



COLEGIO DE
BACHILLERES

*La educación como un proceso
Permanente de evolución y progreso*

COLEGIO DE BACHILLERES

Guía para presentar exámenes de Recuperación o Acreditación Especial

FÍSICA I

Guía para presentar exámenes de
Recuperación o Acreditación Especial

Física I
(Versión preliminar)

Esta guía fue elaborada por la **Secretaría Académica**, a través de la **Dirección de Planeación Académica**.

Colaboradores

Elaboración: Profra. Irene Lojero Velásquez.

Revisión y ajustes: Dra. Emma Margarita Jiménez Cisneros.

Edición: CEPAC

Corrección de estilo: Unidad de Producción Editorial

Colegio de Bachilleres, México
www.cbachilleres.edu.mx
Rancho Vista Hermosa No. 105
Ex-Hacienda Coapa,
04920, México, D.F.

La presente obra fue editada en el procesador de palabras Microsoft® Word 2002 (Office xp).

Word 2002 es marca registrada de Microsoft Corp.

Este material se utiliza en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Colegio de Bachilleres, institución pública de educación media superior del Sistema Educativo Nacional.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en forma alguna, ni tampoco por medio alguno, sea éste eléctrico, electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin la previa autorización escrita por parte del Colegio de Bachilleres, México.

AGOSTO 2006

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	V
PRÓLOGO	VII
UNIDAD I. Introducción al estudio de sistemas físicos	1
1.1 Controlar variables en sistemas físicos	3
Aplicación del conocimiento.....	4
Ejercicios.	6
Tabla de Comprobación	7
1.2 Predecir el comportamiento de sistemas físicos	8
Aplicación del conocimiento.....	11
Ejercicios.	14
Tabla de Comprobación	16
Autoevaluación	17
Clave de respuesta	18
UNIDAD II. Movimiento e interacciones mecánicas	19
2.1 Movimiento libre y movimiento forzado: Primera Ley de Newton	21
Aplicación del conocimiento.....	25
Ejercicios.	27
Tabla de Comprobación	30
2.2 Velocidad	32
Aplicación del conocimiento.....	33
Ejercicios.	35
Tabla de Comprobación	38
2.3 Relación entre el cambio de velocidad, la fuerza neta, el tiempo de aplicación y la masa: Segunda Ley de Newton	40
Aplicación del conocimiento.....	42
Ejercicios.....	46
Tabla de Comprobación	49
2.4 Interacción mecánica: Tercera Ley de Newton; aplicación de las leyes de Newton	50
Aplicación del conocimiento.....	53
Ejercicios.....	57
Tabla de Comprobación	60
2.5 Caída libre: movimiento de proyectiles y satélites	62
Aplicación del conocimiento.....	65
Ejercicios.....	68
Tabla de Comprobación	71
2.6 Método gráfico del paralelogramo	74
Aplicación del conocimiento.....	78
Ejercicios.....	82
Tabla de Comprobación	86
Autoevaluación	89
Clave de respuesta	98

UNIDAD III. Análisis energético de sistemas mecánicos	103
3.1 Energía potencial y trabajo mecánico	105
Aplicación del conocimiento.....	107
Ejercicios.	110
Tabla de Comprobación	114
3.2 Energía mecánica disponible	115
Aplicación del conocimiento.....	117
Ejercicios.	120
Tabla de Comprobación	123
Autoevaluación	125
Clave de respuesta	128

PRESENTACIÓN

La evaluación de recuperación y la de acreditación especial son oportunidades extraordinarias que debes aprovechar para aprobar las asignaturas que, por diversas razones, reprobaste en el curso normal; pero ¡cuidado!, presentarse a un examen sin la preparación suficiente significa un fracaso seguro, es una pérdida de tiempo y un acto irresponsable que puedes evitar.

¿Cómo aumentar tu probabilidad de éxito en el examen mediante la utilización de esta guía? La respuesta es simple, observa las siguientes reglas:

- Convéncete de que tienes la capacidad necesaria para acreditar la asignatura. Recuerda que fuiste capaz de ingresar al Colegio de Bachilleres mediante un examen de selección.
- Sigue al *pie de la letra* las instrucciones de la guía.
- Procura dedicarte al estudio de este material, *durante 15 días al menos, tres horas diarias continuas*.
- Contesta toda la guía: es un requisito que la presentes resuelta y en limpio al profesor aplicador antes del examen correspondiente.

PRÓLOGO

En el marco del Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006 el **alumno** tiene especial relevancia, por lo que el Colegio de Bachilleres metropolitano se ha abocado a la elaboración de diversos materiales didácticos que apoyen al estudiante en los diversos momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Entre los materiales elaborados se encuentran las guías de estudio, las cuales tienen como propósito apoyar a los estudiantes que deben presentar exámenes de Recuperación o Acreditación Especial, con objeto de favorecer el éxito en los mismos.

En este contexto, la Guía para presentar exámenes de Recuperación o Acreditación Especial de **Física I** se ha elaborado pensando en los estudiantes que por diversas causas reprobaron la asignatura en el curso normal y deben acreditarla a través de exámenes en periodos extraordinarios.

Esta guía se caracteriza por abordar, de manera sintética, los principales temas señalados en el programa de estudios, favorecer el estudio y aplicación de los conceptos, teorías, métodos y modelos experimentales, de la física, así como proporcionar elementos de autoevaluación y sugerencias en caso de que se necesite mayor información para comprender dichos temas.

En la primera unidad de la guía, denominada **INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE SISTEMAS FÍSICOS**, se abordan las propiedades de sistemas físicos sencillos, así como el comportamiento y control de diferentes tipos de variables en ellos, hasta llegar a modelos de diseños muy elementales para intentar predecir el comportamiento de estos sistemas.

En la segunda unidad, **MOVIMIENTO E INTERACCIONES MECÁNICAS**, se abordan las tres leyes de Newton en términos de sus interrelaciones y los principales conceptos implicados en sus estudio y aplicación como son: movimiento, velocidad, fuerza neta, caída libre, los diferentes tipos de energía, peso, fuerza de gravedad, etc. Al final de esta unidad se revisa de manera general el método gráfico del paralelogramo para que el alumno tenga elementos adicionales para el cálculo de las fuerzas presentes en sistemas físicos sencillos.

La tercera unidad, **ANÁLISIS ENERGÉTICO DE SISTEMAS MECÁNICOS**, aborda los conceptos de las diferentes energías presentes en todos los procesos y fenómenos físicos que tienen lugar en la realidad: energía potencial gravitatoria y elástica, así como energía cinética traslacional y rotacional, incluyendo su comportamiento en sistemas mecánicos sencillos hasta abarcar el concepto de conservación de la energía; de manera importante, a través de ejemplos y ejercicios se plantean las múltiples maneras en que se implican unas a otras todas estas formas de energía

Por último se proporciona una bibliografía básica para consultar en fuentes originales los temas desarrollados en la guía.

Unidad 1

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE SISTEMAS FÍSICOS

1.1 CONTROLAR VARIABLES EN SISTEMAS FÍSICOS

Aprendizajes

- Controlar variables en sistemas físicos sencillos

La Física es una ciencia que estudia a la naturaleza, Y en ésta intervienen tantos fenómenos que estudiarla de manera integral es imposible. Para aprender sobre ella, se le divide regularmente en partes ó fenómenos.

Los fenómenos se separan para su estudio pero como muchos de ellos no están bajo nuestro control, sólo se eligen aquellos elementos que puedan representar su comportamiento, elementos que sea posible manipular en nuestras condiciones: el aula, el laboratorio escolar e incluso en casa. La elección de este conjunto de elementos conforma un **sistema físico**.

Los sistemas físicos no existen como tales en la naturaleza, son creaciones que el hombre hace para poder estudiarla y comprenderla. Para que aprendas Física, los profesores seleccionan sistemas físicos en los que puedas controlar sus condiciones y comprender las causas y efectos de los fenómenos que se proponen en los programas de estudio.

En los sistemas físicos hay aspectos que se pueden cambiar y otros no. A los primeros se les llama **variables** y a los segundos, en contraposición, **constantes**.

Existen variables que son relevantes o significativas para el fenómeno en estudio y otras que no lo son. Las primeras, las que son importantes e intervienen en el fenómeno, son aquellas que interesa controlar.

Las **variables relevantes o significativas** pueden ser **variables independientes o variables dependientes**. **A las primeras puedes modificarlas, mientras las segundas son las que cambian como consecuencia de aquello que modificaste (de ahí el nombre de variables dependientes: dependen de otras variables).**

Esta idea es trascendental en el estudio de la ciencia, porque en ella se establece la relación causa – efecto.

Así, el propósito de este tema es aprender a controlar las variables que intervienen en los sistemas físicos que te propone el profesor o que tú diseñes, de forma que seas capaz de modificar causas para obtener los efectos deseados. Es muy importante identificar a los componentes de un sistema para. controlar las variables que intervienen y así comprender el fenómeno que se estudia a través ese sistema.

En la Figura 1.1 se sintetizan las ideas anteriores.

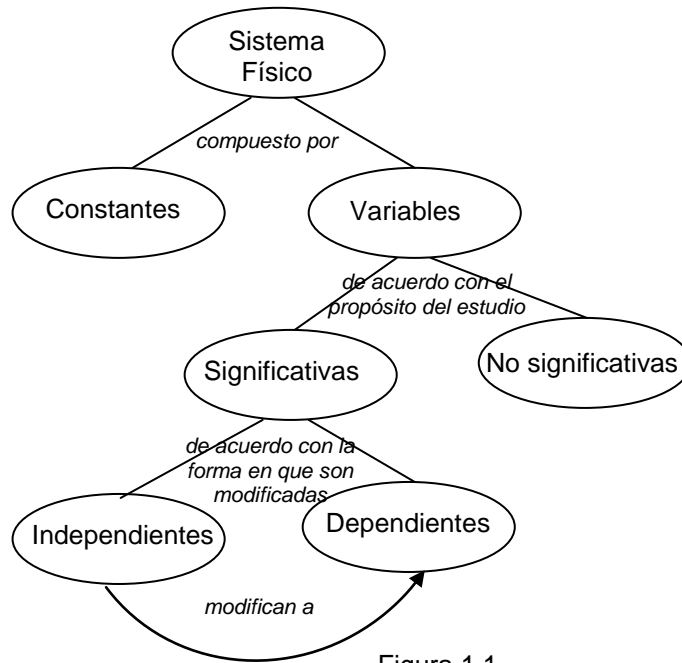
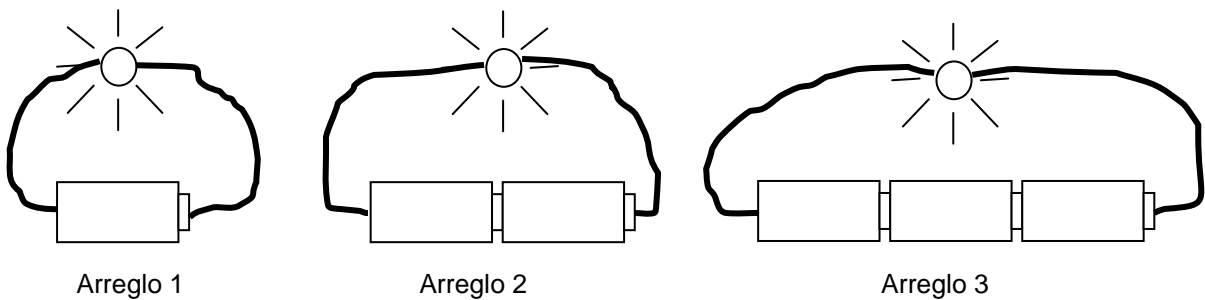


Figura 1.1

El siguiente ejercicio presenta un sistema físico en el cual es necesario controlar variables. Probablemente esta actividad te sea familiar, pero si tienes dudas sobre lo que plantea el ejercicio consigue dos o tres pilas tamaño AA, 1 o 2 metros de cable para timbre calibre 10, 12 o 14 y tres o cuatro focos de 1.5 volts y realiza el experimento.

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Para analizar el brillo de los focos en un circuito eléctrico sencillo, un estudiante consiguió 3 pilas AA de color rojo, varios trozos de cable de diferente longitud calibre 12 y cuatro focos de 1.5 volts. Con estos elementos construyó los siguientes arreglos y observó el brillo del foco.



A continuación elaboró una lista de aspectos de este sistema.

1. Color rojo de las pilas
2. Tamaño de los cables
3. Brillo de los focos
4. Volts de los focos
5. Cantidad de pilas
6. Tamaño de las pilas

De estos aspectos:

- ¿Cuál es constante?
- ¿Cuál es variable?
- ¿Cuál es variable significativa?
- ¿Cuál es variable no significativa?
- ¿Cuál es variable independiente?
- ¿Cuál es variable dependiente?
- ¿Qué variable controló el estudiante?

Respuesta	
Constantes	color rojo de las pilas volts de los focos tamaño de las pilas.
Variables	longitud de los cables brillo de los focos cantidad de pilas
Variables significativas	brillo de los focos cantidad de pilas
Variable no significativa	longitud de los cables
Variable independiente	cantidad de pilas (porque fue modificada por el estudiante)
Variable dependiente	brillo de los focos (porque cambia con la cantidad de pilas que es la variable independiente)
Variable que controló el estudiante	cantidad de pilas y como consecuencia brillo de los focos

Reflexiona sobre el ejemplo anterior y resuelve con el mismo razonamiento el siguiente ejercicio

Con los elementos del sistema físico del ejercicio anterior, dibuja tres arreglos en que muestres cómo analizarías el comportamiento del brillo de acuerdo con la cantidad de focos.

1. ¿Modificarías la cantidad de pilas? ¿Por qué?
2. ¿Cuál es la variable independiente?
3. ¿Cuál es la variable dependiente?

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención estos reactivos. Si tienes alguna duda realiza las actividades que en ellos se proponen; requerirás objetos que puedes encontrar en tu entorno.

1. Al afinar una guitarra, al girar las clavijas se modifica la tensión de las cuerdas, lo que cambia el tono con que vibran, haciéndolo más grave o más agudo.
En este caso la variable que se controla de manera directa es: _____
Y, como consecuencia se modifica: _____.
2. Un niño jugaba con un trozo de plastilina y una cubeta con agua. Metió la plastilina, figura 1, y no flotó, es decir, se hundió en el agua. Después cambió de forma la plastilina, y obtuvo algo como lo que se muestra en la figura 2. Puso nuevamente la plastilina en el agua y entonces flotó.

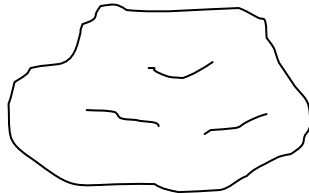


Figura 1. Plastilina compacta.

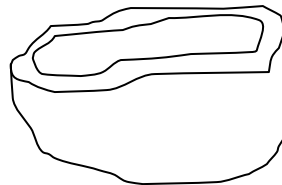


Figura 2. Plastilina con forma de 'cazuela'.

Explica cómo controló las variables.

3. Cuando no es posible encender focos en tu casa, es muy probable que enciendas una vela. Al poner objetos entre la vela y la pared, se forman sombras. Indica qué variables controlarías para cambiar el tamaño de la sombra.

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	La variable que se controla de manera directa es la tensión de las cuerdas y, en consecuencia, se modifica el tono con que vibran las cuerdas.
2	Al modificar la forma de plastilina, el niño cambió a la variable independiente y, en consecuencia, cambió la flotabilidad, que es la variable dependiente.
3	Las variables independientes que es necesario controlar para modificar el tamaño de la sombra (variable dependiente) son: tamaño del objeto y distancia del objeto a la vela o a la pared.
Sugerencias: Si no resolviste correctamente alguna de las actividades analiza el comportamiento del sistema físico identificando cada uno de los aspectos del esquema anterior. Esto te permitirá identificar la variable dependiente y la independiente, que se deben controlar. Si no has vivido la experiencia y tienes dificultades para imaginar estas situaciones, realízalas; el material empleado es fácil de conseguir.	

1.2 PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS FÍSICOS

Aprendizajes

- Predecir el comportamiento de sistemas físicos sencillos

El control de variables te permite modificar a la variable independiente para que, en consecuencia, se modifique la variable dependiente. Así puedes dar origen a causas que produzcan los efectos que desees.

Cuando has estudiado con detalle el comportamiento de un sistema físico, sabes qué causas originan qué efectos, es decir, sabes cómo la variable independiente modifica a la variable dependiente. Con este conocimiento es posible que, **si sabes cómo se cambia a la variable independiente, puedas predecir lo que sucederá con la variable dependiente.**

En la escuela, los experimentos aunque sencillos, son importantes porque te permiten aprender cómo predecir el comportamiento de sistemas físicos. Estas ideas pueden trasladarse a situaciones más complicadas a las que se presentan en el aula. Por ejemplo, en aeronáutica, aunque los sistemas físicos sean más complejos, la idea fundamental para diseñar aeronaves es que vuelen satisfactoriamente a determinadas alturas y con ciertas velocidades, es la modificación de variables independientes para obtener variables dependientes adecuadas.

Para predecir el comportamiento de un sistema físico es necesario que antes se le haya estudiado, se hayan identificado y modificado las variables independientes y registrado el comportamiento de las variables dependientes. **Predecir no es adivinar, es retomar la información registrada sobre el comportamiento de las variables seleccionadas y, a partir de ellas, señalar el comportamiento del sistema.** Esto se logra a través de la experimentación.

Hacer una aeronave no es igual a trabajar con pilas y focos en el laboratorio; sin embargo, la forma de proceder es la misma en ambos casos, ya que se basa en descubrir relaciones causa-efecto. El constructor de aeronaves tiene suposiciones como:

“si yo modifico ‘x’ (por ejemplo la forma de las alas), entonces se modifica ‘y’ (el efecto de la resistencia del aire)”.

Esto se resume en: si modifico esa variable independiente, en consecuencia se modifica esa variable dependiente. En ciencia es lo que se llama una **hipótesis**; una suposición razonable sobre la relación entre variables que puede ser comprobada experimentalmente. La **experimentación**, por su parte, es poner a prueba una hipótesis para saber si es o no cierta.

Recuerda que para estudiar la naturaleza el hombre recurre al apoyo de sistemas físicos. Con ellos se experimenta (se ponen a prueba hipótesis) y se puede predecir el comportamiento de las variables. Estos resultados permiten comprender el comportamiento de la naturaleza. Así es como hacemos ciencia.

La **predicción** permite saber con antelación el comportamiento de los aspectos de un fenómeno; sin embargo, en Física hay que precisar cómo es el comportamiento de las variables. Por ejemplo, el constructor de aeronaves desea saber si la resistencia del aire aumenta o disminuye cuando modifica la forma de las alas; y si aumenta o disminuye, en cuánto lo hace. Para ello, además de saber qué variable modifica a qué otra variable, es necesario conocer cómo y en cuánto lo hace. Es decir, además de identificar qué variables están relacionadas es necesario entender cómo están relacionadas.

Las **relaciones** entre las variables pueden ser de dos tipos: **cualitativas y cuantitativas.**

En las **relaciones cualitativas** no es necesario medir cuánto cambian las variables; es suficiente identificar si hay aumento o disminución en su magnitud. Es frecuente que a éstas se les llamen simplemente **relaciones**, pueden ser **directas**, cuando al aumentar/disminuir la variable independiente como consecuencia aumenta/disminuye la variable dependiente, o **indirectas** (también llamadas inversas), cuando al aumentar la variable independiente, disminuye la variable dependiente o viceversa. Estas relaciones permiten hacer predicciones cualitativas.

Ejemplos:

Relación directa	<p>Al aumentar la cantidad de agua que un ama de casa pone en un recipiente sobre la estufa, aumentará el tiempo que tarda en hervir.</p> <p>El tiempo que tarda en hervir (variable dependiente) aumenta al aumentar la cantidad de agua (variable independiente).</p> <p>Predicción: si el ama de casa pone menos agua, tardará menos tiempo en hervir.</p>
Relación indirecta (inversa)	<p>Al aumentar la cantidad de productos que se ponen dentro de un carrito de autoservicio, disminuye la facilidad con que se mueve.</p> <p>La facilidad de movimiento (variable dependiente) disminuye al aumentar la cantidad de productos (variable independiente).</p> <p>Predicción: si se disminuye la cantidad de productos dentro del carrito, aumentará la facilidad para moverlo.</p>

En las **relaciones cuantitativas** sí se requiere medir; saber en cuánto aumentan o disminuyen las variables. A éstas se les llama **relaciones de proporcionalidad o sólo proporciones**.

Para que haya relación de proporcionalidad o proporción entre una variable independiente y una dependiente se necesita medir la magnitud a la que corresponden. Las **proporciones** pueden ser **directas** o **indirectas**. En las primeras, al duplicar, triplicar... la variable independiente se duplica, triplica... la variable dependiente; al reducir a la mitad, tercera parte... la variable independiente, se reduce a la mitad, tercera parte... la variable dependiente. En las relaciones indirectas al duplicar, triplicar... la variable independiente, se reduce a la mitad, tercera parte... la variable dependiente.

Ejemplos:

Proporción directa	<p>Un carpintero compró 30 clavos y pagó 9 pesos. Posteriormente se dio cuenta que le hacían falta algunos clavos y compró otros 10 y pagó 3 pesos.</p> <p>La variable dependiente (cantidad pagada) se redujo a la tercera parte al reducir a la tercera parte la variable independiente (cantidad de clavos)</p> <p>Predicción: si el carpintero comprara 60 clavos tendría que pagar 18 pesos.</p>
--------------------	--

UNIDAD 1

<p>Proporción indirecta (inversa)</p>	<p>Una familia de cinco personas compró un entero de lotería. Tuvieron suerte y ganaron. A cada uno le tocaron 200 pesos. Otra familia de 10 personas, procedió de igual manera en el mismo sorteo y ganaron el mismo premio, sólo que a cada uno le correspondieron 100 pesos.</p> <p>La variable dependiente (cantidad de dinero) disminuyó a la mitad al aumentar al doble la variable independiente (cantidad de personas).</p> <p>Predicción: si el entero lo hubiera comprado una familia de 20 personas, les hubieran tocado 50 pesos de premio a cada uno.</p>
---------------------------------------	---

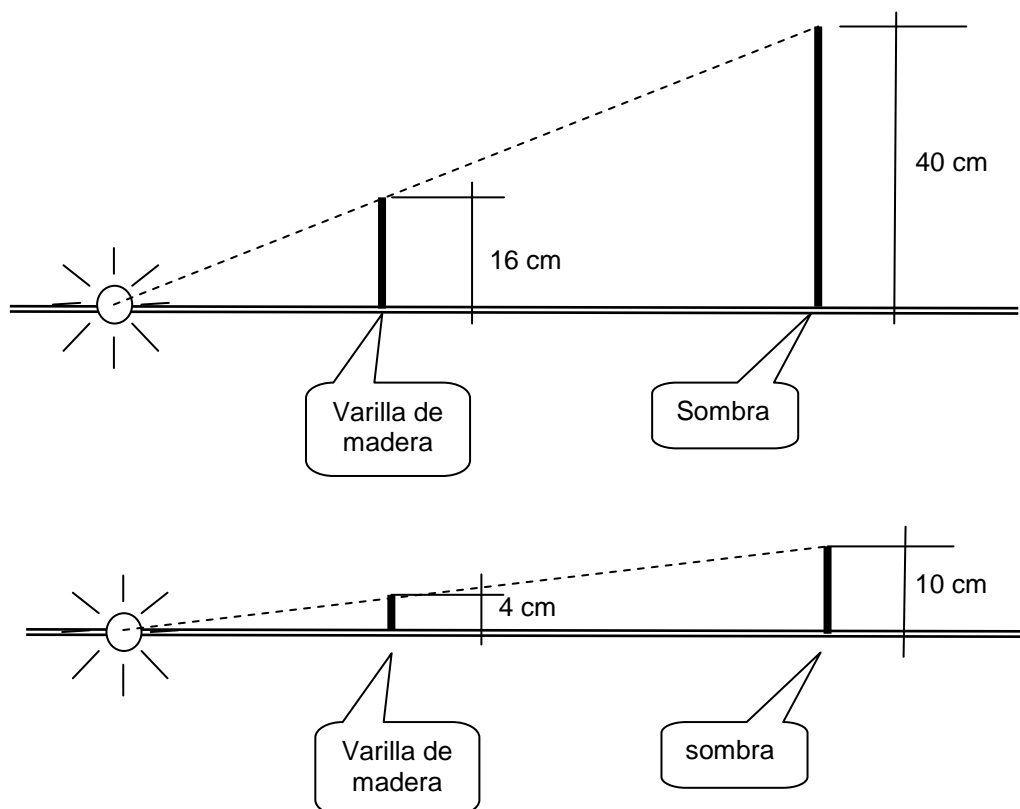
Las relaciones de proporcionalidad son de especial interés para la ciencia porque a partir de ellas es posible **construir fórmulas o modelos matemáticos y construir gráficas**, lo que posibilita el hacer **predicciones cuantitativas** de los fenómenos estudiados.

Cabe mencionar que en ocasiones aunque se midan las variables, éstas no se comportan como las proporciones. En este caso se tienen solamente relaciones.

Ejemplos:

<p>Relación indirecta (inversa)</p>	<p>Una persona con sobrepeso decidió hacer ejercicio para bajar de peso. Llevó semanalmente el registro del tiempo que hacía ejercicio y de su peso.</p> <p>Semana 1: 20 minutos de ejercicio diario, 96 kg Semana 2: 40 minutos de ejercicio diario, 95 kg Semana 3: 60 minutos de ejercicio diario, 91 kg</p> <p>La variable dependiente (peso) disminuyó al aumentar la variable independiente (tiempo de ejercicio).</p> <p>Como se observa no existe una relación de proporcionalidad ni directa ni indirecta, porque al aumentar el tiempo de ejercicio al doble o al triple, el peso no disminuyó a la mitad o a la tercera parte. Se trata de una relación indirecta.</p> <p>Predicción: al aumentar el tiempo de ejercicio diario, disminuirá el peso.</p>
-------------------------------------	--

Cuando se estudia a la naturaleza a través de sistemas físicos, normalmente **primero** se identifican las variables, **luego** se verifica si están relacionadas (cuál es la variable independiente y cuál la dependiente), **a continuación** se establecen las relaciones y, **finalmente**, las proporciones.



Con base en los esquemas completa el párrafo siguiente:

La variable independiente es _____ y la variable dependiente es _____. Esto se debe a que el tamaño de la sombra cambia como consecuencia de modificar _____. Entre estas dos variables existe una _____ porque al duplicar el tamaño de la varilla de madera se duplica _____. Esto permite predecir que si se coloca una varilla de 32 cm se formará una sombra de ____ cm. O que para tener una sombra 5 cm, la varilla de madera debe medir ____ cm.

Respuestas:

II. La variable independiente es el tamaño de la varilla de madera y la variable dependiente es el tamaño de la sombra. Esto se debe a que el tamaño de la sombra cambia al modificar el tamaño de la varilla de madera. Entre estas dos variables existe una proporción directa porque al duplicar el tamaño de la varilla de madera, se duplica el tamaño de la sombra. Esto permite predecir que, si se coloca una varilla de 32 cm, se formará una sombra de 80 cm, o que para tener una sombra de 5 cm, la varilla de madera debe medir 2 cm.

Para resolver

1. Elabora un cuadro sinóptico o un esquema de ideas en el que se presente los tipos de relaciones que se revisaron. Incluye sus características. Esto te apoyará para responder las cuestiones siguientes.
2. Reflexiona cómo cambia la estatura de acuerdo con la edad. En este caso:
 - a. ¿Cuál es la variable independiente?
 - b. ¿Cuál es la variable dependiente?
 - c. ¿Qué relación existe entre ellas? Explica.
 - d. ¿Qué altura tendrás cuando tengas 45 años?
3. Un estudiante dejó caer en varias ocasiones un filtro para café (con forma de canasta) y registró la altura desde que dejaba caer el filtro y el tiempo en que éste llegaba al piso. Con esta información construyó la siguiente tabla:

Altura en cm	Tiempo en s
60	2
120	4
180	6
210	7

- a. ¿Cuál es la variable independiente?
- b. ¿Cuál es la variable dependiente?
- c. ¿Qué relación existe entre ellas? Explica.
- d. Si se deja caer el filtro desde una altura de 30 cm, ¿en cuánto tiempo llegará al piso?
- e. Cuando el filtro tarda 5 segundos en caer, ¿desde qué altura se soltó?

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención la siguiente información y escribe sobre la línea las palabras que completen correctamente los enunciados.

1. Con base en tu experiencia en el comportamiento de las siguientes variables indica si entre ellas existe una proporción, y si es directa o indirecta.
 - a. Entre la cantidad de abejas y la cantidad de miel que producen: _____
 - b. Entre la cantidad de refrescos y el dinero que pagas por ellos: _____
 - c. Entre el premio de un boleto de lotería y la cantidad de personas que le entraron a la 'vaquita' _____
 - d. Entre la cantidad de estudiantes de una clase y la atención personalizada que puede darles el profesor: _____

2. A continuación se presenta la relación que existe entre las variables en algunos sistemas físicos sencillos. Analízala.
 - Entre la longitud de una cuerda y la agudeza del tono con que vibra existe una relación inversa.
 - Entre el volumen de agua y el tiempo que tarda en hervir a partir de la temperatura ambiente existe una relación directa.
 - Entre la fuerza que se aplica a un resorte y su alargamiento existe una proporción directa.

Ahora realiza predicciones sobre el comportamiento de estos sistemas.

- a. Al aumentar la longitud de la cuerda, ¿qué sucederá con la agudeza del tono con que vibra?

- b. ¿Qué se debe hacer con la longitud de una cuerda para que vibre con un tono más agudo?

- c. Si se duplica el volumen de agua, ¿se duplicará el tiempo que tarda en hervir?

- d. Si se duplica la fuerza aplicada al resorte, ¿qué sucederá con su alargamiento?
- e. ¿Qué será necesario hacer para que el alargamiento del resorte se reduzca a la tercera parte?
3. Un entrenador, para valorar el desempeño de un atleta, midió y registró en varios momentos la distancia que recorría y el tiempo que empleaba, a partir de la línea de meta. Los datos del entrenador aparecen en la siguiente tabla:

Registro	Distancia en metros	Tiempo en segundos
1	0	0
2	15	1
3	45	3
4	60	4
5	90	6

- a. ¿Qué tipo de relación existe entre la distancia recorrida y el tiempo empleado? Explica.
- b. ¿Cuánto tiempo empleará el atleta para recorrer 150 metros?
- c. ¿Qué distancia recorrerá el atleta en 8 segundos?

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	a) Relación directa. b) Proporción directa. c) Proporción indirecta. d) Relación indirecta.
2	a) La agudeza disminuirá. b) Disminuir la longitud de la cuerda. c) Aunque el tiempo aumenta, no se duplicará porque entre el volumen de agua y el tiempo para que hierva existe sólo una relación. d) El alargamiento se duplicará. e) Se debe reducir la fuerza aplicada a la tercera parte.
3	a) Existe una proporción directa porque al duplicar, triplicar... la distancia recorrida, el tiempo empleado se duplica, triplica... b) 10 s c) 120 m
<p>Sugerencias: Si no resolviste correctamente los reactivos anteriores, revisa el esquema en el que identificaste el tipo de relación que hay entre las variables y sus características. Emplea este esquema para dar nuevamente respuesta a los reactivos. Guíate con él. Compara las características que señalaste con las situaciones que se presentan en los reactivos. Si te posible, comenta tus respuestas con otros compañeros y/o con un profesor de física.</p>	

AUTOEVALUACIÓN

Cuentas con 20 minutos para contestar todos los ejercicios.

INSTRUCCIONES: Lee atentamente los siguientes ejercicios y anota la respuesta que consideres correcta para cada caso.

1. Escribe en el paréntesis la letra que corresponda.

- | | |
|---|---|
| <p>1. () Se presenta cuando al aumentar la variable independiente, disminuye la variable dependiente</p> <p>2. () Variable que directamente puede modificar el investigador</p> <p>3. () Aspecto que no cambia al estudiar un sistema físico</p> <p>4. () Variable que depende de otra variable</p> <p>5. () Se presenta cuando al duplicar la variable independiente, se duplica la variable dependiente</p> <p>6. () Aspecto que cambia al estudiar un sistema físico</p> | <p>a. Variable independiente</p> <p>b. Variable significativa</p> <p>c. Proporción directa</p> <p>d. Relación directa</p> <p>e. Variable dependiente</p> <p>f. Constante</p> <p>g. Variable no significativa</p> <p>h. Relación indirecta</p> <p>i. Proporción indirecta</p> <p>j. Variable</p> |
|---|---|

2. Lee con atención y contesta en la línea lo que se solicita.

En una actividad experimental un estudiante colocó 300 ml. de agua en cuatro vasos de precipitados iguales. Midió su temperatura con un termómetro y encontró que todos se encontraban a 21°C. Los colocó en cuatro parrillas eléctricas iguales, sólo que los dejó sobre éstas durante tiempos diferentes: al primero 2 minutos, al segundo 4 minutos, al tercero 6 minutos y al último 10 minutos. Las temperaturas que alcanzaron estos vasos fueron: 31° C, 41° C, 52° C y 72° C, respectivamente. Señala:

- a. ¿Cuál es la variable independiente? _____
- b. ¿Cuál es la variable dependiente? _____
- c. ¿Qué tipo de relación existe entre la variable independiente y la variable dependiente?

- d. Un estudiante colocó sobre una parrilla eléctrica un quinto vaso de precipitados del mismo tipo, con la misma cantidad de agua e igual temperatura inicial, sólo que olvidó registrar el tiempo que estuvo sobre la parrilla. Cuando midió su temperatura encontró que ésta era de 46° C, aproximadamente. ¿Cuánto tiempo estuvo sobre la parrilla?

CLAVE DE RESPUESTA

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	(h) (a) (f) (e) c) (j)
2	a) tiempo del vaso de precipitados sobre la parrilla. b) temperatura final. c) relación directa. d) más de 4 pero menos de 6 segundos; 5 es una buena aproximación.

Unidad 2

MOVIMIENTO E INTERACCIONES MECÁNICAS

2.1 MOVIMIENTO LIBRE Y MOVIMIENTO FORZADO: PRIMERA LEY DE NEWTON

Aprendizajes

- Interpretar cualitativamente el concepto de movimiento con $F_n = 0$.
- Interpretar cualitativamente el concepto de movimiento con $F_n \neq 0$.
- Interpretar el concepto de fuerza neta.

Muchas de las cosas que observas día a día cambian de posición, como un auto en movimiento, un alumno que se dirige a la escuela, los jugadores de un partido de futbol, una hoja que cae de un árbol o cuando viajas en bicicleta.

En general la experiencia nos hace pensar que siempre que apliquemos una fuerza un objeto ha de moverse, pero esto no siempre sucede así. Basta recordar que en alguna ocasión hemos tratado de mover un coche o un refrigerador sin lograrlo, por lo que **la aplicación de una fuerza no necesariamente conlleva un movimiento**.

Por otro lado, también se piensa que si un objeto se mueve es porque sobre él actúa una fuerza, pero tampoco sucede siempre así. Recuerda que cuando patinas o viajas en bicicleta hay momentos en los que no aplicas fuerza y, sin embargo, te mueves. Por tanto **mantener un movimiento no necesariamente conlleva una fuerza**.

Para comprender las ideas anteriores es necesario estudiar la noción de fuerza neta y de movimiento.

Es frecuente que sobre un objeto actúen varias fuerzas al mismo tiempo y que su efecto se combine para conformar uno solo. Por ejemplo, cuando una lancha cruza un río (figura 1.1), existe una fuerza que la impulsa para atravesarlo, pero también existe una fuerza originada por la corriente. Al combinar los efectos de las dos fuerzas, el movimiento de la lancha no corresponde a la fuerza que la impulsa para atravesar el río, ni a la fuerza que ejerce la corriente. El efecto final corresponde al que originaría una sola fuerza llamada **fuerza resultante o fuerza neta**. Es decir, *la fuerza resultante o neta es aquella que produciría los mismos efectos de todas las fuerzas aplicadas en conjunto sobre un cuerpo*.

Las fuerzas netas o resultantes no son aplicadas por algún cuerpo, son el resultado de la acción conjunta de varias fuerzas.

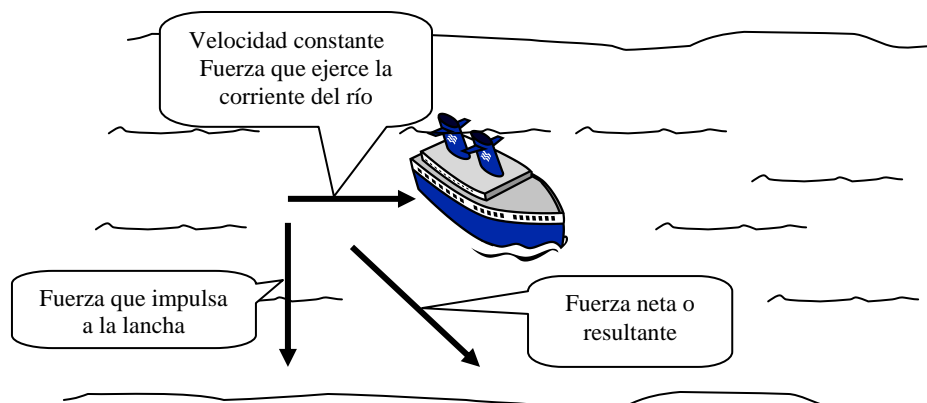


Figura 2.1

Identificar la fuerza neta (F_n) es importante porque el estado de movimiento o reposo de un cuerpo depende de ella. Recuerda que las fuerzas se representan mediante flechas que indican su dirección y sentido. Además, la longitud de la flecha se puede hacer a escala para representar qué tan grande o pequeña es la magnitud de una fuerza. Sus unidades son newtons (N). Observa que figura 2.2, representa el cálculo sencillo de una fuerza neta.

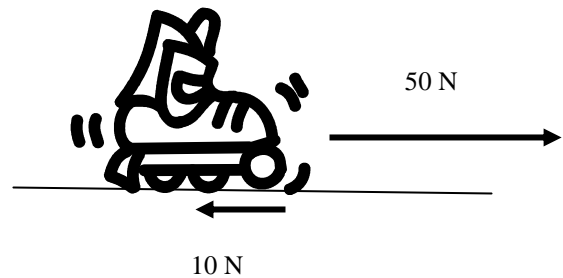


Figura 2.2

Fuerza Neta = 40 N hacia la derecha. El patín se mueve hacia la derecha

Cabe mencionar que, en el estudio del movimiento en este tema, toda la masa de un cuerpo se concentra en un punto y que sobre éste se aplican las fuerzas. Así, no se considera que la forma de los objetos influya en su movimiento y tampoco se piensa que se deforman. A partir de estas consideraciones, las fuerzas que se aplican en la Figura 2.2 se ubican en el diagrama de fuerzas de la figura 2.3.

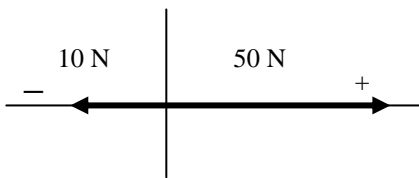


Figura 1.3

En esta figura las dos fuerzas se representan en un eje cartesiano como en Matemáticas. Ambas parten de un mismo origen y se encuentran en la misma línea de acción. Por ello, estos conjuntos de fuerzas se llaman 'Sistemas de fuerzas colineales'. Éstos son los sistemas de fuerzas más sencillos y para estimar la fuerza neta o resultante basta poner signo a cada una de ellas (+ o - dependiendo de la referencia) y sumarlas algebraicamente.

Así, en el caso del patín, matemáticamente se tendría: $F_n = 50 \text{ N} - 10 \text{ N} = 40 \text{ N}$. El signo '+' se emplea para fuerzas aplicadas hacia la derecha y el signo '-', para fuerzas aplicadas hacia la izquierda.

El movimiento se presenta cuando un objeto cambia de posición con respecto a una referencia empleando un espacio de tiempo.

El movimiento depende de la referencia; un mismo objeto puede estar y no estar en movimiento dependiendo desde donde se le estudie. Por ejemplo, para nosotros el salón de clase no se mueve, pero para una persona que se encuentra fuera de la Tierra, el mismo salón de clase sí se mueve. El concepto de movimiento es entonces relativo.

La elección de la referencia depende de la persona que realiza el estudio. Pero cada quién escoge la referencia que le place, un mismo objeto podría tener diferentes tipos de movimiento e incluso estar en reposo y esto podría generar confusiones. Por ello, en Física se sugiere utilizar referencias comunes. Un ejemplo es el eje cartesiano, figura 2.3. En este esquema incluso se consideró positiva la dirección de la fuerza hacia la derecha y negativa hacia la izquierda, de manera análoga a como se trabaja en Matemáticas.

Para facilitar el estudio de los tipos de movimiento y las fuerzas con las que se asocia, se acostumbra clasificarlos en dos grandes grupos:

- Movimiento libre.** Éste se presenta cuando la fuerza neta es cero, es decir, cuando existen varias fuerzas cuyos efectos se cancelan entre sí o cuando simplemente no existen fuerzas.
- Movimiento forzado.** Éste se presenta cuando la fuerza neta NO es cero, es decir, que los efectos de las fuerzas no se cancelan entre sí, pues existe una fuerza neta o resultante y un efecto originado por ésta.

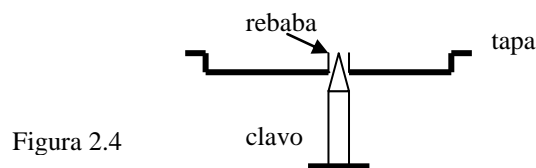
Desde esta perspectiva parece sencillo identificar si un objeto tiene movimiento libre o forzado, basta con saber si la magnitud de la fuerza neta es cero o diferente de cero. Sin embargo, predecir el tipo de movimiento que tendrá un objeto no es fácil, ya que en general no vemos las fuerzas que actúan sobre él. Así, para el estudio del movimiento se recurre a aspectos (o variables) que podamos percibir e incluso medir fácilmente. **Las variables importantes para el estudio del movimiento son la distancia recorrida y el tiempo empleado.** Ya has trabajado con estas variables; has medido distancias con reglas o con flexómetros y tiempos con cronómetros o con relojes.

Para el **movimiento libre** estas variables se caracterizan porque **se recorren distancias iguales en tiempos iguales.** De acuerdo con lo visto en la Unidad I, este comportamiento corresponde a una **proporción directa entre la distancia recorrida y el tiempo empleado**, (al duplicar, triplicar... el tiempo, la distancia se duplica, triplica... o al reducir a la mitad, tercera parte... al tiempo, la distancia se reduce a la mitad, tercera parte...) y su **trayectoria es rectilínea.**

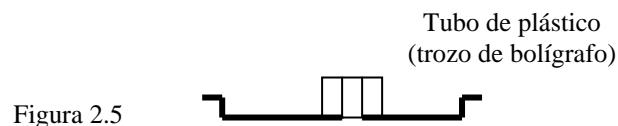
El movimiento libre se puede estudiar a través de un disco de baja fricción.

Para construirlo consigue una tapa metálica y un globo pequeño. Puede ser de un envase de leche o chocolate en polvo, café o algún otro producto.

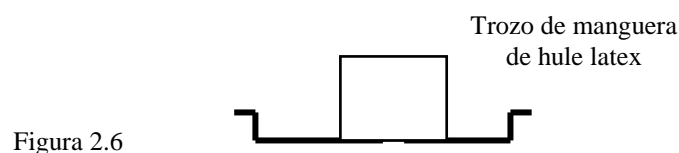
1. Perfora con un clavo el centro de la tapa. Procura hacerlo como muestra la figura de forma que la rebaba NO quede en la parte inferior de la tapa (figura 2.4).



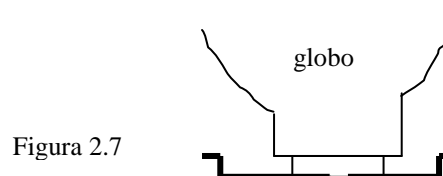
2. Pega el tubo (trozo de bolígrafo) a la tapa con el pegamento plástico (figura 2.5)



3. Si es necesario coloca un trozo de manguera para ensanchar el diámetro del tubo y que se pueda colocar un globo (figura 2.6).



4. Infla el globo y ponlo en la manguera (o en el tubo). Coloca tu disco de baja fricción sobre una superficie pulida, dale un pequeño golpe y analiza su movimiento. Coloca marcas con cinta adhesiva a distancias iguales y mide los tiempos en que tarda en recorrer estas distancias (Figura 2.7).



Otra alternativa para el estudio del movimiento libre es emplear un carro de pilas que se desplace en línea recta. En este caso el estudio del movimiento consistirá en poner marcas a intervalos iguales de distancia (distancias iguales) y medir el tiempo que el móvil emplea en recorrer estos intervalos.

Identificar el movimiento libre a través de sus características es muy importante porque entonces es fácil reconocer el movimiento forzado. **Basta con que un movimiento no tenga alguna de las características del movimiento libre para ser forzado.** Revisa la siguiente tabla:

Características de los movimientos¹

¹ Desde la Dinámica (parte de la Mecánica que estudia al movimiento de los cuerpos al considerar sus causas), el movimiento antes descrito recibe el nombre de 'movimiento libre' porque toma en cuenta las fuerzas que lo originan. Desde la Cinemática (parte de la

Libre	Forzado
Trayectoria recta	Trayectorias diversas
El móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales	El móvil no recorre distancias iguales en tiempos iguales
Proporción directa entre distancia recorrida y tiempo empleado	No hay proporción directa entre distancia recorrida y tiempo empleado
Fuerza neta sobre el móvil igual a cero	Fuerza neta sobre el móvil diferente de cero

Isaac Newton estudió la relación que existe entre una fuerza neta igual a cero y el movimiento libre. Resumió sus hallazgos en la **Primera Ley Newton**, según la cual **un objeto que se encuentre en reposo o en movimiento libre, permanecerá así hasta que una fuerza neta externa diferente de cero modifique el estado de reposo o de movimiento del objeto**. En otras palabras, para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo siempre se requiere aplicarle una fuerza (o fuerzas) externa(s). Además, no se requiere fuerza neta para que un objeto permanezca en movimiento libre.

Las fuerzas externas son aquellas que están fuera del objeto en estudio. En contraposición, las internas son aquellas que están dentro. La Primera Ley de Newton estudia sólo las fuerzas externas porque son aquellas que pueden cambiar el estado de movimiento del objeto. Por ejemplo, para empujar un auto si aplicas una fuerza sobre el tablero estando sentado en el interior, no podrás mover el auto, pero, si aplicas una fuerza sobre la defensa trasera, es probable que lo muevas.

De acuerdo con estas ideas, si damos una patada a un balón y rueda sobre el pasto, inicialmente cambiamos su estado de reposo a movimiento porque le aplicamos una fuerza externa (patada): el balón inicia su movimiento, pero después de un tiempo se detiene, esto nos indica que hay un cambio en su estado de movimiento por lo que debe existir una fuerza externa que lo origine. Esta fuerza externa se denomina **fricción y se trata de una fuerza que se opone al movimiento relativo entre dos superficies**; para el caso del balón es una fuerza que se opone a que éste ruede sobre el pasto.

En nuestro entorno, los objetos que se mueven se ven afectados por la fricción, fuerza que en general no vemos, pero podemos percibir sus efectos. Siempre hay que considerarla para identificar si sobre un efecto se tiene una fuerza neta igual a cero.

Te sorprenderá escuchar que las personas piensan que el balón que rueda por el pasto se detiene porque se le acaba la fuerza, en lugar de pensar que existe una fuerza externa (fricción) que cambia (se opone) a su estado de movimiento.

En resumen, cuando sobre un objeto actúa una fuerza neta igual a cero, éste puede presentar reposo o movimiento libre. Para modificar alguno de estos estados de movimiento es necesario aplicar una fuerza neta externa diferente de cero y entonces se tendrá un movimiento forzado.

mecánica que estudia al movimiento sólo describiéndolo sin importar sus causas), en lugar de llamarse movimiento libre, este movimiento se denomina 'movimiento rectilíneo uniforme' ya que este nombre describe cómo es el movimiento: en línea recta y uniforme. Movimiento libre y movimiento rectilíneo uniforme se refieren entonces al mismo comportamiento de un móvil.

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

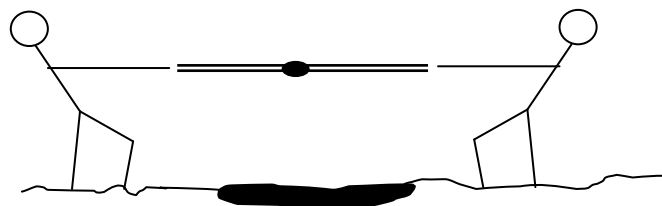
La familia Gómez decidió pasar el fin de semana fuera de la ciudad y viajaron en auto por carretera. En un tramo en línea recta Juanito observó, con ayuda de los señalamientos, que recorrían tramos de 2 km en intervalos de un minuto. Después, en una curva, observó que seguían recorriendo tramos de 2 km en intervalos de un minuto. Pero, ya para llegar a la caseta de cobro, aunque el auto viajaba en línea recta cada vez recorrían menos distancia en cada minuto porque iba frenando.

¿Qué tipo de movimiento se presenta en cada una de las tres situaciones?. ¿Qué magnitud de la fuerza neta actúa sobre el auto en cada ocasión?

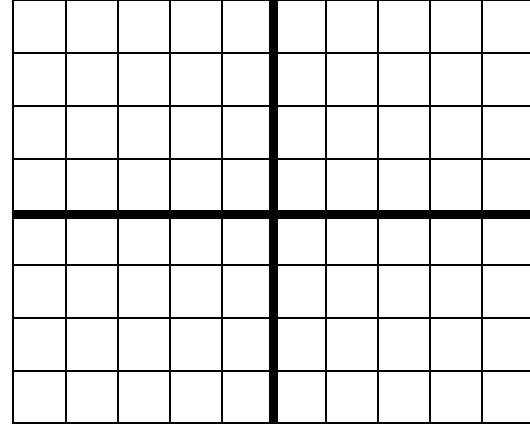
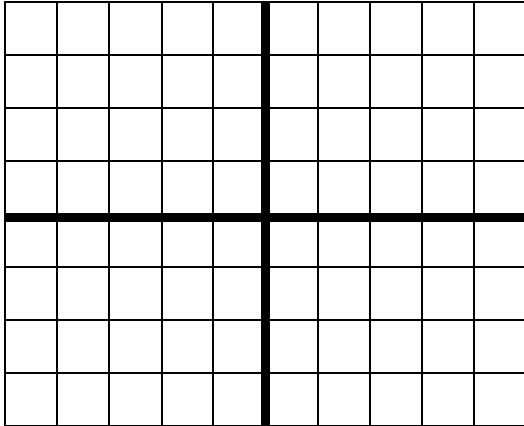
Situación	Tipo de movimiento	Fuerza neta
El auto viaja en línea recta y recorre tramos de 2 km en intervalos de 1 minuto.	Movimiento libre. Porque el móvil se desplaza en línea recta y recorre distancias iguales en tiempos iguales	Fuerza neta = 0
El auto viaja en una curva y recorre tramos de 2 km en intervalos de 1 minuto.	Movimiento forzado. Porque aunque el móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales, su trayectoria no es recta.	Fuerza neta \neq 0
El auto viaja en línea recta y recorre menos distancia en cada intervalo de 1 minuto.	Movimiento forzado. Porque aunque el auto viaja en línea recta, no recorre distancias iguales en tiempos iguales.	Fuerza neta \neq 0

Para resolver

Dos amigos disfrutan un día de campo y deciden jugar a jalar la cuerda. Para ello hacen un nudo a la mitad y se ubican a los lados de un arroyo como muestra la figura. Cada uno toma un extremo de la cuerda y jala. A pesar de la fuerza que ejercen, el nudo permanece en el mismo lugar durante cierto tiempo. De pronto el joven de la izquierda aplica mayor fuerza haciendo que el de la derecha caiga al agua.



a. Utiliza los ejes cartesianos de abajo y elabora dos esquemas que representen el sistema de fuerzas colineales. Uno cuando el nudo permanece en el mismo lugar, otro cuando gana el joven de la izquierda. Recuerda que la longitud de la flecha que representa la fuerza está asociada con su magnitud.

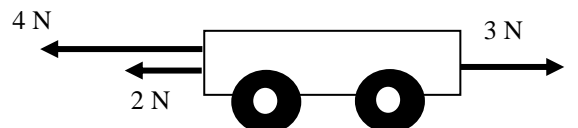


b. ¿Qué tipo de movimiento se presenta antes de que uno de ellos caiga al agua y cuando uno de ellos cae?

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención las siguientes preguntas y anota en el paréntesis la letra de la opción que conteste correctamente cada una de ellas

- 1 () La figura muestra las fuerzas que actúan sobre un carro. ¿Cuánto vale la fuerza neta?

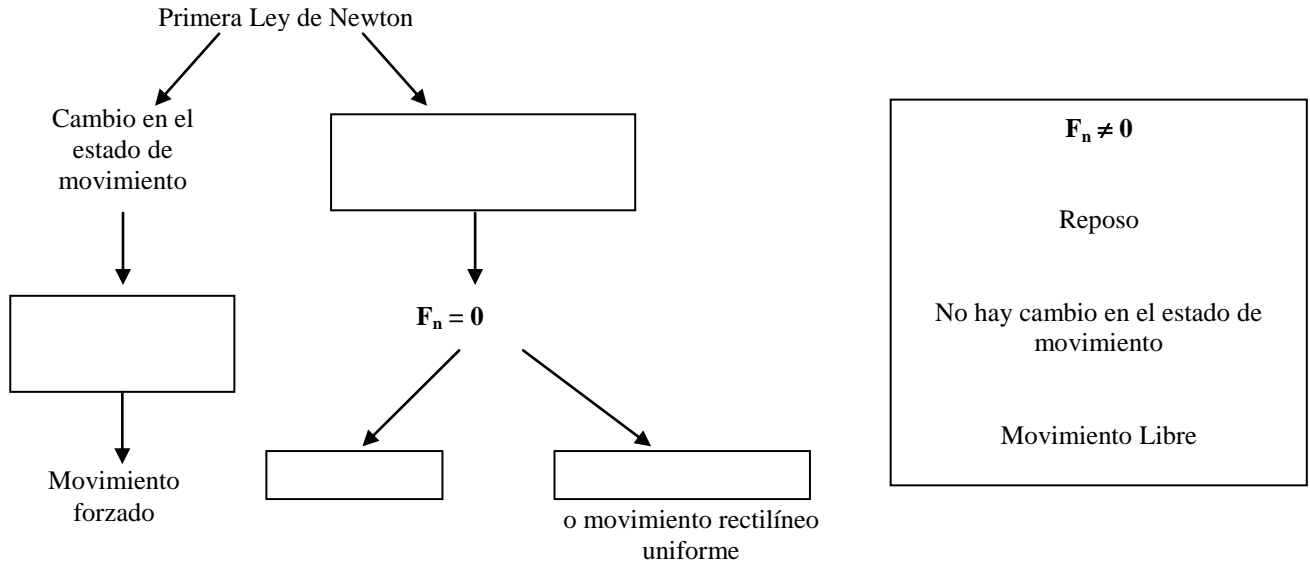


- a) 9 N en total.
 b) 3 N a la izquierda.
 c) 1 N a la izquierda.
 d) 3 N a la derecha.
- 2 () Si un niño viaja en patines y deja de impulsarse en poco tiempo se detendrá. Esto se debe a que:
- a) se le termina la fuerza.
 b) recorre distancias iguales en tiempos iguales.
 c) la fricción actúa sobre los patines.
 d) la fuerza neta sobre el niño es cero.
- 3 () En el movimiento libre:
- a) la trayectoria puede ser curva.
 b) la fuerza neta no es cero.
 c) se recorren distancias iguales en tiempos iguales.
 d) la distancia no es proporcional al tiempo.
- 4 () Cuando un auto viaja sobre una carretera recta y a cierta distancia el conductor observa una vaca, frena repentinamente hasta llegar al reposo. ¿Qué tipo de movimiento experimenta el auto?
- a) movimiento libre.
 b) movimiento forzado.
 c) movimiento rectilíneo uniforme.
 d) movimiento con fuerza neta = 0.

5. Escribe en el paréntesis una 'L' cuando la situación presentada corresponda a un movimiento libre, o una 'F' cuando corresponda a un movimiento forzado.

a. ()	Un ciclista viaja en línea recta y durante el primer minuto recorre 200 m, durante el segundo minuto recorre 300 m y durante el tercer minuto recorre 400 m.
b. ()	Un automóvil viaja en una carretera recta y en los primeros 10 s recorre 500 m, en los siguientes 10 s recorre 500 m y en los últimos 10 s recorre 500 m.
c. ()	Un camión de carga toma una curva en la carretera y en los primeros 2 s recorre 30 m, en los siguientes 2 s recorre 30 m y en los últimos 2 s recorre 30 m.
d. ()	Un patinador pone sus pies paralelos y deja de impulsarse en un tramo recto; en el primer segundo recorre 8 m, en el siguiente segundo recorre 5 m y en el tercer segundo recorre 2 m.

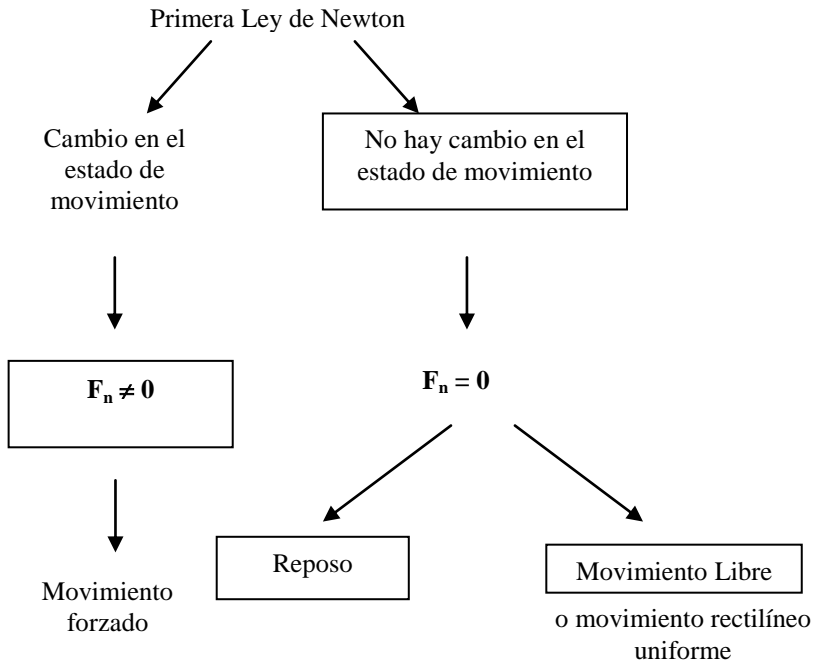
6. Completa el esquema sobre la Primera Ley de Newton con las palabras del recuadro de la derecha.



7. Con base en las ideas tratadas en el esquema de la Primera Ley de Newton completa los siguientes enunciados:

- Para que un futbolista logre que un balón se mueva, debe aplicarle una _____, que origine cambio en su estado de movimiento.
- En una mesa de aire para jugar jockey, el pok se desplaza con movimiento libre, por lo que la fuerza sobre el es _____ .
- Para que un disco de baja fricción que se desliza sobre una superficie pulida mantenga su movimiento, la fuerza neta que debe aplicarse sobre él es _____ .
- Cuando subimos a un microbús, éste se detiene y despues avanza porque _____ es diferente de cero.
- En el beisbol, una pelota rápida es detenida por un short stop porque éste aplica _____

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	b)
2	c)
3	c)
4	b)
5	a. F b. L c. F d. F
6	 <pre> graph TD A[Primera Ley de Newton] --> B[Cambio en el estado de movimiento] A --> C[No hay cambio en el estado de movimiento] C --- C_box[] style C_box fill:#fff,stroke:#000 B --> D[F_n ≠ 0] D --- D_box[] style D_box fill:#fff,stroke:#000 D_box --> E[Movimiento forzado] C_box --> F[F_n = 0] F --- F_box[] style F_box fill:#fff,stroke:#000 F_box --> G[Reposo] F_box --> H[Movimiento Libre o movimiento rectilíneo uniforme] </pre>

7	<p>a. Para que un futbolista logre que un balón se mueva, debe aplicarle una <u>fuerza neta $\neq 0$</u>, que origine cambio en su estado de movimiento.</p> <p>b. En una mesa de aire para jugar jockey, el pok se desplaza con movimiento libre, por lo que la fuerza sobre él es <u>$\equiv 0$</u>.</p> <p>c. Para que un disco de baja fricción que se desliza sobre una superficie pulida mantenga su movimiento, la fuerza neta que debe aplicarse sobre él es <u>$\equiv 0$</u>.</p> <p>d. Cuando subimos a un microbús, éste se detiene y posteriormente avanza porque <u>la fuerza neta sobre él</u> es diferente de cero.</p> <p>e. En el beisbol, una pelota rápida es detenida por un short stop porque éste aplica <u>una fuerza neta $\neq 0$</u>.</p>
8	<p>a. (L)</p> <p>a. (F)</p> <p>b. (L)</p> <p>c. (F)</p>
<p>Sugerencias: Si no resolviste correctamente los reactivos anteriores, revisa el capítulo 4 “Primera Ley del movimiento de Newton: inercia” en el libro de Hewitt, P. (1999). <u>Física Conceptual</u>. Editorial Addison Wesley Longman. México.</p> <p>Si tienes oportunidad consulta en Internet la información relativa a la 1ª. Ley de Newton. Las palabras clave son: Primera Ley de Newton, movimiento libre, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento forzado.</p>	

2.2 VELOCIDAD

Aprendizajes

- Interpretar el concepto de velocidad

En la vida cotidiana usamos con frecuencia el término ‘velocidad’ para referirnos a los objetos que se mueven con mayor o menor velocidad; por ejemplo, al comparar el movimiento de una tortuga con el de una liebre.

En Física el concepto de velocidad está asociado con la distancia que recorre un móvil y el tiempo que emplea. Si dos autos recorren la misma distancia, pero uno lo hace en menos tiempo tiene mayor velocidad. Mientras que, si dos autos avanzan durante el mismo tiempo, pero uno recorre menos distancia, tiene menor velocidad. Así, **la velocidad es la relación entre la distancia recorrida por un móvil y el tiempo que emplea.**

La magnitud de la velocidad con frecuencia se expresa en km/h (en el Sistema Internacional de Unidades se expresa en m/s). Por ejemplo, cuando viajamos en auto por una carretera recta si la lectura del velocímetro es de 70 km/h, significa que el auto recorre 70 km en 1 h, 140 km en 2 h, 210 km en 3 h y así sucesivamente. Nota que, al duplicar, triplicar... la distancia, se duplica, triplica... el tiempo.

La relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado es una proporción directa, donde la constante de proporcionalidad es precisamente la magnitud de la velocidad. Esto se expresa matemáticamente mediante el modelo:

$$v = \frac{d}{t}$$

En donde:

v = velocidad

d = distancia recorrida

t = tiempo empleado

Para emplear este modelo (o fórmula) en la solución de problemas es fundamental trabajar con las unidades adecuadas. En el Sistema Internacional de Unidades, la distancia se expresa en metros (m), el tiempo en s (s) y la velocidad en metros sobre s ($\frac{m}{s}$). En la vida cotidiana no siempre se usan estas

unidades. Por ejemplo, la velocidad se suele expresar en kilómetros sobre hora ($\frac{km}{h}$) y el tiempo en horas (h) o minutos (min). En aquellos casos en los cuales no exista congruencia entre las unidades, se requerirá hacer conversiones de unas a otras. Para ello las equivalencias más importantes son: 1 km = 1 000 m, 1 h = 60 min = 3 600 s, 1 min = 60 s.

El modelo o fórmula de la velocidad permite obtener su magnitud. **Si además no cambia su dirección y sentido, se dice que la velocidad es constante.**

Por ejemplo, dos automóviles viajan a 50 km/h, uno lo hace en una carretera curva, mientras el otro en carretera recta. De acuerdo con la Física, el primero no tiene una velocidad constante porque cambia la dirección y sentido del movimiento al desplazarse en una trayectoria curva, mientras que el segundo sí

mantiene una velocidad constante porque, además de no modificar su magnitud, no cambia su dirección ni sentido ya que su trayectoria es recta.

La velocidad constante es una característica más del movimiento libre o movimiento rectilíneo uniforme. La tabla comparativa del tema anterior (pag. 24) puede complementarse de la siguiente manera:

Características de los movimientos

Libre	Forzado
Trayectoria recta.	Trayectorias diversas.
El móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales.	El móvil no recorre distancias iguales en tiempos iguales.
Proporción directa entre distancia recorrida y tiempo empleado.	No hay proporción directa entre distancia recorrida y tiempo empleado.
Fuerza neta sobre el móvil igual a cero.	Fuerza neta sobre el móvil diferente de cero.
Velocidad constante. (No hay cambio en la magnitud, dirección y sentido).	Velocidad que no es constante. (Puede cambiar la magnitud, dirección o sentido).

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

1. En una actividad experimental un grupo de estudiantes midió la distancia que recorrió un pequeño carro de pilas que se movió de manera uniforme a lo largo de una trayectoria recta. Observaron que para recorrer un metro el carro empleó cuatro s y que para recorrer dos metros, empleó ocho s.

¿La velocidad del carro es constante?

¿Cuál es la velocidad del carro?

¿Qué tipo de movimiento realiza?

¿Cuánto vale la fuerza neta sobre el carro?

La velocidad es constante porque:

a) entre la distancia recorrida y el tiempo empleado hay una proporción directa (al duplicar la distancia recorrida, se duplica el tiempo empleado),

b) el carro no cambia la dirección y sentido de movimiento.

La velocidad del carro es:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1m}{4s} = 0.25 \frac{m}{s}$$

El carro se desplaza con movimiento libre porque viaja en línea recta, hay una proporción directa entre la distancia recorrida y el tiempo empleado y su velocidad es constante.

La fuerza neta sobre el carro es cero.

2. Roberto y Eduardo corren 400 m. Roberto emplea 50 s en llegar a la meta, y Eduardo 48 s.

¿Cuál de los dos atletas tiene mayor velocidad?

¿Cuál es la velocidad de Roberto y cuál la de Eduardo?

Eduardo corre con mayor velocidad porque recorre la misma distancia que Roberto, solo que en menos tiempo.

La velocidad de Roberto es de 8 m/s;

la velocidad de Eduardo es de 8.33 m/s

$$v = \frac{d}{t} = \frac{400m}{50s} = 8 \frac{m}{s}$$

$$v = \frac{d}{t} = \frac{400m}{48s} = 8.33 \frac{m}{s}$$

Para resolver

1. Una persona camina en línea recta y de manera uniforme durante 3 minutos recorriendo 300 metros en ese tiempo.

¿Cuál es su velocidad?

¿Es constante esta velocidad?

2. Luis y Paco deben hacer el mismo recorrido en un camino recto de 1 200 m de longitud. Luis tarda 15 min en llegar al final y Paco sale 5 min después que Luis y llega al final mismo tiempo.

¿Quién hace el recorrido con mayor velocidad?

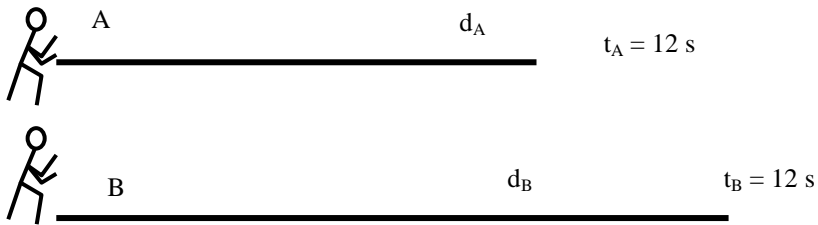
¿Cuál es la velocidad de Luis y cuál la de Paco?

EJERCICIOS

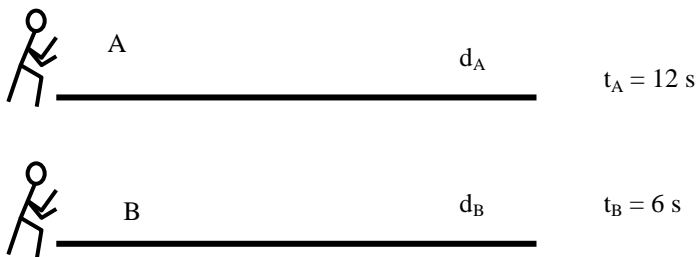
INSTRUCCIONES: Analiza cuidadosamente los siguientes ejercicios y responde lo que se solicita.

1. Se presentan cuatro casos en los que dos personas, A y B, caminan de manera uniforme. La línea recta representa la longitud del camino por el que avanza cada persona. ¿cuál de ellas se mueve con mayor velocidad? Anota en el paréntesis de la izquierda la letra de la opción que consideres correcta.

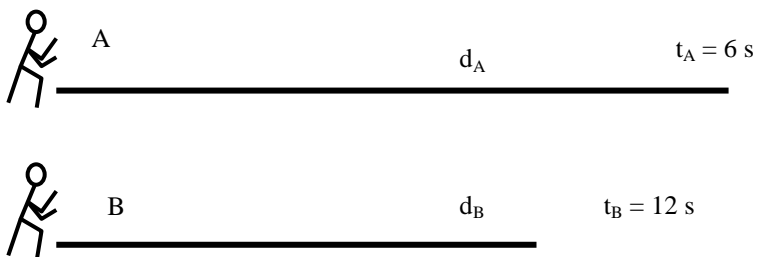
() Caso 1:



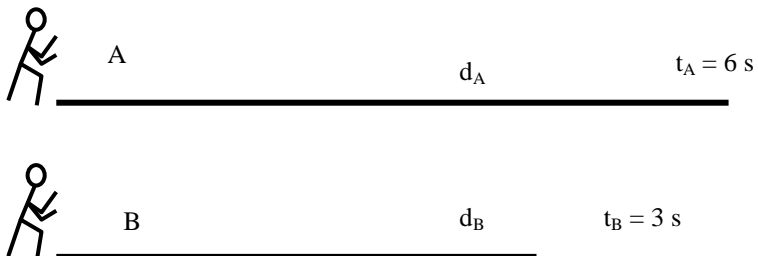
() Caso 2:



() Caso 3:



() Caso 4:



2. Anota sobre la línea la respuesta correcta.

- La distancia que recorre un cuerpo en determinado tiempo se denomina _____.
- Si un objeto recorre distancias iguales en tiempos iguales, el valor de la velocidad es _____.
- Las unidades de velocidad en el Sistema Internacional de Unidades son _____.
- Un ciclista se mueve uniformemente en línea recta. En los primeros 2 s recorre 5 metros, en 4 s recorre 10 metros y en 6 s, 15 metros. La relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado es _____.
- Un auto avanza en línea recta con una velocidad de 8 m/s. En 3 s recorre una distancia de _____. Mientras que una distancia de 80 m la recorre en _____ s.

INSTRUCCIONES: Lee con atención los siguientes problemas y realiza lo que se solicita.

3. Dos atletas corrieron de manera uniforme una trayectoria recta. Sólo estuvieron juntos al inicio porque después avanzaron con velocidades diferentes. Su entrenador registró algunas distancias y tiempos de su desempeño. Esta información se presenta en las siguientes tablas:

Observación	d (m)	t (s)
1	0	0
2	4	1
3	8	
4	12	3
5		4

Observación	d (m)	t (s)
1	0	0
2	6	2
3	18	
4		9
5	30	10

- Completa las distancias y tiempos faltantes en cada tabla.
- ¿Qué atleta es más veloz?
- ¿Cuál es la velocidad de cada atleta?

4. Un viaje de París a México por avión, por lo general, se realiza en un jet 747. Esta aeronave puede mantener constante su velocidad de 960 km/h durante 5 h.

a. ¿Qué distancia recorre en este tiempo?

b. ¿En cuánto tiempo recorre 1 920 km?

5. En un tramo recto, el Metro viaja a 36 km/h (10 m/s). ¿Qué distancia recorre en 1 min? Para recorrer 1 500 m ¿cuánto tiempo emplea?

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta																																											
1	<p>Caso 1 (B)</p> <p>Caso 2 (B)</p> <p>Caso 3 (A)</p> <p>Caso 4 (B)</p>																																											
2	<p>a. Velocidad</p> <p>b. Constante</p> <p>c. m/s</p> <p>d. Proporción directa</p> <p>e. 24 m 10 s</p>																																											
3	<p>a.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th colspan="3" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">ATLETA 1</th> <th colspan="3" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">ATLETA 2</th> </tr> <tr> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Observación</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">d (m)</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">t (s)</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Observación</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">d (m)</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">t (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Es más veloz el atleta 1 porque recorre más distancia para tiempos iguales. Recorre 4 m en 1 s; el atleta 2 recorre 3 m en 1 s.</p> <p>c.</p> $v_1 = \frac{4m}{1s} = 4 \frac{m}{s} \qquad v_2 = \frac{6m}{2s} = 3 \frac{m}{s}$		ATLETA 1			ATLETA 2			Observación	d (m)	t (s)	Observación	d (m)	t (s)	1	0	0	1	0	0	2	4	1	2	6	2	3	8	2	3	18	6	4	12	3	4	27	9	5	16	4	5	30	10
	ATLETA 1			ATLETA 2																																								
Observación	d (m)	t (s)	Observación	d (m)	t (s)																																							
1	0	0	1	0	0																																							
2	4	1	2	6	2																																							
3	8	2	3	18	6																																							
4	12	3	4	27	9																																							
5	16	4	5	30	10																																							
4	<p>a.</p> $v = \frac{d}{t} \quad d = vt \quad d = 960 \frac{km}{h} (5h) = 4800km$ <p>b.</p> $v = \frac{d}{t} \quad t = \frac{d}{v} \quad t = \frac{1920km}{960 \frac{km}{h}} = 2h$																																											

5	<p>a. $v = \frac{d}{t}$ $d = vt$ $d = 10 \frac{m}{s} (60s) = 600m$</p> <p>b. $v = \frac{d}{t}$ $t = \frac{d}{v}$ $t = \frac{1500m}{10 \frac{m}{s}} = 150s$</p>
<p>Sugerencias: Si no resolviste correctamente la ejercicio 1, revisa nuevamente el concepto de velocidad. Éste depende de la distancia recorrida y del tiempo empleado. Si no resolviste el ejercicio 2 correctamente, repasa el tema en general. Para problemas con la ejercicio 3, revisa nuevamente la noción de proporción directa abordada en la Unidad 1. Para los ejercicios 4 y 5 es necesario el manejo matemático del modelo $v = \frac{d}{t}$. Estudia cómo se despeja la distancia y el tiempo.</p> <p>Puedes consultar este tema en Alvarenga, B. (1998). <u>Física general con experimentos sencillos</u>. México, Oxford.</p>	

2.3 RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO DE VELOCIDAD, LA FUERZA NETA, EL TIEMPO DE APLICACIÓN Y LA MASA: SEGUNDA LEY DE NEWTON

Aprendizajes

- Relacionar el cambio de velocidad de un objeto con la fuerza neta aplicada sobre él.
- Relacionar el cambio de velocidad de un objeto con el tiempo que dura aplicada la fuerza neta.
- Relacionar el cambio de velocidad de un objeto con su masa.
- Interpretar la Segunda Ley de Newton en términos del cambio de velocidad, la fuerza neta aplicada, tiempo que dura aplicada la fuerza y la masa del objeto.

Anteriormente se identificó que cuando la velocidad de un objeto no cambia su magnitud, dirección o sentido se dice que es constante y que esto corresponde a una situación en la cual la fuerza neta aplicada sobre el objeto es cero. En nuestro entorno encontramos con frecuencia que los objetos no se mueven de manera uniforme con una velocidad constante. Hay objetos que están en reposo y van aumentando la velocidad con que se mueven, como los microbuses. También hay objetos que se mueven rápido y se detienen, como los autos al llegar a un semáforo con luz roja. U objetos que se mueven más rápido o más despacio cambiando continuamente la dirección de su movimiento, como un abejorro.

Inicialmente es necesario diferenciar los conceptos de **velocidad y cambio de velocidad**. El primero se abordó en el apartado anterior al señalar que *la velocidad es la relación entre la distancia que recorre un móvil y el tiempo que emplea*. Es una magnitud que *tiene dirección y sentido*. Sus unidades en el Sistema Internacional de Unidades son m/s. Cuando la magnitud, dirección y sentido de la velocidad no cambian se dice que la velocidad es constante.

Cuando la velocidad no es constante puede cambiar su magnitud, dirección o sentido. Estudiar en conjunto todos estos cambios es complicado. Para simplificar, se analizarán sólo situaciones en las cuales los objetos se desplazan en línea recta alejándose de la referencia, con lo que se logra que no se modifique la dirección y sentido de la velocidad. Así, en adelante el cambio de velocidad se estudiará considerando sólo el cambio en su magnitud.

Si se estudia el **cambio de la velocidad** de un objeto durante un intervalo, se tendrán dos valores: el inicial, llamado *velocidad inicial* (v_i) y el final o *velocidad final* (v_f). El empleo de la letra 'i' como subíndice para la velocidad inicial y 'f' par la velocidad final, facilita identificarlas; sin embargo esta nomenclatura no se emplea en textos especializados. En lugar de v_i se emplea v_0 , en donde el subíndice '0' indica que es el tiempo cero justo cuando se inicia el estudio y, en lugar de v_f se emplea solo v para la velocidad final. Ésta nomenclatura será la empleada en este curso.

Reflexiona sobre la siguiente situación: un microbús circula frente una escuela con una velocidad de 40 km/h, al pasar la escuela aumenta su velocidad a 70 km/h, ¿Cuánto cambió su velocidad? fácilmente vemos que la velocidad cambió en 30 km/h. Para obtener esta cifra hiciste la resta $70\text{km/h} - 40\text{ km/h} = 30\text{ km/h}$. 40 km/hes la velocidad inicial, es decir, $v_0 = 40\text{ km/h}$. Por su parte 70 km/hes la velocidad final, es decir: $v = 70\text{ km/h}$. Entonces, para obtener el cambio de velocidad debe hacerse la operación $v - v_0$.

Si para expresar la idea de cambio se emplea la literal delta mayúscula (Δ), entonces **el modelo para estimar el cambio de velocidad es:**

$$\Delta v = v - v_0$$

Nota que velocidad (v), es una noción diferente a cambio de velocidad (Δv). También recuerda que el cambio de velocidad en un objeto se debe a que sobre él actúa una fuerza neta diferente de cero que modifica su estado de movimiento (Primera Ley de Newton).

El cambio de velocidad de un objeto es una variable que depende de otras. **Las variables independientes que se pueden modificar y en consecuencia obtener variaciones en el cambio de la velocidad son: la fuerza neta, el tiempo y la masa del objeto.**

1. **Fuerza neta aplicada.** Al aumentar o disminuir la fuerza neta que se aplica a un objeto puede aumentar o disminuir el cambio de velocidad. Por ejemplo, cuando vas a un supermercado y empujas uno de los carritos para mercancías, al aplicar más fuerza sobre él obtendrás un mayor cambio en su velocidad (figura 2.8). Al medir estas variables se identifica que entre el cambio de velocidad y la fuerza neta existe una proporción directa. Matemáticamente esto se expresa:

$$\Delta v \propto F_n$$

Nota: la literal ' \propto ' se emplea para representar proporcionalidad.

2. **Tiempo que dura aplicada la fuerza.** Al aumentar o disminuir el tiempo que dura aplicada la fuerza neta, puede aumentar o disminuir el cambio de velocidad. De acuerdo con el ejemplo del carrito del supermercado, si lo empujas por más tiempo el cambio de velocidad será mayor. Al medir estas variables, también se identifica que entre el cambio de velocidad y el tiempo que dura aplicada la fuerza neta existe una proporción directa. Matemáticamente esto se expresa:

$$\Delta v \propto t$$

3. **Masa del objeto.** Al aumentar o disminuir la masa del objeto el cambio de velocidad disminuye o aumenta. Así, cuando el carrito del supermercado tiene más mercancías o sea más masa, su cambio de velocidad es menor. Al medir estas variables se identifica que entre el cambio de velocidad y la masa existe una proporción inversa. Matemáticamente esto se expresa:

$$\Delta v \propto \frac{1}{m}$$

Al combinar los efectos de las tres variables independientes que influyen sobre el cambio de velocidad se tiene:

$$\Delta v \propto \frac{F_n t}{m}$$

Al considerar la definición del **newton**² y hacer mediciones cuidadosas de las variables que intervienen en la relación de proporcionalidad, el símbolo de proporcionalidad (\propto) puede cambiar por uno de igualdad (=).

Con ello se obtiene el modelo matemático de la Segunda Ley de Newton:

² Newton. fuerza que al ser aplicada a un objeto de un kilogramo de masa durante un segundo, le origina un cambio de velocidad de un m/s



Figura 2.8

$$\Delta v = \frac{F_n t}{m} \quad \text{o} \quad -v_0 = \frac{F_n t}{m}$$

v = velocidad final en m/s

v_0 = velocidad inicial en m/s

F_n = fuerza neta en newtons

t = tiempo que dura aplicada la fuerza en segundos

m = masa del objeto que se mueve en kilogramos

Así, la **Segunda Ley de Newton** expresa que: **cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza neta diferente de cero, se produce en él un cambio de velocidad que depende de la masa del objeto y del tiempo que dura aplicada la fuerza.**

La Segunda Ley de Newton permite cuantificar las variables que intervienen en un movimiento forzado.

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

1. Un microbús de 3 400 kg lleva 12 pasajeros cuya masa aproximada es de 600 kg. El chofer pisa el acelerador durante 4 s con lo que el motor del microbús desarrolla una fuerza de 19 000 N.

Sin considerar a la fricción señala, ¿cuál es el cambio de velocidad del microbús?

Si inicialmente el microbús tenía una velocidad de 36 km/h (10 m/s), ¿cuál es su velocidad final?

Para determinar el cambio de velocidad se usa el siguiente modelo: $\Delta v = \frac{F_n t}{m}$

y se sustituyen los siguientes datos

Masa = $m = 3\,400\text{ kg} + 600\text{ kg} = 4\,000\text{ kg}$

Tiempo = $t = 4\text{ s}$

Fuerza = $F_n = 19\,000\text{ N}$

Cambio de velocidad = $\Delta v = ?$

No se considera a la fricción

Tenemos que $\Delta v = \frac{(19000\text{N})(4\text{s})}{4000\text{kg}} = 19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; Por lo tanto la magnitud del cambio fue de 19 m/s.

Para obtener la velocidad final considera el siguiente modelo: $\Delta v = v - v_0$

y sustituye:

$\Delta v = 19\text{ m/s}$

$V_0 = 10\text{ m/s}$

$V = ?$

$$v = \Delta v + v_0$$

Tenemos que $v = 19\text{ m/s} + 10\text{ m/s} = 29\text{ m/s}$; por lo tanto la velocidad final fue de 29 m/s.

2. Una camioneta de carga de 2 500 kg que circula a 72 km/h(20 m/s), frena durante 5 s hasta detenerse. Sin considerar a la fricción, ¿cuál es la magnitud de la fuerza de frenado?

Para determinar la fuerza del frenado utiliza el modelo:

$$v - v_0 = \frac{F_n t}{m}$$

Sustituye los datos con la información proporcionada:

$$m = 2500 \text{ kg}$$

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$v = 0$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$F_n = ?$$

No se considera la fricción.

Tenemos que

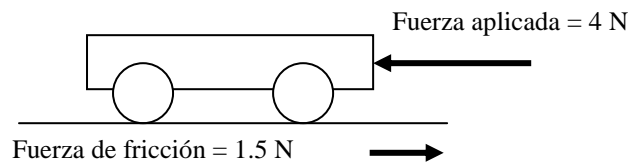
$$F_n = \frac{m(v - v_0)}{t} = \frac{2500 \text{ kg} \left(0 - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{5 \text{ s}} = -10000 \text{ N}$$

Nota: la fuerza neta es negativa porque se opone al movimiento.

Por lo tanto la magnitud de la fuerza de frenado es de 10 000.

3. En una actividad experimental se aplica una fuerza de 4 N a un carro de laboratorio que tiene una fuerza de fricción de 1.5 N. Si el tiempo que dura aplicada la fuerza es de 2 s y la masa del carrito es de 1.8 kg, ¿cuál es el cambio en su velocidad?

Para determinar el cambio de velocidad del carrito puedes graficar la información proporcionada con el problema:



Enseguida calcula la fuerza neta:

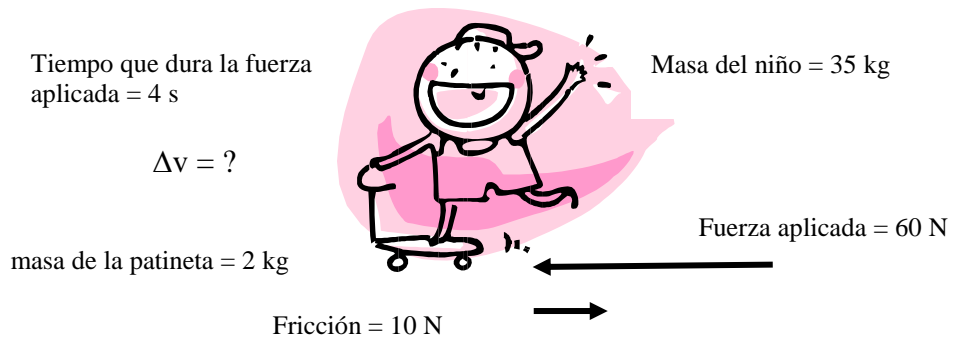
$$\text{Fuerza neta} = 4 \text{ N} - 1.5 \text{ N} = 2.5 \text{ N}$$

Utilizando el modelo:

$$\Delta v = \frac{F_n t}{m}$$









Sustituye los datos con los valores de las variables.

3. Un estudiante encontró en un texto el esquema de un niño que juega con una patineta. Revisalo con cuidado y calcula lo que se solicita.



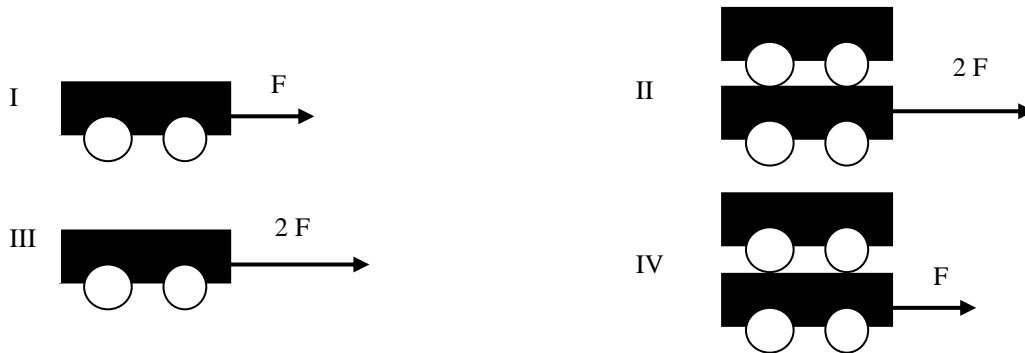
EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención los siguientes enunciados y anota en el paréntesis de la izquierda la letra de la opción que consideres correcta.

1. ()	<p>En cada uno de los siguientes esquemas la fuerza aplicada (F) es la misma. ¿En cuál existe mayor cambio de velocidad?</p> <p>a. F se aplica durante 2 s</p>  <p>b. F se aplica durante 1 s</p>  <p>c. F se aplica durante 4 s</p>  <p>d. F se aplica durante 3 s</p> 
2. ()	<p>En cada uno de los siguientes esquemas el tiempo que dura aplicada la fuerza es el mismo. ¿En cuál existe mayor cambio de velocidad?</p> <p>a.</p>  <p>b.</p>  <p>c.</p>  <p>d.</p> 
3. ()	<p>A un objeto de 70 kg de masa se le aplica una fuerza horizontal de 150 N, si la fuerza de fricción es de 30 N ¿qué velocidad alcanza a los 10 s si parte del reposo?</p> <p>a. 1 050 m/s b. 210 m/s c. 4.66 m/s d. 17.14 m/s</p>
4. ()	<p>Un auto se encuentra en reposo y se le aplica una fuerza de 950 N durante 25 s hasta llegar a una velocidad de 85 km/h(23.61 m/s). ¿Cuál es la masa del auto? No consideres la fricción.</p> <p>a. 1 005.92 Kg b. 279.42 Kg c. 3230 Kg d. 897.18 Kg</p>

5. ()	<p>En un experimento, un carro de 2 Kg de masa tiene una velocidad de 5 m/s. Si se le aplica una fuerza de 8 N, ¿cuánto tiempo se requiere para que el carro alcance una velocidad de 12 m/s? No consideres la fricción.</p> <p>a. 0.57 s b. 0.25 s c. 1.75 s d. 0.87 s</p>
--------	---

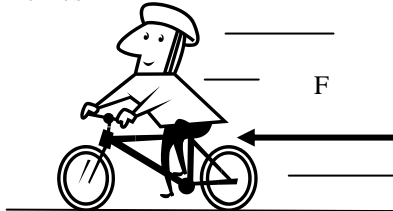
6. En los siguientes esquemas se representa la fuerza aplicada a cada móvil. Presta atención a la masa y escribe la opción que consideres correcta en el paréntesis de la izquierda.



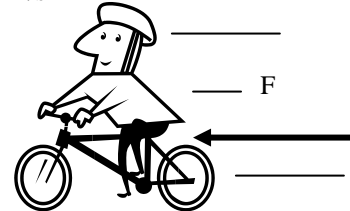
6.1 ()	<p>El cambio de velocidad del carro I comparado con el carro IV es:</p> <p>a. igual b. el doble c. la mitad d. el cuádruplo</p>
6.2 ()	<p>El cambio de velocidad del carro I comparado con el carro III es:</p> <p>a. igual b. el doble c. la mitad d. el cuádruplo</p>
6.3 ()	<p>El cambio de velocidad del carro III comparado con el carro IV es:</p> <p>a. igual b. el doble c. la mitad d. el cuádruplo</p>
6.4 ()	<p>El cambio de velocidad del carro II comparado con el carro III es:</p> <p>a. igual b. el doble c. la mitad d. el cuádruplo</p>

7. En el siguiente esquema se presenta un objeto que se mueve en línea recta. Se presenta la velocidad en dos de sus posiciones.

$$V = 7 \text{ m/s}$$



$$V = 3 \text{ m/s}$$



Responde las siguientes preguntas incluyendo el modelo, la sustitución de datos y los cálculos necesarios para llegar a la respuesta correcta.

a. ¿Cuál es el cambio en la velocidad?

b. ¿Cuál sería el valor del cambio de velocidad si la fuerza fuera del doble? _____

c. ¿Cuál sería el cambio de velocidad si la masa aumenta al doble? _____ -

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	(c)
2	(d)
3	(d)
4	(a)
5	(c)
6.1	(b)
6.2	(a)
6.3	(d)
6.4	(c)
7	a. $\Delta v = 4 \text{ m/s}$ b. $\Delta v = 8 \text{ m/s}$ c. $\Delta v = 2 \text{ m/s}$
<p>Sugerencias: Si no resolviste correctamente alguno de los ejercicios I. 1 y 2 o II. 1, 2 y 3, revisa nuevamente las relaciones de proporcionalidad directa entre el cambio de velocidad con la fuerza neta y el tiempo que dura aplicada la fuerza, así como la proporción inversa del cambio de velocidad con la masa del objeto. Si no resolviste correctamente alguno de los ejercicios I. 3, 4 y 5 o III, estudia nuevamente el modelo matemático para la Segunda Ley.</p> <p>Revisa qué significa cada literal, cuáles son sus unidades en el Sistema Internacional y cómo se despeja cada una de ellas. También recuerda que la fuerza neta se obtiene al hacer la diferencia en la fuerza aplicada y la fuerza de fricción.</p> <p>Pocos textos tratan la Segunda Ley con el enfoque aquí propuesto. Uno de ellos es el de Brandwein, P. et al. (1973). <u>Física. La energía. Sus formas y sus cambios</u>. Publicaciones Cultural, México. En este texto revisa el tema Leyes de Newton.</p>	

2.4 INTERACCIÓN MECÁNICA: TERCERA LEY DE NEWTON; APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

Aprendizajes

- Interpretar el concepto de interacción mecánica.
- Aplicar las leyes de Newton a actividades cotidianas.

Hasta ahora, para el estudio del movimiento, se ha presentado solamente a la fuerza externa que se aplica sobre un cuerpo y que es responsable de su estado de movimiento.

Sin embargo, cuando a un objeto (por ejemplo un balón) se le aplica una fuerza externa, siempre existe otro cuerpo (por ejemplo, un pie que patea), que es el que origina la fuerza aplicada. Existe una **interacción mecánica, ya que los cuerpos actúan uno sobre otro de manera simultánea, de forma que ambos pueden modificar su estado de movimiento.** En las interacciones mecánicas el cuerpo que origina la fuerza aplicada, también recibe una fuerza. **Por ello, las fuerzas no se presentan aisladas, sino que siempre lo hacen por pares.** Así, el balón de fútbol que recibe la fuerza del pie que lo patea, también ejerce una fuerza sobre el pie (figura 2.9).

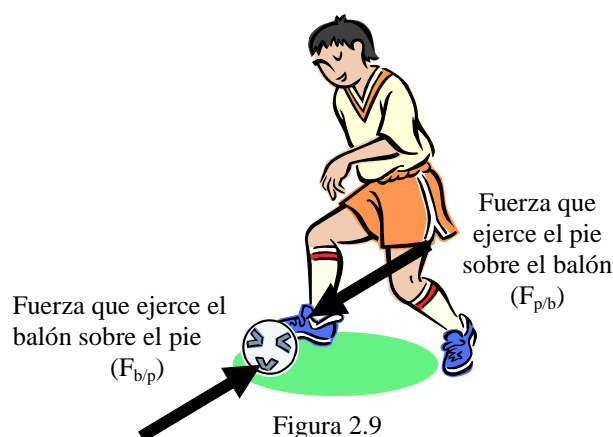


Figura 2.9

Nota que en esta figura para indicar que un objeto aplica fuerza sobre otro se usa el símbolo '/'. Es el símbolo empleado en las divisiones. Por ejemplo, 4/9, se lee 'cuatro sobre nueve'. De acuerdo con la figura 2.9, $F_{p/b}$ representa la fuerza que el pie ejerce sobre el balón. De manera análoga, $F_{b/p}$ corresponde a la fuerza que el balón ejerce sobre el pie.

En los libros de texto es frecuente encontrar que, cuando se refieren al par de fuerzas de una interacción, se les llama 'acción' y 'reacción'. Si bien esta es la forma generalizada de llamar a estas fuerzas, parece no ser muy acertada porque hace pensar que una de las fuerzas ocurre primero (la acción) y otra ocurre después (la reacción). Esta forma de pensar conduce a errores en la interpretación de los fenómenos en Física, por ello, se sugiere emplear la nomenclatura de la figura 2.9, ya que no hace pensar que una ocurra antes que otra y además permite identificar qué objeto ejerce la fuerza y qué objeto la recibe. Recuerda que la Física, como todas las ciencias, se encuentra en continua construcción y conforme avanza y se depura encuentra mejores formas para expresar sus conceptos.

Los efectos que producen cada una de las fuerzas de la interacción difieren. A pesar de que tienen la misma magnitud no producen el mismo cambio en la velocidad en los objetos que interactúan. Esto se debe a su masa. Así, al patear un balón, la fuerza que se ejerce sobre el pie y sobre el balón, a pesar de ser de igual magnitud, produce diferentes cambios en la velocidad. Como el jugador tiene más masa, su cambio de velocidad es menor. Mientras que como el balón tiene menor masa, su cambio en la velocidad es mayor (recuerda la Segunda Ley de Newton).

Por ejemplo, cuando en la calle chocan dos personas una grande y pesada con otra más pequeña y ligera, durante la interacción la fuerza es exactamente de igual magnitud, pero como la pequeña y ligera tiene menor masa, el cambio en su velocidad es mayor. Así es muy probable que, por el choque, la pequeña y ligera vaya a dar lejos, mientras que la grande y pesada apenas se mueva.

La Tercera Ley de Newton con frecuencia se enuncia como que: a toda acción corresponde una reacción de igual magnitud pero diferente sentido. Sin embargo, a partir de las ideas señaladas es necesario tener en cuenta que:

- Aunque las palabras acción y reacción hacen pensar que una sucede primero (acción) y otra sucede después (reacción), en realidad se originan en el mismo instante y duran el mismo tiempo.
- Cuando un cuerpo ejerce fuerza sobre otro cuerpo, entre ambos existe una interacción. Esto implica que las fuerzas siempre se presentan por pares.
- Se puede adoptar una nomenclatura del tipo $F_{a/b}$ para indicar la fuerza que el objeto **a** ejerce sobre el objeto **b**.
- Cada una de las fuerzas de una interacción actúa sobre diferentes cuerpos, por ello, aunque tengan sentidos opuestos, no se pueden equilibrar mutuamente.
- La magnitud de ambas fuerzas es la misma, aunque el cambio de velocidad que originan depende de la masa de los cuerpos sobre los cuales actúan.

Tomando en cuenta estas consideraciones podemos enunciar la **Tercera Ley de Newton** de la siguiente manera: **cuando un objeto ejerce fuerza sobre otro, de manera recíproca también recibe una fuerza. Estas dos fuerzas son de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario y conforman una interacción mecánica.**

Una aplicación importante de la Tercera Ley de Newton son los aviones 'a reacción'; para funcionar generan gases en su motor, que salen hacia atrás del avión con una fuerza que su diseñador denominó acción, a partir de la Tercera Ley. La pareja de esta fuerza, la reacción, es la fuerza opuesta dirigida hacia el frente del avión y es la responsable de su avance. De ahí el nombre de aviones 'a reacción'.

Para que tengas una idea de cómo es posible que un objeto avance al aplicar la Tercera Ley de Newton, consigue un carrito de esos que avanzan cuando un globo sujeto a ellos se desinfla. Si no lo consigues, construye uno con un globo y un carrito de plástico (de 8 a 10 cm de longitud), preferentemente ligero y con un orificio a través del cual pasar la boca del globo. Infla el globo, coloca el carrito en el piso y deja que el globo se desinfla (figura 2.10).

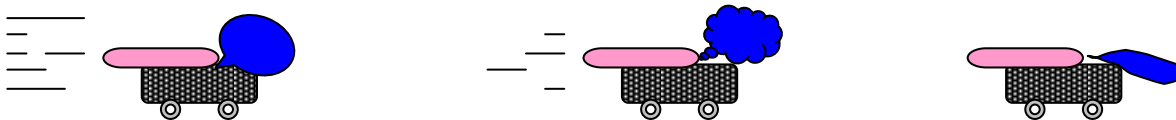


Figura 2.10

Analiza la figura 2.11 para que identifiques a la pareja de fuerzas de esta interacción.

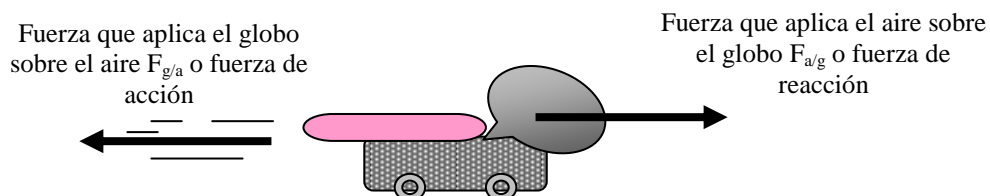
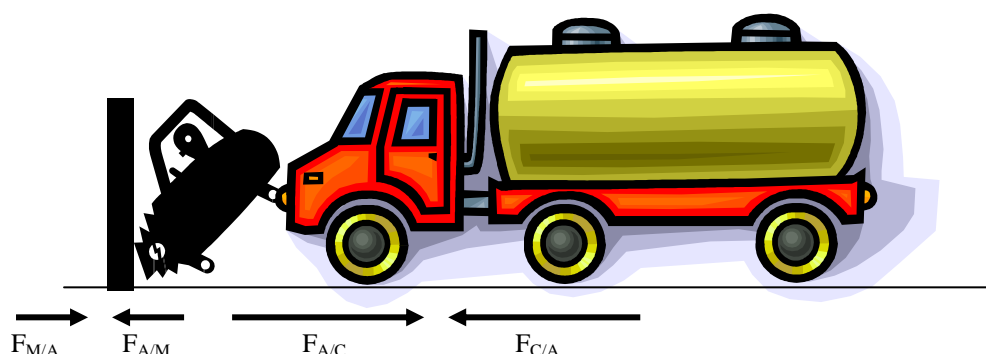


Figura 2.11 El carrito se mueve hacia la derecha

Recuerda que estas dos fuerzas están aplicadas sobre cuerpos diferentes, una sobre el globo y otra sobre el aire, por lo que no es posible emplearlas para calcular una fuerza neta y pensar que los efectos de una con otra se cancelan. Esto sólo se puede hacer cuando las fuerzas actúan sobre un mismo cuerpo.

Revisa el ejemplo de la figura 2.12, en donde un auto choca contra un muro porque es golpeado por un camión. Ahí se presentan las fuerzas que están actuando horizontalmente, nota que este es un sistema colineal.

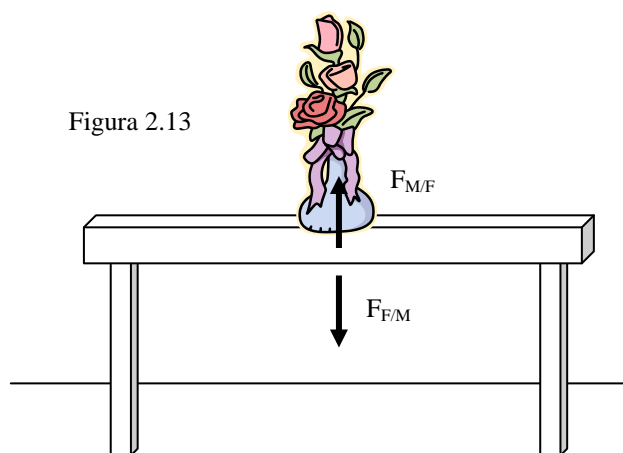
Figura 2.12



Las fuerzas de la interacción entre el muro y el auto son: $F_{M/A}$ = fuerza del muro sobre el auto y $F_{A/M}$ = fuerza del auto sobre el muro. Para la interacción entre el auto y el camión las fuerzas son: $F_{A/C}$ = fuerza del auto sobre el camión y $F_{C/A}$ = fuerza del camión sobre el auto. Las fuerzas que están aplicadas sobre el auto son: $F_{M/A}$ y $F_{C/A}$; con ellas sí se puede estimar una fuerza neta porque actúan sobre el mismo cuerpo.

Si, por ejemplo, $F_{C/A} = 500$ N y $F_{M/A} = 200$ N, entonces $F_N = 300$ N hacia la izquierda. Con una pareja de fuerzas en una interacción, por ejemplo $F_{M/A}$ y $F_{A/M}$, no es posible hacer este cálculo porque actúan sobre cuerpos diferentes, la primera sobre el auto y la segunda sobre el muro.

Figura 2.13



Cuando los objetos se encuentran en reposo también existen interacciones. Esta reflexión es importante porque estamos acostumbrados a pensar que sólo existen fuerzas cuando los objetos se encuentran en movimiento, más no cuando están quietos. Por ejemplo, cuando un objeto reposa sobre una mesa, existe una interacción (figura 2.13). En el caso mostrado, el florero ejerce una fuerza sobre la mesa, pero a su vez la mesa ejerce una fuerza sobre el florero.

Sobre la mesa y sobre el florero actúan otras fuerzas (como las fuerzas de gravedad), además de la interacción mostrada en la figura, cuyos efectos se equilibran de tal forma que mesa y florero se encuentran en reposo respecto de la Tierra³.

Ahora que ya conoces las tres leyes de Newton sobre la Dinámica se analizará una situación que se presenta en nuestro entorno y se les empleará para explicarla.

³ A partir del caso que muestra la Figura 2.13, es interesante señalar que algunos físicos dan el nombre de **peso** a la fuerza $F_{F/M}$, o sea a la fuerza que un objeto ejerce sobre su soporte. Mientras que $F_{M/F}$, o sea, la fuerza que el soporte ejerce sobre el objeto se llama **normal**. En el tema 2.5 Caída Libre: movimiento de proyectiles y satélites, se trata con mayor profundidad al concepto de peso.

LEYES DE NEWTON

Primera Ley: un objeto que se encuentre en reposo o en movimiento libre, permanecerá así hasta que una fuerza neta externa diferente de cero modifique dicho estado.

Segunda Ley: cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza neta diferente de cero, en él se produce un cambio de velocidad el cual depende de la fuerza neta, de la masa del objeto y del tiempo de aplicación de la fuerza.

Tercera Ley: cuando un objeto ejerce fuerza sobre otro, de manera recíproca también recibe una fuerza. Estas dos fuerzas son de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario y conforman una interacción mecánica.

Ejemplo

Un auto (A) se encuentra en reposo esperando la luz verde de un semáforo cuando otro auto (B,) de igual masa imprudentemente choca en la parte posterior del el primero figura 2.14). ¿Cómo se explica esta situación, antes del choque y durante el choque, a partir de las Leyes de Newton?

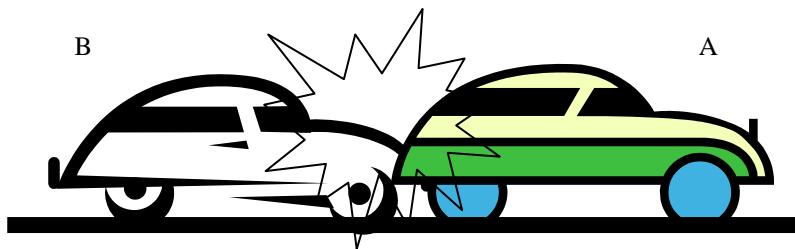


Figura 2.14

Antes del choque

El auto A se encuentra en reposo, por lo que la fuerza neta que actúa sobre él es cero, de acuerdo con la Primera Ley de Newton.

También, de acuerdo con esta ley, la fuerza neta sobre el carro B puede ser cero si su velocidad es constante o diferente de cero si su velocidad

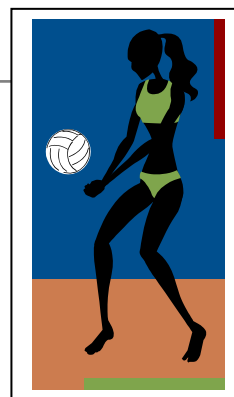
cambia (ya sea que vaya acelerando o frenando).

Durante el choque

La fuerza con que el carro B golpea al carro A es igual a la fuerza que el carro A ejerce sobre el carro B, de acuerdo con la Tercera Ley de Newton. Pero con el choque, como ambos autos se mueven unidos, la fuerza neta sobre este sistema es diferente de cero porque hay un cambio de velocidad (Segunda Ley de Newton). Después de un lapso de tiempo los carros se detienen por efecto de la fuerza de fricción sobre ellos (Primera Ley de Newton).

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

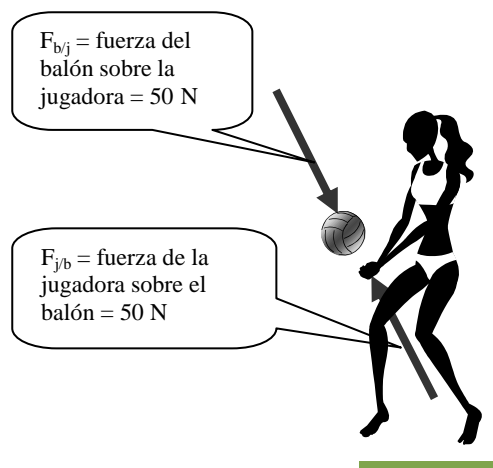
1. Durante un juego de voleibol una jugadora aplica una fuerza de 50 N sobre el balón como se muestra en la figura.
 - a. Dibuja en la figura la fuerza que la jugadora ejerce sobre el balón y la fuerza que ejerce el balón sobre la jugadora.
 - b. De acuerdo con la nomenclatura propuesta (tipo $F_{a/b}$), asigna literales a cada fuerza.
 - c. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que el balón ejerce sobre la jugadora?



Se trazan las líneas que representan a las fuerzas tanto de la jugadora como del balón, por la posición de los brazos y las manos la fuerza aplicada por la jugadora va hacia arriba e inclinada.

Las literales, de acuerdo a la nomenclatura propuesta, son: balón sobre jugadora $F_{b/j}$ y jugadora sobre balón $F_{j/b}$

Como el dibujo representa una interacción mecánica, por lo tanto, se aplican los principios de la 3ª ley de Newton, se trata de dos fuerzas de *igual magnitud y dirección*, pero de sentido contrario, es decir, la fuerza del balón sobre la jugadora es igual a la de la jugadora sobre el balón: 50 N.



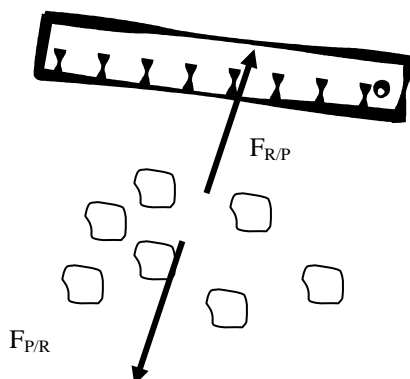
Nota que el sistema formado por $F_{b/j}$ y $F_{j/b}$ está inclinado. Los sistemas colineales estudiados hasta el momento han sido horizontales o verticales, existen sistemas colineales con diferentes inclinaciones. *Lo importante es que las fuerzas que los conforman se encuentren en la misma línea de acción.*

2. Seguramente has cortado trozos de papel pequeños, has frotado una regla de plástico con tus cabellos y con ella has atraído los trocitos de papel (si no lo has hecho, hazlo es divertido).

- ¿Cuántas fuerzas existen en esta situación de acuerdo con la Tercera Ley de Newton?
- Elabora un dibujo que represente esta situación resaltando y asignando literales a las fuerzas.
- ¿Por qué son los trocitos de papel los que se mueven hacia la regla y no a la inversa?

a. De acuerdo con la Tercera Ley, existen dos fuerzas: $F_{P/R}$ = fuerza que ejercen los papelitos sobre la regla y $F_{R/P}$ = fuerza que ejerce la regla sobre los papelitos.

b.



c. Los trocitos de papel se mueven hacia la regla porque tienen menos masa. Aunque $F_{P/R}$ tenga igual magnitud que $F_{R/P}$, causan efectos diferentes sobre los cuerpos que actúan. De acuerdo con la Segunda Ley, como la regla tiene más masa su cambio de velocidad por efecto de la misma fuerza es menor que el cambio de velocidad en los papelitos de menor masa.

3. Unos estudiantes del Colegio se fueron de pinta a un local de juegos electrónicos para jugar hockey en una mesa de aire. Al iniciar el juego, Juan le pegó al pok que estaba en reposo y éste se movió en línea recta con velocidad constante (o uniforme) hasta que chocó en una banda de la mesa. ¿Cómo intervienen las tres Leyes de Newton?

a. ¿Qué fuerzas intervienen para que el pok abandone el estado de reposo?

Para que el pok deje el reposo (es decir cambie su estado de movimiento) se requiere una fuerza externa diferente de cero de acuerdo con la Primera Ley. Esta fuerza es proporcionada por Juan cuando le pega al pok. El cambio de velocidad del pok es directamente proporcional a la fuerza y al tiempo que dura aplicada, e inversamente proporcional a su masa.

b. ¿Qué fuerzas intervienen para que el pok se mueva?

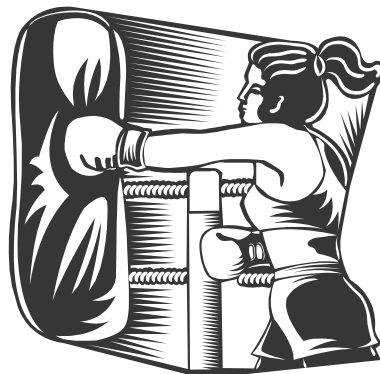
Para que el pok mantenga su movimiento, de acuerdo con la Primera Ley, no se requiere ninguna fuerza porque este movimiento es en línea recta y con velocidad constante. Es decir, se trata de un movimiento libre.

c. ¿Qué fuerzas intervienen cuando el pok choca con la banda de la mesa?

Cuando el pok choca con la banda de la mesa la fuerza que ejerce sobre la banda es igual a la fuerza que la banda ejerce sobre el pok, de acuerdo con la Tercera Ley.

Para resolver

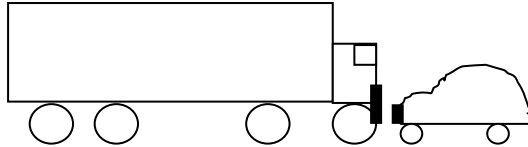
1. Dibuja las fuerzas que se presentan cuando la boxeadora golpea el costal. Identifícalas con la nomenclatura propuesta en este apartado.



EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Escribe dentro del paréntesis la letra de la opción que consideres correcta.

1. () En un estacionamiento un trailer (4 000 kg) que se mueve a 20 km/h choca de frente con un VW sedán (1000 kg) que viaja también a 20 km/h. Durante el choque la fuerza que ejerce el trailer sobre el VW es de 800 N, ¿cuál es la magnitud de la fuerza que el VW ejerce sobre el trailer?



- a. 200 N
- b. 400 N
- c. 800 N
- d. 100 N

2. () Considera los datos del trailer y del VW del ejercicio anterior. Después del choque el cambio de velocidad del VW es:

- a. Cuatro veces mayor que el cambio de velocidad del trailer.
- b. La cuarta parte del cambio de velocidad del trailer.
- c. De igual magnitud que el trailer, pero en sentido opuesto.
- d. La mitad del cambio de velocidad del trailer.

3. () Un jugador de squash golpea con su raqueta la pelota. Después de golpearla, ésta rebota contra la pared. ¿Qué agente ejerce mayor fuerza en el momento en que el jugador golpea la pelota con su raqueta?

- a. La raqueta sobre la pelota, por eso ésta sale rebotada.
- b. La fuerza que la pelota ejerce es igual a la fuerza que ejerce la raqueta.
- c. La pelota sobre la raqueta, por eso el jugador siente adolorido su brazo cuando concluye el juego.
- d. La pelota tiene menos masa que la raqueta, por lo que se mueve con mayor velocidad.

4. () Considera la situación presentada en la pregunta anterior, ¿cuál es la razón por la que la pared tiene un cambio de velocidad muy cercano a cero cuándo es golpeada por la pelota con alta velocidad?

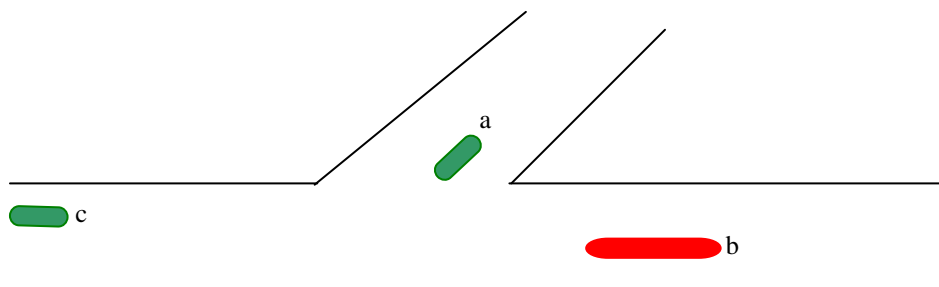
- a. La masa de la pared es mucho mayor comparada con la masa de la pelota.
- b. Las pelotas siempre rebotan sin importar la velocidad.
- c. La pared es un sólido que no se deforma.
- d. La fuerza de la pared sobre la pelota es igual a la que ejerce la pelota sobre la pared.

INSTRUCCIONES: Escribe una V dentro del paréntesis de los enunciados que considere verdaderos, una F en aquellos que considere falsos.

5. Una persona se encuentra descansando sentada en un sillón sin moverse.

- a. () La persona se encuentra en reposo porque acción y reacción, como son de igual magnitud y sentido opuesto, se equilibran.
- b. () La persona ejerce más fuerza sobre el sillón, que éste sobre la persona, por eso el sillón se deforma cuando se sienta.
- c. () Primero sucede la acción (cuando la persona se sienta) y luego la reacción (cuando el sillón se deforma).
- d. () El sillón ejerce sobre la persona una fuerza de igual magnitud a la fuerza que la persona ejerce sobre el sillón al sentarse.
- e. () No existe acción ni reacción porque el sillón y la persona se encuentran en reposo.

6. Por una calle circulan tres autos como se muestra en la figura. El carro A se desplaza con velocidad constante, el carro B del doble de masa que A viaja a 90 km/h y el carro C que es de igual masa que A parte del reposo y en unos s su velocidad es de 90 km/h.



- El valor de la fuerza neta es igual para el carro B y el carro C.
- En los carros A y C la fuerza neta es igual a cero.
- El carro B experimenta un menor cambio de velocidad que el carro C.
- El carro C experimenta un mayor cambio de velocidad que el carro B.
- El carro C presenta un movimiento forzado.

7. Si un niño lanza una pelota sobre una superficie horizontal entonces...

- la pelota se detiene después de cierto tiempo porque interviene la fricción.
- la pelota se desplaza todo el tiempo con velocidad constante.
- durante el movimiento de la pelota hay un cambio en su velocidad.
- durante el lanzamiento el valor de la fuerza de acción y reacción es el mismo.
- el sentido de las fuerzas de acción y de reacción es contrario.

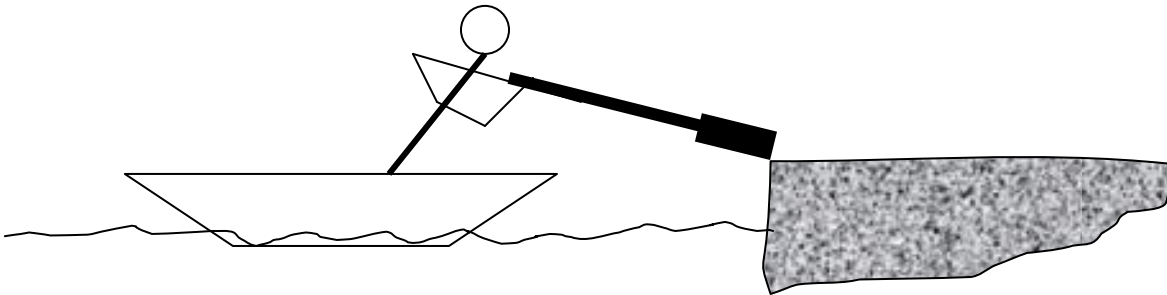
INSTRUCCIONES: Analiza los siguientes planteamientos y realiza lo que se solicita en cada caso

8. Un profesor de Física dibujó en el pizarrón un esquema en el que presentó el pie y la pierna de una persona en el momento de dar un paso para caminar.

Después el profesor dijo: "Pues claro, la Tierra nos empuja para caminar". ¿Podrías explicar qué quiso decir? Emplea la Tercera Ley de Newton en tu explicación.

9. Un estudiante fue a remar al Lago de Chapultepec, la lancha se encontraba junto al muelle así que el estudiante empujó con su remo, para alejarse y empezar a remar.

Con base en las leyes de Newton explica las siguientes cuestiones y grafica el sistema de fuerzas que corresponde a la situación descrita.



1. ¿Qué fuerzas intervienen cuando el estudiante empujó al muelle con su remo?
2. ¿Qué hubiera sucedido con el cambio de velocidad de la lancha si fueran dos los estudiantes los que empujaban al muelle con fuerzas aproximadamente iguales en sus remos.?

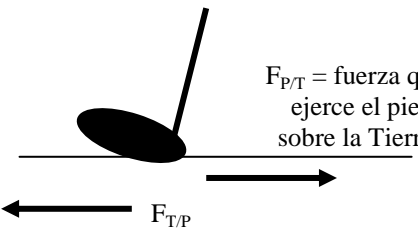
10. Un microbús va por una avenida recta moviéndose con velocidad constante de forma que Lorena, una pasajera sentada, podía ir escribiendo un resumen para entregar como tarea de Física. De repente el microbús frenó y se detuvo justo en las líneas de seguridad marcadas en el asfalto.

1. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza neta que actúa sobre el microbús cuando Lorena escribe su resumen?

2. ¿Cómo es la magnitud de la fuerza neta cuando el microbús frena?

3. Si la fuerza aplicada por los frenos fuera el doble y se aplicara durante el mismo tiempo, ¿qué ocurriría con el cambio de velocidad del microbús?

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	(c)
2	(a)
3	(b)
4	(a)
5	a. (F) b. (F) c. (F) d. (V) e. (F)
6	a. (F) b. (V) c. (F) d. (V) e. (V)
7	a. (V) b. (F) c. (V) d. (V) e. (V)
8	 <p>De acuerdo con la Tercera Ley, la pareja de la fuerza $F_{P/T}$ es la fuerza $F_{T/P}$, es decir, la fuerza que ejerce la Tierra sobre el pie. Al dibujar esta fuerza se identifica que la Tierra ejerce una fuerza sobre el pie dirigida hacia el frente, que nos empuja para caminar.</p>
9	<p>1. De acuerdo con la Tercera Ley, cuando el estudiante empuja con el remo existe una interacción conformada por la fuerza que ejerce el remo sobre el muelle ($F_{R/M}$) y por la fuerza que el muelle ejerce sobre el remo ($F_{M/R}$). La fuerza neta diferente de cero sobre el remo hace que la lancha se aleje del muelle de acuerdo con la Primera Ley.</p> <p>2. De acuerdo con la Segunda Ley, si la fuerza $F_{R/M}$ se duplicara, el cambio de velocidad aumentaría. En este caso no en la misma proporción, porque la masa de la lancha con sus ocupantes también aumenta.</p>

10	<ol style="list-style-type: none">1. La magnitud de la fuerza neta cuando Lorena escribe su resumen es cero, porque el microbús se mueve en línea recta y con velocidad constante. Este es un movimiento libre para el que no es necesario contar con una fuerza neta diferente de cero de acuerdo con la Primera Ley.2. Cuando el microbús frena la fuerza neta es diferente de cero. Esto origina un cambio en el estado de su movimiento, de acuerdo con la Primera Ley. De acuerdo con la segunda, el cambio de velocidad del microbús depende de la fuerza de frenado, del tiempo que dure aplicada y de su masa.3. Si la fuerza de frenado fuera el doble, el cambio de velocidad se aumentaría al doble, porque la masa y el tiempo de frenado permanecerían constantes, de acuerdo con la Segunda Ley.
<p>Sugerencias: Si no resolviste correctamente alguno de los ejercicios. Revisa nuevamente las ideas sobre Tercera Ley. Los errores más frecuentes se deben a que no se considera que las fuerzas de una interacción actúan sobre cuerpos diferentes y a que el efecto que producen estas fuerzas depende de la masa de los objetos que intervienen.</p> <p>Si tuviste dificultades con los problemas 9 y 10, revisa las tres leyes de Newton y los ejemplos en los que se les emplea para explicar situaciones cotidianas.</p>	

2.5 CAÍDA LIBRE: MOVIMIENTO DE PROYECTILES Y SATÉLITES

Aprendizajes

- Relacionar la caída de los objetos con el movimiento de proyectiles y satélites.
- Interpretar el concepto de caída libre.
- Distinguir peso de fuerza de gravedad.

Pide a alguno de tus compañeros que lance un objeto horizontalmente, por ejemplo, una pelota. Dibuja su trayectoria. Ahora solicítale que la lance cada vez más lejos y dibuja las trayectorias. Probablemente tu dibujo se parece al mostrado en la figura 2.15. En todos los casos la pelota cae hacia la Tierra, sólo que cada vez lo hace más lejos de la persona que la lanza. **Los objetos que son lanzados o que caen de alguna forma reciben el nombre de proyectiles.**

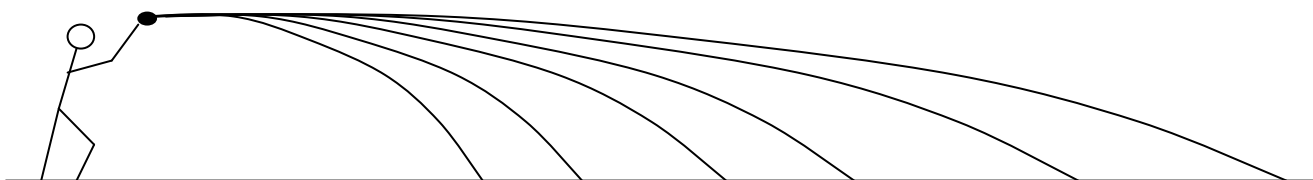


Figura 2.15

Trayectorias de una pelota que cada vez es lanzada con mayor velocidad.

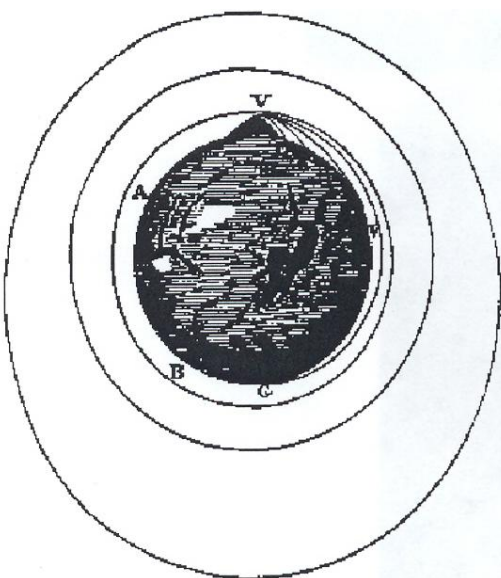


Figura 2.16

En la figura 2.15 se muestra que la persona se encuentra sobre una superficie plana, sin embargo la Tierra no lo es. Newton, a partir de esta idea imaginó qué sucedería con un objeto que es lanzado desde una parte alta, como por ejemplo una montaña.

El razonamiento de Newton se esquematiza en la figura 2.16. En ella se observa la trayectoria de un objeto, por ejemplo, una bala de cañón, que es lanzada desde la cima de una montaña. La bala cae cada vez más lejos, pero su trayectoria se va curvando de acuerdo con la forma de la Tierra hasta que llega un momento en que la bala llega al punto desde el cual partió. En este caso, como regresa al punto de partida, vuelve a iniciar su caída y así sucesivamente. Como el movimiento de caída no cesa, ya que con cada vuelta vuelve a comenzar, la bala se encuentra entonces en órbita alrededor de la Tierra.

El movimiento que describe la bala al orbitar es un movimiento forzado (la trayectoria no es rectilínea ni con velocidad uniforme) y la fuerza neta diferente de cero que lo origina es la fuerza con que la Tierra atrae a los objetos, es decir, la fuerza de gravedad. Ésta es la responsable de que alrededor de la Tierra orbite la Luna, como igual sucede con la bala imaginada por Newton.

Newton identificó que los objetos que caen y los objetos que orbitan alrededor de cuerpos más grandes (como los planetas alrededor del Sol), tienen la misma causa. Esta idea fue de gran relevancia para el pensamiento del siglo XVII ya que entonces se pensaba que las leyes para los objetos de la Tierra eran diferentes a las leyes para los objetos celestes. La aportación de Newton apuntaló la universalidad de la ciencia.

En Física se considera como **caída libre al movimiento que se presenta cuando los objetos se mueven exclusivamente por efecto de la fuerza de gravedad.** Por ejemplo, la piedra que cae a un pozo, un balón que es lanzado por un quarter back, una flecha lanzada al aire e incluso objetos que son lanzados hacia arriba como un llavero con el que se juega. Cuando el llavero va hacia arriba su velocidad va disminuyendo hasta que en el punto más alto tiene una velocidad instantánea cero e inicia su regreso a la Tierra aumentando ahora su velocidad. Esto se debe a que la fuerza de gravedad lo atrae hacia la Tierra. En principio nos pareciera que sobre los objetos que se mueven en un sentido, no puede existir una fuerza en sentido contrario, como sucede con el llavero. Éste se mueve hacia arriba pero la fuerza de gravedad actúa hacia abajo (figura 2.17). Sin embargo esto es más frecuente de lo que suponemos sólo que no estamos acostumbrados a analizarlo. Por ejemplo, es frecuente en nuestro entorno que los autos frenen, pues en este caso el auto se mueve en un sentido (hacia adelante) y la fuerza neta sobre él tiene sentido opuesto (hacia atrás)... de no ser así ¡no podría detenerse!

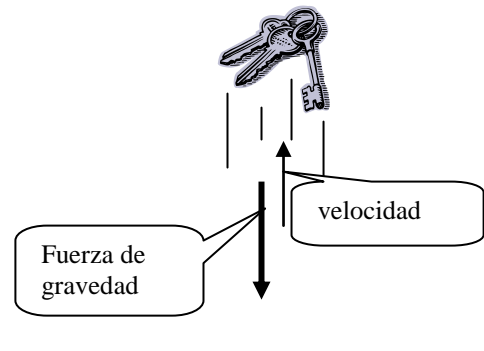


Figura 2.17

En lenguaje cotidiano se emplea la palabra 'caída' para objetos que se mueven hacia la Tierra, pero en Física 'caída libre' es un concepto que se emplea para objetos que se mueven debido a la fuerza de gravedad y no necesariamente que se acerquen a la Tierra, como es el caso de los objetos que son lanzados hacia arriba o de los satélites que orbitan un planeta.

Sobre los cuerpos en caída libre actúa la fuerza de gravedad, que es una fuerza neta diferente de cero, por ello este movimiento se ubica dentro del grupo que conforma al movimiento forzado. En éste, los objetos pueden moverse en línea recta con velocidad variable (como sucede con los objetos que son lanzados hacia arriba y luego regresan) o pueden moverse con trayectorias no rectas (como sucede con los proyectiles y satélites).

Es interesante señalar que los objetos que caen cercanos a nosotros lo hacen en el aire (y en sentido estricto no están en caída libre). Pero como no estamos acostumbrados a pensar en esto, no hacemos conciencia de que el aire nos rodea por todas partes.

El efecto del aire sobre el movimiento se puede analizar fácilmente. Deja caer una hoja de papel extendida. Luego arruga la hoja y así 'hecha bolita', déjala caer nuevamente. Observa que no caen en la misma forma. La fricción del aire interviene en su movimiento. Analiza la figura 2.18. Con base en tus conocimientos sobre el cálculo de la fuerza neta en

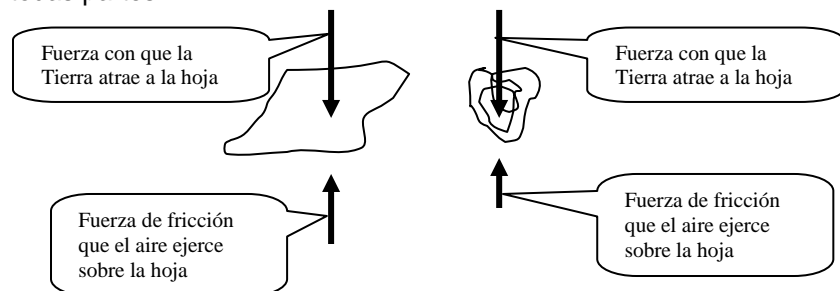


Figura 2.18

sistemas de fuerzas colineales reflexiona porqué la hoja 'hecha bolita' cae más rápido. Recuerda que la longitud de la flecha está asociada con la magnitud de la fuerza.

A lo largo de este material se tratará con objetos (pelotas, balines, piedras) para los cuales el efecto de la fricción del aire no es relevante por lo que pueden considerarse en caída libre.

El peso es un concepto asociado con la caída de los cuerpos y actualmente los científicos están revisando cómo es más apropiado definirlo. Esto se debe a que cuando surgen las ideas sobre el concepto de peso en Física, hace algunos cientos de años, no existían satélites y viajes espaciales. De tal forma que no se pensaba que algunos objetos pudieran no tener peso (como sucede con los astronautas que hemos visto en noticieros).

La definición tradicional considera que el peso es la fuerza con que la Tierra atrae a los objetos (fuerza de gravedad). Mientras que la definición operacional, considera que el peso es la fuerza que un objeto ejerce sobre su soporte.

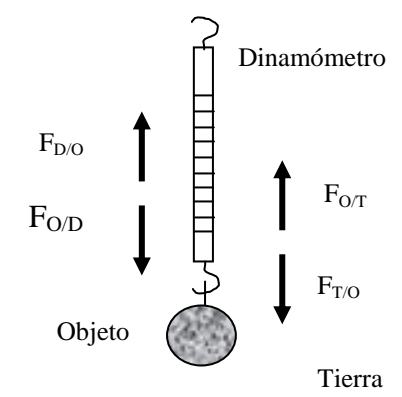


Figura 2.19

Estudia con atención la figura 2.19. En ella se presentan las interacciones mecánicas (Tercera Ley de Newton) entre tres cuerpos: la Tierra, un dinamómetro y un objeto cualquiera. Al reconocer estas fuerzas podrás identificar cuál de ellas es considerada como peso para cada una de las dos definiciones anteriores.

Para la definición tradicional de peso éste es igual a la fuerza con que la Tierra atrae a los objetos: **peso = $F_{T/O}$** . Para la definición operacional que considera que el peso es la fuerza que un objeto ejerce sobre su soporte: **peso = $F_{O/D}$** .

Cuando el objeto se encuentra en reposo o en movimiento libre, $F_{T/O} = F_{O/D}$. Pero, cuando el objeto se desplaza con movimiento forzado la magnitud de $F_{O/D}$ puede cambiar, es decir, el peso del objeto para la definición operacional cambia. Esto concuerda

con algunas de nuestras experiencias ya que hemos experimentado esa sensación de cambio de peso. Cuando subimos a un elevador, en los momentos en que inicia su movimiento o se detiene, sentimos 'raro' en el estómago. Esto se debe a que cambia la fuerza que ejercemos sobre el soporte (piso del elevador). En juegos como la montaña rusa, esta sensación se acentúa mucho más.

Sabemos de la falta total de peso a través de documentales o películas sobre astronautas que se encuentran en satélites orbitando alrededor de la Tierra. Ahí ellos se encuentran flotando, sin peso o sin ejercer fuerza sobre soporte alguno. Pero, de acuerdo con lo que se ha estudiado antes, la fuerza de gravedad sigue existiendo. Ella es la responsable de que la nave, junto con los astronautas, orbiten (o caigan) alrededor de la Tierra.

Como la definición tradicional de peso lo equipara con la fuerza de gravedad, se hace contradictorio explicar la ausencia de peso como ausencia de fuerza de gravedad ya que esta sigue existiendo y es precisamente la responsable de que un satélite orbite (o esté en caída libre) alrededor de la Tierra.

Así para este curso, peso y fuerza de gravedad son fuerzas diferentes. La primera corresponde a la fuerza que un objeto ejerce sobre su soporte y la segunda a la fuerza con que un astro o planeta atrae a un objeto. La magnitud de estas dos fuerzas sólo coincide cuando el objeto se encuentra en reposo o con movimiento libre.

Cuando los objetos caen por efecto de la fuerza de gravedad, como se encuentran en movimiento forzado, presentan un cambio en su velocidad. El cambio de velocidad por unidad de tiempo es constante y recibe

el nombre de aceleración de la gravedad. Su valor depende del astro o planeta al que caigan los objetos. **Para la Tierra la aceleración de la gravedad tiene un valor de 9.8 m/s^2** , lo que quiere decir que cuando un objeto cae cambia su velocidad en 9.8 m/s por cada segundo que pasa. Así si un objeto cae durante tres s, su velocidad final será de $9.8 \text{ m/s}^2 (3\text{s}) = 29.4 \text{ m/s}$.

Peso y masa son conceptos que con frecuencia se confunden. El peso, como se mencionó, es la fuerza que un objeto ejerce sobre su soporte, mientras que la masa se refiere a **la cantidad de materia de un cuerpo y a la resistencia que, como consecuencia, opone a cambiar su estado de movimiento.** Un cuerpo con más masa cambia su estado de movimiento con más dificultad. Esta es una propiedad denominada inercia que se relaciona con la Primera Ley de Newton. Además, **la masa no cambia su magnitud independiente del lugar en el universo en que se encuentre. En cambio, la magnitud del peso depende del astro o planeta que se encuentre cerca del objeto en cuestión.** Un astronauta no cambia su masa cuando se encuentra en la Luna, sin embargo su peso se reduce considerablemente.

Entre el peso y la masa existe una proporción directa. La constante de proporcionalidad puede determinarse de una manera sencilla en el laboratorio escolar. Basta con suspender diferentes masas de un dinamómetro calibrado en newtons y registrar las lecturas correspondientes. Al analizar estos valores se encuentra que esta constante tiene un valor aproximado de 10. Con instrumentos más precisos, se obtiene un valor cercano a 9.8. Efectivamente, **la constante de proporcionalidad entre la masa y el peso es la aceleración de la gravedad (9.8 m/s^2).** Matemáticamente esto se expresa:

$$p = mg$$

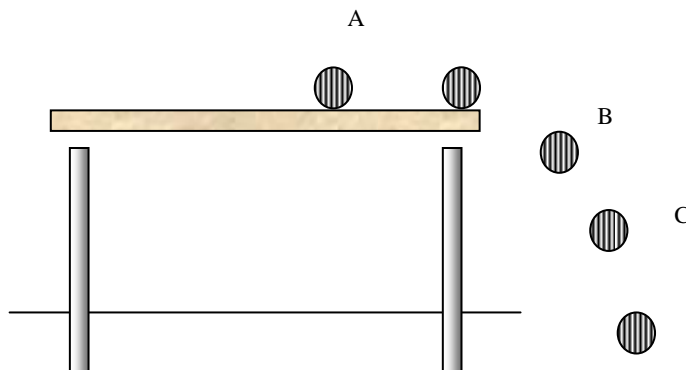
Donde p , es el peso del cuerpo expresado en newtons; m , su masa en kilogramos y g , la aceleración de la gravedad. Como muchos textos son traducciones del Inglés, es frecuente encontrar que para el peso también se use la literal 'w', del Inglés weight = peso.

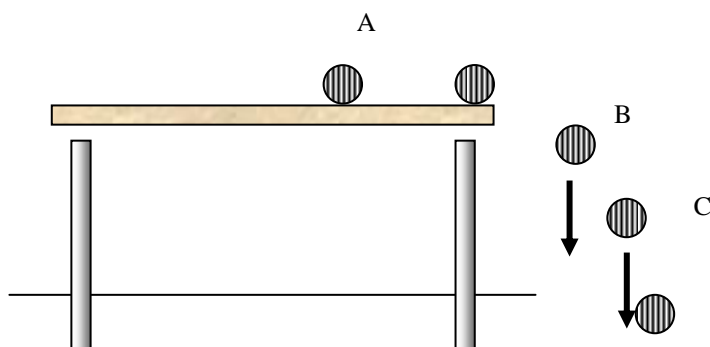
Cuando en la vida cotidiana decimos que una persona pesa 60 kg, se está cometiendo un error desde el punto de vista de la Física. Kilogramos es una unidad para masa, no para peso. Lo correcto para la Física en el Sistema Internacional de Unidades, es decir que esa persona pesa 588 N ($p = mg = 60\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2$).

APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO

1. Un balón que rueda en línea recta y con velocidad constante por una mesa, llega a su extremo y cae como se muestra en la figura.

- a. Dibuja la fuerza neta que actúa sobre el balón cuando pasa por las posiciones A, B y C.





La fuerza neta sobre el balón en A es cero, porque se mueve en línea recta y velocidad constante. en B y C la fuerza que está actuando es la fuerza de gravedad.

- b. ¿Qué tipo de movimiento realiza cuando pasa por la posición A?

Cuando pasa por la posición A, el balón tiene movimiento libre.

- c. ¿Qué tipo de movimiento realiza cuando pasa por la posición C?

Cuando pasa por C se encuentra en caída libre.

2. Completa el siguiente enunciado al elegir la palabra adecuada a partir de aquellas que se presentan en el recuadro.

El movimiento de los proyectiles y el movimiento de los _____ se originan por la misma causa: la fuerza de _____. Como ambos 'caen' hacia la _____, su movimiento recibe el nombre de _____ libre. Éste es un movimiento _____ porque la fuerza neta que actúa sobre los objetos que caen es _____.

≠ 0	caída	forzado	libre
satélites	Tierra	= 0	Luna
gravedad	fricción	peso	9.8 m/s ²

El movimiento de los proyectiles y el movimiento de los satélites están originados por la misma causa: la fuerza de gravedad. Como ambos 'caen' hacia la Tierra, su movimiento recibe el nombre de caída libre. Éste es un movimiento forzado porque la fuerza neta que actúa sobre los objetos que caen es ≠ 0.

3. a. ¿Cuál es el peso de una persona de 45 kg?

Para calcular el peso usamos el modelo $p=mg$ y sustituimos los datos de las variables

$$p = mg = 45 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2) = 441 \text{ N}$$

realizando las operaciones encontramos que el peso es de 441 N

b. ¿Cuál es la masa de una persona que pesa 700 N?

Como en el caso anterior aplicamos el modelo adecuado, en este caso $m = \frac{P}{g}$, cambiamos las variables por los datos del problema (recuerda que el valor de la fuerza de gravedad es una constante: 9.8 m/s) y realizamos las operaciones, así pues la masa es igual a 71.42 kg

$$m = \frac{p}{g} = \frac{700N}{9.8 \frac{m}{s^2}} = 71.42kg$$

c. ¿Cuál es el peso de 500 g de jamón?

En este problema se aplica el mismo procedimiento usado para encontrar el peso de la persona de 45 kg.

$$p = mg = 0.5kg (9.8 m/s^2) = 4.9 N$$

Para resolver

1. Un jugador de basquetbol lanza la pelota hacia el tablero y encesta. Dibuja la trayectoria de la pelota. Señala la fuerza que actúa sobre ella en tres puntos:

- Un momento después de que abandona la mano del jugador
- Cuando se encuentra en el punto más alto
- Un momento antes de entrar a la canasta.

2. ¿Cuál es tu peso? Escribe la fórmula y los cálculos que realices.

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención cada uno de los siguientes ejercicios y escribe la respuesta correcta.

1. Con base en tu experiencia sobre la resistencia (fricción) que presentan los diferentes medios en que se pueden mover los objetos, como aire o agua, marca con una 'x' los objetos que se pueden considerar en caída libre.

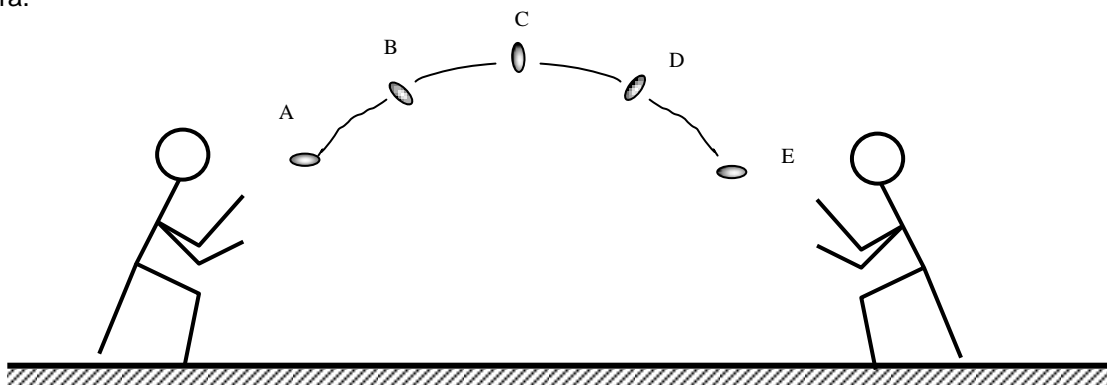
- Un balón de volibol que, después del golpe de saque, se mueve de un lado a otro de la cancha.
- Una flecha que se mueve verticalmente hacia arriba después de ser disparada por un arco.
- Una piedra que es soltada por una persona que se encuentra en la parte alta de un puente.
- Una canica que cae dentro de un recipiente que contiene miel.
- Una bala que es disparada hacia el piso.
- Un satélite de telecomunicaciones que orbita alrededor de la Tierra.
- El aro de un malabarista que sube verticalmente y luego desciende.
- Una hoja de árbol que se desprende.
- Un torpedo que es lanzado hacia arriba por un submarino que se encuentra sumergido en el mar.

2. Explica por qué se dice que la Luna 'cae' hacia la Tierra.

3. Escribe en la siguiente tabla las diferencias entre movimiento libre y la caída libre.

	Movimiento Libre	Caída Libre
Fuerza neta		
Trayectoria		
Velocidad		

4. Un estudiante lanzó una goma a uno de sus compañeros. La trayectoria de la goma se presenta en la figura.

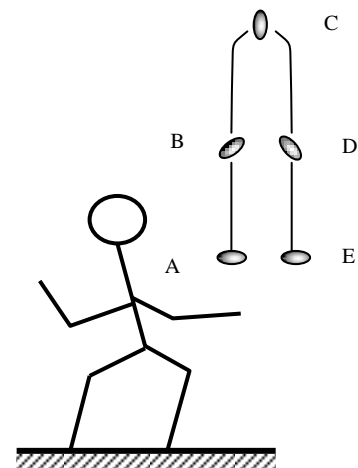


a. Dibuja la fuerza neta que actúa sobre la goma en los puntos A, B, C, D y E.

b. Qué tipo de movimiento describe la goma. Explica.

5. Si en lugar de haber lanzado la goma a otro compañero, el estudiante la hubiera lanzado hacia arriba y después cachado, como se muestra en la figura:

a. Dibuja la fuerza neta que actúa sobre la goma en los puntos A, B, C, D y E.

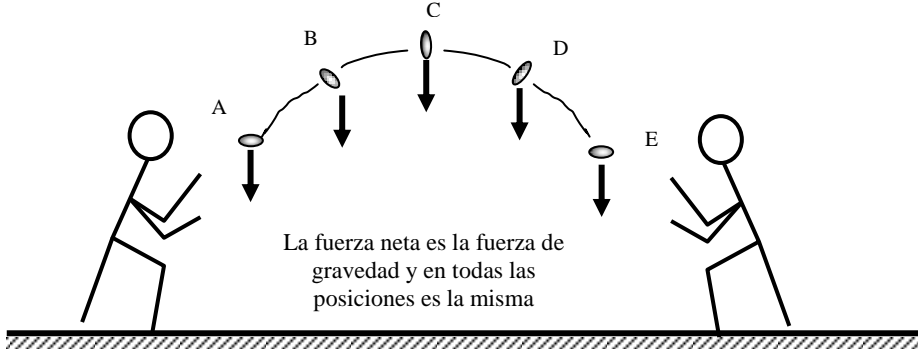


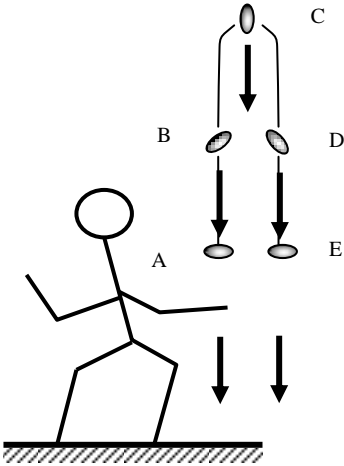
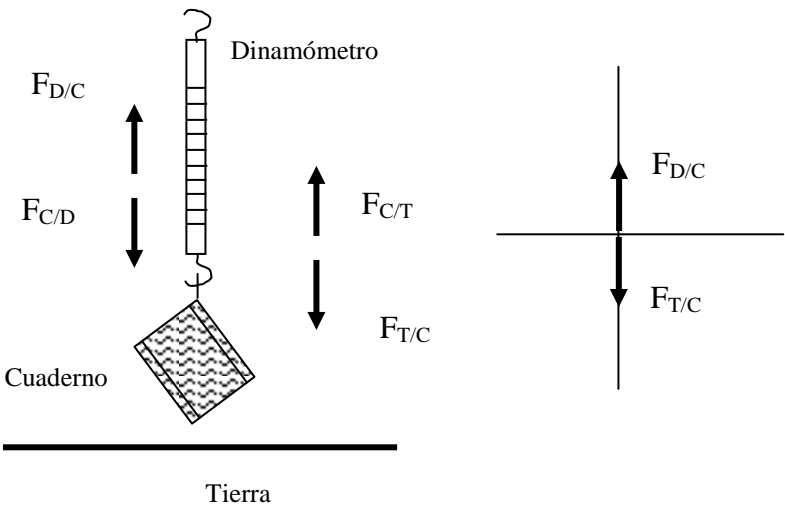
b. Qué tipo de movimiento describe la goma. Explica.

6. En una sesión de laboratorio el profesor de Física colgó un cuaderno de espiral de un dinamómetro y observó su lectura, entonces dijo: “*el peso de este cuaderno es de 6 N*” ¿Cuál es el concepto de peso para el profesor? Explica.

7. Elabora, del lado izquierdo de tu hoja un dibujo que represente la situación presentada en la cuestión anterior. Incluye al dinamómetro, al cuaderno y a la Tierra. En este dibujo identifica las interacciones presentes. Del lado derecho dibuja, sobre un eje de referencia, SOLAMENTE a las fuerzas que están actuando sobre el cuaderno.
8. Si el cuaderno considerado en la cuestión anterior se encuentra en reposo, ¿cómo es la magnitud de la fuerza que la Tierra ejerce sobre el cuaderno respecto de la fuerza que el dinamómetro ejerce sobre el cuaderno?
9. Con base en el dibujo que elaboraste en la pregunta 7, ¿cuál es el peso del cuaderno de acuerdo con la definición operacional?
10.
 - a. ¿Cuál es el peso de un automóvil de 1 200 kg?
 - b. ¿Cuál es la masa de una silla de 60 N de peso?
 - c. ¿Cuál es el peso de una taza de 50 N?

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta												
1	a. (X) b. (X) c. (X) d. (---) e. (---) f. (X) g. (X) h. (---) i. (---)												
2	Se dice que la Luna cae hacia la Tierra porque como su movimiento orbital debe solamente la fuerza de gravedad, se encuentra en caída libre.												
3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Movimiento Libre</th> <th>Caída Libre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerza neta</td> <td>= 0</td> <td>≠ 0</td> </tr> <tr> <td>Trayectoria</td> <td>Recta</td> <td>Recta o curva</td> </tr> <tr> <td>Velocidad</td> <td>Constante</td> <td>Variable en magnitud y/o en sentido</td> </tr> </tbody> </table>		Movimiento Libre	Caída Libre	Fuerza neta	= 0	≠ 0	Trayectoria	Recta	Recta o curva	Velocidad	Constante	Variable en magnitud y/o en sentido
	Movimiento Libre	Caída Libre											
Fuerza neta	= 0	≠ 0											
Trayectoria	Recta	Recta o curva											
Velocidad	Constante	Variable en magnitud y/o en sentido											
4	<p>a.</p>  <p style="text-align: center;">La fuerza neta es la fuerza de gravedad y en todas las posiciones es la misma</p> <p>b. El movimiento de la goma es una caída libre porque sobre ella actúa solamente la fuerza de gravedad.</p>												

<p>5</p>	<p>a.</p>  <p>La fuerza neta es la fuerza de gravedad y en todas las posiciones es la misma</p> <p>b. El movimiento de la goma es una caída libre porque sobre ella actúa solamente la fuerza de gravedad.</p>
<p>6</p>	<p>El concepto del profesor es que el peso es la fuerza que ejerce el objeto (cuaderno) sobre su soporte (dinamómetro).</p>
<p>7</p>	
<p>8</p>	<p>Las fuerzas que actúan sobre el cuaderno ($F_{T/C}$ y $F_{D/C}$), tienen igual magnitud y diferente sentido y sus efectos sí se pueden cancelar porque no se trata de una pareja de fuerzas resultado de una interacción. Por ello el cuaderno se encuentra en reposo de tal forma que la fuerza neta = 0.</p>

9	El peso del cuaderno es $F_{C/D}$.
10	a. $p = mg = 1\,200\text{kg} (9.8\text{ m/s}^2) = 11\,760\text{ N}$ b. $m = p/g = 60\text{ N}/9.8\text{ m/s}^2 = 6.12\text{ kg}$ c. $p = mg = (0.050\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2) = 0.49\text{ N}$
<p>Sugerencias: Si te equivocaste en alguna de las cuestiones 1, 2 ó 3, revisa nuevamente el concepto de caída libre (movimiento debido únicamente a la fuerza de gravedad). Si los errores estuvieron en las cuestiones 4 ó 5, recuerda que la dirección y sentido del movimiento y de la velocidad NO necesariamente corresponden a la dirección y sentido de la fuerza aplicada.</p> <p>Para las cuestiones 6, 7, 8 y 9 se requiere tener claro el concepto de peso, en específico su definición operacional. Finalmente, para la cuestión 10, es necesario manejar el modelo matemático de peso y el despeje para la masa. También se necesita saber convertir gramos a kilogramos, para ello en el desarrollo sintético del tema se presenta un recuadro con un ejemplo de este tipo de conversión.</p>	

2.6 MÉTODO GRÁFICO DEL PARALELOGRAMO

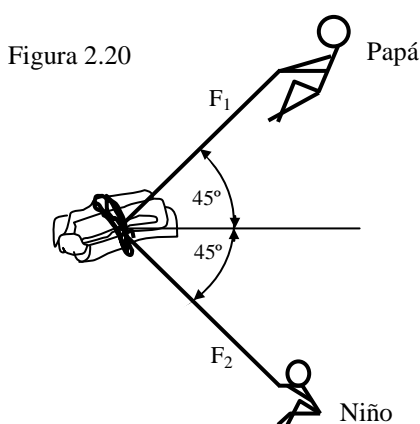
Aprendizajes

- Aplicar el método gráfico del paralelogramo para obtener la fuerza neta en situaciones cotidianas de objetos que se encuentran en reposo o en movimiento.

En los apartados anteriores se ha trabajado con sistemas de fuerzas colineales en los cuales es posible estimar la fuerza neta o fuerza resultante con sencillas operaciones algebraicas. Pero, como se planteó en el tema 2.1, las fuerzas no siempre actúan en la misma línea, sino que lo hacen en un plano como la lancha que debe atravesar el río en la figura 2.1. Estos sistemas de fuerzas reciben el nombre de 'coplanares' y los métodos para obtener la fuerza neta en ellos son diferentes a los empleados en los sistemas colineales. Existen métodos gráficos y analíticos para realizar los cálculos en los sistemas coplanares pero en el presente tema sólo se revisará el **Método del Paralelogramo, enfatizando, sobre todo, su aspecto gráfico. Éste es útil para estimar la fuerza neta a partir de dos fuerzas que forman entre sí un ángulo diferente a 0° y a 180° .**

Estudia el siguiente ejemplo. Necesitarás un juego de escuadras graduadas y un transportador.

Un niño y su papá llevan arrastrando un atado de leña hasta su casa, situada a orillas de un bosque. Ambos jalan aplicando toda la fuerza que les es posible, entre ambos y con respecto al atado de leña se forma un ángulo de 90° . El niño logra jalar con una fuerza de 150 N y el papá con una de 250 N, como se muestra en la figura 2.20, ¿cuál es la magnitud y dirección de la fuerza resultante⁴ que actúa sobre el atado?



Para resolver este ejercicio, primero debe identificarse si es posible hacerlo a través del Método del Paralelogramo. En este caso se tienen efectivamente dos fuerzas y el ángulo entre ellas no es de 0° ni de 180° .

A continuación se elige una escala adecuada a la magnitud de ambas fuerzas (150 N y 250 N). Como la magnitud de ambas fuerzas es múltiplo de 50, podemos utilizar esta cifra para plantear la escala, en este caso $1\text{ cm} = 50\text{ N}$. Significa que un centímetro del trazo que se haga en el cuaderno, equivale a 50 N.

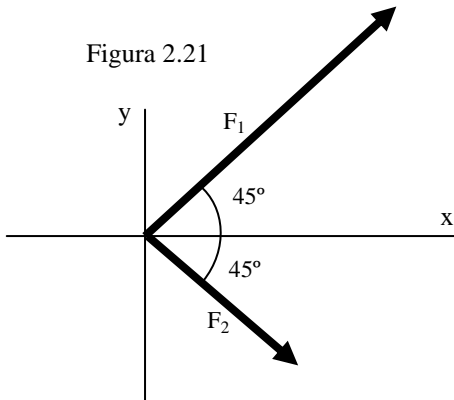
Los datos son los siguientes:

- F_1 (papá) = 250
- F_2 (niño) = 150
- Escala: 1 cm. = 50 N
- $F_R = ?$
- Ángulo = ?

Entonces la fuerza (F_2) de 150 N deberá medir 3 cm ($150/50 = 3$) y la fuerza (F_1) de 250 N deberá medir 5 cm ($250/50 = 5$).

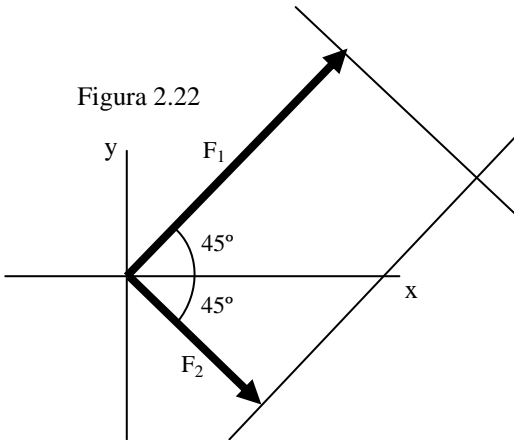
⁴ En este momento se empleará 'fuerza resultante' para denominar a la fuerza que produce el mismo efecto que el obtenido cuando se aplican dos fuerzas. Esto se debe a que en los ejemplos que se tratarán en este tema es frecuente que exista una tercera fuerza. Por eso, en sentido estricto, lo que se obtiene a través del Método del Paralelogramo no es la fuerza neta del sistema ya que se considera sólo a dos fuerzas.

Figura 2.21



Ahora, se dibuja un eje de referencia y a partir de él se trazan las fuerzas con el ángulo correspondiente, como se muestra en la figura 2.21.

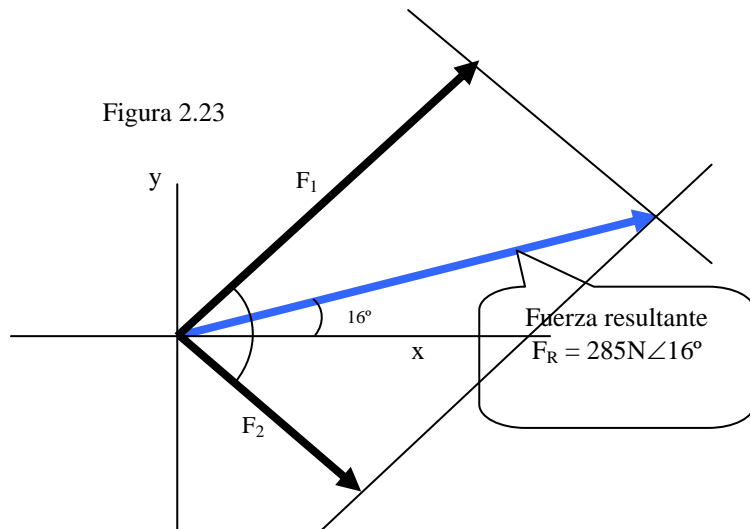
Figura 2.22



Enseguida se dibujan líneas paralelas a las direcciones de las fuerzas, como se muestra en la figura 2.22.

Se traza una línea desde el origen de ambas fuerzas hasta el punto donde se cruzan las paralelas trazadas (figura 2.23). Esta línea corresponde a la magnitud de la fuerza resultante que, en este caso, mide 5.7 cm, al multiplicar este valor por 50 (valor de la escala) encontramos que la resultante vale 285 N. A continuación se mide el ángulo formado entre el eje "x" de valores positivos y la resultante obteniéndose un valor de 16° .

Figura 2.23



Resumiendo: una vez completada la gráfica de las fuerzas, **se mide la resultante, se multiplica por la escala y se mide, en sentido contrario a las manecillas del reloj, el ángulo formado con respecto al eje 'x' positivo** (medir el ángulo de esta forma es una convención que se usa con frecuencia en Física). El resultado obtenido es aproximado porque en general se incurre en pequeñas imprecisiones durante el trazado.

Frecuentemente el procedimiento explicado anteriormente se expresa como: $F_1 + F_2 = F_R \angle \theta$; en donde:

F_1 = fuerza 1

F_2 = fuerza 2

F_R = fuerza resultante

$\angle \theta$ = ángulo formado entre el eje "x" positivo y la resultante. Marca la dirección de la fuerza.

Siguiendo el ejemplo del atado, la magnitud de la fuerza resultante que actúa sobre el atado de leña es de 285 N y su dirección y sentido es a 16° respecto el eje de las 'x' positivo. Como la fuerza resultante o neta es diferente de cero, el atado tiene en un inicio movimiento forzado. Sin embargo, de acuerdo con nuestra experiencia, cuando jalamos cosas es frecuente que su velocidad no aumente de manera constante como señala la Segunda Ley de Newton. Analicemos con más detalle estas situaciones.

El método gráfico del paralelogramo permite sumar (restar si se invierte el sentido del vector) magnitudes vectoriales. A continuación se resume este procedimiento, lee cuidadosamente los siguientes pasos.

1. Elegir escala adecuada a la magnitud de las fuerzas.
2. Trazar ambas fuerzas a partir del mismo eje de referencia (a escala y con el ángulo indicado).
3. Trazar líneas paralelas a las fuerzas.
4. Unir el origen de ambas fuerzas (vectores) con el punto en que se cruzan las paralelas. Esta línea corresponde a la magnitud de la resultante.
5. Medir la resultante y multiplicar por la escala.
6. Medir el ángulo formado entre el eje "x" positivo y la resultante.

Imagina que dos personas deben mover un refrigerador. Inicialmente ambas aplican fuerza, pero el refrigerador **no se mueve**. Esta situación se representa en la figura 2.24.

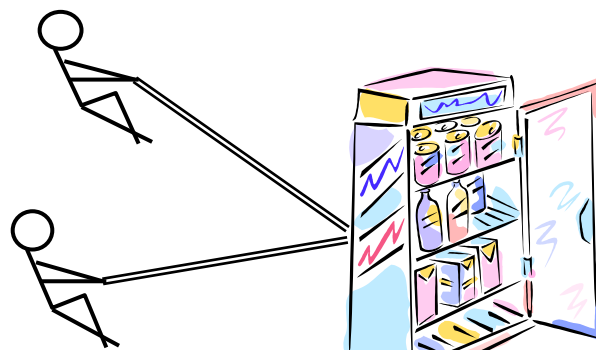


Figura 2.24

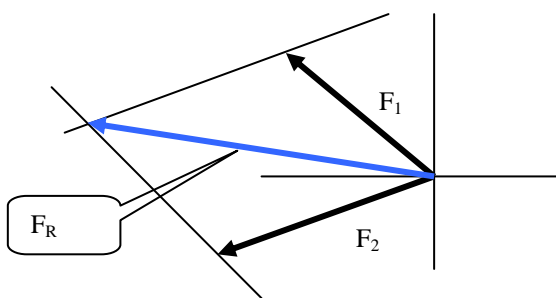


Figura 2.25

El esquema de fuerzas y la fuerza resultante aplicada por las dos personas se muestra en la figura 2.25.

Si se considera que los efectos que actúan sobre el refrigerador son sólo los que origina la fuerza resultante, éste debiera moverse con movimiento forzado

(para el cual la fuerza neta $\neq 0$) de acuerdo con la Primera Ley de Newton. Sin embargo, nosotros hemos vivido estas experiencias y hemos encontrado objetos que, aunque les apliquemos fuerza, no se mueven, eso se debe a la fuerza de fricción.

Para encontrar su magnitud y dirección es necesario recordar que, si el refrigerador no se mueve, de acuerdo con la Primera Ley, la fuerza neta sobre él debe ser cero. Por ello y para este ejemplo, la fricción debe ser una fuerza de igual magnitud y dirección que la resultante, pero de sentido contrario. A esta fuerza se le llama **equilibrante, porque equilibra los efectos de la fuerza resultante de tal forma que la fuerza neta sobre el objeto sea cero.**

Observa que esta situación es muy similar a lo estudiado en la Tercera Ley de Newton: se tienen fuerzas de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario. Para diferenciar una situación física de otra, recuerda que la Tercera Ley se aplica cuando queremos analizar interacciones mecánicas **cuando intervienen dos objetos y se estudia la fuerza que cada uno de ellos ejerce sobre el otro. Las fuerzas de una interacción se aplican sobre cuerpos diferentes.**

Mientras que el cálculo de la resultante y equilibrante se aplica **cuando se desea estudiar el efecto de un conjunto de fuerzas aplicadas, todas sobre un mismo cuerpo.**

La equilibrante del ejemplo del refrigerador se muestra en la figura 2.26. Para que la equilibrante tenga sentido contrario, se dibuja a 180° de la resultante.

De acuerdo con la figura 2.23, en la que se muestra la fuerza resultante del papá y el hijo que jalan el atado de leña, ¿cuál sería la magnitud y dirección de la equilibrante si el atado se mueve en línea recta con velocidad constante?

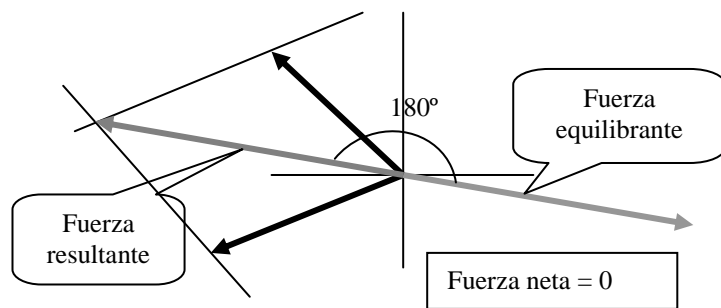


Figura 2.26

A partir de la Primera Ley, si el atado se mueve en línea recta y con velocidad constante, entonces tiene movimiento libre para el cual la fuerza neta = 0. Debido a esto la equilibrante (aplicando la escala de 50) tiene una magnitud de 285 N y un ángulo de 196° . No pierdas de vista que la fuerza equilibrante se traza a 180° respecto de la fuerza resultante y para encontrar su ángulo se mide desde el eje positivo de las "x", tal como se muestra en la figura 2.27

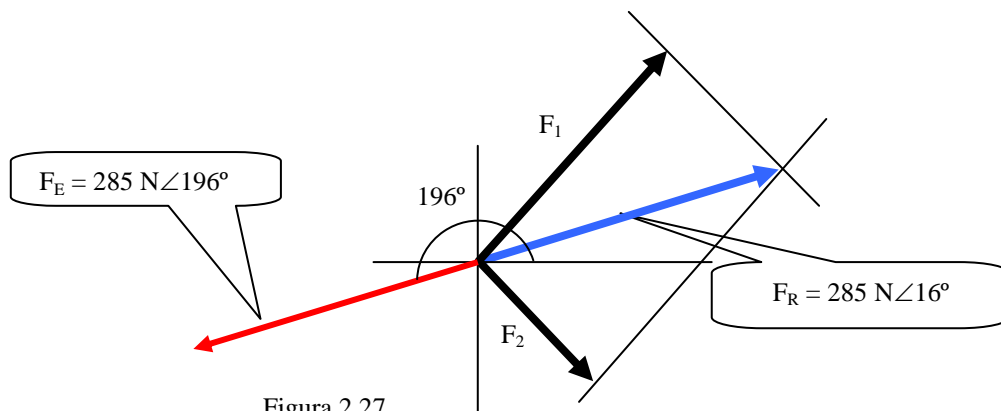
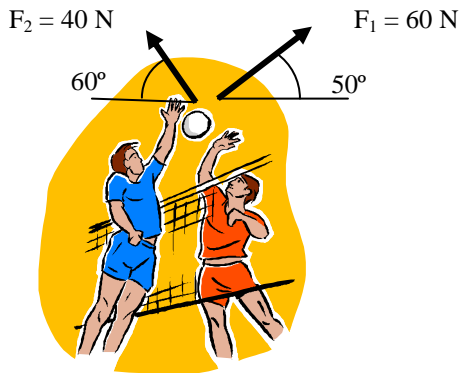


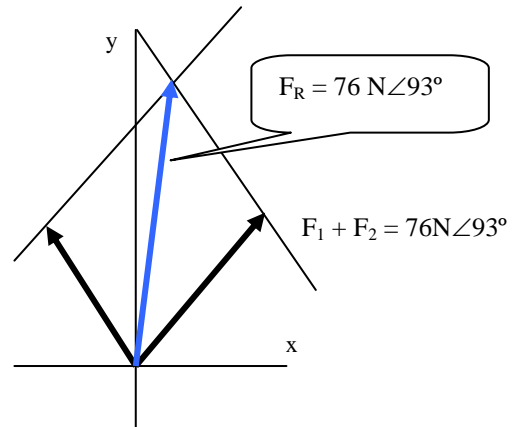
Figura 2.27

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

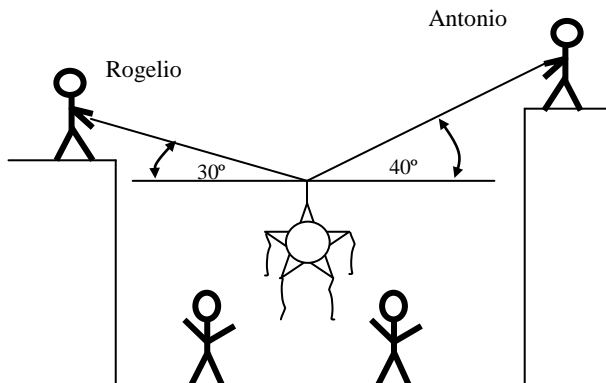
1. Dos jugadores de voleibol golpean a la pelota como se muestra en la figura. Calcula a través del método gráfico del paralelogramo la fuerza resultante sobre la pelota.



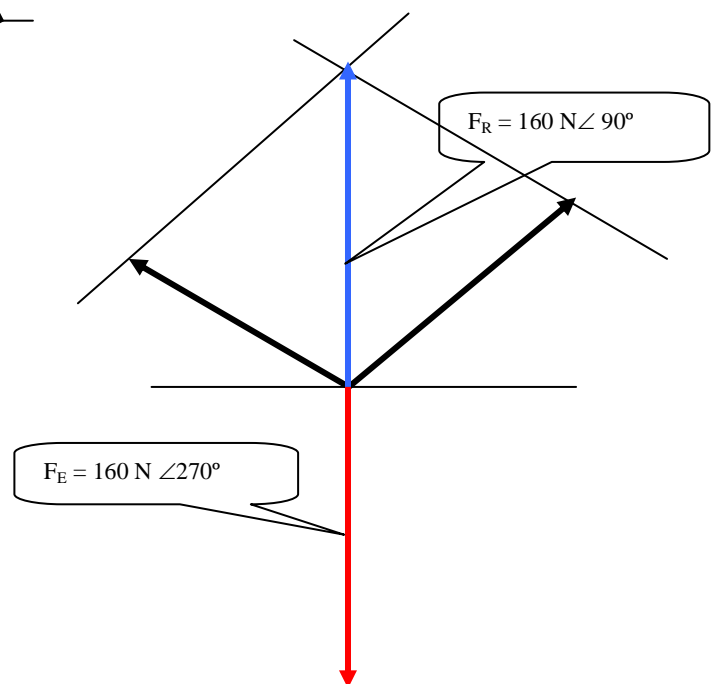
Escala 1 cm = 20 N



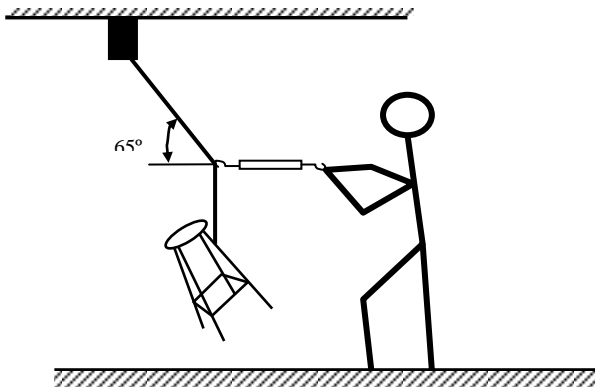
2. Se organizó una fiesta en la casa de Rogelio y Antonio. Ambos se subieron a la azotea y desde ahí sostuvieron a la piñata. En el dibujo se ilustra un momento en el cual la piñata estaba en reposo. Rogelio aplicaba una fuerza de 140 N y Antonio de 160 N. ¿Cuánto pesaba la piñata?



Escala 1cm = 40 N



Con el método del paralelogramo se calculó la fuerza resultante a partir de las fuerzas ejercidas por Rogelio y Antonio. Como la piñata estaba en reposo, la fuerza neta debió ser cero de acuerdo con la Primera Ley. Así, el peso tenía una magnitud y dirección igual a la resultante, pero sentido contrario. El peso en este caso fue la fuerza equilibrante.

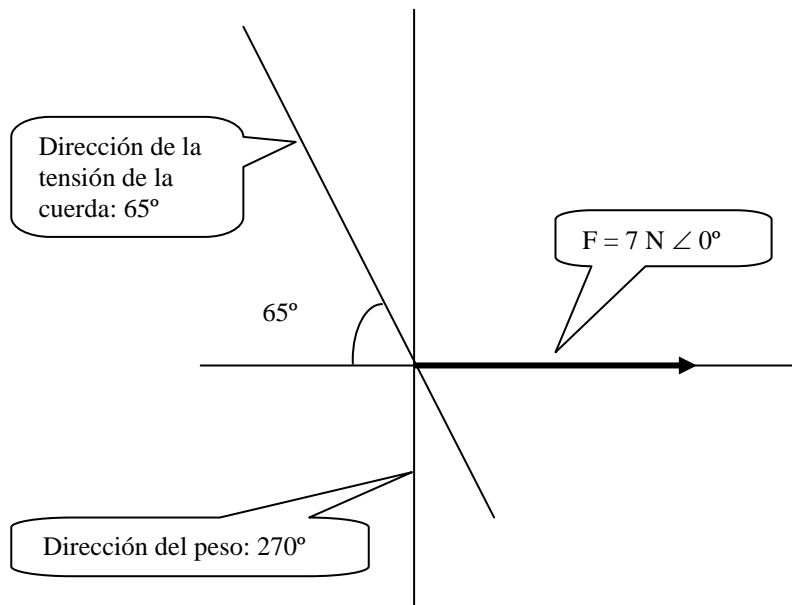


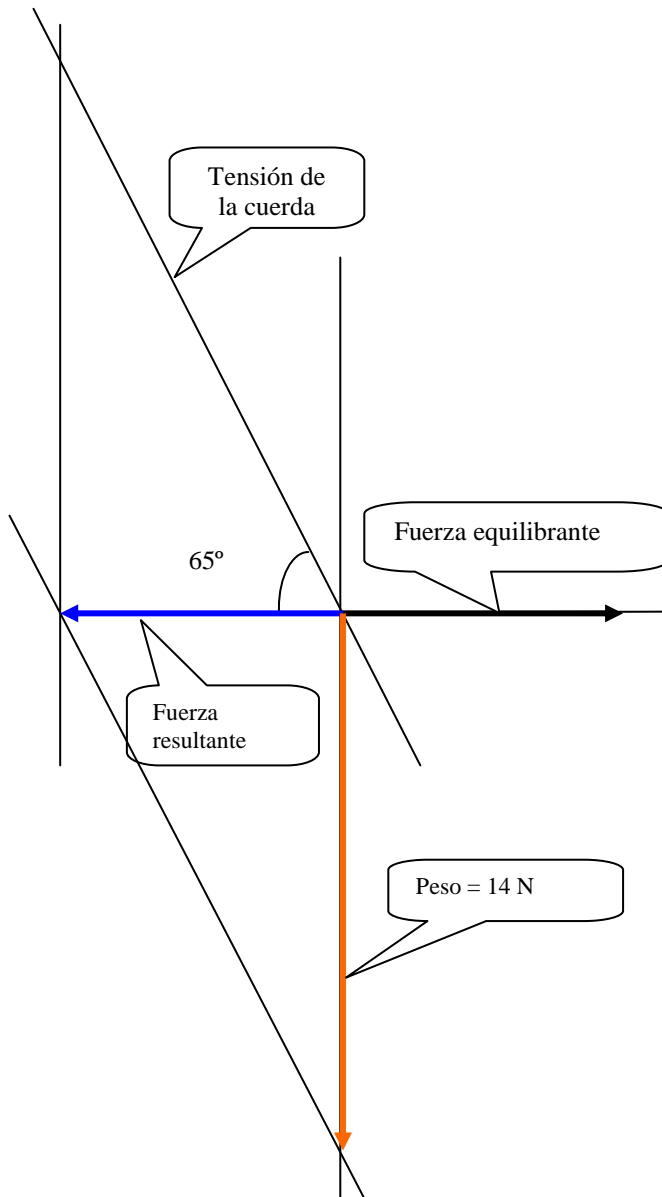
3. Durante una práctica en laboratorio, el profesor le dijo a uno de sus estudiantes: “Pesa el banco de laboratorio. Emplea un dinamómetro con capacidad de 0 a 10 N. ¡Ten cuidado! El banco pesa mucho más de 10 N.”

El estudiante ató una cuerda al banco, y lo colgó de una torreta del laboratorio. Después jaló el dinamómetro hasta que la lectura fue de 7 N y midió el ángulo de la cuerda. Esta información se muestra en la figura, ¿cuánto pesa el banco?

Escala 1 cm = 2 N

Primero es necesario trazar un eje de referencia con la información que se posee: magnitud y dirección de la fuerza aplicada a través del dinamómetro, dirección de la tensión de la cuerda y dirección del peso.

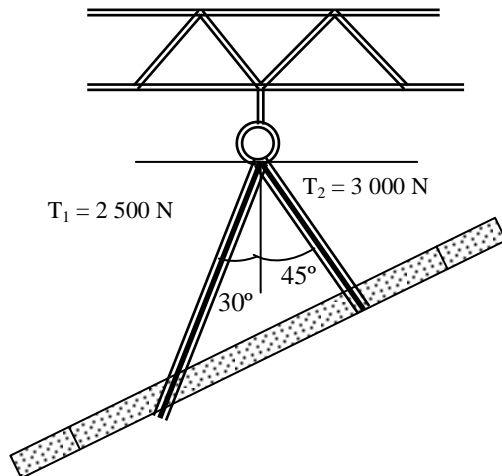




La fuerza ejercida por el dinamómetro corresponde a la equilibrante que anula los efectos de la resultante obtenida por otras dos fuerzas: el peso y la tensión de la cuerda. Se traza la resultante, que tiene igual magnitud y dirección que la equilibrante pero sentido contrario. A partir de su punta de flecha se trazan líneas paralelas a las direcciones de la tensión y el peso. El punto en que las paralelas se cruzan con estas direcciones determina la magnitud de estas fuerzas.

En este ejercicio sólo se ha marcado al peso porque es la única magnitud que se solicita.

Para resolver



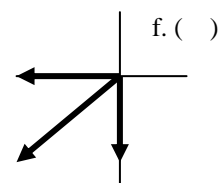
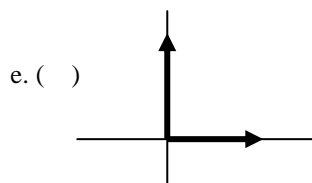
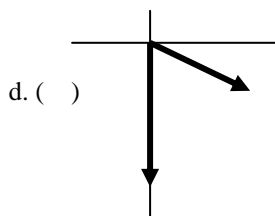
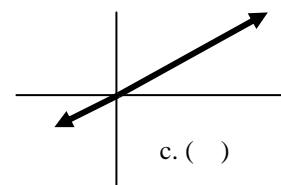
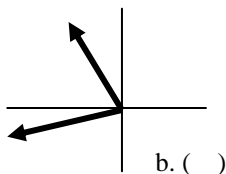
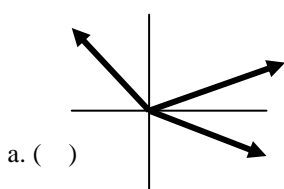
Una argolla de suspensión empleada en el tramo de un puente soporta la tensión de dos cables como se muestra en la figura. Si se desea sustituir los dos cables por uno solo: ¿qué tensión deberá soportar éste?, ¿con qué ángulo se debe colocar con respecto a la horizontal?

Considera qué escala es más conveniente; al plantear los ejes de referencia, asegúrate de que las fuerzas se trazan con el ángulo adecuado.

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Lee con atención cada uno de los siguientes planteamientos y anota en el paréntesis la respuesta correcta.

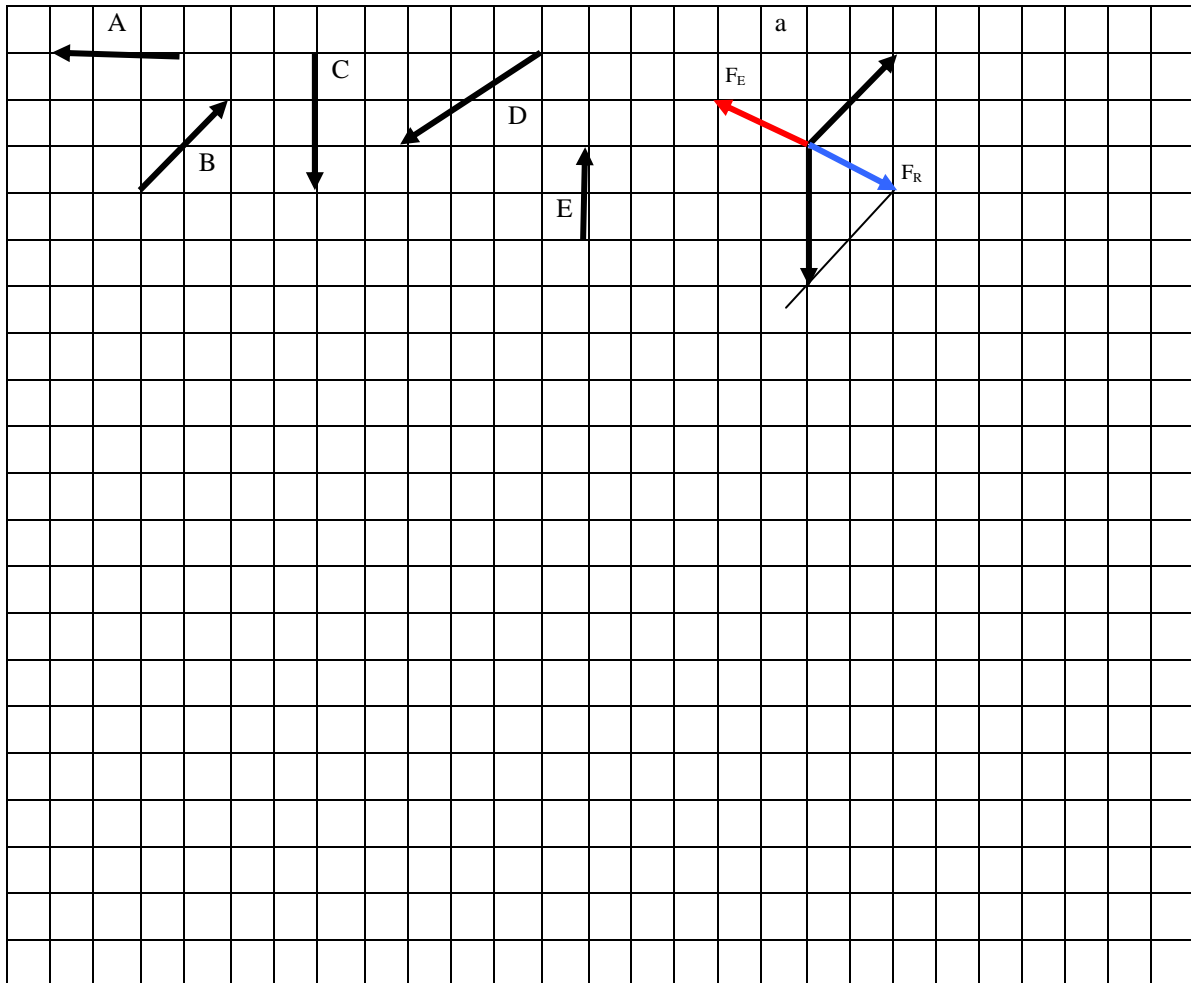
- ¿En qué casos es posible emplear el método del paralelogramo?
- Señala una similitud y una diferencia entre resultante y equilibrante.
- A continuación se presentan varios sistemas de fuerzas. Marca con una 'X' dentro del paréntesis los casos en que es posible calcular la fuerza resultante a través del método del paralelogramo.



INSTRUCCIONES: Dibuja en la cuadrícula lo que se solicita.

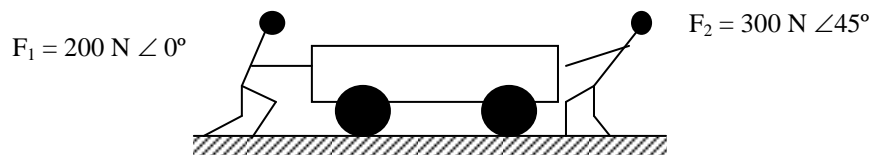
- A continuación se presentan varias fuerzas trazadas con ayuda de una cuadrícula. Traza la resultante y la equilibrante como se muestra en el ejemplo. Dibuja las fuerzas en color negro o con lápiz, la resultante en azul y la equilibrante en rojo. Además de sistemas coplanarios se presentan algunos colineales.

- B + C (ejemplo)
- D + E
- A + C
- C + E
- A + B
- D + C
- A + E
- B + E



INSTRUCCIONES: Lee atentamente cada problema, para contestar realiza el esquema correspondiente y plantea adecuadamente el procedimiento de solución.

5. Dos personas mueven un carro como se muestra en la figura. Una empuja y la otra jala.

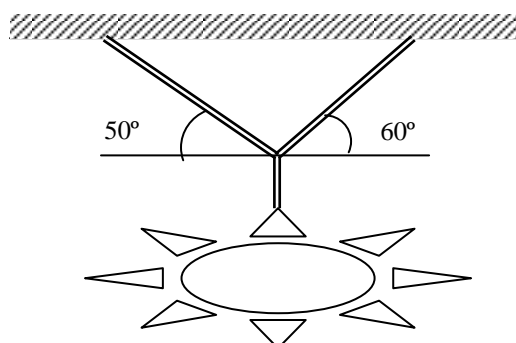


- a. ¿Cuál es la magnitud y dirección de la fuerza resultante que estas personas ejercen sobre el carro?

b. Si el carro se mueve en línea recta y con velocidad constante ¿cuánto vale la fuerza neta?

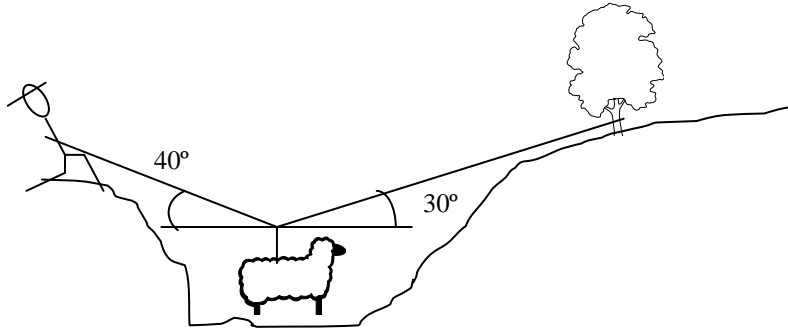
c. ¿Cuál es la magnitud y dirección de la fuerza equilibrante?

6. () Una lámpara de 30 N de peso se encuentra suspendida de dos cadenas como se muestra en la figura. ¿Cuál es la tensión en las cadenas que la detienen?



- a) 22 N y 40 N
- b) 10 N y 20 N
- c) 26 N y 40 N
- d) 15 N y 20 N

7. Un granjero debe sacar un borrego (de 500 N de peso) del fondo de un barranco, como se muestra en la figura. En el momento presentado, el borrego se encuentra en reposo. ¿Qué fuerza debe ejercer el granjero?

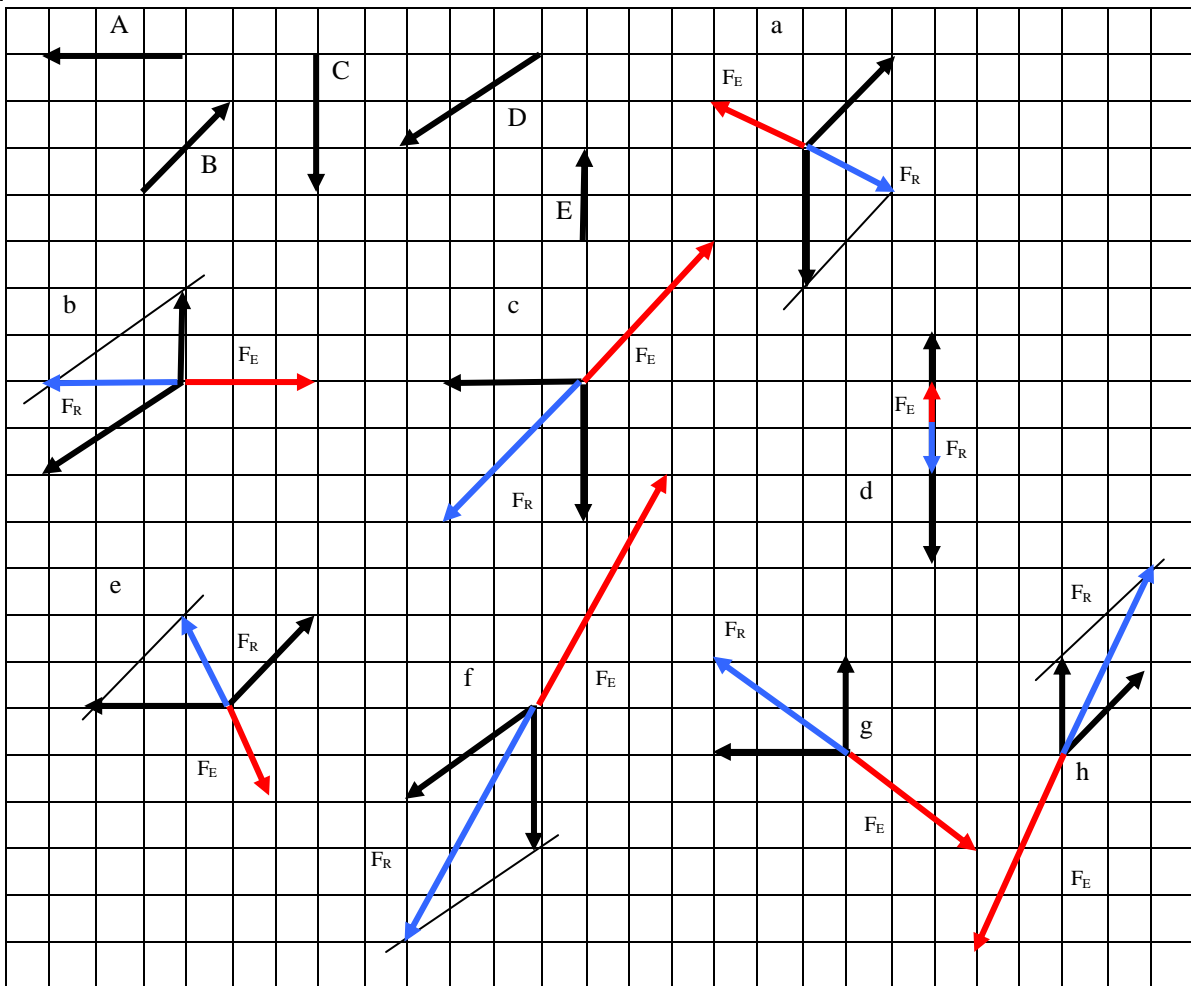


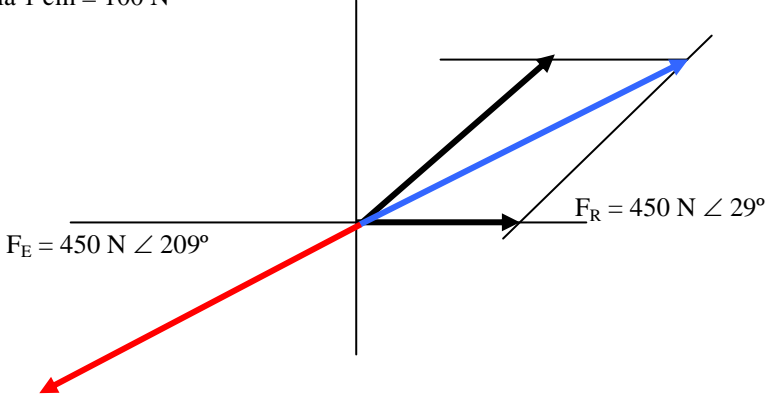
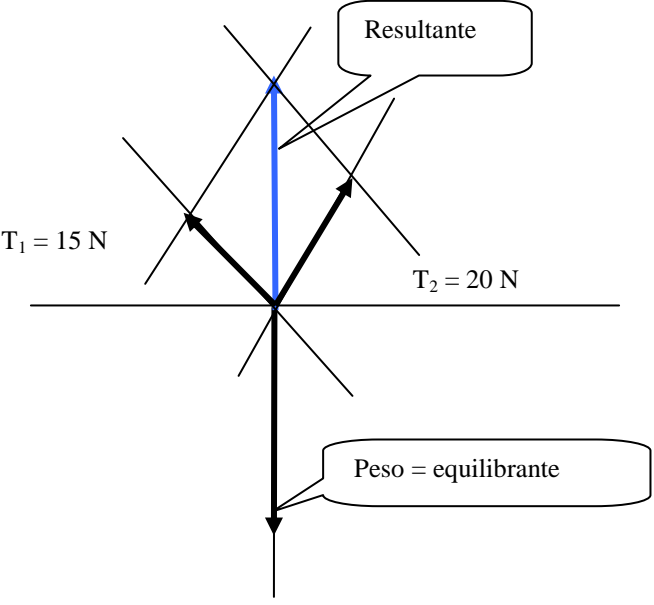
- a) 480 N
- b) 250 N
- c) 400 N
- d) 157 N

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	El Método del Paralelogramo se emplea para calcular la fuerza resultante a partir de dos fuerzas que forman entre sí un ángulo diferente de 0° o 180°.
2	Equilibrante - Resultante Similitud: igual magnitud y dirección. Diferencia: sentidos opuestos
3	a. (--) b. (X) c. (--) d. (X) e. (X) f. (--)

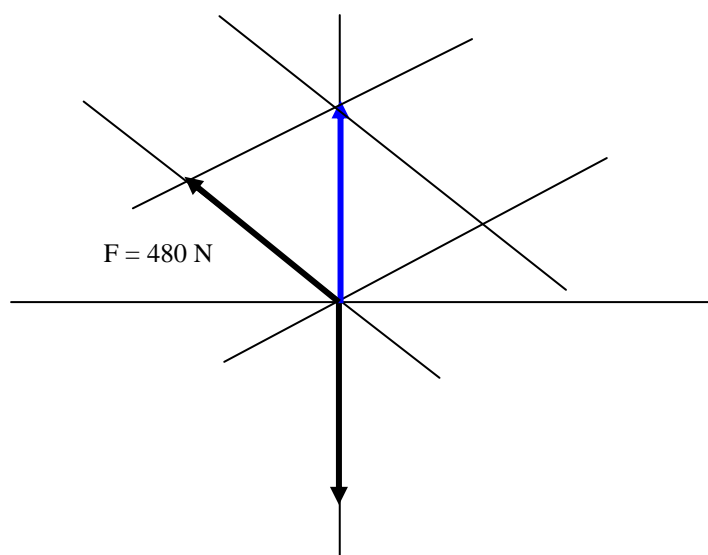
4.



	<p>Escala 1 cm = 100 N</p>  <p>$F_E = 450 \text{ N} \angle 209^\circ$</p> <p>$F_R = 450 \text{ N} \angle 29^\circ$</p> <p>a. $F_R = 450 \text{ N} \angle 29^\circ$ b. $F_N = 0$ c. $F_E = 450 \text{ N} \angle 209^\circ$</p>
<p>6</p>	<p>Escala 1 cm = 10 N</p>  <p>$T_1 = 15 \text{ N}$</p> <p>$T_2 = 20 \text{ N}$</p> <p>Resultante</p> <p>Peso = equilibrante</p>

7

Escala 1 cm = 200 N



Sugerencias: Si te equivocaste en las preguntas 1 ó 2, revisa nuevamente el desarrollo sintético de este tema. Para errores cometidos en la cuestión 4 revisa nuevamente los pasos del método gráfico del paralelogramo. Para respuestas incorrectas en las cuestiones 5, 6 y 7, revisa nuevamente los ejercicios resueltos en los cuales interviene la equilibrante.

Para profundizar en este tema puedes consultar el texto de Alvarenga, B. (1998). Física general con experimentos sencillos y Jiménez, E. (2002). Actividades de apoyo para la enseñanza y la evaluación de Física 1.

Si tienes oportunidad de consultar Internet emplea buscadores (como Google, Altavista, Infoseek, etc). Las palabras clave son 'método gráfico del paralelogramo'. Puedes encontrar animaciones breves llamadas 'applets' en las cuales se ejemplifica este procedimiento.

AUTOEVALUACIÓN

INSTRUCCIONES: Lee con atención las siguientes cuestiones. Responde de manera clara y concisa.

El tiempo estimado para responder es de 2 horas.

1. Escribe las diferencias entre movimiento libre y movimiento forzado al considerar las características presentadas en la primera columna.

	Movimiento Libre	Movimiento Forzado
Trayectoria		
Velocidad		
Fuerza neta		
Relación distancia - tiempo		

2. Proporciona un ejemplo de tu vida diaria donde estén presentes cada una de las leyes de Newton.

a. Primera Ley de Newton

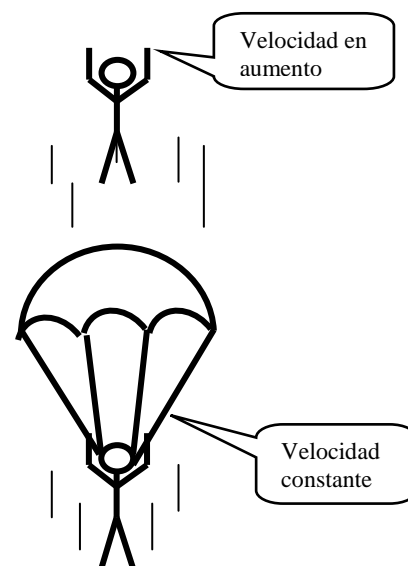
b. Segunda Ley de Newton

c. Tercera Ley de Newton

3. Un paracaidista se lanza de un avión. Primero aumenta su velocidad, aunque existe la fricción del aire. Pero después, al abrir el paracaídas, su velocidad se mantiene constante.

a. Dibuja a las fuerzas que están actuando cuando aumenta su velocidad y cuando se mantiene constante. Recuerda que la longitud de los vectores que dibujes, representa la magnitud de la fuerza que actúa sobre el paracaidista.

b. ¿Qué tipo de movimiento se presenta en cada una de estas dos situaciones?



4. Explica por qué llega primero al piso una moneda que una hoja de papel extendida.

5. Explica la diferencia entre peso y fuerza de gravedad.

6. Se dejan caer dos balines dentro de sendos recipientes de plástico sin tapa. Uno se encuentra vacío y en otro hay aceite lubricante. En qué caso el balín NO describe una caída libre. Explica.

7. A partir de situaciones de tu entorno explica un ejemplo en que sea posible calcular la fuerza resultante a través del método gráfico del paralelogramo.

INSTRUCCIONES: Escribe dentro del paréntesis la letra de la opción que consideres correcta.

8. ()	Si un ciclista deja de pedalear, acabará por detenerse. Esto se debe a que: a. la fuerza neta sobre la bicicleta es cero. b. se le termina la fuerza. c. la fricción actúa sobre las llantas de la bicicleta. d. realiza un movimiento libre de fuerzas.
9. ()	Un microbús está parado mientras sube el pasaje. Ya que no suben más personas el chofer acelera hasta que alcanza una velocidad de 50 km/h. Este es un ejemplo de: a. movimiento libre. b. movimiento forzado. c. movimiento rectilíneo uniforme. d. movimiento con fuerza neta = 0
10. ()	Cuál de los siguientes objetos que caen lo hace con un movimiento libre: a. una hoja seca que se mece al caer de un árbol. b. una hoja de papel hecha bolita. c. un satélite que orbita la Tierra. d. una canica con velocidad constante dentro de un tarro de miel.
11. ()	En el movimiento libre, la relación entre distancia recorrida y tiempo empleado es: a. proporción inversa. b. proporción directa. c. relación directa. d. relación inversa.
12. ()	Un automóvil recorre en línea recta 500 metros en 20 s. Su velocidad es: a. 1 000 m b. 2.5 m/s c. 25 m/s d. 100 m
13. ()	Un barco en alta mar viaja con velocidad constante en línea recta. Si emplea 4 minutos para recorrer 12 km, ¿cuántos minutos requerirá para recorrer 36 km? a. 3 minutos b. 8 minutos c. 12 minutos d. 16 minutos
14. ()	La Primera Ley de Newton señala: a. El reposo y el movimiento libre son iguales. b. Para cambiar el estado de movimiento de un objeto es necesario que la fuerza neta sobre él sea $\neq 0$. c. El movimiento libre también puede llamarse movimiento rectilíneo uniforme. d. Siempre se requiere una fuerza para mantener el movimiento de un cuerpo.
15. ()	La Segunda Ley de Newton relaciona: a. cambio de velocidad con fuerza, masa y tiempo. b. movimiento forzado con velocidad. c. distancia recorrida con tiempo empleado. d. cambio de velocidad con fuerza neta y fricción.

UNIDAD 2

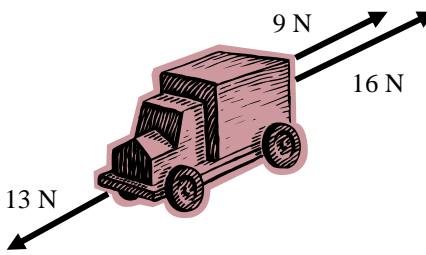
16. ()	<p>La Tercera Ley de Newton señala:</p> <ol style="list-style-type: none"> las fuerzas siempre son interacciones mecánicas. los efectos de las fuerzas se pueden cancelar. acción y reacción se equilibran. la nomenclatura usada debe ser del tipo $F_{A/B}$.
17. ()	<p>Una raqueta de 400 gramos golpea una pelota de 40 gramos con una fuerza de 100 N. La fuerza que ejerce la pelota sobre la raqueta es de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 10 N 100 N 40 N 1 000 N
18. ()	<p>En un movimiento forzado el cambio de velocidad del móvil es de 15 m/s. Si se triplica la masa del móvil, su cambio de velocidad será:</p> <ol style="list-style-type: none"> 45 m/s 3 m/s 5 m/s 30 m/s
19. ()	<p>La definición operacional de peso señala que éste es:</p> <ol style="list-style-type: none"> la fuerza con que la Tierra atrae un objeto. la fuerza de atracción gravitacional. la fuerza que se dirige hacia el centro de la Tierra. la fuerza que ejerce el objeto sobre su soporte.
20. ()	<p>En caída libre, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre el objeto que cae son:</p> <ol style="list-style-type: none"> el peso del cuerpo solamente. la fuerza de gravedad solamente. la fuerza de gravedad y la fricción. el peso y la fricción del aire.
21. ()	<p>El peso y fuerza de gravedad coinciden cuando el objeto:</p> <ol style="list-style-type: none"> se encuentra en movimiento libre. se encuentra en movimiento forzado. cae libremente. se encuentra en órbita.
22. ()	<p>El Método del Paralelogramo se emplea para:</p> <ol style="list-style-type: none"> trazar fuerzas a escala. estimar la fuerza resultante a partir de dos fuerzas. trazar a la equilibrante. saber cuándo la fuerza neta es cero.

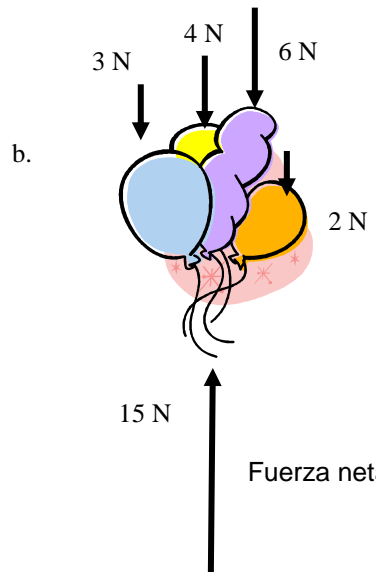
23. Lee cuidadosamente las siguientes proposiciones y escribe dentro del paréntesis una 'V', si el enunciado es verdadero y una 'F', si es falso.

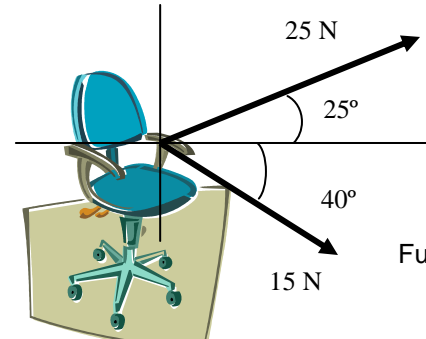
- a. () En el movimiento forzado existe una fuerza que hace que el móvil recorra distancias iguales en tiempos iguales.
- b. () Fuerza neta y fuerza resultante siempre son sinónimos.
- c. () Cuando la fuerza neta sobre un objeto es cero, el objeto puede tener velocidad constante.
- d. () En el movimiento libre, si se triplica la distancia recorrida, el tiempo empleado también se triplica.
- e. () El cambio de velocidad de un móvil es directamente proporcional a la fuerza aplicada.
- f. () Si se triplica el tiempo que dura aplicada la fuerza sobre un móvil, el cambio de velocidad se reduce a la tercera parte.
- g. () Acción y reacción se aplican sobre cuerpos diferentes.
- h. () para calcular una fuerza neta, las fuerzas deben estar aplicándose sobre el mismo cuerpo.
- i. () La caída libre se debe a la fuerza de gravedad.
- j. () La fuerza resultante y la equilibrante tienen igual magnitud y dirección pero diferente sentido.

INSTRUCCIONES: Resuelve los siguientes problemas. Cuando sea necesario realiza la gráfica, aplica la fórmula y explica los cálculos necesarios.

24. Calcula la fuerza neta que actúa sobre los siguientes objetos e indica si se encuentran en reposo, movimiento libre o movimiento forzado.

a.  Fuerza neta _____

b.  Fuerza neta _____

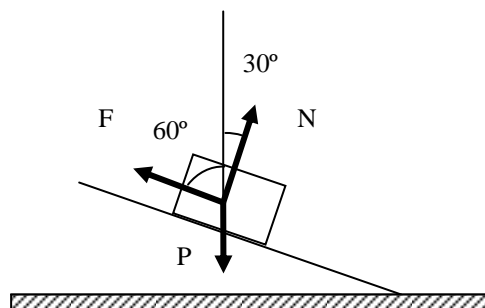
c.  Fuerza neta _____

25. Emplea el Método del Paralelogramo para calcular las fuerzas denominadas F y N.

El objeto de 60 N de peso (P)
está en reposo.

F _____

N _____



26. Un autobús avanza por una carretera recta durante 8 minutos (1 minuto = 60 s). Si la velocidad del autobús es de 15 m/s:

a. ¿qué distancia recorre en los 8 minutos?

b. ¿qué distancia recorrerá en los 2 minutos siguientes?

27. Dos ciclistas de montaña deben recorrer 900 metros a lo largo de un tramo recto. El primero hace el recorrido en 5 minutos. El segundo sale 2 minutos después y llega al mismo tiempo que el primero.

a. ¿Cuál de los dos ciclistas viaja con mayor velocidad. Explica?

b. ¿Cuál es la velocidad de cada ciclista?

28. Un carrito de laboratorio de 1 kg de masa recibe una fuerza de 3 N durante 2 s.

- a. ¿Cuál es su cambio de velocidad?

- b. Si su velocidad inicial era de 2 m/s, ¿cuál es su velocidad final?

29. Un camión de carga de 3 toneladas (1 tonelada = 1 000 kg), alcanza una velocidad de 12 m/s a partir del reposo en 10 s, ¿cuál fue la magnitud de la fuerza que originó este cambio de velocidad?

30. En una carretera recta chocan de frente un chevy que viaja a 40 km/h y un trailer que viaja a 80 km/h:

- a. Dibuja (mediante flechas), las fuerzas en esta interacción.

- b. Identifica a cada fuerza mediante literales que indiquen qué objeto aplica la fuerza y qué objeto la recibe.

- c. Si el trailer aplica sobre el chevy una fuerza de 2000 N, ¿la fuerza que ejerce el chevy sobre el trailer es mayor, menor o igual? Explica.

- d. Después del choque el cambio de velocidad del chevy, ¿es mayor, menor o igual al cambio de velocidad del trailer? Explica.

31. Un corredor en una competencia inicialmente se encuentra en reposo. Comienza la carrera y aumenta su velocidad. Después, cuando ha llegado a su máximo, recorre en línea recta y con velocidad constante 100 metros en 10 s.

a. Elabora un dibujo/esquema que represente esta situación y señala cuándo el corredor se encuentra en reposo, en movimiento libre y en movimiento forzado.

b. ¿Cuál es el cambio de velocidad del corredor durante el movimiento forzado?

c. Explica, con base en las Leyes de Newton, las causas de los tipos de movimiento del corredor.

32. Un niño de 400 N se encuentra parado sobre una báscula de baño calibrada en newtons.

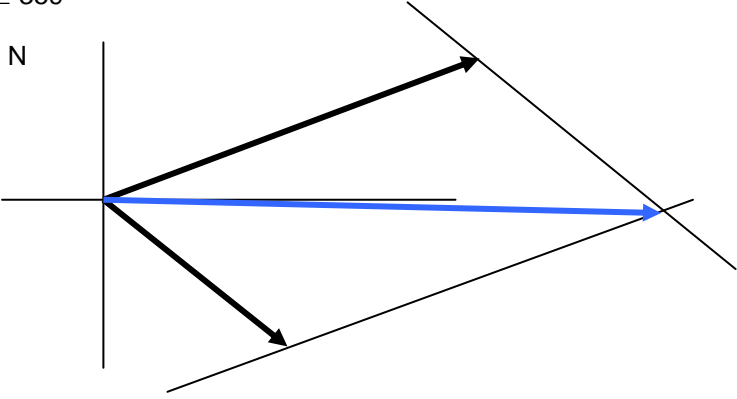
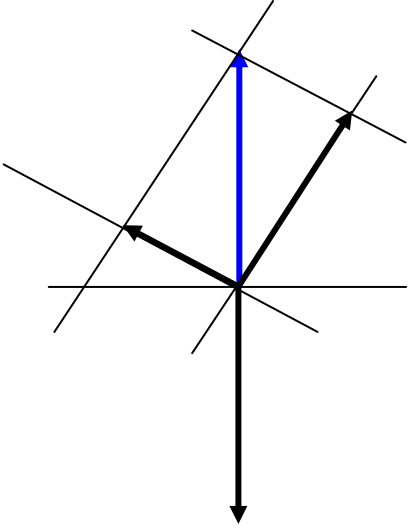
a. ¿Qué fuerza ejerce la báscula sobre el niño? Elabora un dibujo de esta situación y representa en él a ésta fuerza.

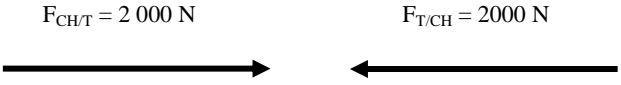
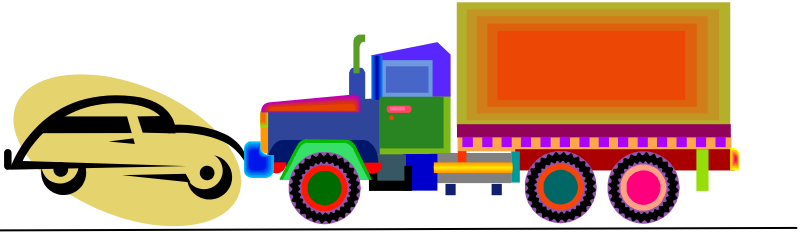
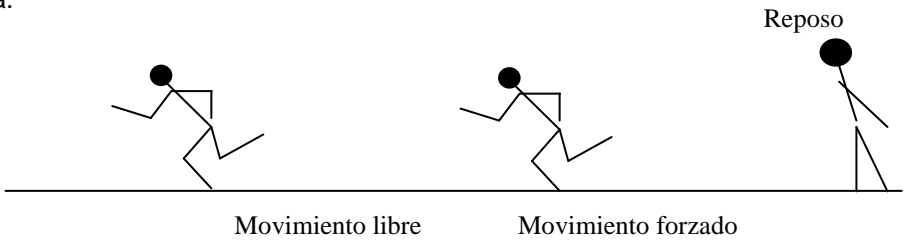
- b. El niño sostiene ahora una bolsa con juguetes cuyo peso es de 30 N, ¿qué fuerza ejerce ahora la báscula sobre el niño?
- c. El niño deja la bolsa a un lado cuando ve venir a su mamá. Ella intenta levantarlo por los codos con una fuerza de 50 N, ¿qué fuerza ejerce ahora la báscula sobre el niño?

CLAVE DE RESPUESTA

Número de pregunta	Respuesta correcta															
1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th data-bbox="818 443 1120 478">Movimiento Libre</th> <th data-bbox="1120 443 1438 478">Movimiento Forzado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="509 485 818 541">Trayectoria</td> <td data-bbox="818 485 1120 541">Recta</td> <td data-bbox="1120 485 1438 541">De cualquier tipo, incluso recta</td> </tr> <tr> <td data-bbox="509 541 818 632">Velocidad</td> <td data-bbox="818 541 1120 632">Constante</td> <td data-bbox="1120 541 1438 632">Cambia continuamente, en magnitud y/o dirección</td> </tr> <tr> <td data-bbox="509 632 818 709">Fuerza neta</td> <td data-bbox="818 632 1120 709">= 0</td> <td data-bbox="1120 632 1438 709">≠ 0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="509 709 818 785">Relación distancia - tiempo</td> <td data-bbox="818 709 1120 785">Proporción directa</td> <td data-bbox="1120 709 1438 785">Cualquier tipo de relación</td> </tr> </tbody> </table>		Movimiento Libre	Movimiento Forzado	Trayectoria	Recta	De cualquier tipo, incluso recta	Velocidad	Constante	Cambia continuamente, en magnitud y/o dirección	Fuerza neta	= 0	≠ 0	Relación distancia - tiempo	Proporción directa	Cualquier tipo de relación
	Movimiento Libre	Movimiento Forzado														
Trayectoria	Recta	De cualquier tipo, incluso recta														
Velocidad	Constante	Cambia continuamente, en magnitud y/o dirección														
Fuerza neta	= 0	≠ 0														
Relación distancia - tiempo	Proporción directa	Cualquier tipo de relación														
2	<p>Primera Ley de Newton</p> <p>Segunda Ley de Newton</p> <p>Tercera Ley de Newton</p>															
3																
4	Una moneda cae primero al piso que una hoja de papel extendida porque en ésta la fuerza de fricción que ejerce el aire es mayor.															
5	Peso es la lectura que un objeto ejerce sobre su soporte. Fuerza de gravedad es la fuerza con que la Tierra (o cualquier astro o planeta) atrae a un objeto.															

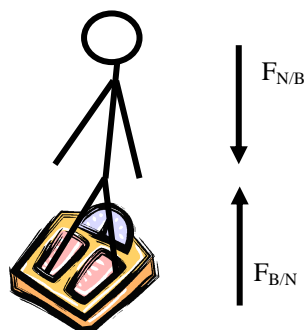
6	En sentido estricto en ningún caso hay caída libre porque aunque se señala que el recipiente está vacío, como no tiene tapa, sí contiene aire. El aire siempre ejerce una fuerza de fricción que se opone al movimiento.
7	Respuesta abierta. Se debe considerar la aplicación de dos fuerzas que forman entre sí un ángulo diferente a 0° ó 180° .
8	(c)
9	(b)
10	(d)
11	(b)
12	(c)
13	(c)
14	(b)
15	(a)
16	(a)
17	(b)
18	(c)
19	(c)
20	(d)
21	(b)
22	(a)
23	a. (F) b. (F) c. (V) d. (V) e. (F) f. (F) g. (V) h. (V) i. (V) j. (V)

24	<p>1.</p> <p>a. $F_N = 12 \text{ N}$ hacia la parte trasera del coche. El movimiento es forzado. $F_N = 0$, los globos pueden estar en reposo o con movimiento libre.</p> <p>b. $F_N = 35 \text{ N} \angle 359^\circ$</p> <p>Escala 1 cm = 5 N</p> 
25	<p>2. $F = 30 \text{ N}; \quad N = 52 \text{ N}$</p> <p>Escala 1 cm = 20 N</p> 
26	<p>a. $d=vt = (15 \text{ m/s}) (480 \text{ s}) = 7\,200 \text{ m}$.</p> <p>b. En los siguientes dos minutos recorrerá 1 800 m.</p>
27	<p>a. El segundo viaja a más velocidad porque recorre la misma distancia en menos tiempo.</p> <p>b. $v_1 = 900 \text{ m} / 300 \text{ s} = 3 \text{ m/s}; \quad v_2 = 900 \text{ m} / 180 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$</p>

<p>28</p>	<p>a. $\Delta v = F_N t / m = 3 \text{ N} (2 \text{ s}) / 1 \text{ kg} = 6 \text{ m/s}$</p> <p>b. $\Delta v = v - v_0 ; v = \Delta v + v_0 = 6 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$</p>
<p>29</p>	<p>$F_N = \Delta v(m)/t = 12 \text{ m/s} (3 \text{ 000 kg})/10 \text{ s} = 3 \text{ 600 N}$</p>
<p>30</p>	<p>a. y b.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>c.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>d. El cambio de velocidad del chevy es mayor que la del trailer porque tiene menos masa.</p>
<p>31</p>	<p>a.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>b. $\Delta v = 10 \text{ m/s}$</p> <p>c. Cuando el corredor está en reposo, antes de la competencia, la fuerza neta sobre él es cero, de acuerdo con la Primera ley. También de acuerdo con esta Ley, cuando aumenta su velocidad, la fuerza neta es diferente de cero. El cambio de velocidad, de acuerdo con la Segunda Ley, es proporcional a la fuerza y tiempo que dura aplicada e inversamente proporcional a la masa del corredor. Cuando la velocidad es constante, se encuentra en movimiento libre y la fuerza neta sobre él es cero.</p>

32

a.



b. La fuerza que ejerce la báscula sobre el niño es de 430 N

c. La fuerza que ejerce la báscula es 350 N

Sugerencias: Si tienes oportunidad de consultar Internet emplea buscadores como Google, Altavista, Infoseek, etc. Teclée las palabras clave de cada tema y analiza el contenido que se presenta en pantalla. Puedes encontrar animaciones breves llamadas 'applets' en las cuales se ejemplifican diversos procedimientos. En estas animaciones tú puedes dar valores de entrada a los ejercicios y analizar los resultados. Incluso algunos te pueden servir para revisar la solución que hagas a las cuestiones presentadas en este documento.

También puedes consultar los temas en los siguientes libros:

Alvarenga, B. (1998). **Física general con experimentos sencillos**. México: Oxford.

Brandwein, P. et. al (1973). **Física. La energía. Sus formas y sus cambios**. México: Publicaciones Cultural.

Hewitt, P. (1999). **Física Conceptual**. México: Editorial Addison Wesley Longman.

Jiménez, E. (2002). **Actividades de apoyo para la enseñanza y la evaluación de Física 1**. México: Limusa.

Unidad 3

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE SISTEMAS MECÁNICOS

3.1 ENERGÍA POTENCIAL Y TRABAJO MECÁNICO

Aprendizajes

- Interpretar el concepto de energía potencial gravitatoria y elástica
- Calcular la energía potencial gravitatoria.
- Calcular el trabajo mecánico.

La palabra 'energía' se emplea con frecuencia en nuestro entorno. Está relacionada con aspectos que van desde lo personal hasta lo político y lo económico. Sin embargo, el uso que se le da en esos contextos difiere del concepto empleado en Física. Hasta el momento los científicos no saben qué es la energía y decir que un cuerpo 'tiene' energía cuando puede realizar un trabajo es una primera aproximación.

Lo que en Física se sabe sobre energía es:

- La energía es un concepto abstracto. No se puede observar. No es algo material que fluya de un cuerpo a otro.
- La energía es una propiedad que caracteriza a un sistema en un momento dado.
- La energía se transforma.
- La energía de un sistema puede cambiar como consecuencia de su interacción con otro sistema. es decir, se puede transferir.
- La energía se degrada, con cada transformación se hace menos utilizable.
- La energía total de un sistema se conserva, no cambia su cantidad.
- Los objetos sin vida, al igual que los seres vivos, tienen energía.
- Los objetos que se encuentran en reposo también tienen energía.
- Energía y fuerza son conceptos diferentes. El primero se refiere a una propiedad de un objeto o de un sistema y el segundo a la interacción entre dos objetos o sistemas.

En adelante se considerará a la **energía asociada con fuerzas y movimientos, es decir, a la energía mecánica**. Ésta puede ser energía potencial y/o energía cinética.

La energía potencial se relaciona con la posición relativa de los componentes de un sistema. Al cambiar ésta, se modifica la configuración del sistema y como consecuencia la energía que cada uno de sus componentes posee. Aunque, la energía de los componentes cambió, la energía total del sistema se conserva. Analiza el siguiente ejemplo.

En la figura 3.1 se presenta un objeto que es levantado por una persona. Cuando el objeto se encuentra sobre la mesa el sistema mostrado tiene una configuración. Pero cuando el objeto se ha levantado, el sistema tiene otra configuración. (Figura 3.2).

Observa que la diferencia entre una y otra configuración es la altura del objeto. La persona ha ejercido una fuerza, medida a través del dinamómetro, y el objeto ha recorrido una distancia, es decir, ha

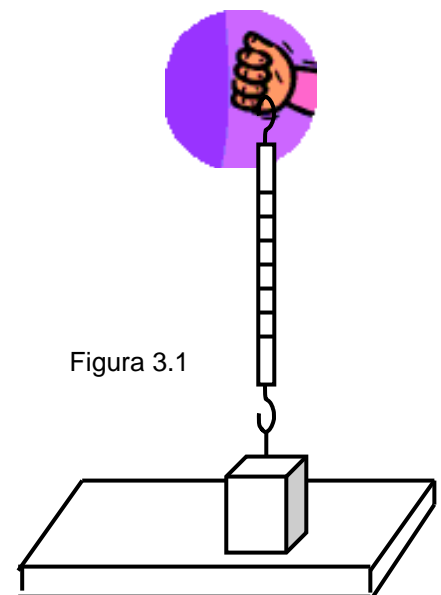


Figura 3.1

aumentado su altura. En Física se dice que se ha efectuado un trabajo mecánico. Éste ha logrado que se modifique la energía potencial del objeto. **El trabajo es un proceso de intercambio de energía**

Las unidades para la energía (al igual que para el trabajo) en el Sistema Internacional de Unidades son los joules. Éstos corresponden a una unidad derivada del producto de la fuerza medida en newtons por la distancia medida en metros.

$$\text{joule} = \text{Newton} \times \text{metro}$$

$$j = \text{Nm}$$

En la figura 3.2 el trabajo mecánico efectuado corresponde al cambio en la energía potencial (EPG). Ésta es una energía potencial gravitatoria porque la fuerza que ejerce la persona ha de contrarrestar la fuerza de atracción gravitacional que ejerce la Tierra sobre el objeto. Matemáticamente esta idea se expresa:

$$T = \Delta EPG$$

Donde T = trabajo mecánico

ΔEPG = cambio en la energía potencial gravitatoria

La energía potencial gravitatoria para un objeto es directamente proporcional a la altura a la que se encuentra con respecto a una referencia. Esto quiere decir que si se duplica la altura, se duplicará la energía potencial gravitatoria de ese objeto y que si se reduce la altura a una tercera parte, lo mismo sucederá con la energía potencial gravitatoria. El modelo para calcularla es:

$$EPG = ph$$

Donde EPG = energía potencial gravitatoria (j)

p = peso (N)

h = altura (m)

Recuerda que el peso se obtiene al multiplicar la masa de un objeto por la aceleración de la gravedad ($p = mg$). Por ello, la EPG también se puede calcular a través de la siguiente relación:

$$EPG = mgh$$

En la figura 3.1 el objeto tiene una altura cero respecto de la mesa, por lo que su EPG inicial es cero ($EPG_0 = 0$). En la figura 3.2, como el objeto tiene una altura 'h' respecto de la referencia, tiene una energía potencial diferente de cero ($EPG = ph$). El trabajo realizado, de acuerdo al modelo $T = \Delta EPG$, es entonces:

$$T = \Delta EPG$$

$$T = EPG - EPG_0$$

$$T = ph - 0$$

$$T = ph$$

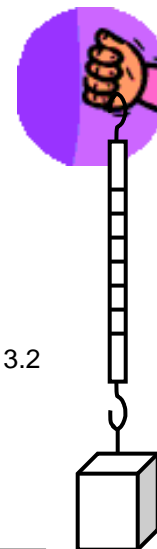
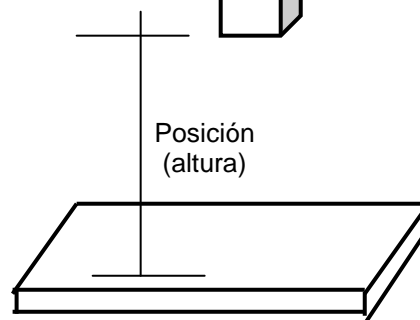


Figura 3.2



Es importante señalar que la expresión anterior sólo es útil para los casos en los cuales la energía potencial gravitatoria inicial es cero. La expresión general que incluye a todos los casos es $T = \Delta EPG$, por ello cuando analices situaciones en las cuales la EPG inicial no es cero deberás utilizar esta expresión.

Otro tipo de energía potencial es la **energía potencial elástica (EPE)**. Ésta se relaciona con objetos que se pueden deformar y que con ello modifican la configuración de un sistema. Dentro de los objetos que con más frecuencia permiten estudiar este tipo de energía se encuentran los resortes.

Analiza el siguiente ejemplo. Cuando se encuentra cerrado el juguete mostrado en la Figura 3.3 el sistema tiene una configuración asociada al resorte comprimido. Cuando se abre, cambia la configuración del sistema porque el resorte se despliega. Cuando el juguete está cerrado el objeto A posee energía potencial elástica y tiene capacidad para realizar un trabajo mecánico.

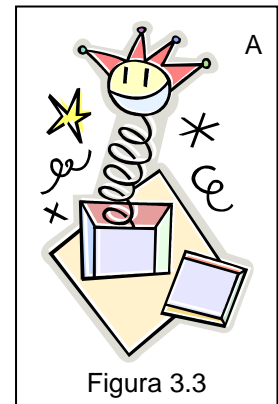
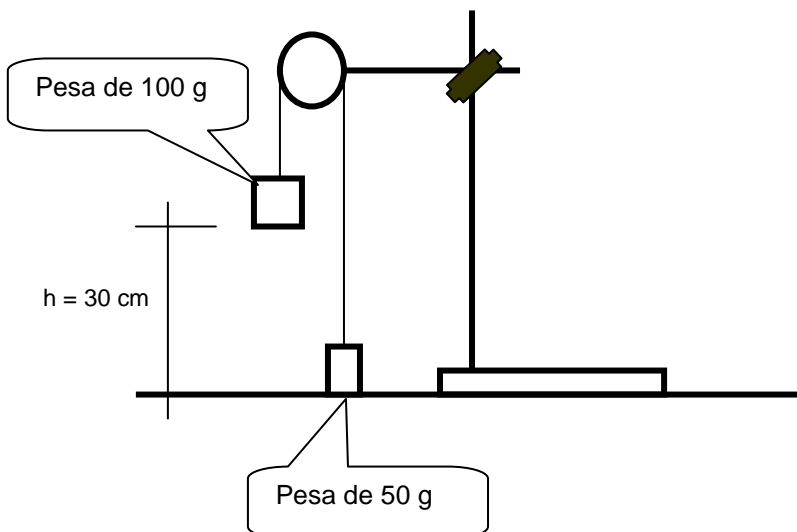


Figura 3.3

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

1. En una práctica de laboratorio, un grupo de estudiantes colocó una polea y suspendió dos pesas de ella como se muestra en la figura. La polea estaba un poco oxidada por lo que la fuerza de fricción jugó un papel relevante en esta experiencia.

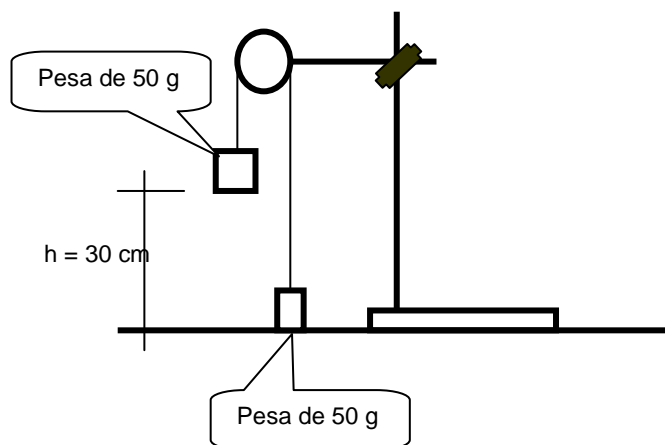


Primero se colocó la pesa de 50 g y después la de 100 g. Al colocar ésta, la polea giró y la pesa de 50 g subió, mientras que la pesa de 100 g bajó de manera constante hasta llegar al nivel de la mesa de trabajo.

- ¿qué objeto gana energía y qué objeto cede energía?
- Identifica el trabajo realizado.
- ¿Cuánta energía se cede y cuánta energía se gana?
- Si existe alguna diferencia en la energía cedida y ganada, ¿cómo se explica?

- El objeto que gana energía es la pesa de 50 g. El objeto que la cede es la pesa de 100 g.
- El trabajo realizado corresponde al cambio en la energía potencial de la pesa que cede energía:
 $T = ph = mgh = 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.3 \text{ m} = 0.294 \text{ j}$
- La pesa de 100 g inicialmente tiene una energía potencial gravitatoria de 0.294 j
 $E_{PG} = ph = mgh = 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.3 \text{ m} = 0.294 \text{ j}$
 y cuando se encuentra al nivel de la mesa su EPG es cero. Por lo tanto cede 0.294 j.
 La pesa de 50 g, inicialmente tiene una EPG de cero y al final tiene una EPG de 0.47 j
 $E_{PG} = ph = mgh = 0.05 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.3 \text{ m} = 0.147 \text{ j}$
 por lo que recibe 0.147 j
- Sí existe diferencia, se cede más energía de la que se gana. Esto se debe a que parte de la energía que cede la pesa de 100 g se emplea en vencer la resistencia de la polea a moverse. Es decir, se disipa por la fricción.

2. Como la polea del ejercicio anterior estaba muy oxidada, los estudiantes la cambiaron. Eligieron ahora una que estaba totalmente limpia de óxido y bien aceitada. En esta ocasión notaron que al colgar en la parte superior una pesa de 50 g, la pesa que se encontraba abajo subió. Curiosamente ambas pesas dejaron de moverse cuando se encontraban a aproximadamente 15 cm de altura de la mesa de trabajo.



- Identifica cuánta energía se cede y cuánta se gana.
- ¿Existe diferencia entre éstas? Explica.

- La pesa que sube tiene una EPG inicial de cero y al final su EPG es de 0.0735 j:

$$EPG = ph = mgh = 0.05 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.15 \text{ m} = 0.0735 \text{ j}$$

$$\text{Así que gana } 0.0735 \text{ j porque: } \Delta EPG = EPG - EPG_0 = 0.0735 \text{ j} - 0 = 0.0735 \text{ J}$$

La pesa que baja inicialmente tiene una EPG de 0.147 j

$$EPG = ph = mgh = 0.05 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.3 \text{ m} = 0.147 \text{ j}$$

Después tiene una EPG de 0.0735 j

$$EPG = ph = mgh = 0.05 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.15 \text{ m} = 0.0735$$

Así que cede 0.0735 j

$$\text{En este caso la energía que cede la pesa es: } \Delta EPG = EPG - EPG_0 = 0.0735 \text{ j} - 0.147 \text{ j} = -0.0735 \text{ j}$$

El signo menos indica que es energía que se ha cedido.

- No hay diferencia entre la energía cedida y la energía ganada. La energía que cede una pesa, es justo la energía que gana la otra. Esto es porque no existe fricción: la polea está limpia de óxido y aceitada. No hay disipación de energía.

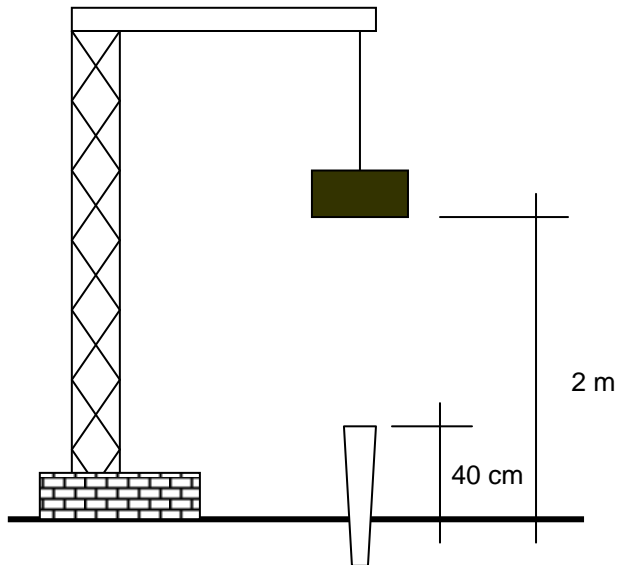
3. Un juguete sorpresa es una pelota de 200 g que se encuentra dentro de una caja con un resorte comprimido. Cuando se abre la caja y se eleva la pelota, alcanza una altura de 60 cm. Si se considera que la energía potencial gravitacional que alcanza la pelota en su máxima altura proviene en su totalidad de la energía potencial elástica del resorte. ¿Cuál es la magnitud de esta energía?

Como $EPG = EPE$

$$EPG = ph = mgh = (0.2 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (0.6 \text{ m}) = 1.176 \text{ j}$$

$$EPE = 1.176 \text{ j}$$

Para resolver



1. En una construcción se emplea un martinete de 120 kg para hundir pilotes. Observa la figura.
 - a. ¿Cuánta energía cede el martinete al pilote en el momento de golpearlo? Considera que no hay pérdidas por fricción.
 - b. ¿Cuánto trabajo efectúa el martinete?

2. Un bibliotecario lleva dos libros de 200 gr cada uno desde una mesa, cuya cubierta se encuentra a 60 cm del piso, hasta la repisa de un librero de 1.20 m de altura medidos a partir del piso.
 - a. ¿Cuánta energía potencial tienen los libros respecto del piso cuando se encuentran sobre la mesa?
 - b. ¿Cuánta energía potencial tienen respecto del piso cuando se encuentran en la repisa del librero?
 - c. ¿Cuál fue el cambio de energía potencial de los libros?
 - d. ¿Cuánto trabajo efectuó el bibliotecario para subir los libros de la mesa a la repisa?

EJERCICIOS

I. **INSTRUCCIONES:** Escribe dentro del paréntesis la opción que consideres correcta.

1. ()	<p>La energía es:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. una interacción entre dos objetos. b. una fuerza almacenada en los objetos. c. una propiedad de los objetos. d. un proceso de intercambio.
2. ()	<p>Un objeto presenta EPG cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. tiene movimiento horizontal. b. su velocidad aumenta con el tiempo. c. tiene movimiento libre. d. tiene cierta altura respecto de una referencia.
3. ()	<p>Las unidades de energía son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. newton b. joule c. newton/metro d. kg m/s^2
4. ()	<p>Expresión que permite calcular el trabajo realizado por un objeto que cambia su altura:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. ΔEPG b. $e\text{PF}_0 - \text{EPG}$ c. $e\text{PG}$ d. mgh
5. ()	<p>La EPG de un objeto depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. la velocidad de un objeto. b. la fuerza de fricción. c. la altura del objeto con respecto a una referencia. d. la transformación de energía.
6. ()	<p>La EPG de una caja de 10 kg situada a 20 m de altura es de 2 000 j aproximadamente. Si la altura se reduce a 5 m, su EPG será de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 500 j b. 8 000 j c. 1 000 j d. 4 000 j
7. ()	<p>Objeto que puede tener EPE</p> <ul style="list-style-type: none"> a. resortera b. piedra c. balón d. martinete

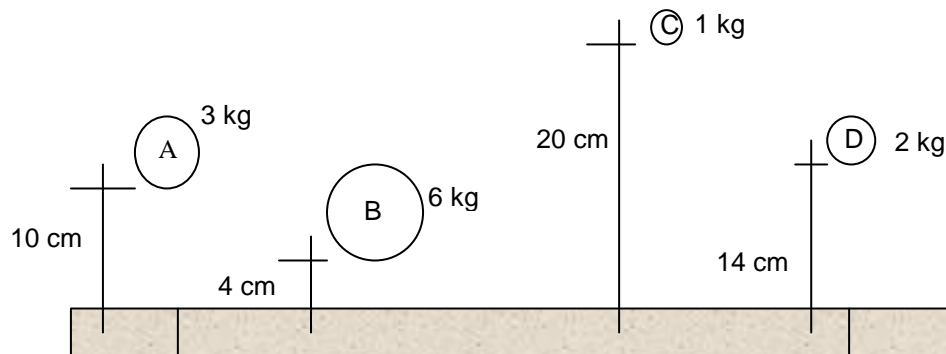
INSTRUCCIONES: Analiza las siguientes situaciones y escribe lo que se solicita.

8. Marca con 'X' dentro del paréntesis los casos en los cuales exista cambio en la energía potencial gravitatoria de los objetos considerados.

a. ()	Un ciclista conduce su bicicleta por un camino horizontal recto recorriendo 400 m en 20 s.
b. ()	Una persona sube a una escalera eléctrica que le lleva al primer piso de una plaza comercial a un altura de 10 m.
c. ()	Una paracaidista salta de un avión. Al principio aumenta su velocidad pero al abrir su paracaídas ésta permanece constante.
d. ()	En lo alto de un edificio de 20 m, en la azotea un niño corre a lo largo de 10 m.
e. ()	Un minero sube a un elevador que lo baja a 30 metros por debajo del nivel de la entrada a la mina.

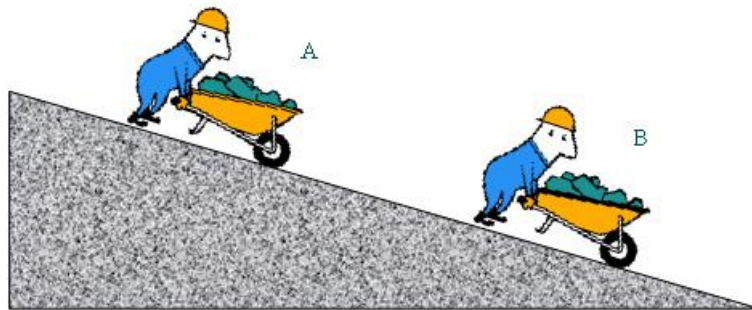
INSTRUCCIONES: Resuelve los siguientes problemas.

9. Cuatro esferas del mismo material pero diferente tamaño se dejan caer a un recipiente con arena. ¿Cuál de ellas se hunde más en la arena?, ¿por qué?



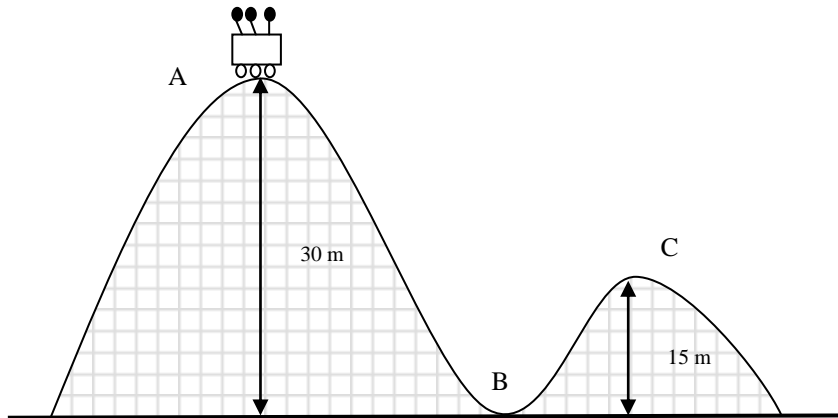
10. Una señora, al regresar del mandado, tiene en su bolsa 5.5 kg de diversas frutas. Si la señora vive hasta el tercer piso, que se encuentra a una altura de 7 metros, ¿cuánto trabajo requiere para subir la bolsa de mandado a su departamento?

11. Un albañil baja de manera uniforme por una rampa con una carretilla, como se muestra en la figura.



a. ¿En qué momento aplica más fuerza. Explica?

b. ¿En qué momento tiene más energía. Explica?



12. En un carro de montaña rusa de 100 kg, suben 20 personas cada una de aproximadamente 60 kg. Con base en la información que se muestra en la figura indica:

- a. ¿Cuánto trabajo se requiere para subir al punto A al carro con las personas?

b. ¿Cuánta energía potencial posee el carro en el punto A?

c. Si el carro se deja caer libremente desde el reposo en A, ¿cuál es la energía potencial en B?

d. ¿Cuál es la energía potencial en C?

13 Con una resortera. un niño lanza verticalmente hacia arriba una pequeña piedra de 10 gramos para atinarle a un gorrión que pasa volando. Si la piedra alcanza una altura de 5 m a partir del punto en que se le lanzó, ¿cuál es la EPE de la resortera? Considera que la energía potencial gravitatoria que alcanza la piedra, cuando se encuentra a su máxima altura, proviene en su totalidad de la energía potencial elástica del resorte.

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	(c)
2	(d)
3	(b)
4	(a)
5	(c)
6	(a)
7	(a)
8	a. (–) b. (X) c. (X) d. (–) e. (X)
9	Se hunde más la esfera A porque tiene mayor energía potencial gravitatoria.
10	Como $EPG_0 = 0$; $T = ph = 5.5 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2) (7 \text{ m}) = 46.9 \text{ j}$
11	a. Siempre aplica la misma fuerza porque no se modifican las condiciones de fricción ni el contenido de la carretilla. b. Tiene más energía en el punto A porque está más alto.
12	a. Como $EPG_0 = 0$; $T = ph = 1300 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(30\text{m}) = 382200\text{j}$ b. $EPG_A = 382200\text{j}$ c. $EPG_B = 0$ d. $EPG_C = 1300 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(15 \text{ m}) = 191100\text{j}$
13	$EPG = ph = mgh = 0.01 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2) (5 \text{ m}) = 0.49 \text{ j}$ EPE del resorte = 0.49j

Sugerencias: Si tuviste algún error en las preguntas 1 a 8, revisa nuevamente el desarrollo sintético del tema. Si no acertaste en la cuestión 9 y 10, recuerda que la EPG depende de la masa del objeto y de su altura. Para la cuestión 11 se requiere diferenciar entre energía y fuerza. Y, para las cuestiones 12 y 13 se necesita aplicar el Principio de Conservación de la Energía para analizar la transformación de EPG a ECT y/o a EPE.

Puedes consultar este tema en el texto de Hewitt, P. (1999). **Física Conceptual**. México; Addison Wesley Longman.

3.2 ENERGÍA MECÁNICA DISPONIBLE

Aprendizajes

- Interpretar el concepto de energía cinética traslacional y rotacional.
- Interpretar el concepto conservación de la energía
- Estimar la energía mecánica disponible en sistemas mecánicos sencillos.

Otro tipo de energía mecánica es la **energía cinética**. Ésta se relaciona con el movimiento de los objetos. Puede ser **traslacional (ECT)** cuando los objetos cambian su posición con respecto a una referencia, por ejemplo, un auto que se mueve en una calle. O puede ser **rotacional (ECR)** cuando los objetos no cambian de posición respecto de una referencia, pero giran sobre su propio eje, por ejemplo, un disco compacto de música que gira dentro de un walkman.

Cuando se desea estimar la energía mecánica total que posee un sistema es necesario sumar los diversos tipos de energía que tiene. Esta idea se expresa matemáticamente:

$$EM_T = EP + EC$$

Energía mecánica total = Energía potencial + Energía Cinética

En esta relación la energía potencial considerada puede ser gravitacional y/o elástica. Mientras que la energía cinética puede ser traslacional y/o rotacional. **La energía mecánica total de un sistema corresponde a la energía disponible para intercambios de energía a su interior.**

Aunque existen modelos matemáticos para calcular a los diversos tipos de energía, en este tema sólo se analizarán sistemas mecánicos sencillos en los cuales es posible estimar los tipos de energía que un sistema posee a través del análisis del cambio en su energía potencial gravitatoria. Para ello es fundamental considerar el **principio de conservación de la energía que señala 'la energía total de un sistema permanece constante' (la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma).**

Para aplicar algunos de los conceptos señalados al principio, analicemos la figura 3.4.

Es fundamental que, en un inicio, se haga una descripción cualitativa de los tipos de energía que el carrito puede tener.

1. Como ya habrás observado, el carrito tiene una EPG máxima cuando se encuentra a la mayor altura (punto A), una EPG nula cuando se encuentra en la parte más baja (punto B) y un valor intermedio de EPG cuando se encuentra en el punto C.
2. La configuración de este sistema no se modifica por objetos que se puedan deformar (como resortes), por ello no existe EPE.

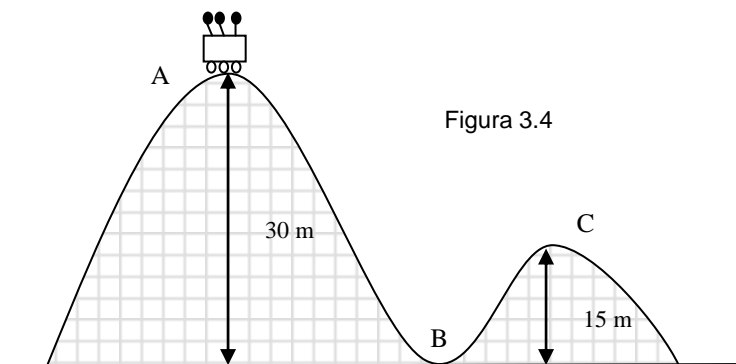


Figura 3.4

- El carrito puede cambiar la velocidad con que cambia su posición o con que se traslada. Así, tiene una ECT nula en la parte más alta cuando no se mueve (punto A). Una ECT máxima cuando pasa por el punto más bajo y tiene la mayor velocidad posible (punto B). Y una ECT con valor intermedio cuando pasa por el punto C.
- El carrito no gira sobre su propio eje, por lo que no existe ECR.
- Por lo anterior: $EM_T = EPG + ECT$

Las montañas rusas emplean para su funcionamiento el *principio de conservación de la energía*. Con un motor logran que el carrito con pasajeros llegue al punto más alto y a partir de ahí se deja caer aprovechando que la energía potencial gravitatoria se transforma en energía cinética traslacional. La energía mecánica total en el punto A es 382 200 j ($EM_T = EPG + ECT = 382\ 200\text{ j} + 0 = 382\ 200\text{ j}$) que corresponde a la energía disponible de este sistema.

En el punto B, la EPG es cero, sin embargo, de acuerdo con el principio de conservación de la energía, la energía mecánica total en ese punto es 382 200 j, por lo que entonces toda la energía potencial gravitatoria se ha transformado a energía cinética traslacional ($ECT = EM_T - EPG = 382\ 200\text{ j} - 0 = 382\ 200\text{ j}$).

En el punto C, la EPG es de 191 100 j por lo que la ECT es de 191 100 j ($ECT = EM_T - EPG = 382\ 200\text{ j} - 191\ 100\text{ j} = 191\ 100\text{ j}$).

En la Figura 3.5 se resume la información anterior:

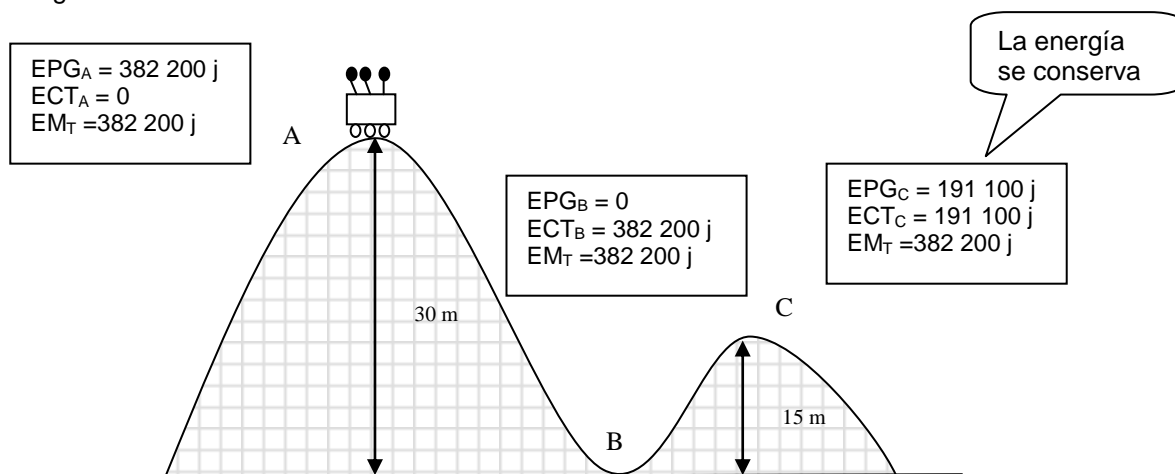


Figura 3.5

Un aspecto importante para la solución del problema anterior fue que a través del cálculo de la EPG, del empleo de los conceptos de energía mecánica total, energía disponible y principio de conservación de la energía, fue posible estimar otro tipo de energía, la energía cinética. Los problemas propuestos en esta guía tienen esta perspectiva: **transformar para medir**; es decir analizar la forma en que la EPG puede transformarse en otros tipos de energía para poder medirlas sin recurrir al empleo de una fórmula diferente para cada una de ellas.

Para el análisis energético de sistemas mecánicos sencillos recuerda que:

1. Es necesario hacer un análisis cualitativo de los tipos de energías que tiene el sistema en estudio (EPG, EPE, ECT o ECR).
2. Calcular la energía mecánica total del sistema a partir de la EPG. Esta corresponde a la energía disponible para transformaciones.
3. Emplear el principio de conservación de la energía para estimar otros tipos de energía.

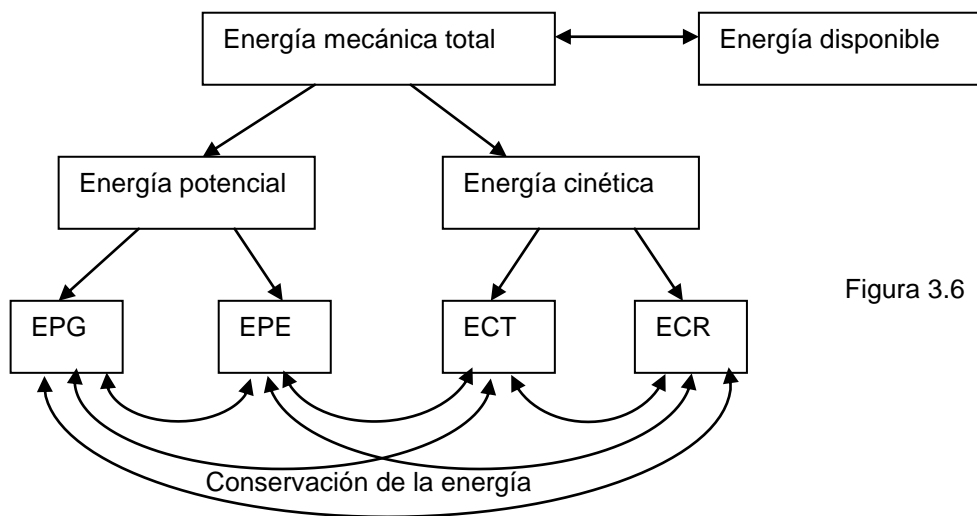


Figura 3.6

La figura 3.6 presenta un esquema en el que se vinculan los conceptos revisados. Éste te puede apoyar para hacer análisis energéticos en sistemas físicos sencillos. Revísalo con detalle.

Por último, es importante señalar que *la fricción juega un papel importante en los sistemas mecánicos ya que esta es una causa por la cual se disipa energía*, por ejemplo, en forma de calor (es probable que hayas cortado un trozo de alambre al doblarlo varias veces en el mismo lugar, si lo has tocado te habrás dado cuenta que se siente a una temperatura elevada: parte de la energía mecánica empleada en doblarlo se transformó en calor).

Supongamos que en alguna montaña rusa la EPG en el punto más alto es de 500 mil joules ($EM_T = 500$ mil joules) y se logra medir la ECT en el punto en que la altura es cero y ésta resulta ser de 460 mil joules)... ¿qué sucedió con los 40 mil joules faltantes?... se disiparon en forma de calor. Si pudiéramos medir el aumento de temperatura de los rieles es muy probable que identificáramos que su energía habría aumentado en esos 40 mil joules.

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

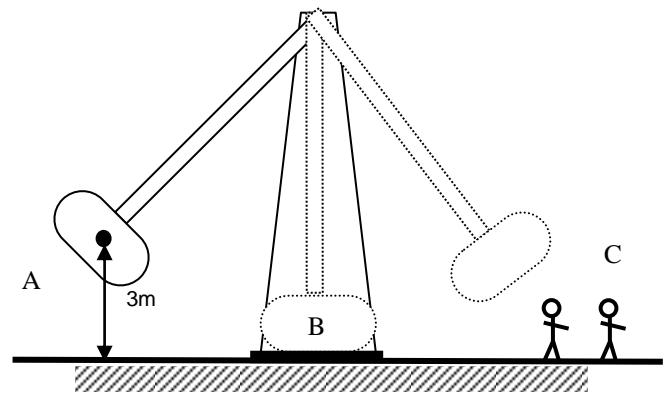
1. Indica qué tipo(s) de energía(s) posee(n) los cuerpos que se presentan en las siguiente situaciones:

- a. Un yoyo que gira al ras del piso haciendo 'el perrito'.
- b. Un cohete que va aumentando su velocidad al elevarse cada vez más.
- c. Un clavadista que hace tres giros al frente mientras cae al agua.
- d. Un ciclista que viaja por una carretera horizontal.
- e. Un castillo de fuegos artificiales que gira mientras se eleva.
- f. Una oficinista que se encuentra sentada junto a su escritorio en un tercer piso.
- g. Un balón de basketbol que gira sobre el dedo de un jugador.
- h. Una liga que una señora estira con las piernas en su clase de aerobics.

- a. ECR
- b. EPG
- c. EPG, ECR, ECT
- d. ECT
- e. EPG, ECR, ECT
- f. EPG
- g. ECR
- h. EPE

2. En los juegos mecánicos dos alumnos observaron el funcionamiento del martillo. Se percataron que la cabina se elevaba hasta el punto A y luego se dejaba caer libremente.

- a. Si no existiese fricción al dejar oscilar al martillo desde la posición A, ¿qué altura alcanzará en la posición C?
- b. Si la masa del martillo es de 500 kg ¿Cuál es la energía disponible en la configuración de éste sistema?

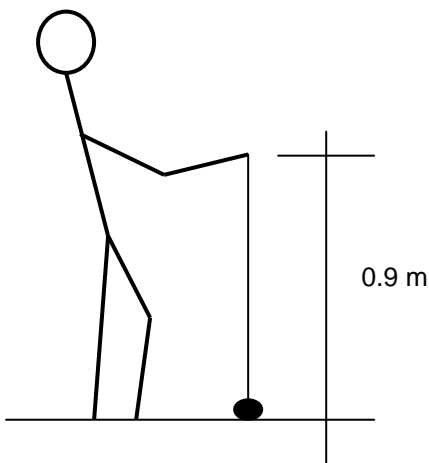


c. ¿Cuál es la magnitud de la energía cinética cuando el martillo está en la posición B?

- a. Alcanzaría la misma altura de 3 m porque no habría pérdidas por fricción.

Respuestas

- b. La energía disponible es la energía mecánica total en el punto en que se deja caer al martillo. Para este caso: $EM = EPG = ph = mgh = (500\text{kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (3 \text{ m}) = 14700\text{j}$
- c. Si se considera que no hay pérdidas por fricción, la energía mecánica total en el punto B debe ser la misma que en el punto A. Pero, como en el punto B, el martillo tiene una altura cero, toda la energía que posee es cinética traslacional y su magnitud es de 14700j.



Para resolver

Un joven juega con un yoyo de 150 g como se muestra en la figura. La altura a la que lo eleva es de 0.9 m.

- a. ¿Cuál es la energía disponible en este sistema?

- b. A 50 cm de altura sobre el piso el yoyo gira con una ECR de 0.4, ¿cuál es su ECT en ese momento?
- c. En la parte inferior, el yoyo roza el piso, pero ya no cambia su posición. Si la ECR en ese punto no ha cambiado, ¿cuánta energía se ha disipado por la fricción?
- d. En ese momento el joven le da un pequeño jalón al yoyo para que suba. Si se considera que en este proceso no hay pérdida de energía, ¿cuál es la altura máxima que puede alcanzar?

EJERCICIOS

INSTRUCCIONES: Explica con tus palabras lo que se te pide.

1. A qué se refiere el principio de conservación de la energía.

2. Qué es la energía mecánica total.

3. A qué nos referimos con energía disponible.

4. Describe un ejemplo de cada uno de los siguientes tipos de energía: EPG, EPE, ECT, ECR.

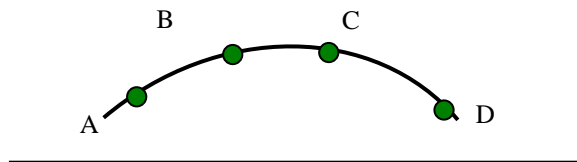
INSTRUCCIONES: Escribe dentro del paréntesis la opción que consideres correcta.

5. ()	Es ejemplo de un objeto que posee ECT a. una perinola que gira sin moverse de su sitio. b. una persona en un cuarto piso. c. un microbús que se mueve por una avenida larga. d. un resorte que se estira.
6. ()	La energía mecánica total de un sistema corresponde a: a. suma de las energías potenciales y cinéticas. b. todos los tipos de energía que puede tener un cuerpo. c. las energías ocasionadas por movimientos y fuerzas. d. la suma de EPG+ECT+ECR
7. ()	Una pelota de béisbol en el momento de ser lanzada por el pitcher tiene una energía potencial gravitatoria de 50 j, una energía cinética rotacional de 40 j y una energía cinética traslacional de 100 j. Si para vencer a la fricción se deben emplear 30 j, la energía disponible es: a. 190 j b. 160 j c. 210 j d. ninguna de las anteriores
8. ()	En una montaña rusa, en la parte más alta de 10 m cuando el carrito está parado justo para iniciar la caída, su EPG es de 2 millones de joules. Si no se considera a la fricción, la ECT del carrito en la parte más baja es de: a. 2 millones de j b. cero c. 1 millón de j

	d. entre 0 y 2 millones de j
9. ()	Se deja caer una roca desde una altura de 5 m donde se estima que la energía disponible del sistema es de 100 j. En un punto su energía potencial es de 70 j, ¿cuál es la magnitud de su energía cinética? Se considera que la fricción es despreciable. a. 100 j b. 70 j c. 30 j d. 170 j

INSTRUCCIONES: Lee con atención los siguientes planteamientos y escribe en el paréntesis de la izquierda una "V" si la proposición es verdadera o una "F" si es falsa.

10. Si un balón es lanzado por un lanza proyectiles como se muestra en la siguiente figura,



- a.() La energía mecánica total en el punto A es igual a la energía mecánica total en el punto C.
b.() La ECT es mayor en el punto B comparada con el punto D.
c.() La ECT es mayor que la EPG en el punto D.
d.() La EPG es mayor en el punto B comparada con el punto C.
e.() La EPG en el punto A tiene un valor diferente de cero.

11. Un niño se encuentra en un segundo piso de un edificio a 6 m de altura cuando escucha a su hermano gritar "Arrójame las llaves que se me olvidaron", si la energía potencial antes de soltar las llaves es de 17 J. Entonces:

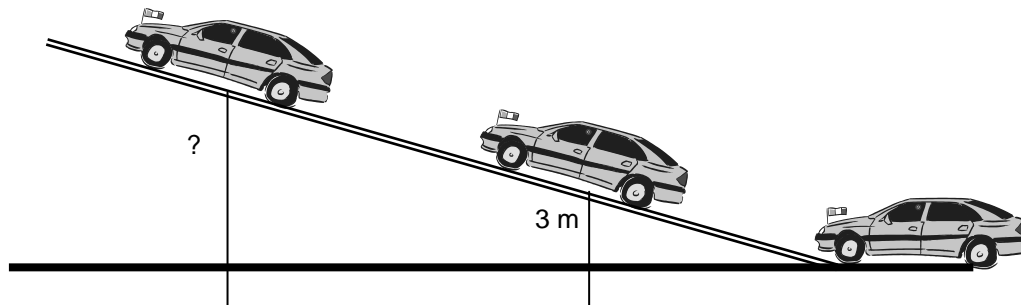
- a.() La energía mecánica total del sistema tiene un valor de 17 J.
b.() La ECT justo antes de llegar al piso las llaves es de 0 J.
c.() Cuando las llaves llegan al piso la energía potencial es de 0 J.
d.() ECT y EPG son iguales cuando llegan al piso.
e.() La EPG disminuye conforme caen las llaves.

INSTRUCCIONES: Resuelve los siguientes problemas.

12. Un automóvil de 800 kg que viaja a 90 km/h (25m/s), llega al pie de una pendiente con una ECT de 250 000 j como se muestra en la figura. Justo al iniciar el ascenso por la pendiente, el conductor deja de acelerar, de tal forma que el auto sube al emplear la energía que en ese momento tiene.

- a. ¿Cuánta ECT se ha convertido en EPG cuando el carro llega a una altura de 3 m en la pendiente? Considera que no hay pérdidas por fricción.

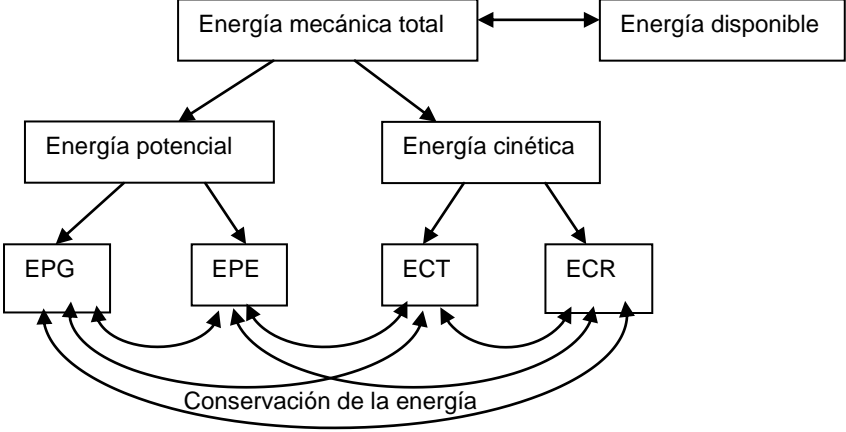
- b. El auto sigue ascendiendo, pero desafortunadamente la fricción no puede ser despreciable ya que para vencerla se emplean $100\,000\text{ J}$. ¿Cuál es la altura máxima que puede alcanzar el auto?



13. Seguramente has visto las caricaturas del correcaminos y el coyote. Elabora el esquema de un dispositivo 'atrapa correcaminos' que diseñes a partir de transformaciones de energía mecánica (EPG, EPE, ECT, ECR). Señala en cada ocasión qué tipo de energía se convierte a qué tipo de energía.

TABLA DE COMPROBACIÓN

Número de pregunta	Respuesta correcta									
1	Principio de conservación de la energía. La energía total de un sistema permanece constante. La energía que algún cuerpo (o sistema) pierde es ganada por otro cuerpo (o sistema) o se transforma de un tipo a otro de energía.									
2	Energía mecánica total es la suma de las energías potenciales y cinéticas que tiene el cuerpo o sistema.									
3	Energía disponible es la energía que un cuerpo o sistema está en condiciones de emplear para hacer transformaciones de un tipo a otro de energía.									
4	Respuesta abierta.									
5	(c)									
6	(a)									
7	(a)									
8	(a)									
9	(c)									
10	a. V b. F c. V d. F e. V									
11	a. V b. F c. V d. F e. V									
12	<p>a. La EPG que ha ganado el auto al subir por la cuesta se ha obtenido a partir de la ECT.</p> $EPG_{3m} = (800 \text{ g})(9.8 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m}) = 23 \ 520 \text{ j}$ <p>Entonces, 23 520 j de ECT se han convertido a EPG.</p> <p>b.</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Energía disponible</td> <td>=</td> <td>250 000 j</td> </tr> <tr> <td>- Pérdidas por fricción</td> <td>=</td> <td>- 100 000 j</td> </tr> <tr> <td>ECT que puede transformarse a EPG</td> <td>=</td> <td>150 000 j</td> </tr> </table> <p>Si toda la ECT se convierte a EPG, entonces tenemos que la EPG máxima posible = 150 000 j</p>	Energía disponible	=	250 000 j	- Pérdidas por fricción	=	- 100 000 j	ECT que puede transformarse a EPG	=	150 000 j
Energía disponible	=	250 000 j								
- Pérdidas por fricción	=	- 100 000 j								
ECT que puede transformarse a EPG	=	150 000 j								

	$EPG = mgh$ $m = \frac{EPG}{gh} = \frac{150\,000\,j}{(800\,kg)(9.8\frac{m}{s^2})} = 19.13\,m$ <p>Por lo tanto, la altura máxima es igual a 19.13m.</p>
13	<p>Respuesta abierta.</p> 
<p>Sugerencias: Si te equivocaste en alguno de los ejercicios, revisa nuevamente el contenido sintético de este tema. Consulta el esquema 2.3 en donde se vinculan los conceptos revisados. Para el ejercicio 12 se requiere ampliar la idea ‘transformar para medir’ revisada en el apartado anterior y hacerla extensiva para la energía cinética.</p> <p>Puedes consultar este tema en el texto de Hewitt, P. (1999). Física Conceptual. México; Addison Wesley Longman; o también en el texto de Alvarenga, B. (1998). Física general con experimentos sencillos. México; Oxford.</p>	

AUTOEVALUACIÓN

Cuentas con 40 minutos para contestar todos los ejercicios.

INSTRUCCIONES: Escribe dentro del paréntesis la letra de la opción que consideres correcta.

1. () Un clavadista de 60 kg de masa se lanza desde un trampolín de 10 m. La EPG antes de lanzarse es de:
 - a) 5 880 j
 - b) 600 j
 - c) 588 j
 - d) 98 j

2. () Si el clavadista del problema anterior toca el agua con una velocidad de 14m/s. La ECT en ese momento tiene un valor de:
 - a) 8 400 j
 - b) 1 370 j
 - c) 5 880 j
 - d) 420 j

3. () La energía disponible del sistema anterior (clavadista) es de:
 - a) 8 400 j
 - b) 0 j
 - c) 5 880 j
 - d) 5 894 j

4. () Un yo-yo en la mitad de su trayectoria tiene una ECT de 0.9 j y una ECR de 0.5 j. Si en ese momento ha perdido 0.2 j por fricción, cuál es la magnitud de la energía disponible del sistema:
 - a) 1.4 j
 - b) 1.2 j
 - c) 1.6 j
 - d) 0.16 j

5. () La ECT de un objeto depende de:
 - a) la altura del objeto respecto de una referencia.
 - b) el giro del objeto sobre su propio eje.
 - c) la velocidad con que cambia de posición.
 - d) la deformación que pueda experimentar.

6. () ¿Cuál de los siguientes objetos puede poseer ECT:
 - a) piedra que cae.
 - b) resortera.
 - c) martinete.
 - d) disco de música.

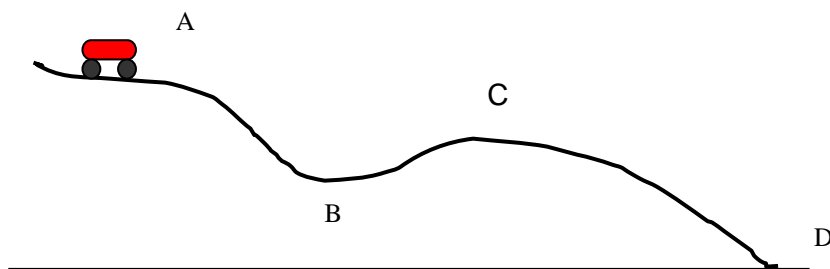
7. () Permite calcular el trabajo realizado cuando cambia la altura de un objeto a partir de una referencia.
- ph
 - ΔEPG
 - mg
 - EC + EP
8. () La EPG de una persona de 50 kg que se encuentra a 15 m de altura es de aproximadamente 7 500j. Si altura se reduce a 5 m, ¿cuál es la nueva EPG de la persona?
- 5 000 j
 - 10 000 j
 - 3 750 j
 - 2 500 j

INSTRUCCIONES: Responde lo que se solicita en cada caso.

9. Escribe en el espacio del inicio las letras EPG, EPE, ECT y/o ECR, dependiendo del (de los) tipo(s) de energía(s) que consideres que tiene cada uno de los siguientes objetos:

- _____ Un niño corre en lo alto de un edificio.
- _____ Antena en la azotea de una casa.
- _____ Ventilador que se acciona cuando hace mucho calor.
- _____ Automóvil que sube a velocidad constante por una colina.
- _____ Fuego pirotécnico en lo alto de un castillo que gira y asciende.
- _____ Perro sentado en un paso a desnivel.
- _____ Liga que emplea una niña para detener su cabello.
- _____ Cuerda de un reloj.

10. Un carrito se desplaza como se muestra en la siguiente figura, explica las transformaciones de la energía mecánica cuando el carrito pasa por cada uno de los puntos.



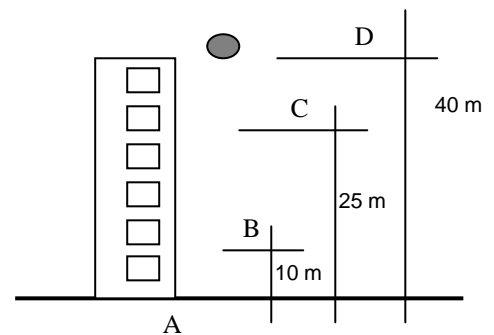
- Del punto A al punto B
- Del punto B al punto C
- Del punto C al punto D

11. En un gimnasio un atleta hace ejercicio. Debe hacer cuatro repeticiones consistentes en elevar 25 veces una pesa de 200 kg, como se muestra en la figura. Explica cuándo se presenta una fuerza, cuándo existe energía y cuándo efectúa trabajo el atleta.



12. Un deportista tensa su arco y lanza una flecha de 200 g que alcanza una altura máxima de 34 m, ¿cuál es la magnitud de la EPE de la cuerda del arco? Considera que no hay pérdidas de energía por la fricción.

13. Una piedra de 2 kg se deja caer desde lo alto de un edificio de 40 m como se muestra en la figura. Determina la ECT y la EPG en los puntos A, B, C y D.



14. El amortiguador de un coche tiene una EPE de 400 j. La carga que debe amortiguar en la parte trasera del vehículo es de aproximadamente 500 kg, ¿qué altura puede alcanzar la defensa del auto cuando pasa por un tope si la EPE del amortiguador hace que oscile de arriba abajo la defensa? Considera que la fricción es despreciable.

CLAVE DE RESPUESTAS

Número de pregunta	Respuesta correcta
1	1. (a)
2	2. (c)
3	3. (c)
4	4. (c)
5	5. (c)
6	6. (d)
7	7. (b)
8	8. (d)
9	<ul style="list-style-type: none"> a. EPG, ECT b. EPG c. ECR d. EPG, ECT e. EPG, ECR, ECT f. EPG g. EPE h. EPE
10	<ul style="list-style-type: none"> a. La EPG del punto A se va convirtiendo en ECT hasta que en el punto B, la EPG ha disminuido y la ECT ha aumentado. Si no hay fricción, la cantidad de EPG que se pierde es la misma cantidad de ECT que se gana. b. La ECT de B se transforma ahora en EPG, de tal forma que el carrito gana altura. Si no hay fricción la cantidad de ECT que se pierde es ganada por la EPG. c. La EPG de C se transforma en ECT en su totalidad, de tal forma que en D, cuando no hay altura, toda la EPG se ha transformado en ECT.
11	El atleta aplica fuerza sobre la pesa para poder levantarla. La pesa también aplica fuerza sobre el atleta (Tercera Ley de Newton). La EPG de las pesas cambia porque cambia su altura cuando son levantadas por el atleta. El atleta efectúa un trabajo que se puede calcular a través del cambio en EPG de las pesas.
12	Con los datos proporcionados es posible calcular la EPG de la flecha en su altura máxima. $EPG = ph = mgh = (0.2\text{kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(34 \text{ m}) = 66.64 \text{ j}$. Esta corresponde a la energía disponible del sistema ya que no hay pérdidas por fricción. Así, en el punto más bajo, cuando la EPG de la flecha es cero, toda la energía disponible debe corresponder a la EPE de la cuerda del arco.

13	<p>Los datos que se proporcionan permiten medir la EPG en el punto más alto (punto D). Justo antes de iniciar su caída la ECT de la piedra es cero. La suma de la EPG y de la ECT en el punto más alto proporcionan la EM_T o energía disponible del sistema.</p> $EM_T = EPG + ECT = mgh + 0 = 2 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(40 \text{ m}) = 784 \text{ j}$ <p>Así para el punto D: $EPG_D = 784$ $ECT_D = EM_T - EPG_D = 784 \text{ j} - 784 \text{ j} = 0$</p> <p>Para el punto C: $EPG_C = mgh = 2 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(25 \text{ m}) = 490 \text{ j}$ $ECT_C = EM_T - EPG_C = 784 \text{ j} - 490 \text{ j} = 294 \text{ j}$</p> <p>Para el punto B $EPG_B = mgh = 2 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ m}) = 196 \text{ j}$ $ECT_B = EM_T - EPG_B = 784 \text{ j} - 196 \text{ j} = 588 \text{ j}$</p> <p>Para el punto A $EPG_A = mgh = 2 \text{ kg} (9.8 \text{ m/s}^2)(0 \text{ m}) = 0$ $ECT_A = EM_T - EPG_A = 784 \text{ j} - 0 = 784 \text{ j}$</p>
14	<p>La energía disponible del sistema es la proveniente de la EPE, es decir 400 j. Si la fricción es despreciable, entonces toda la EPE se convierte a EPG de la parte trasera del auto. La altura a la que puede elevarse el auto, respecto de su posición original es:</p> $EPG = mgh$ $h = \frac{EPG}{mg} = \frac{400 \text{ j}}{500 \text{ kg}(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} = 0.81 \text{ m} = 8.1 \text{ cm}$
<p>Sugerencias: si tuviste dudas fuertes o te costó demasiado trabajo resolver alguno (s) de los ejercicios, es muy importante que repases bien la “aplicación del conocimiento” de los dos temas, pues se complementan y están muy relacionados entre sí, en caso necesario no duden hacer un repaso general.</p>	

BIBLIOGRAFÍA

ALVARENGA ÁLVAREZ, BEATRIZ. *Física general: con experimentos sencillos*. México, Oxford, 1983.

BRANDWEIN P., STOLLBERG R. Y BURNETT R. (1972). *Física. La energía - sus formas y sus cambios*. México, Publicaciones Cultural, 1992.

HEWITT, PAUL. *Física conceptual*. México, Adisson-Wesley, 1998.

SUGERENCIAS PARA PRESENTAR EXÁMENES DE RECUPERACIÓN O ACREDITACIÓN ESPECIAL

Para evitar cualquier contratiempo al presentar el examen de recuperación o acreditación especial considera las siguientes recomendaciones:

Organización:

- Acude al menos con 10 minutos de anticipación al salón indicado. Debes presentarle esta Guía resuelta al profesor aplicador.
- Lleva el comprobante de inscripción al examen y tu credencial actualizada.
- Lleva dos lápices del Núm. 2 o 2 ½.
- No olvides una goma que no manche.

Durante el examen:

- Lee con atención tanto las instrucciones como las preguntas y si tienes alguna duda consúltala con el aplicador.
- Contesta primero las preguntas que te parezcan “fáciles” y después concentra toda tu atención en las “difíciles”.
- Si te solicitan explicar o desarrollar algún tema, identifica las ideas principales que quieras exponer y escríbelas de la manera más correcta y clara que puedas, evita el planteamiento de ideas innecesarias.
- Escribe tus respuestas con letra clara, legible y sin faltas de ortografía.
- Al terminar de contestar el examen, revísalo nuevamente para asegurarte que todas las preguntas estén contestadas.
- Centra tu atención en el examen, no trates de copiar, recuerda que el compañero de junto puede estar equivocado.

La guía para presentar Exámenes de
Recuperación o Acreditación Especial

Física I

(versión preliminar)

se termino de imprimir en el mes de agosto de 2006
en los talleres de la Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A de C.V.,
Calz. San Lorenzo Tezonco núm. 244, Col. Paraje San Juan
Del Iztapalapa, C.P. 09830, México D.F.

El tiraje fue de 5650 ejemplares
más sobrantes para reposición.