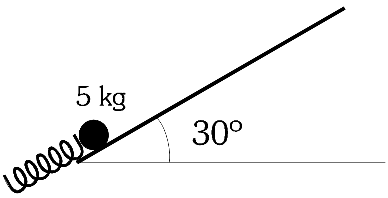
b) La tendencia a girar de un cuerpo respecto a un punto O viene dada por su momento angular $\vec{L}_O = \vec{r} \wedge m\vec{v}$ respecto a dicho punto. El teorema de conservación del momento angular nos dice que $\vec{L}_O$ varía por efecto de los momentos respecto a O de las fuerzas aplicadas al cuerpo $\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \Sigma\vec{M}_O = \Sigma\vec{r} \wedge \vec{F}$. Entonces, $\vec{L}_O$ (la tendencia a girar) se mantendrá constante siempre y cuando $\Sigma\vec{M}_O = \Sigma\vec{r} \wedge \vec{F} = 0$, y esto se da en las siguientes situaciones:

- Que no haya fuerzas aplicadas (no es el caso, ya que sí las hay)
- 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).

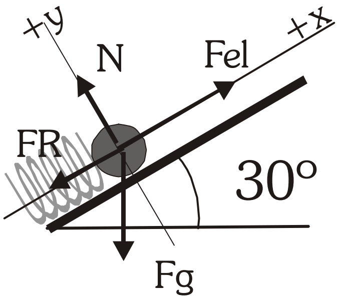
3. Un bloque de 5 kg se encuentra en un plano inclinado 30º, como indica la figura. El resorte está comprimido inicialmente 25 cm, y el coeficiente de rozamiento del bloque con el plano es 0,2. Se observa que, al soltar el bloque, este asciende hasta una altura de 1 m, medida desde la altura a la que se encontraba el bloque inicialmente.

a) Realice un análisis energético del problema.

b) Calcule la constante elástica del resorte.

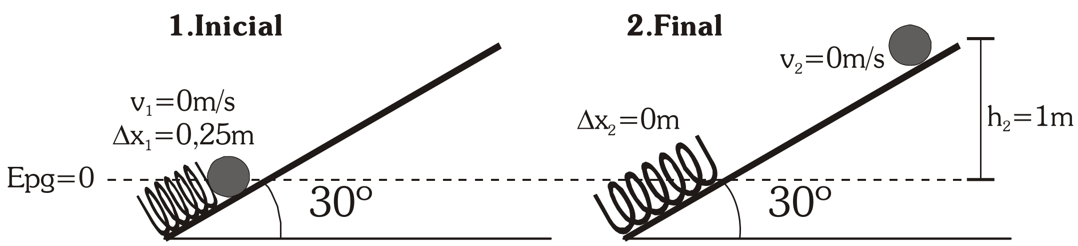


a) Resolvemos el problema usando conceptos energéticos. Estudiamos las fuerzas que actúan a lo largo del desplazamiento del cuerpo y cómo varían las diferentes energías implicadas en él.



<u>Fuerzas que actúan</u>:

- Peso: $Fg = m \cdot g = 50\ N$. Es conservativa → Tiene asociada una energía potencial gravitatoria.
  $Epg = m \cdot g \cdot h$. el peso realiza un trabajo negativo, contrario al desplazamiento, por lo que la Epg variará.
- Normal: 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, y el trabajo que realiza 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 ($Epel = \frac{1}{2} K (\Delta x)^2$). Al descomprimirse, hará aumentar la Ec del bloque, aunque no hace variar la E_M.



<u>Variaciones de energía</u>:

$Ec = \frac{1}{2} m \cdot v^2$: inicialmente es nula. Al soltar el muelle aumenta hasta alcanzar su valor máximo, para disminuir luego hasta cero conforme sube por la pendiente, debido al trabajo realizado por el rozamiento y por la fuerza gravitatoria.

$Epg = m \cdot g \cdot h$ *(origen en el punto inicial, el más bajo que alcanza el bloque, h=0)* aumenta al subir por la pendiente, debido al trabajo negativo que realiza el peso. $\Delta Epg = -W_{Fg}$.

$Epel = \frac{1}{2} K (\Delta x)^2$ *(origen en la posición de equilibrio)* Inicialmente tiene su valor máximo. Disminuye hasta cero al descomprimirse el muelle.

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

En resumen. Inicialmente el cuerpo tiene energía potencial elástica, que se invierte en aumentar las energías cinéticas y potencial del bloque. Posteriormente, la energía cinética se transforma parcialmente en energía potencial gravitatoria. Parte de esa energía cinética inicial se disipa en forma de calor debido al rozamiento, con lo que la energía mecánica total disminuye.

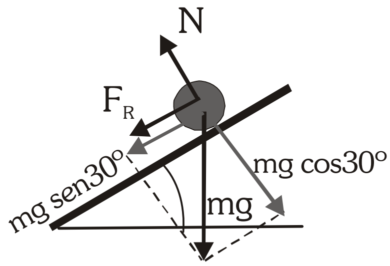
b) Usamos el razonamiento hecho en el apartado a)

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

Situación final: $E_{M2} = Ec_2 + Epel_2 + Epg_2 = 0 + 0 + m \cdot g \cdot h_2$

La energía mecánica no se mantiene constante

$W_{FR} = E_{M2} - E_{M1} \quad \rightarrow \quad m \cdot g \cdot h_2 - \frac{1}{2} K \cdot \Delta x_1^{\,2} = F_R \cdot \Delta r \cdot \cos 180º$



Cálculo del desplazamiento: $sen30º = \dfrac{h_2}{\Delta r} \quad \rightarrow \quad \Delta r = \dfrac{h_2}{sen30º} = 2\,m$

Cálculo de la fuerza de rozamiento:
Primero calculamos la normal, haciendo

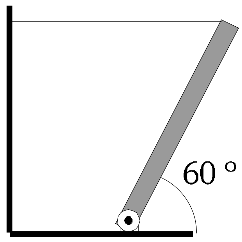
$\Sigma Fy = 0 \quad \Rightarrow \quad N - mg\cos 30º = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg\cos 30º = 43{,}3\,N$

$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30º = 8{,}66\,N$

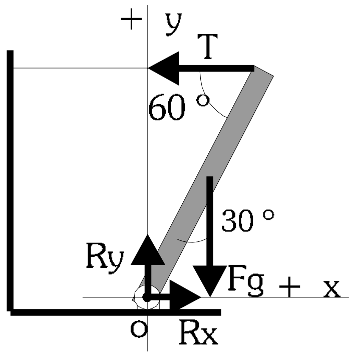
Sustituyendo *(m = 5 kg , g = 10 N/kg , Δx_1 = 0,25 m , h_2 = 1 m, Δr = 2 m, Fr = 8,66 N)*

Obtenemos: *50 – 0,03125 · K = - 8.66 · 2* → *K = 2154,24 N/m*

4. Un puente levadizo de madera mide 5 m y tiene una masa de 400 kg, y está dispuesto como indica la figura. Calcular la tensión del cable y las reacciones que ejerce la bisagra.



Esquema de fuerzas: elegimos el punto O en la bisagra (punto respecto al que puede girar el puente). Las fuerzas aplicadas son:
- Peso (Fg = m · g = 4000 N). Aplicada en el centro de gravedad del puente.
- Tensión del cable (T). Aplicada horizontalmente en el extremo.
- La bisagra permite que el puente gire, pero impide que se desplace en ninguno de los dos ejes, por lo que ejerce dos reacciones, (Rx y Ry) una en cada eje (pueden considerarse componentes de una reacción $\vec{R}$)



El puente está en equilibrio estático, por lo que sabemos que:
- no se desplaza → $\Sigma \vec{F} = 0$
- no gira → $\Sigma \vec{M}_O = 0$

Planteando las ecuaciones (no es necesario descomponer ninguna fuerza):

$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \rightarrow \quad \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \rightarrow \quad Rx - T = 0 \rightarrow \quad T = Rx \\ \Sigma F_y = 0 \rightarrow \quad Ry - Fg = 0 \rightarrow \quad Ry = Fg = 4000\,N \end{cases}$$

$\Sigma \vec{M}_O = 0 \quad \rightarrow \quad \Sigma M_{Oz} = 0$. Calculamos los momentos en módulo. Su dirección será la del eje z y su sentido vendrá dado por la regla de la mano derecha.

Reacciones Rx y Ry: No ejercen momento, ya que están aplicadas en el punto O.

Peso: $M_{OFg} = r \cdot Fg \cdot sen30º = 2{,}5m \cdot 4000N \cdot 0{,}5 = 5000\ Nm$ sentido negativo (giro horario)

Tensión: $M_{OTFg} = r \cdot T \cdot sen60º = 5m \cdot T \cdot 0{,}866 = 4{,}33 \cdot T\ (Nm)$ sentido positivo (giro antihorario)

Sumamos $\Sigma M_O = 0 \quad \Rightarrow \quad 4{,}33 \cdot T - 5000 = 0 \quad \Rightarrow \quad T = 1154{,}73\,N$

Resultados: Ry = 4000 N , Rx = T = 1154,73 N