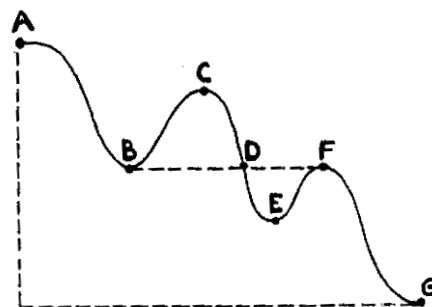


UNIDAD 4

Trabajo y Energía

PREGUNTAS PARA EL ANALISIS

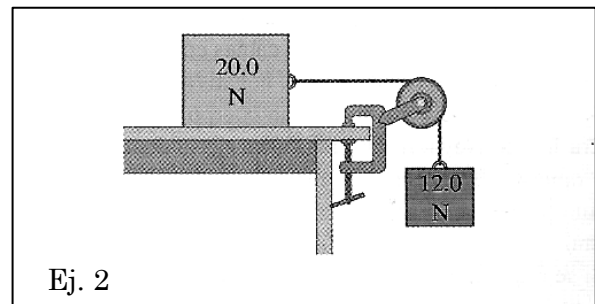
1. Supóngase que sobre una partícula que se mueve de una posición a otra actúan tres fuerzas constantes. ¿Son iguales el trabajo efectuado sobre la partícula por la resultante de las tres fuerzas y la suma de los trabajos efectuados por cada una de las tres fuerzas por separado?
2. Un objeto se mueve en un círculo a velocidad constante. ¿Realiza algún trabajo sobre el objeto la fuerza que es la causa de su aceleración? Razonar la respuesta.
3. Algunos libros se levantan hasta la parte superior de un librero, empleando para ello un tiempo t . ¿Depende el trabajo realizado de: (a) la masa de los libros, (b) el peso de los libros, (c) la altura del lugar donde se los coloca, (d) del tiempo t , (e) de si los libros se elevan lateralmente o se llevan en forma directa hacia arriba?
4. ¿Se realiza algún trabajo sobre una partícula que permanece en reposo?
5. Un péndulo oscilante llega finalmente a su estado de reposo. ¿Constituye ésto una violación de la ley de conservación de la energía?
6. Cuando se usa un gato para levantar un auto, se ejerce una fuerza de mucha menor magnitud que el peso del auto. ¿Implica esto que el trabajo realizado es mucho menor que el que se haría si se lo levantara en forma directa? Explique.
7. Si el trabajo total sobre un objeto es negativo. ¿Puede su magnitud ser mayor que la energía cinética inicial de dicho objeto? Explique.
8. Existe algún caso en que la fricción realice trabajo positivo? Explique.
9. Un auto aumenta su rapidez mientras el motor produce potencia constante. ¿La aceleración es mayor al principio o al final de este proceso? Explique.
10. Un clavadista rebota en un trampolín, yendo un poco más alto cada vez. Explique como aumenta la energía mecánica total.
11. En una "montaña rusa", un carro es soltado sin velocidad inicial en A. Contesta: a- ¿En qué punto es máxima la velocidad? b- ¿En qué punto es mínima la velocidad? c- Un pasajero, en el punto B, además de la fuerza peso, sufre otra fuerza: ¿Dirigida hacia arriba, hacia abajo o nula? d- Si el pasajero se agarra mal, ¿en qué puntos corre mayor riesgo de ser lanzado fuera del carro?



EJERCICIOS

1. Un obrero empuja horizontalmente una caja de 30 kg una distancia de 4.5 m en un piso plano, con velocidad constante. El coeficiente de fricción cinética entre el piso y la caja es de 0.25 . a) ¿De qué magnitud debe ser la fuerza que tiene que aplicar el obrero? b) ¿Cuánto trabajo efectúa dicha fuerza sobre la caja? c) ¿Cuánto trabajo efectúa la fricción sobre la caja? d) ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza normal sobre la caja? ¿Y la gravedad? e) ¿Qué trabajo total se efectúa sobre la caja?

2. Dos bloques están conectados por un cordón muy liviano que pasa por una polea sin masa y sin fricción (ver figura). Al viajar a rapidez constante, el bloque de 20 N se mueve 75 cm a la derecha y el bloque de 12 N se mueve 75 cm hacia abajo. Durante este proceso, ¿Cuánto trabajo efectúa: a) Sobre el bloque de 12 N , I) la gravedad? II) la tensión en el cordón? b) Sobre el bloque de 20 N , I) la gravedad? II) la tensión en el cordón? III) la fricción? IV) la fuerza normal? c) Obtenga el trabajo total efectuado sobre cada bloque.



3. Use el teorema trabajo-energía para resolver los siguientes problemas. Utilice las leyes de Newton para comprobar sus respuestas. Ignore la resistencia del aire en todos los casos.

- Una rama cae desde la parte superior de una secuoya de 95 m de altura, partiendo del reposo. ¿Con qué rapidez se mueve justo antes de golpear contra el suelo?
- Un volcán expulsa una roca directamente hacia arriba 525 m en el aire. ¿Con qué rapidez se movía la roca justo al salir del volcán?
- Una esquiadora que se mueve a 5 m/s llega a una gran zona horizontal de nieve áspera, cuyo coeficiente de fricción cinética con los esquís es de 0.22 . ¿Qué tan lejos viaja ella sobre esta zona antes de detenerse?
- Suponga que la zona áspera de c), sólo tiene 2.9 m de longitud. ¿Con qué rapidez se movería la esquiadora al llegar al final de dicha zona?
- En la base de una colina congelada sin fricción que se eleva 25° sobre la horizontal, un trineo tiene una rapidez de 12 m/s hacia la colina. ¿A qué altura vertical sobre la base llegará antes de detenerse?

4. Imagine que pertenece a la cuadrilla de rescate andino y debe enviar hacia arriba una caja de suministros por una pendiente de ángulo constante α , de modo que llegue a un esquiador varado que está a una distancia vertical h sobre la base de la pendiente. La pendiente es resbalosa, pero hay cierta fricción presente, cuyo coeficiente cinético es μ_k . Use el teorema trabajo-energía para calcular la rapidez mínima que debe impartir en el empujón inicial, a la caja en la base de la pendiente para que llegue al esquiador. Expresar su respuesta en términos de g , h , μ_k y α .

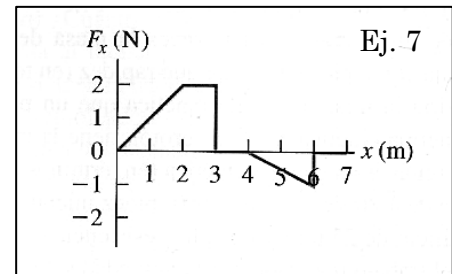
5. Un bloque de hielo con masa de 2 kg se desliza 0.75 m hacia abajo por un plano inclinado a un ángulo de 36.9° bajo la horizontal. Si el bloque parte del reposo, ¿cuál será su rapidez final? Puede despreciarse la fricción.

6. Una vaca terca intenta salirse del establo mientras usted la empuja cada vez con más fuerza para impedirlo. En coordenadas cuyo origen es la puerta del establo, la vaca camina de $x = 0$ a $x = 6.9 \text{ m}$, mientras usted aplica una fuerza con componente x : $F_x = -[20\text{N} - (3\frac{\text{N}}{\text{m}})x]$ ¿Cuánto trabajo efectúa sobre la vaca la fuerza que usted aplica durante este desplazamiento?

7. A un automóvil a escala de 2 kg controlado por radio, se aplica una fuerza \vec{F} paralela al eje x ; mientras el auto se mueve por una pista recta. La componente x de la fuerza varía con la coordenada x del auto, como se indica en la figura adjunta.

Calcule el trabajo efectuado por la fuerza \vec{F} cuando el auto se mueve de:

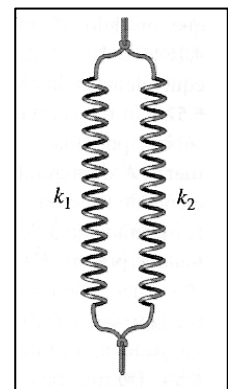
- a) $x = 0$ a $x = 3 \text{ m}$
- b) $x = 3 \text{ m}$ a $x = 4 \text{ m}$
- c) $x = 4 \text{ m}$ a $x = 7 \text{ m}$
- d) $x = 0$ a $x = 7 \text{ m}$
- e) $x = 7 \text{ m}$ a $x = 2 \text{ m}$



8. Un albañil ingenioso construye un dispositivo para lanzar ladrillos hacia arriba de la pared donde está trabajando. Se coloca un ladrillo sobre un resorte vertical comprimido con fuerza constante $k = 450 \text{ N/m}$ y masa despreciable. Al soltarse el resorte, el ladrillo es empujado hacia arriba. Si un ladrillo con masa de 1.8 kg debe alcanzar una altura máxima de 3.6 m sobre su posición inicial, ¿qué distancia deberá comprimirse el resorte? (El ladrillo pierde contacto con el resorte cuando este recupera su longitud no comprimida ¿Por qué?)

9. Un elevador vacío tiene masa de 600 kg y está diseñado para subir con rapidez constante una distancia vertical de 22 m (5 pisos) en 16 s . Es impulsado por un motor capaz de suministrar 40 hp al elevador. ¿Cuántos pasajeros como máximo pueden subir en el elevador? Suponga una masa de 65 kg por pasajero.

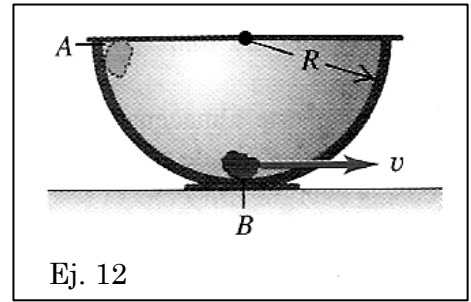
10. Dos resortes están en paralelo si son paralelos entre sí y están conectados en sus extremos (ver figura). Es posible pensar en esta combinación como equivalente a un solo resorte. La constante de fuerza del resorte equivalente se denomina constante de fuerza efectiva, k_{efe} , de la combinación. a) Demuestre que la constante de fuerza efectiva de esta combinación es $k_{efe} = k_1 + k_2$. b) Generalice este resultado para N resortes en paralelo.



11. Dos resortes sin masa están conectados en serie cuando se unen uno después del otro, punta con cola. a) Demuestre que la constante de fuerza efectiva de una combinación en serie está dada por: $\frac{1}{k_{efe}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ (Sugerencia: para una fuerza dada la

distancia total de estiramiento del resorte individual equivalente es la suma de las distancias estiradas por los resortes en combinación. Además, cada resorte debe ejercer la misma fuerza, ¿sabe usted por qué?) b) Generalice este resultado para N resortes en serie.

12. Una piedra con masa de 0.2 kg se libera del reposo en el punto A , en el borde de un tazón hemisférico de radio $R = 0.5 \text{ m}$ (ver figura). Suponga que la piedra es pequeña en comparación con R , así que puede tratarse como partícula y suponga que la piedra se desliza en vez de rodar. El trabajo efectuado por la fricción sobre la piedra al bajar del punto A al punto B en la base del tazón es de 0.22 J . a) Entre los puntos A y B , ¿cuánto trabajo es efectuado sobre la piedra por: I) la fuerza normal? II) la gravedad? b) ¿Qué rapidez tiene la piedra al llegar a B ? c) De las tres fuerzas que actúan sobre la piedra cuando esta se desliza hacia abajo por el tazón, ¿cuáles (si acaso) son constantes y cuáles no lo son? Explique su respuesta. d) Justo cuando la piedra llega al punto B , ¿cuál es la fuerza normal sobre ella?



Ej. 12

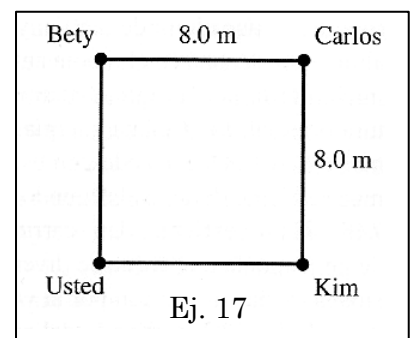
13. Una piedrita de 0.12 kg está atada a un hilo sin masa de 0.8 m de longitud, formando un péndulo que oscila con un ángulo máximo de 45° con la vertical. La resistencia del aire es despreciable. a) ¿Qué rapidez tiene la piedra cuando el hilo pasa por la posición vertical? b) ¿Qué tensión hay en el hilo cuando forma un ángulo de 45° con la vertical? c) ¿Y cuándo pasa por la vertical?

14. Una fuerza de 800 N estira cierto resorte una distancia de 0.2 m . a) ¿Qué energía potencial tiene el resorte cuando se estira 0.2 m ? b) ¿Y cuando se comprime 5 cm ?

15. Un queso de 1.2 kg se coloca en un resorte vertical con masa despreciable y constante de fuerza $k = 1800 \text{ N/m}$ que está comprimido 15 cm . Cuando se suelta el resorte, ¿qué altura alcanza el queso sobre su posición original? (El queso y el resorte no están unidos).

16. En un experimento, una de las fuerzas ejercidas sobre un protón es $\vec{F} = -\alpha x^2 \hat{i}$, donde $\alpha = 12 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. a) ¿Cuánto trabajo efectúa \vec{F} cuando el protón se desplaza sobre la recta del punto $(0.1 \text{ m}, 0)$ al punto $(0.1 \text{ m}, 0.4 \text{ m})$? b) ¿Y sobre la recta del punto $(0.1 \text{ m}, 0)$ al punto $(0.3 \text{ m}, 0)$? c) ¿Y sobre la recta del punto $(0.3 \text{ m}, 0)$ al punto $(0.1 \text{ m}, 0)$? d) ¿ \vec{F} es una fuerza conservativa? Explique su respuesta. Si \vec{F} es conservativa ¿cuál es su función de energía potencial? Sea $U = 0$ cuando $x = 0$.

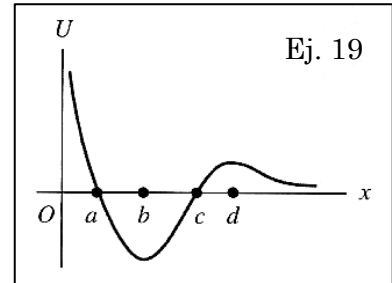
17. Usted y tres amigos están parados en las esquinas de un cuadrado de 8 m de lado, en el piso de un gimnasio (ver figura). Toman su libro de física y lo empujan de una persona a otra. La masa del libro es de 1.5 kg y el coeficiente de fricción cinética entre el libro y el piso es $\mu_k = 0.25$. a) El libro se desliza de usted a Bety y luego de Bety a Carlos a lo largo de las líneas que conectan a estas personas. ¿Qué trabajo realiza la fricción durante este desplazamiento? b) Usted desliza el libro hacia Carlos a lo largo de la diagonal del cuadrado. ¿Qué trabajo realiza la fricción durante este desplazamiento? c) Usted desliza el libro a Kim, quien se lo devuelve. ¿Qué trabajo total realiza la fricción durante este movimiento del libro? d) ¿La fuerza de fricción sobre el libro es conservativa o no conservativa? Explique su respuesta.



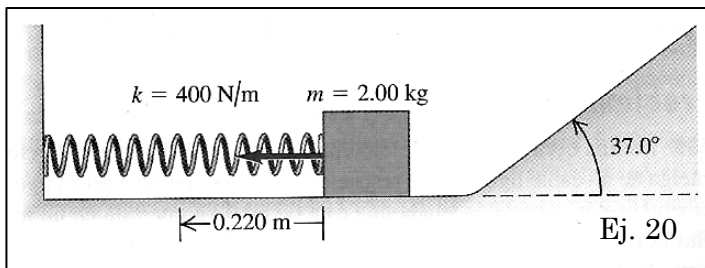
Ej. 17

18. Una fuerza paralela al eje x actúa sobre una partícula que se mueve sobre el eje x . La fuerza produce una energía potencial $U(x)$ dada por $U(x) = \alpha x^4$, donde $\alpha = 1.2 \frac{J}{m^4}$. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza cuando la partícula está en $x = -0.8 \text{ m}$?

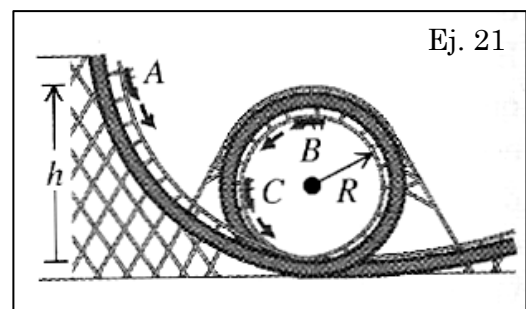
19. Una canica se mueve sobre el eje x . La función de energía potencial se muestra en la figura siguiente. a) ¿En cuál de las coordenadas x marcadas es cero la fuerza sobre la canica? b) ¿Cuál de esas coordenadas es una posición de equilibrio estable? c) ¿Y de equilibrio inestable?



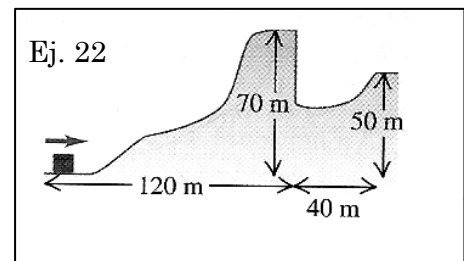
20. Un bloque de 2 kg se empuja contra un resorte con masa despreciable y constante de fuerza $k = 400 \text{ N/m}$, comprimiéndolo 0.22 m . Al soltarse el bloque, se mueve por una superficie sin fricción que primero es horizontal y luego sube a 37° (ver figura). a) ¿Qué rapidez tiene el bloque al deslizarse sobre la superficie horizontal después de separarse del resorte? b) ¿Qué altura alcanza el bloque antes de pararse y regresar?



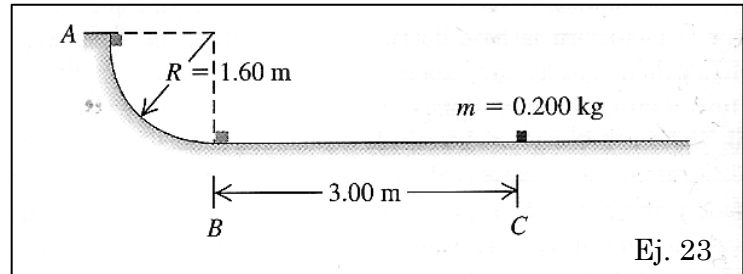
21. Un carrito de un juego de un parque de diversiones rueda sin fricción por la vía de la figura, partiendo del reposo en A a una altura h sobre la base rizo. Trate el carrito como partícula. a) ¿Qué valor mínimo debe tener h (en términos de R) para que el carrito se desplace por el rizo sin caer en la parte superior (el punto B)? b) Si $h = 3.5 R$ y $R = 20 \text{ m}$. Calcule la rapidez, aceleración radial y aceleración tangencial de los pasajeros cuando el carrito está en el punto C, en el extremo de un diámetro horizontal. Haga un diagrama a escala aproximada de las componentes de la aceleración.



22. Un bloque de 2.8 kg que se desliza por la colina cubierta de hielo de la figura siguiente. La cima de la colina es horizontal y está 70 m más arriba que su base. ¿Qué rapidez mínima debe tener el bloque en la base de la colina para no quedar atrapado en la fosa del otro lado de la colina?



23. En un puesto de carga de camiones de una oficina de correos, un paquete pequeño de 0.2 kg se suelta del reposo en el punto A de una vía que forma un cuarto de círculo con radio de 1.6 m (ver figura). El paquete es tan pequeño, relativo a dicho radio, que puede tratarse como partícula. El paquete se desliza por la vía y llega al punto B con rapidez de 4.8 m/s . A partir de aquí el paquete se desliza 3 m sobre una superficie horizontal hasta el punto C , donde se detiene. a) ¿Qué coeficiente de fricción cinética tiene la superficie horizontal? b) ¿Cuánto trabajo realiza la fricción sobre el paquete al deslizarse este por el arco circular entre A y B ?



24. Un bloque de 3 kg está unido a dos resortes ideales horizontales, cuyas constantes de fuerza son $k_1 = 25 \text{ N/cm}$ y $k_2 = 20 \text{ N/cm}$ (ver figura). El sistema está inicialmente en equilibrio sobre una superficie horizontal sin fricción. Ahora el bloque se empuja 15 cm a la derecha y se suelta del reposo. a) ¿Cuál es la rapidez máxima del bloque? ¿En qué parte del movimiento ocurre la rapidez máxima? b) ¿Cuál es la compresión máxima del resorte 1?

