

FÍSICA 2º BACHILLERATO. EXAMEN DEL TEMA 1. (SOLUCIÓN)

18-11-04

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

b) Sobre un cuerpo actúan sólo dos fuerzas. La primera realiza un trabajo de -10 J, y la segunda un trabajo de 15 J. Medimos que la energía mecánica del sistema aumenta en 15 J. ¿Es conservativa alguna de las fuerzas aplicadas? ¿Qué ocurrirá con la energía cinética del cuerpo? Razonar.

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. $\Delta E_p = -W_{FC}$

b) De los datos que nos suministra el problema podemos extraer consecuencias sobre las variaciones sufridas por los distintos tipos de energía que posee el cuerpo.

- Cinética (E_c): Debida al movimiento

- Potencial (E_p): Debida a la acción de la fuerza conservativa.

- Mecánica (E_M): Suma de E_c y E_p

Sabemos que:

- La energía mecánica se modifica por la acción de fuerzas no conservativas, mediante el trabajo que realizan: $\Delta E_M = W_{FNC} = 15 J$. Este trabajo coincide con el realizado por la segunda fuerza, que debe ser no conservativa..

- La primera fuerza no modifica la energía mecánica, por lo que debe ser conservativa. Su trabajo modificará la energía potencial asociada. $\Delta E_p = -W_{FC} = 10 J$. La energía potencial aumenta en 30 J.

- El trabajo total realizado sobre el cuerpo modifica su energía cinética, por lo que $\Delta E_c = W_{TOT} = -10 J + 15 J = 5 J$. La energía cinética aumenta en 5 J. Se moverá a mayor velocidad.

2. a) Explicar por qué la tendencia a girar de los planetas alrededor del Sol se mantiene constante durante miles de millones de años.

b) Una partícula sobre la que actúa una fuerza efectúa un desplazamiento. ¿Puede asegurarse que realiza trabajo?.

a) 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 diversas situaciones. Concretamente, en el caso del movimiento de los planetas, la única fuerza que actúa sobre ellos, la gravitatoria, es de tipo central (paralela al vector de posición). En este caso, el producto vectorial es nulo, y el momento de la fuerza aplicada también, por lo que el momento angular (su tendencia a girar) del planeta respecto al Sol, se mantendrá constante.

b) El trabajo realizado por una fuerza, suponiendo ésta constante, viene dado por la expresión $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos \alpha$, siendo α el ángulo que forman la fuerza y el vector desplazamiento. Es posible que dicha fuerza realice trabajo, positivo o negativo, si α es distinto de 90° . Si, por el contrario, $\alpha = 90^\circ$ (la fuerza es perpendicular al desplazamiento), no realizará trabajo. Esto pasa el caso de la normal en un desplazamiento horizontal, o una fuerza centrípeta en un movimiento circular.

Conclusión: No puede asegurarse que siempre realice trabajo.

3. Un bloque de 0,5 kg está colocado sobre el extremo superior de un resorte vertical que está comprimido 10 cm y, al liberar el resorte, el bloque sale despedido hacia arriba verticalmente. La constante elástica del resorte es $200 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$

a) Haga un balance trabajo-energía del proceso y calcule la máxima altura que alcanza el bloque. Despreciar el rozamiento con el aire.

b) Explique, cualitativamente, en qué se modificaría la cuestión anterior si consideramos el rozamiento del bloque con el aire.

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: $F_g = m \cdot g = 5 \text{ N}$. Es conservativa $\rightarrow$ Tiene asociada una energía potencial gravitatoria. Esta $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$, aumentará al subir. Su variación coincide con el trabajo de la fuerza gravitatoria, con signo opuesto $\Delta E_{pg} = -W_{F_g}$.

- Fuerza elástica ($\vec{F}_{el} = -K \cdot \Delta \vec{x}$). Es una fuerza conservativa, que lleva asociada una energía potencial elástica ($E_{pel} = \frac{1}{2} K (\Delta x)^2$). La fuerza realiza trabajo a costa de disminuir E_{pel} , que hará aumentar las energía cinética y potencial gravitatoria del bloque conforme se descomprime, aunque no hace variar la E_M .

Energías presentes en las situaciones 1 y 2:

1. $E_{c1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 = 0 \text{ J}$:

$E_{pg1} = m \cdot g \cdot h_1 = 0 \text{ J}$

$E_{pel1} = \frac{1}{2} K (\Delta x_1)^2 = 1 \text{ J}$

$E_{M1} = E_{pel1}$

2. $E_{c2} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 = 0 \text{ J}$:

$E_{pg2} = m \cdot g \cdot h_2$

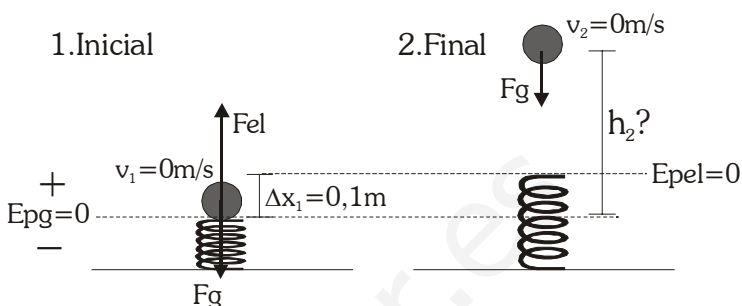
$E_{pel2} = \frac{1}{2} K (\Delta x_2)^2 = 0 \text{ J}$ (origen en la posición de equilibrio)

$E_{M1} = E_{pg2}$

Orígenes de energía potencial:

E_{pg} : origen en la posición inicial del bloque ($h = 0 \text{ m}$)

E_{pel} : origen en la posición de equilibrio del muelle ($\Delta x = 0 \text{ m}$)



Como no existen fuerzas no conservativas que realicen trabajo, la energía mecánica del sistema se mantiene constante durante todo el desplazamiento:

$$E_{M1} = E_{M2} \rightarrow \frac{1}{2} K (\Delta x_1)^2 = m \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow h_2 = 0,2 \text{ m}, \text{ medidos desde la posición inicial del bloque.}$$

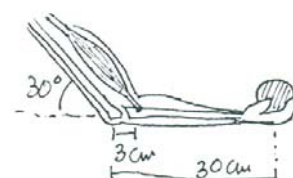
En resumen. Inicialmente el cuerpo tiene energía potencial elástica, que se invierte, al descomprimirse el muelle, en energía potencial gravitatoria y en energía cinética. Esta E_c alcanza su valor máximo al abandonar el resorte, para luego ir disminuyendo hasta cero mientras el bloque gana altura (aumenta la E_{pg}). La energía mecánica del sistema permanece constante.

b) La fuerza de rozamiento es una fuerza no conservativa (disipativa, concretamente), que va a hacer que la energía mecánica del sistema no permanezca constante. En este caso, hace que disminuya, disipando energía en forma de calor $W_{FR} = \Delta E_M = E_{M2} - E_{M1} < 0 \rightarrow E_{M2} < E_{M1}$

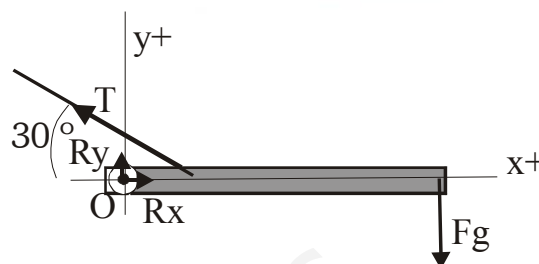
Al disminuir la energía mecánica, también la energía potencial gravitatoria final será menor, con lo que la altura máxima alcanzada será inferior a la obtenida sin rozamiento.

También la energía cinética máxima que posee el bloque al abandonar el muelle será inferior a la obtenida sin rozamiento.

4. Las articulaciones del cuerpo humano pueden estudiarse como palancas, como puede ser el codo que aparece en la figura. Calcular la fuerza que debe ejercer el bíceps (músculo) sobre el hueso para sostener un peso de 5 kg en la mano, y las reacciones en el codo. (despreciar la masa del brazo)



Podemos simplificar el estudio del brazo como queda en la figura. Una barra rígida de 0,3 m (el antebrazo) unida a una bisagra (el codo). El músculo ejerce una fuerza como si de una cuerda se tratara, y el peso de la bola está actuando sobre el extremo de la barra. Despreciamos el peso del brazo.



Esquema de fuerzas: elegimos el punto O en el codo (punto respecto al que puede girar el brazo). Las fuerzas aplicadas son:

- Peso de la bola ($F_g = m \cdot g = 50 \text{ N}$). Aplicada en el extremo del brazo.
- Fuerza del bíceps (T). Aplicada a 0,03 m del codo, formando 30° con la horizontal.
- El codo permite que el brazo gire, pero impide que se desplace en ninguno de los dos ejes, por lo que ejerce dos reacciones, (R_x y R_y) una en cada eje (pueden considerarse componentes de una reacción $\vec{R}$)

El brazo está en equilibrio estático, por lo que sabemos que: - no se desplaza $\rightarrow \Sigma \vec{F} = 0$

- no gira $\rightarrow \Sigma \vec{M}_O = 0$

Descomponemos la fuerza que ejerce el bíceps, T : $T_x = T \cdot \cos 30^\circ$; $T_y = T \cdot \sin 30^\circ$

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

$$\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \rightarrow R_x - T_x = 0 \rightarrow T_x = R_x \\ \Sigma F_y = 0 \rightarrow R_y + T_y - F_g = 0 \end{cases}$$

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

$$\vec{M}_O = \vec{r} \wedge \vec{F} \text{ en módulo } M_O = r \cdot F \cdot \sin \alpha$$

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

Peso: $M_{OF_g} = r \cdot F_g \cdot \sin 90^\circ = 0,3 \text{ m} \cdot 50 \text{ N} \cdot 1 = 15 \text{ N} \cdot \text{m}$ sentido negativo (giro horario)

Tensión: $M_{OT_Fg} = r \cdot T \cdot \sin 30^\circ = 0,03 \cdot T \cdot 0,5 = 0,015 \cdot T \text{ (Nm)}$ sentido positivo (giro antihorario)

Sumamos $\Sigma M_O = 0 \Rightarrow 0,015 \cdot T - 15 = 0 \Rightarrow T = 1000 \text{ N}$

Por lo tanto:

$$R_x = T_x = T \cdot \cos 30^\circ = 867 \text{ N}$$

$$R_y = F_g - T \cdot \sin 30^\circ = -450 \text{ N} \quad \text{el signo negativo de } R_y \text{ significa que va en sentido opuesto al que le hemos supuesto (en realidad va hacia abajo)}$$

Resultados: $R_y = 450 \text{ N}$, $R_x = 867 \text{ N}$, $T = 1000 \text{ N}$