Eje temático 3

Tema 1: Leyes de Newton

Actividades. Páginas 123 y 124

1. Respuesta dirigida por el docente.
2. Respuesta dirigida por el docente.

Evaluación. Páginas 140, 141 y 142

1. Respuestas dirigidas por el docente.

Revise que los estudiantes realicen el ejercicio de acuerdo con la información proporcionada por ellos mismos y la que extraigan de sus compañeros para el desarrollo del ejercicio. Invítelos a compartir la información y revisar las respuestas en grupo.

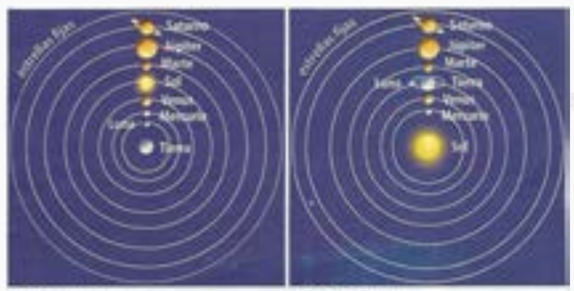
Tema 2: Ley de gravitación universal

Actividades. Página 96

1. El tipo de interacciones que hay entre los cuerpos celestes, son interacciones de atracción gravitacional, dependiente de la masa de los cuerpos y la distancia que los separa unos de otros.
2. Aunque no estamos familiarizados con el movimiento interplanetario, las fuerzas que rigen su movimiento, son de la misma naturaleza que las que rigen el movimiento de los cuerpos en la Tierra, son interacciones gravitacionales. Las características del movimiento son distintas, ya que los planetas se mueven en órbitas elípticas, y no en línea recta, pero esto se debe a la configuración de los cuerpos en el espacio, y a la gran cantidad de materia (masa) que tienen los cuerpos celestes.
3. La constante gravitacional en la Tierra tiene un valor de 9,81m/s2. Si su valor fuera más grande, los cuerpos serían atraídos a la superficie terrestre con más fuerza, y los objetos serían percibidos como más pesados. Si este valor fuera menor, los cuerpos tendrían menor atracción a la superficie, y su comportamiento revelaría mayor ligereza.
4. Los astronautas, en el espacio, experimentan ingravidez. Sus cuerpos flotan debido a que se encuentran en un ambiente en el que no hay atracción gravitacional de ningún cuerpo celeste.

Actividades. Página 146

1.



Modelo geocéntrico. Modelo heliocéntrico.

2. Respuesta dirigida por el docente.

Página 149

1. Si la temperatura de un planeta cambia, no afecta la fuerza de atracción gravitacional que sentirá otro planeta debido a este; ya que la fuerza gravitacional sólo depende de la masa y la distancia entre los cuerpos. Por el mismo argumento, si la composición del ambiente que los rodea cambia, la fuerza permanece inalterada.
2. La fuerza se expresa como Gm_2m_2/r^2

De donde

$$F = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \cdot 2Kg \cdot 2{,}7Kg}{(1{,}3m)^2} = 2 \cdot 10^{-10}N$$

Actividades. Página 152

1. El peso en un planeta se expresa como $_w$planeta=m·$g_{planeta}$

Para la sandía, en la Tierra

$$m = \frac{\omega_{Tierra}}{g_{Tierra}} = \frac{50N}{\frac{9{,}81m}{s^2}} = 5{,}1Kg$$

La masa es un valor constante, de 5,1Kg.

Y su peso en la Luna se encuentra como:

$$\omega_{Marte} = m \cdot g_{Marte} = 5{,}1Kg \cdot \frac{3{,}71m}{s^2} = 18{,}92N$$

Su peso es menor que en la Tierra, porque la atracción gravitacional de Marte no es tan grande como en la Tierra.

2. La masa es la cantidad de sustancia que tiene un cuerpo, y esta no cambia según el lugar donde esté el cuerpo. Por lo tanto 1Kg de harina seguirá siendo 1Kg en la Luna.
3. Al lanzar un objeto hacia arriba en la Tierra y en la Luna, alcanzará mayor altura en la Luna, ya que en ella hay

menor atracción gravitacional que en la Tierra, por lo tanto los cuerpos no se ven atraídos a su superficie con tanta fuerza como en la Tierra.

Evaluación. Página 153 y 154

1.

- En los tiempos antiguos se creía que el centro del Universo era la Tierra, pero ahora se ha comprobado que el modelo del Universo es heliocéntrico.
- La fuerza gravitacional entre dos cuerpos está relacionada con la tercera ley de Newton, porque los cuerpos ejercen fuerzas atractivas de igual magnitud con direcciones opuestas. Esta fuerza no depende de la temperatura de los cuerpos celestes, sino de su masa y cercanía.

2. Para el sistema original

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

Si se duplica la distancia entre ellos R` =2R`

$$F` = \frac{Gm_1m_2}{R`^2}$$

$$F` = \frac{Gm_1m_2}{(2R)^2}$$

$$F` = \frac{Gm_1m_2}{4R^2}$$

$$F` = \frac{F}{4}$$

La fuerza se reduce a una cuarta parte de la fuerza original

Si se reduce de la distancia a un tercio de la original R` =R/3

$$F` = \frac{Gm_1m_2}{R`^2}$$

$$F` = \frac{Gm_1m_2}{\left(\frac{R}{3}\right)^2}$$

$$F` = 9F$$

La fuerza se hace 9 veces más grande

3. La fuerza entre el astronauta y el satélite está dada por

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

$$F = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{12}Kg \cdot 65Kg}{(80m)^2} = 1{,}69N$$

La aceleración que siente el astronauta está direccionada hacia este, y su magnitud viene dada por la segunda ley de Newton aplicada al atronauta, como:

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1{,}69N}{65Kg} = \frac{0{,}026m}{s^2}$$

4. La masa del objeto estará dada por

W_{luna} = m x g_{Luna}

$$m = \frac{\omega_{Luna}}{g_{Luna}} = \frac{50N}{1{,}62m/s^2} = 30{,}86Kg$$

Peso en la tierra:

$$\omega_{Tierra} = m \cdot g_{Tierra} = 30{,}86Kg \cdot \frac{9{,}81m}{s^2} = 302{,}74N$$

4. La fuerza entre los bloques está dada por

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

$$F = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \cdot 325Kg \cdot 147Kg}{(75m)^2} = 6 \cdot 10^{-10}N$$

Tema 3: Campo gravitacional de los planetas

Actividades. Página 156

1. Los astronautas flotan en el espacio exterior porque están en una zona de ingravidez, es decir, al estar tan lejos, no sienten atracción gravitacional a ningún planeta.
2. La característica que hace que los cuerpos sean atraídos a la Tierra es la fuerza de atracción gravitacional de todos los cuerpos que hay en ella, hacia su centro, debido a la cercanía y la gran masa de la Tierra. Se pueden representar como vectores que apuntan desde cada cuerpo al centro de la Tierra.
3. En los demás planetas los cuerpos también son atraídos a las superficies de ellos, pero con distintas aceleraciones, ya que la magnitud de la fuerza gravitacional depende de qué tan masivo y voluminoso es un planeta, así como la distancia de los cuerpos a él.
4. La fuerza con la que un planeta atrae a un cuerpo depende de la masa del planeta, la masa del cuerpo, y la

distancia entre el centro del planeta y el cuerpo.

Actividades. Página 159

1. La constante de la gravedad en la superficie de la Tierra está dada por

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

De donde se tiene M = gR^2/ g

A una altura de 10km donde R` =R+10km se tiene

$$g` = \frac{GM}{R`^2}$$

Y como la masa es un valor constante se tiene

$$\frac{gR^2}{G} = \frac{g`R`^2}{G}$$

Simplificando

$$gR^2 = g`R`^2$$

Y despejando para g`

$$g` = \frac{gR^2}{R`^2}$$

$$g` = \frac{9{,}81m/s^2(6371kg)^2}{(6371km + 10km)^2} = 9{,}78m/s^2$$

La constante de gravitación de los planetas es un valor que disminuye conforme la distancia al centro del planeta aumenta.

2. La masa del cuerpo está dada por

$$m = \frac{\omega_{Superficie}}{g_{Superficie}} = \frac{588{,}6N}{\frac{9{,}81m}{s^2}} = 60kg$$

Entonces su peso, a 10km de altura Con respecto a la superficie de la Tierra, está dada por

ω`=mg`

Donde g` = 9,78m/s^2, del ejercicio anterior.

$$\omega` = 60kg \cdot \frac{9{,}78m}{s^2} = 586{,}8N$$

El peso de los cuerpos disminuye conforme aumenta la lejanía a la superficie terrestre.

3. Dentro de una nave espacial, actividades como comer, caminar, dormir, se vuelven difíciles ya que la nave está en una zona de ingravidez y todos los objetos flotan y no se mantienen en su sitio sin ser sujetados.

4. Si a un planeta se le agrega materia, aumentando su masa y al mismo tiempo aumentando su radio, la fuerza con la que atrae a los cuerpos en su superficie disminuirá, porque aunque la masa aumente, en la expresión de la constante gravitatoria g

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

El factor de la distancia R está al cuadrado, y la masa está al primer exponente, por lo cual es más influyente un cambio en la distancia, que un cambio en la masa.

Página 161

1. La velocidad de un satélite alrededor de un planeta es

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

- Si el planeta suplica su masa se tiene M` =2M

$$v` = \sqrt{\frac{GM`}{r}}$$

$$v` = \sqrt{\frac{G(2M)}{r}}$$

$$v` = \sqrt{2}v \approx 1{,}41v$$

Es decir, la nueva velocidad orbital es 1,41 veces la velocidad orbital inicial, su valor aumenta en un 41%.

- Si el radio con el que gira el satélite se triplica, se tiene r` =3r

$$v` = \sqrt{\frac{GM}{r`}}$$

$$v` = \sqrt{\frac{GM}{3r}}$$

$$v` = \sqrt{\frac{1}{3}}\, v \approx 0{,}58v$$

Es decir, la nueva velocidad sería menor que la original. Sería aproximadamente el 58% de la velocidad inicial.

Evaluación. Página 162

1. Cuanta más masa tiene un planeta, mayor será el campo gravitacional que produce a su alrededor. Sin embargo, un cuerpo en sus proximidades al acercarse al centro de ese planeta, sentirá una mayor atracción gravitacional hacia él.
2. El valor de la masa de un cuerpo no varía cuando es llevado a otro planeta, sino que su magnitud varía dependiendo del valor de campo gravitacional del planeta donde se encuentra.
3.

Significado: Velocidad con la que orbita establemente, un satélite o un planeta alrededor de un cuerpo celeste.

Concepto: Campo gravitacional.

Significado: Fuerza de atracción gravitacional que experimenta un cuerpo, hacia la superficie de un planeta, debido a la interacción gravitacional entre su masa y la del planeta.

Significado: Cuerpos celestes que orbitan alrededor de los planetas.

Los satélites artificiales son elaborados por los seres humanos, y son capaces de mantenerse en órbita alrededor de satélites naturales, planetas o asteroides.

Concepto: Aceleración centrípeta

Significado: Distancia promedio, en línea recta, desde el centro de un planeta hasta un punto en la superficie del mismo.

Significado: Tipo de trayectoria que describe un cuerpo al orbitar alrededor de otro, con forma de elipse. El astro o cuerpo central, se ubica en uno de los focos de la elipse, que tiene una forma como de un círculo achatado. Las orbitas de los planetas del Sistema Solar son elípticas.

4. La velocidad de Ganímides se puede expresar en m/s de esta forma

$$v = \frac{10880\cancel{km}}{s} \cdot \frac{1000m}{1\cancel{km}} = \frac{10880000m}{s} = 1{,}09 \cdot 10^{7}\, m/s$$

Y de la expresión para la velocidad orbital

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Se tiene que la distancia entre Ganímides y Júpiter es

$$r = \frac{GM}{v^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \cdot 1{,}899 \cdot 10^{27}kg}{(1{,}09 \cdot 10^{7}m/s)^2} = 1{,}07 \cdot 10^{3}m$$

Tema 4: Trabajo y energía

Actividades. Página 164

1. El funcionamiento de las montañas rusas se ve altamente beneficiado por el principio de conservación de la energía: se buscan fabricar rieles donde la fricción sea mínima, para que toda la energía del impulso que el vagón adquiere al ir de bajada, le sirva para subir las pendientes, es decir que la energía se mantenga constante y le permita al vagón terminar su recorrido.
2. Cuando un vagón se encuentra en los puntos más altos de la trayectoria de la montaña rusa, mucha de la energía de movimiento (cinética) se ha disipado, para poder subir el vagón, en contra de la atracción gravitacional que lo atrae hacia abajo; y esta energía cinética se ha convertido en energía potencial. Y como la energía cinética es proporcional a la velocidad, por eso se tiene una velocidad pequeña en dichos puntos.
3. Cuando la montaña rusa está bajando, toda la energía potencial se libera y el cuerpo vuelve a adquirir un impulso para bajar rápido, ganando energía cinética.
4. Para diseñar los rieles de una montaña rusa y los vagones, se debe procurar que sean de materiales y texturas que presenten poca fricción entre sí, para que haya una disipación mínima de energía; y la mayoría de ella pueda ser conservada.

Actividades. Páginas 170 y 171

1. La fuerza que ejerció Juan para subir la escalera, fue la suficiente para vencer la fuerza de atracción gravitacional de la Tierra, es decir, igual a su peso mg. Entonces,

$$F_{Juan} = mg = 70kg \cdot \frac{9{,}8m}{s^2} = 665N$$

Y esta fuerza está direccionada hacia arriba, en dirección del movimiento. El desplazamiento provocado por esta fuerza, es de 6m, en la misma dirección. Por lo tanto el ángulo entre ambos vectores es cero, así que cos=cos0°=1. Entonces el trabajo efectuado por la fuerza es:

$$W_{Juan} = F_{Juan} \cdot \Delta y \cdot \cos\theta = 665N \cdot 6m \cdot 1 = 3990J$$

El trabajo efectuado por Juan, para subir por la escalera es de 3990J.

2. La fuerza que Pedro ejerce para sostener el libro, es en sentido contrario al peso de éste, es decir, es hacia arriba. Y el desplazamiento de Pedro es horizontal, ya que se encuentra caminando. Por lo tanto, el ángulo entre la fuerza ejercida por Pedro, y su desplazamiento es 90°. En la definición de trabajo se tiene

W=F·d·cos

Y como cos90°=0, entonces W=0J.

Aunque parezca extraño, o increíble, el trabajo efectuado por Pedro al transportar el libro es nulo.

3. No importa la cantidad de fuerza que hayan hecho los amigos de María para sacar su carro del lodazal. Si no lograron desplazarlo, toda esa fuerza no produjo ningún trabajo. Recuerdo que el trabajo es el resultado de una fuerza aplicada, que cambia el estado de movimiento de un cuerpo.

W=F·d·cos

Y como d=0, implica que W=0J. El trabajo es nulo.

4. El trabajo está dado por

W=F·d·cos

Donde cos=0° ya que la fuerza y el desplazamiento están direccionados paralelamente.

W=150N·1,3m·cos0°=195J

5. En el movimiento del niño al descender el tobogán, la fuerza de la gravedad, es decir, su peso mg, es la responsable de atraerlo hacia la superficie, realizando un trabajo positivo ya que tanto la fuerza como el desplazamiento apuntan hacia abajo (cos=0°). Ya que desplazamiento Δy es el que se debe tomar en cuenta ya que es el que es paralelo a la fuerza de gravedad. Entonces

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W = mg \cdot \Delta y \cdot \cos\theta$$

$$W = 12Kg \cdot \frac{9{,}8m}{s^2} \cdot 1{,}6m \cdot \cos 0°$$

$$W = 188{,}16J$$

6. Por medio de la expresión

W=F·d·cos

Y sabiendo que la fuerza más efectiva es la que se aplica en dirección paralela al desplazamiento que se desea provocar en el cuerpo, se tiene cos=0°; y cos0°=1, entonces:

W=F·d

Y la fuerza se puede expresar como

$$F = \frac{W}{d} = \frac{300J}{50m} = 6N$$

7. El trabajo realizado por Juan, está dado por

W=F·d·cos

Donde cos=0° ya que la fuerza que él aplica es paralela a la rampa, y por lo tanto al desplazamiento de la caja. Entonces

$$W = 150N \cdot 1{,}3m \cdot \cos 0°$$
$$W = 195J$$

Para encontrar el trabajo que hace la fuerza de gravedad, se debe dibujar en la rampa, el cuerpo y la fuerza de gravedad, que actúa sobre él y apunta hacia abajo; y el vector de desplazamiento del mismo. Se puede notar que el ángulo entre ellos es de 116°. Entonces la expresión del trabajo de la gravedad

W=F·d·cos

Donde en este caso F = mg, el peso del cuerpo.

$$W = mg \cdot d \cdot \cos\theta$$
$$W = 9Kg \cdot 9{,}8m/s^2 \cdot 1{,}3m \cdot \cos 116°$$
$$W = -50{,}26N$$

El trabajo que realiza la gravedad es negativo, ya que la gravedad tiende a atraer los objetos a la superficie terrestre, y la caja en este caso se movía hacia arriba, en contra de la gravedad.

- El trabajo total realizado sobre el cuerpo, es la suma de todos los trabajos realizados por cada una de estas fuerzas.

$$W_{total} = W_{fuerza\ aplicada} + W_{gravedad}$$
$$W_{total} = 195J - 50{,}26J = 144{,}74J$$

8. El trabajo que realiza la fricción sobre el bloque del hielo en este proceso es:

W=f·d·cos

Donde en este caso cos=180°, ya que la fuerza de fricción apunta directamente opuesta a la dirección del desplazamiento del cuerpo.

W=30N·0,8m·cos 180°=-24J

El trabajo de la fricción es negativo porque representa una pérdida de energía, que es lo que hace que el cuerpo se detenga.

El coeficiente de fricción entre las superficies se encuentra por medio de la definición de fuerza de fricción

f=uN

Donde, si se analizan las fuerzas en el eje perpendicular a la superficie, se tiene que N=mg, y sustituyendo en la ecuación anterior

f=umg

Entonces

$$\mu = \frac{f}{mg}$$
$$\mu = \frac{30N}{9kg \cdot \frac{9{,}8m}{s^2}} = 0{,}3$$

Actividades. Página 173, 174 y 175

1. Si entre las tres personas tardaron 15 minutos, los tiempos individuales, según se indica, fueron:

- Juan: 5 min.
- Alberto: 5min y 40s
- Julia: 4min y 20s.

Si los tres corrieron la misma distancia, 1km, el que desarrolló más potencia es el que lo hizo en menor tiempo, ya que potencia se define como trabajo realizado por unidad de tiempo. En este caso es Julia la que corrió con más potencia.

2. Si la máquina recibe 8000J de energía, y el 50% se desperdicia, significa que la energía que se invierte en realizar trabajo es de 4000J, por cada minuto. Por la definición de potencia, esta se puede expresar como:

P=W/t

P=4000J/60s=66,67Watts

3. La cantidad de energía que es utilizada para producir un trabajo es: 300J-50J=250J; por cada hora. Se tiene que su potencia es:

P=W/t

P=250J/3600s=0,07Watts

Ahora, si toda la energía suministrada sirviera para producir un trabajo, y no hubiera desperdicios, la potencia sería:

P=W/t

P=300J/3600s=0,08Watts

4. La potencia de Kenneth al nadar es tal, que quema 400kcal en 30min de natación. Primero es necesario transformar las unidades de energía y tiempo.

$$400\cancel{kcal} \cdot \frac{4184J}{1\cancel{kcal}} = 1{,}67 \cdot 10^6 J$$
$$30\cancel{min} \cdot \frac{60s}{1\cancel{min}} = 1800s$$

Entonces, la potencia que Kenneth desarrolla al nadar está dada por:

$$P = \frac{W}{t}$$
$$P = \frac{1{,}67 \cdot 10^6 J}{1800s} = 929{,}78Watts$$

Si él desea quemar 630kcal, nadando a esa misma potencia, el tiempo a invertir será mayor.

$$630kcal \cdot \frac{4184J}{1kcal} = 2{,}64 \cdot 10^6 J$$

$$t = \frac{2{,}64 \cdot 10^6 J}{929{,}78Watts} = 2835s$$

Es decir, en minutos:

$$t = 2835s \cdot \frac{1min}{60s} = 47{,}25min$$

Por lo tanto, la cantidad extra de tiempo que Kenneth deberá nadar para quemar las calorías deseadas, será:

$$\Delta t = 47{,}25min - 30\ min = 17{,}25min$$

5. Si Kenneth quisiera realizar el mismo trabajo, es decir, quemar las mismas calorías, 630kcal, en 30min, tendría que nadar a una potencia mayor, así:

P=W/t

Introduciendo los datos de trabajo y tiempo transformados a unidades del S.I., según los resultados anteriores,

$$P = \frac{2{,}64 \cdot 10^6 J}{1800s} = 1466{,}67Watts$$

6. Una de las definiciones de potencia es la velocidad con que es aplicada una fuerza, es decir

P=F·v

Como el niño subió el balde con una velocidad constante, esta se puede encontrar como

$$v = \frac{\Delta y}{t} = \frac{4m}{85s} = 0{,}047m/s$$

Y la fuerza se encuentra al hacer un análisis de fuerzas en el eje vertical para el balde. Por ser un movimiento uniforme, la aceleración es cero, entonces la Segunda Ley de Newton se ve como:

$$\sum \vec{F} = 0$$

Donde las únicas fuerzas que actúan son la fuerza del niño y la de gravedad sobre el balde, que apuntan en direcciones opuestas:

F-mg=0

$$F = mg = 1{,}5kg \cdot \frac{9{,}8m}{s^2} = 14{,}7N$$

Entonces, la potencia que ejerció el niño al subir el balde es de

$$P = F \cdot v = 14{,}7N \cdot \frac{0{,}047m}{s} = 0{,}69Watts$$

Y el trabajo, se puede encontrar por dos métodos:

Por medio de su definición principal:

W=F ∆y co

Donde cos=0° y cos=1 ya que tanto la fuerza como el desplazamiento son vectores que apuntan hacia arriba, paralelamente. Se tiene que

W=14,7N·4m=58,8J

Por medio de la definición de potencia como

P=W/t

W=P·t=0,69Watts·85s=58,8J

Actividades. Página 178, 179 y 180

1. En la definición de energía cinética

E_c=1/2 mv^2

Es fácil notar la dependencia que hay entre esta, y la masa y rapidez de los cuerpos. Así que aunque el crucero y el automóvil se muevan con una misma rapidez, al tener mucho mayor masa el crucero, este será portador de una energía cinética mucho mayor que la del automóvil.

2. Si una partícula cambia la dirección de su velocidad, pero no cambia su magnitud, su energía cinética no cambia. La energía no es una cantidad vectorial, y además esta energía caracteriza la cantidad o el estado de movimiento de un cuerpo, no la dirección en que este se mueve. Además de la expresión matemática que la define, se puede ver que al estar elevado al cuadrado el término de la velocidad, al cambiar su dirección, el signo negativo de igual forma no afecta al ser su cuadrado, un resultado positivo.

3. Si un cuerpo bajo la acción de una fuerza, continúa en un estado inercial, ya sea de reposo o velocidad constante, su energía cinética no cambia. Y por el teorema de trabajo y energía cinética, se sabe que la fuerza no ha tenido la capacidad de realizar un trabajo sobre él, es decir, el trabajo realizado es cero.

4. La fuerza que hace que un niño baje de un tobogán, deslizándose, es la fuerza de gravedad. Apunta hacia abajo y es igual al peso del niño. Esta fuerza realiza un trabajo positivo al descender el cuerpo del niño y por lo tanto le aporta energía cinética, que se refleja como la

rapidez con la que el niño llega a la base del tobogán.

5. El trabajo que necesita realizar el atleta para aumentar su rapidez, está dado por el teorema del trabajo y la energía cinética

$$W = \Delta E_c = E_{cf} - E_{ci}$$
$$W = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$
$$W = \frac{1}{2}\cdot 64kg \cdot \left[\left(\frac{3{,}33m}{s}\right)^2 - \left(\frac{2{,}78m}{s}\right)^2\right]$$
$$W = 107{,}54J$$

6. Para cualquier objeto en caída libre, la fuerza que hace el trabajo es la fuerza de la gravedad, es decir, el peso del cuerpo. En este caso el desplazamiento y la fuerza apuntan paralelamente, hacia abajo. Entonces el trabajo que hace la gravedad es:

W=F·Δy·cos

Donde cos=0° y su coseno vale 1.

W=mgy

El teorema de trabajo y energía cinética sirve para encontrar con qué velocidad llega al suelo la piedra.

7. La masa del pez, expresada en kilogramos, es

400g·1kg/1000g=0,4kg

Y su energía cinética, por definición, está dada como

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 0{,}4kg \cdot \left(\frac{0{,}6m}{s}\right)^2 = 0{,}072J$$

8. La velocidad de la piedra, se puede expresar en m/s como

$$v_i = 70\frac{km}{h}\cdot\frac{1000m}{1km}\cdot\frac{1h}{3600s} = \frac{19{,}44m}{s}$$

Y de la ecuación para la energía cinética, se puede despejar la incógnita, que es su masa

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$
$$m = \frac{2E_c}{v^2}$$
$$n = \frac{2\cdot 307J}{19{,}44m} = 1{,}62k$$

9. En este caso, el valor a encontrar es la rapidez con que corre el niño.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$
$$v = \sqrt{\frac{2\cdot 600J}{45kg}} = \frac{5{,}16m}{s}$$

Si es o no posible que un niño corra con una rapidez de 5,16m/s queda a testigo y experiencia del lector.

Actividades. Página 188 y 189

1. La energía potencial de cada uno de ellos está dada por

E_p=mgy

Donde y es su altura. Para Juliana, se tiene:

$$E_p = 62kg\cdot\frac{9{,}81m}{s^2}\cdot 4{,}6m = 2$$

Y para Kevin:

$$E_p = 58kg\cdot\frac{9{,}81m}{s^2}\cdot 6m = 3410{,}4J$$

2. Requiere un mayor esfuerzo caminar hacia arriba, ya que la persona debe luchar constantemente contra la fuerza de la gravedad, que atrae su cuerpo hacia la superficie terrestre. Mientras que cuando camina hacia abajo, su cuerpo desciende "ayudado" por la gravedad, ya que está a favor de ella, por eso la persona debe realizar un menor trabajo por sí misma y se siente menos fatigada.

3. Algunos ejemplos son:

- En deportes:
  - Un patinador que se tira de una rampa y sube a la colina opuesta por el impulso y la energía potencial que se transforma en cinética.
  - Un ciclista que descansa sus piernas al no tener que pedalear en una bajada, donde su energía potencial se libera en forma de movimiento.
  - Un gimnasta que salta de un trampolín, convirtiendo la energía del resorte en energía potencial que le permite subir en su salto.
- En la vida cotidiana
  - Los péndulos de los relojes se mueven cíclicamente porque su energía se conserva, convirtiéndose cíclicamente, de cinética a potencial y viceversa.
  - Los rieles de los trenes se construyen con materiales y diseño determinados, procurando que la pérdida de energía sea mínima, y que ellos puedan transitar con la mínima perdida de energía, para ahorrar combustible

y evitar desgaste en los rieles, así como hacerlos más veloces.

- Un columpio para niños, es un péndulo que funciona por el principio de conservación de la energía.

• En la naturaleza

- Las gotas de lluvia, aunque están en reposo al caer de las nubes, llegan rápido a la superficie terrestre debido a que su energía potencial debido a la altura, se transforma en energía de movimiento al caer a la superficie.

Y se pueden pensar en infinitos más ejemplos, pues esta ley rige todo en la naturaleza.

4. El estudiante puede escoger cualquier situación de su vida cotidiana, y al analizarla, se dará cuenta de que de una forma u otra, la energía siempre se transforma, nunca se pierde.

5. La energía mecánica del vagón se conserva en toda su trayectoria. Al comparar el instante 1, en la cima del riel, y el instante 2 en la parte más baja de la ruta, se tiene:

$$E_{M1} = E_{M2}$$
$$E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2}$$
$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgy_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgy_2$$

Y se sabe que la velocidad en el instante 1 es nula, ya que el objeto parte del reposo; es decir, no tiene energía cinética. Además, la altura y en el instante 2 es nula también, es decir, el cuerpo no tiene energía potencial (porque se toma este punto como la superficie), se tiene:

$$mgy_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

Equivalente a

$$gy_1 = \frac{1}{2}v_2^2$$

Despejando para v

$$v_2 = \sqrt{2gy_1}$$
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{9{,}8m}{s^2} \cdot 35m} = 26{,}2m/s$$

Ahora, si su velocidad inicial en el punto alto de la cima, fuera de 25m/s, se tiene que

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgy_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$
$$\frac{1}{2}v_1^2 + gy_1 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{1}{2}v_1^2 + gy_1\right)}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{1}{2}\left(\frac{25m}{s}\right)^2 + \frac{9{,}8m}{s^2} \cdot 35m\right)} = 36{,}21m/s$$

6. La energía se conserva, contemplando el trabajo o la pérdida de energía que hubo debido a la fricción, así

E_M1+W_f=E_Mf

Se puede suponer que Federico se mueve por un terreno plano, ya que no se habla de ningún cambio de altura. Entonces su energía potencial no cambia, es constante. El cambio ocurre en su energía cinética, debido a la fricción con la superficie.

$$E_{C1} + W_f = E_{C2}$$
$$\frac{1}{2}mv_1^2 + W_f = \frac{1}{2}mv_2^2$$

Despejando para conocer el trabajo que realiza la fuerza de fricción

$$W_f = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$
$$W_f = \frac{1}{2}56kg \cdot [(1{,}3m/s)^2 - (2{,}4m/s)^2] = -113{,}96J$$

Este resultado es negativo, ya que la fricción provoca una pérdida de energía en el sistema.

Actividades. Página 193

1. La energía potencial elástica que es almacenada en el resorte en el instante inicial (1), se transforma en energía cinética al liberarse este (2), e imprimirle impulso a la pelota. No hay cambios significativos de energía potencial gravitacional, así que este término se desprecia.

$$E_{M1} = E_{M2}$$

$$E_{Pe1} = E_{C2}$$
$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

Simplificando y despejando para encontrar la velocidad

$$v_2 = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{\frac{800N}{m} \cdot (0{,}03m)^2}{m}}$$

Nota al profesor: en este ejercicio, por error del autor, faltó incluir el dato de la masa, para poder resolver el problema. El profesor debe proveer este dato a los estudiantes. Se puede tomar una masa de 1kg.

Actividades. Página 200

1. Durante la caída de la bolsa, la energía se conserva, además se tiene una velocidad inicial igual a cero. Entonces en el momento inicial, la energía cinética es nula, y en el momento final la energía potencial es nula ya que el objeto alcanza la base de la colina, que es el punto de referencia.

$$E_{M1} = E_{M2}$$
$$E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2}$$
$$E_{P1} = E_{C2}$$
$$mgy_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

Simplificando y despejando para encontrar la altura y de la pendiente, se tiene

$$y_1 = \frac{\frac{1}{2}v_2^2}{g}$$

$$y_1 = \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{4m}{s}\right)^2}{\left(\frac{9{,}81m}{s^2}\right)} = 0{,}81m$$

2. En el salto del nadador, la energía se conserva. La energía potencial que tiene al inicio, debido a la altura en que se encuentra, se libera en forma de energía cinética que adquiere al caer y entrar rápidamente al agua.

$$E_{M1} = E_{M2}$$
$$E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2}$$
$$E_{P1} = E_{C2}$$
$$mgy_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

Simplificando y despejando para encontrar la altura.

$$y_1 = \frac{\frac{1}{2}v_2^2}{g}$$

$$y_1 = \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{11{,}6m}{s}\right)^2}{\left(\frac{9{,}81m}{s^2}\right)} = 6{,}85m$$

Evaluación. Páginas 201, 202, 203, 204 y 205

1. El orden de los números en paréntesis, se lee como: 1 – 7 – 4 – 2 – 3 – 6 – 5

2.

- Para que sobre un cuerpo sea realizado un trabajo, se necesita que exista una fuerza aplicada sobre él, que produzca un desplazamiento en la dirección paralela a uno de los componentes de ella.
- La energía que está relacionada con el movimiento de los cuerpos y que no depende de su dirección de movimiento se llama energía cinética.

3.

4. Los datos que se tienen son:

Masa m= 40kg

Desplazamiento d= 5,2m

Fuerza aplicada F= 100N

Fuerza de fricción f= 20N

Para ambas fuerzas, se aplica la definición de trabajo como

W=F·d·cos

El trabajo realizado por el hombre es

Donde en este caso =0° y cos =1, ya que las fuerza aplicada por este es paralela a la dirección del desplazamiento del sillón.

W_F=100N·5,2m·1=520J

El trabajo realizado por la fuerza de fricción entre las superficies es

Donde en este caso =180° y cos =-1, ya que las fuerza de fricción apunta en dirección opuesta a la dirección del desplazamiento del sillón.

W_F=20N·5,2m·-1=-104J

Entonces el trabajo total, es el trabajo hecho por la fuerza aplicada más el trabajo (negativo) hecho por la fuerza de fricción. Está dado por

$$W_{total} = W_F + W_f = 520J - 104J = 416J$$

Y por medio del teorema de trabajo y energía cinética, se puede encontrar la velocidad final del sillón. Se sabe que:

$$W_{total} = \Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci}$$

Y se sabe que la energía cinética inicial es cero, puesto que el sillón parte del reposo.

Se tiene entonces:

$$W_{total} = E_{Cf}$$

$$W_{total} = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2W_{total}}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot 416J}{40kg}} = 4{,}56m/s$$

5. La energía cinética de cada cuerpo se encuentra como

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2$$

a. $E_{abeja} = \frac{1}{2} 0{,}001kg \cdot (\frac{0{,}7m}{s})^2 = 0{,}00024J = 2{,}4 \cdot 10^{-4}J$

b. $E_{señor} = \frac{1}{2} 70kg \cdot (\frac{0{,}5m}{s})^2 = 8{,}75J$

c. $E_{rama} = \frac{1}{2} 0{,}4kg \cdot (\frac{1m}{s})^2 = 0{,}2J$

Tiene mayor energía cinética el señor, después la rama, y por último la abeja. Al hacer estos cálculos no fue necesario saber en qué dirección se movía cada uno, ya que la energía cinética es un escalar, que mide la cantidad de movimiento de un cuerpo, no es un vector, entonces lo que importa es la magnitud de la velocidad y no su dirección.

6. Al estar comprimido el resorte, la energía potencial elástica que almacena está dada por

$$E_{Pe} = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E_{Pe} = \frac{\frac{1}{2} 500N}{m} \cdot (0{,}018m)^2$$

Donde la distancia de compresión está expresada en metros. La cantidad de energía potencial que puede almacenar un resorte no depende de la masa del objeto que es atado a él, sino solo de las propiedades del mismo, que son descritas por su capacidad de compresión y su constante elástica.

7. La velocidad máxima de Luisa está dada por la ley de la conservación de la energía. Al inicio del salto (instante 1), su energía es únicamente potencial gravitacional, y su energía cinética es nula, ya que parte del reposo. En el punto final de su caída (instante 2), cuando ha descendido los 55m del largo de la cuerda, su energía cinética es grande, pues toda la energía potencial que tenía al inicio se ha liberado en forma de energía de movimiento. Es conveniente en este ejercicio establecer un marco de referencia en el cual el punto y=0 es el punto donde la caída termina, y no en el fondo del río.

$$E_{M1} = E_{M2}$$

$$E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2}$$

$$E_{P1} = E_{C2}$$

$$mgy_1 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

Simplificando y despejando para conocer la velocidad

$$gy_1 = \frac{1}{2} v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2gy_1}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{9{,}81m}{s^2} \cdot 55m} = 32{,}85m/$$

8. Por la ley de conservación de la energía, se sabe que al inicio la energía es igual a la del final, menos el trabajo hecho por la fricción, que es energía que se transforma en calor por la fricción entre la ropa de Marcelo y la superficie.

E_M1+W_f=E_M2

E_C1+E_P1+W_f=E_C2+E_P2

Al inicio, en la cima del tobogán (instante 1), la energía que tiene el niño es solamente potencial gravitacional, ya que su movimiento parte del reposo. Al llegar a la base del tobogán (instante 2), su energía es totalmente cinética, ya que se define este punto como y=0 en el marco de referencia.

$mgy_1+Wf=1/2\ mv_2^{\ 2}$

Entonces, despejando para v_2, se tiene

$$v_2=\sqrt{\frac{2}{m}(mgy_1+W_f)}$$

$$v_2=\sqrt{\frac{2}{m}(mgy_1+W_f)}$$

Nota al profesor: en este ejercicio, por error del autor, faltó incluir el dato de la masa, para poder resolver el problema. El profesor debe proveer este dato a los estudiantes. Se puede tomar una masa de 1kg.

9. La potencia para levantar el saco de papas es el trabajo que cuesta levantarla, con relación al tiempo en que debe levantarse. La fuerza mínima necesaria para levantarlo debe vencer la fuerza de gravedad sobre él, es decir su peso, y el trabajo que esta fuerza realiza se encuentra por la definición de trabajo:

W=F·Δy·cos

Donde cos=0° y su coseno es igual a 1, ya que la fuerza con la que se sube el saco apunta en la misma dirección en la que este se mueve. Entonces

$$W=mg\cdot\Delta y$$

$$W=0{,}025kg\cdot\frac{9{,}8m}{s^2}\cdot1{,}6m=0{,}392J$$

Y la potencia se encuentra por medio de

$$P=\frac{W}{t}$$

$$P=\frac{0{,}392J}{3s}=0{,}131Watts$$

(En este ejercicio en realidad la masa era 25kg, no 25g. Si es posible, que el profesor indique esto a los alumnos a la hora de resolverlo. Con esta corrección, la potencia obtenida es de 131Watts.)

10. La energía potencial del inicio del movimiento, se convierte en energía de movimiento conforme el objeto desciende por la rampa.

$$E_{M1}=E_{M2}$$

$$E_{C1}+E_{P1}=E_{C2}+E_{P2}$$

$$E_{P1}=E_{C2}$$

$$mgy_1=\frac{1}{2}mv_2^{\ 2}$$

Simplificando:

$$gy_1=\frac{1}{2}v_2^{\ 2}$$

$$v_2=\sqrt{2gy_1}$$

$$v_2=\sqrt{2\cdot\frac{9{,}81m}{s^2}\cdot2m}=6{,}26m/s$$

11. La energía cinética del movimiento hecho por el conejo al del inicio del movimiento, se convierte en energía potencial conforme este se eleva en el aire. Él alcanza la altura máxima, en el punto en donde toda la energía cinética se convierte en potencial, y su velocidad alcanza un valor igual a cero.

E_M1=E_M2
E_C1+E_P1=E_C2+E_P2
E_C1=E_P2
$1/2\ mv_1\hat{}2=mgy\_2$

Simplificando y despejando para conocer la altura máxima del salto del conejo

$$gy_1=\frac{1}{2}v_2^{\ 2}$$

$$y_1=\frac{\frac{1}{2}v_2^{\ 2}}{g}$$

$$y_1=\frac{\frac{1}{2}(\frac{1m}{s})^2}{(\frac{9{,}81m}{s^2})}$$

$$y_1=0{,}051m$$

12. Toda la energía potencial elástica que se almacena en el resorte en el momento de su compresión (instante 1), se convierte en energía cinética, o de movimiento, que se le imprime al libro al liberarse del resorte (instante 2).

E_M1=E_M2
E_Pe1=E_C2
$1/2\ kx\hat{}2=1/2\ mv_2\hat{}2$

Simplificando y despejando para conocer la constante k, se tiene

$$k=\frac{mv_2^{\ 2}}{x^2}$$

$$k=\frac{1{,}2kg\cdot(1{,}7m/s)^2}{(0{,}1m)^2}$$

$$k=346{,}8N/m$$