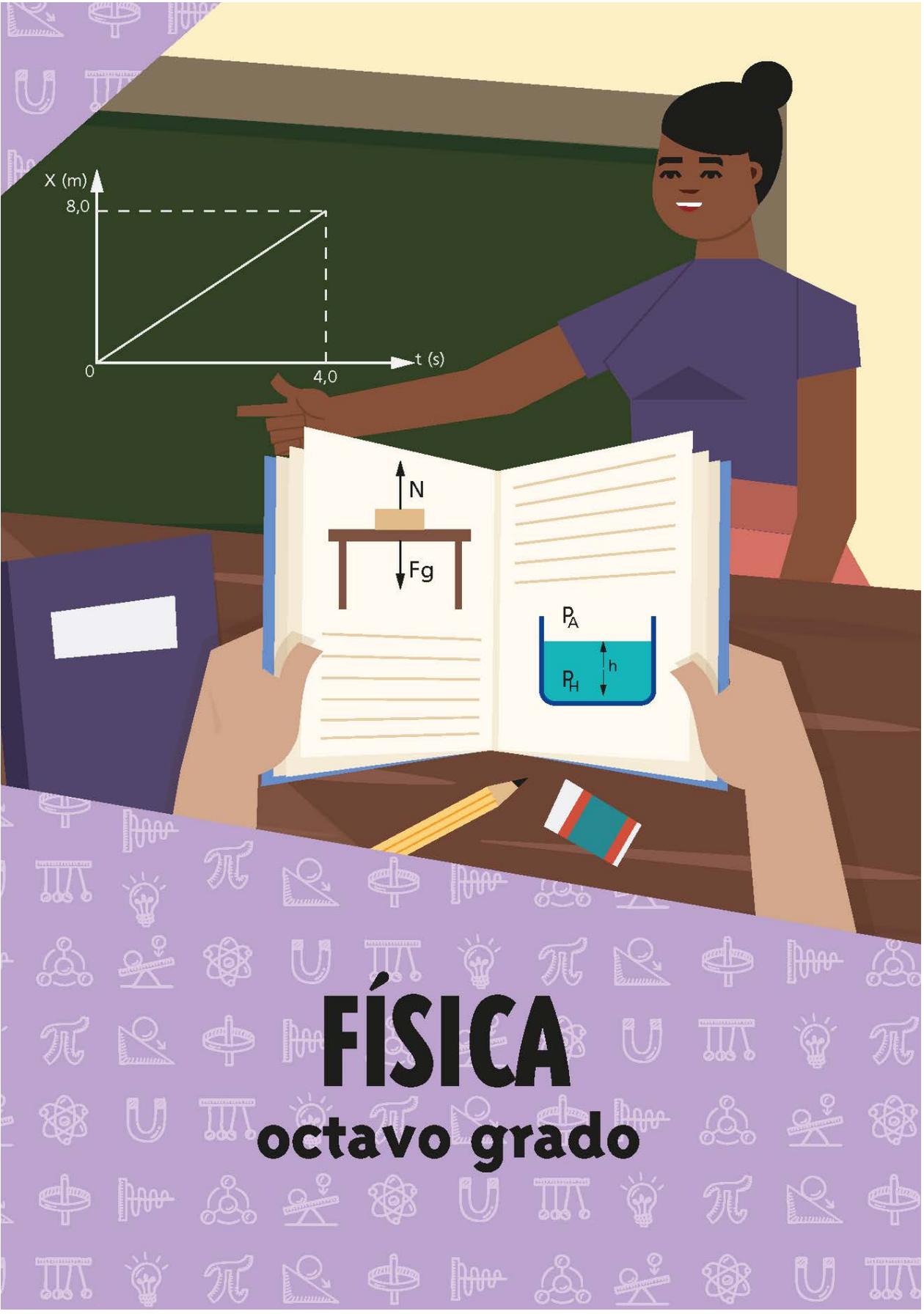


FÍSICA

octavo grado



FÍSICA

octavo grado

M. Sc. Rosa María González Lastra

M. Sc. Zulema Pérez Gómez

M. Sc. Susana Acosta Hernández



Este material forma parte del conjunto de trabajos dirigidos al Tercer Perfeccionamiento Continuo del Sistema Nacional de la Educación General. En su elaboración participaron maestros, metodólogos y especialistas a partir de concepciones teóricas y metodológicas precedentes, adecuadas y enriquecidas en correspondencia con el fin y los objetivos propios de cada nivel educativo, de las exigencias de la sociedad cubana actual y sus perspectivas. Ha sido revisado por la subcomisión responsable de la asignatura perteneciente a la Comisión Nacional Permanente para la revisión de planes, programas y textos de estudio del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas del Ministerio de Educación. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización previa y por escrito de los titulares del **copyright** y bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, así como su incorporación a un sistema informático.

Material de distribución gratuita. prohibida su venta.

Edición y Corrección:

► Damiana Iradia Martín Laurencio

Diseño, ilustración y emplane:

► Instituto Superior de Diseño

Adriana Vigil Hernández ♦ Alessandra Fuentes Tiel ♦ Jennifer González Espinosa ♦ Thalia Ibarra Villavicencio ♦ Laura Ramos García ♦ Ernesto Alejandro Gilart Ruiz ♦ María Fernanda Lemus González ♦ Aldahir Santana Guzmán ♦ Litsary Zamora Rodríguez ♦ Samira González González ♦ Marian Ramos Rodríguez ♦ Kamila Carpio Crepo ♦ DCV María Paula Lista Jorge ♦ M. Sc. Maité Fundora Iglesias ♦ Dr. C. Ernesto Fernández Sánchez

© Ministerio de Educación, Cuba, 2024

© Editorial Pueblo y Educación, 2024

ISBN 978-959-13-4839-5 (Versión impresa)

ISBN 978-959-13-4772-5 (Versión digital)

EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACIÓN

Ave. 3.ª A No. 4601 entre 46 y 60,

Playa, La Habana, Cuba. CP 11300.

epueblo@epe.gemined.cu

ÍNDICE

1	¿Qué es la física?	1
	1.1 Introducción	1
▶	1.2 La naturaleza y los seres humanos	2
▶	1.2.1 Sistemas y cambios que ocurren en la naturaleza	7
▶	1.3 La física como ciencia	11
▶	1.3.1 Objeto de estudio de la física	17
▶	1.4 Magnitudes físicas. Proceso de medición de magnitudes	22
▶	1.4.1 Magnitudes físicas	23
▶	1.4.2 El proceso de medición de magnitudes	27

2	Movimiento mecánico	41
	2.1 Introducción	41
▶	2.2 Movimiento mecánico	42
▶	2.2.1 Clasificación de los movimientos mecánicos	48
▶	2.2.2 Medios utilizados para describir los movimientos mecánicos. Su importancia	60
	• Tablas	61
	• Gráficas	66
	• Ecuaciones	68
▶	2.3 Factores que determinan las características del movimiento mecánico	83
▶	2.3.1 Fuerza. Medición de fuerzas	88
▶	2.3.2 Leyes del movimiento mecánico. Primera ley del movimiento mecánico. Masa e inercia	92
▶	2.3.3 Segunda ley del movimiento mecánico	100
	• Tipos de fuerzas	105
	• Resultante de fuerzas	119
▶	2.3.4 Tercera ley del movimiento mecánico	127
▶	2.3.5 Presión	135

3

Propiedades y estructura de la sustancia156

- 3.1 Introducción 156
 - ▶ 3.1.1 Propiedades generales y distintivas 157
 - ▶ 3.1.2 Densidad de las sustancias 166
- ▶ 3.2 Estructura de las sustancias. Ideas básicas 179
 - ▶ 3.2.1 Composición de las sustancias 179
 - ▶ 3.2.2 Separación entre las partículas 183
 - ▶ 3.2.3 Interacción entre las partículas 187
 - ▶ 3.2.4 Movimientos de las partículas. Relación entre las propiedades y la estructura interna de las sustancias 190

4

Estática de los fluidos203

- 4.1 Introducción 203
- ▶ 4.2 Presión de los gases. Presión atmosférica 204
- ▶ 4.3 Vasos comunicantes. Manómetro de líquido 215
- ▶ 4.4 Transmisión de la presión en gases y líquidos. Ley de Pascal 220
- ▶ 4.5 Presión en líquidos. Paradoja hidrostática 225
- ▶ 4.6 La presión atmosférica y la ley de Pascal en la vida y la técnica ... 234
- ▶ 4.7 Acción de los fluidos sobre los cuerpos que se encuentran en su interior. Fuerza de empuje 239
- ▶ 4.8 Ley de Arquímedes. Flotación de los cuerpos 246
 - Flotación de los cuerpos en dependencia de las densidades de los cuerpos y la de los líquidos 249

5

Energía, su utilización, obtención y transmisión258

- 5.1 Introducción 258
- ▶ 5.1.1 Energía 259
- ▶ 5.2 Formas de la energía 263
 - ▶ 5.2.1 Energía mecánica y sus formas 263
 - ▶ 5.2.2. Energía cinética 265
 - ▶ 5.2.3. Energía potencial 271
 - ▶ 5.2.4. Transformación y conservación de la energía 276
- ▶ 5.3 Vías mediante las cuales se transforma y se transmite la energía .. 284
 - ▶ 5.3.1 Trabajo mecánico 284
 - ▶ 5.3.2 Calor 294
 - Calor específico 298

- ▶ 5.3.3 Radiación 310
- ▶ 5.4 Obtención y utilización de la energía 314
 - ▶ 5.4.1 Obtención de energía útil 314
 - ▶ 5.4.2 Eficiencia energética y potencia 319
 - ▶ 5.4.3 Ahorro de energía y preservación del medio ambiente 328

Prólogo

Este libro de texto tiene el propósito de iniciarte en el estudio de la física, una ciencia que muestra la maravillosa relación entre la naturaleza y el ingenio de los seres humanos. Los contenidos impartidos te situarán en mejores condiciones para elevar tu calidad de vida, y el interés por el cuidado del planeta y del universo. El texto que se presenta está basado, esencialmente, en los anteriores libros de texto de Física y la experiencia docente de sus autores en la enseñanza de esta ciencia.

El libro tiene una estructura que permite vincular los elementos teóricos con las evidencias prácticas. La información que te presenta está sustentada en observaciones, resolución de problemas y experimentos sencillos, que permiten el engranaje perfecto entre la teoría y la práctica, que da respuesta a fenómenos de la naturaleza que se observan a simple vista, y otros, fuera del alcance de nuestros sentidos.

Las actividades experimentales que se orientan en clases, van a jugar un papel determinante en cada uno de los temas a impartir en las unidades de estudio; te apropiaras de procedimientos científicos que te permiten descubrir y actuar con independencia en la solución de los problemas que se presentan en la cotidianidad.

Para la profundización de los diferentes contenidos, podrás apoyarte de los recursos informáticos que tengas a tu alcance y que te facilitarán su mejor comprensión.

Cada capítulo cuenta con una página inicial que tiene carácter de introducción, donde se ofrece una información general acerca de lo que se va a estudiar, se hace referencia sobre los contenidos que lo anteceden y se ejemplifica la importancia del estudio del tema a tratar en el capítulo.

Al final de cada capítulo aparece un apartado destinado a la autoevaluación, que te permitirán conocer tus fortalezas o debilidades en el tema tratado.

En cada epígrafe se pueden encontrar las secciones siguientes:

Conéctate con la historia: se exponen referentes históricos relacionados con el contenido a tratar, que te permitirán adquirir una cultura científica.

Reflexiona: presenta situaciones problémicas prácticas o preguntas de interés que posibilitan la adquisición y reactivación del conocimiento, en las que debes poner en práctica todo el caudal de conocimiento que tienes para encontrarle una solución.

¿Sabías que...?: actualiza y enriquece el conocimiento, con informaciones relevantes en el tema que se trata, expresadas brevemente: una noticia, un descubrimiento o una aplicación.

Recuerda que...: reafirma los contenidos (definiciones, leyes, procedimientos, etc.) adquiridos con anterioridad, que permiten la comprensión del nuevo contenido a tratar y forman parte del caudal de conocimiento acumulado para el pensamiento lógico.

¡Atención!: constituye una alerta de posibles errores que no se pueden cometer e ideas erradas que se tienen de algunos fenómenos.

Investiga: propone tareas para investigar y, así, enriquecer el conocimiento con el aprendizaje de nuevos procedimientos.

Saber más: aporta informaciones, procedimientos y aplicaciones de mayor nivel de complejidad, relacionadas con el contenido que se trata.

Física en acción: propone actividades experimentales extraclases, por lo general, para realizar con útiles del hogar o de su entorno.

Experimenta y aprende: actividades experimentales que, en su gran mayoría, pueden ser realizadas en equipo, actividad práctica o trabajo de laboratorio.

Actividad: tareas de aprendizaje que te permitirán desarrollar habilidades en el tema tratado.

Ejercicio resuelto: actividades que se resuelven en el libro, para modelar un algoritmo o procedimiento de trabajo.

Un instante con la tecnología: propuestas de actividades que aparecen en el portal CubaEduca, o en otro sitio digital, y se orientan para resolver los ejercicios de autoevaluación que aparecen en el módulo.

Autoevalúate: actividades que aparecen al final del capítulo, donde puedes comprobar los conocimientos adquiridos.

Tarea: preguntas finales del epígrafe.

Tareas finales del capítulo: preguntas finales de cada capítulo.

Los autores queremos expresar nuestra gratitud a los docentes de todo el país que nos hicieron llegar sus sugerencias, así como a aquellos especialistas que dedicaron muchas horas extralaborales en la revisión exhaustiva de este libro, los criterios ofrecidos contribuyeron a perfeccionar la obra que se

presenta, en especial al M. Sc. Juan José Llovera González, M. Sc. Yldefonso González Cañal, M. Sc. Antonio Berazaín Iturralde, M. Sc. Alexis Gómez Zoque, M. Sc. María Dolores Zubero Puerta, Dr. C. Gretel Vazquez Zubizarreta y M. Sc. Xiomara Sánchez Chávez.

Ponemos en tus manos este libro elaborado con mucho amor, con la convicción de que será útil tanto para docentes, familia y, en especial, a ti, nuestra razón de ser.

Los autores

CAPÍTULO 1

¿Qué es la física?

Este es el primer capítulo de tu libro de Física. En él comenzarás a familiarizarte con esta fascinante asignatura lo cual te permitirá comprender muchos hechos de la vida diaria y otros relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

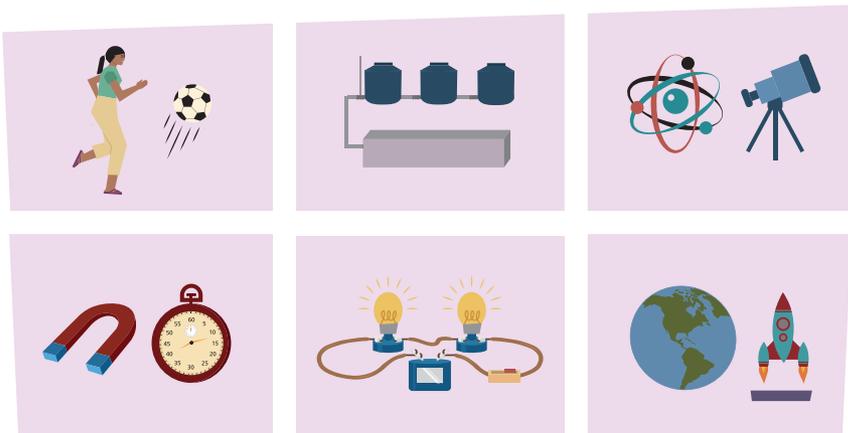


Fig. 1.1 Algunos hechos relacionados con la física

1.1 Introducción



Reflexiona

Un grupo de estudiantes de octavo grado debaten sobre qué es la física, pues es en este grado donde estudian por primera vez esta asignatura. En el debate plantearon diversas cuestiones que se relacionan con la física que habían visto en algún audiovisual o leído en algún libro. Expresa por escrito tus ideas acerca de lo que es la física. Apoya tus planteamientos con ejemplos.

La respuesta a la pregunta: ¿qué es la física?, permite empezar a comprender la importancia que tiene como ciencia para la comprensión de la naturaleza, la tecnología y la vida en general, en tanto constituye una parte esencial de la cultura de la humanidad.



Fig. 1.2 Varios de los criterios que se tiene sobre lo que es la física

En este capítulo estudiarás los aspectos esenciales que te permitirán responder satisfactoriamente la pregunta ¿qué es la física?, entre los que se encuentran los criterios presentados en la figura 1.2. Conocerás su origen, su objeto de estudio, la relación con otras ciencias. También aprenderás sobre algunas de las actividades que realizan los físicos, en particular, la relacionada con el proceso de medición.

1.2 La naturaleza y los seres humanos



Reflexiona

Con frecuencia has escuchado el vocablo naturaleza e incluso estudiaste algunos de sus componentes en grados anteriores en las asignaturas El mundo en que vivimos y Ciencias naturales. ¿A qué llamamos naturaleza?

CAPÍTULO 1

El vocablo naturaleza proviene del latín *natura* que significa natural.

Para encontrar las respuestas a las preguntas anteriores, es preciso identificar los componentes de la naturaleza.

El aire, el agua, la tierra, las plantas, los animales, el Sol, la Luna, el Universo en general y hasta los seres humanos, forman parte de la naturaleza (fig. 1.3).

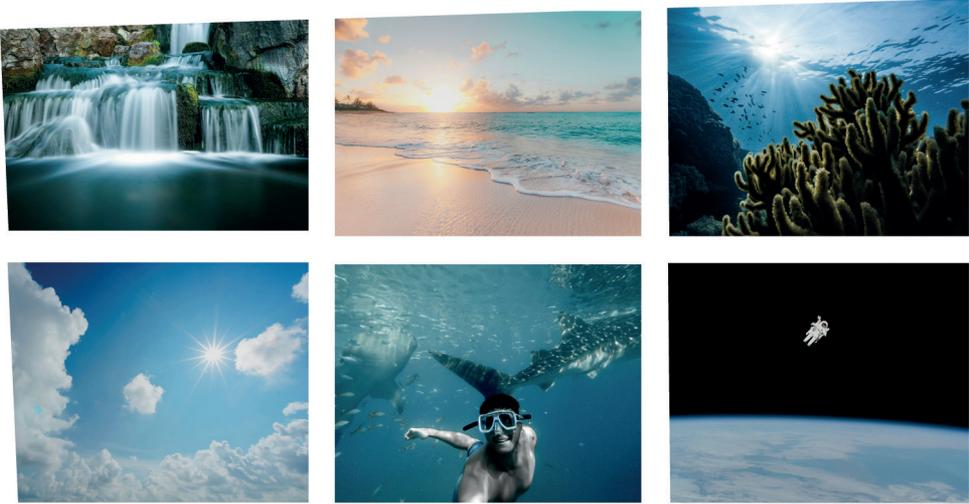


Fig.1.3 Algunos componentes de la naturaleza

Desde la antigüedad los seres humanos han tenido idea acerca de lo que es naturaleza, la cual prevalece hasta nuestros días. Sin embargo, hoy sabemos que la naturaleza la forman muchos más cuerpos, sustancias, materiales y lugares geográficos de los que se conocían en aquellos tiempos remotos y que todo esto que conocemos de la naturaleza es una parte muy pequeña de ella.

A medida que se desarrolle la ciencia y la tecnología conoceremos más y más acerca de la naturaleza y sus componentes.



Saber más

En nuestro planeta existe una gran variedad de formas de vida, ecosistemas y fenómenos naturales. Esta diversidad se encuentra en todos los rincones del mundo y proporciona una serie de servicios ecológicos que sustentan la vida en la Tierra (fig. 1.4.).



Fig. 1.4 Ejemplos de diversidad en la naturaleza

Los seres humanos, para satisfacer sus necesidades prácticas y espirituales transforman la naturaleza mediante el trabajo. Con la creatividad e inteligencia propias de nuestra especie se han introducido cambios en ella. Ha construido grandes ciudades, inmensas fábricas, maquinarias poderosas para la realización de diferentes obras ingenieriles, entre otros ejemplos.

En este libro se considerará que la **naturaleza**, en un sentido más amplio, es **todo aquello que existe objetivamente. Este concepto incluye tanto lo que existe sin la intervención de los seres humanos, como lo creado artificialmente por ellos.**

Algunos textos llaman segunda naturaleza, al producto de la acción transformadora de los humanos sobre esta.

En la figura 1.5 se ilustran algunas de las transformaciones producidas por los humanos a la naturaleza para satisfacer sus necesidades. Una de las prácticas más antiguas es la adecuación de los suelos para los cultivos, lo que trae como consecuencia mayores cosechas. La construcción de puentes y carreteras es otra de las transformaciones que realizamos con el propósito

de poder trasladarnos de un lugar a otro con mayor facilidad. El desvío del curso de un río para almacenar el agua en represas es otra de dichas transformaciones; el agua almacenada puede ser empleada para la cría de diferentes especies de peces con fines alimenticios y en la generación de electricidad. Pero también se transforma la naturaleza cuando desde el punto de vista de la genética se modifican las propiedades de un organismo para obtener otro con características determinadas previamente diseñadas. Se fabrican nuevos materiales, muchos de ellos a partir de otros ya existentes, pero que poseen propiedades específicas para su mejor uso.



Fig.1.5 Algunas transformaciones a la naturaleza realizadas por los seres humanos



Conéctate con la historia

La introducción del término *physis* para designar a la naturaleza se le atribuye a Aristóteles, antiguo filósofo (sabio) griego que vivió entre los años 384 al 322 a.n.e.

Fig. 1.6 Aristóteles



Para satisfacer nuestras necesidades transformamos la naturaleza y en ocasiones perjudicamos gravemente el medio ambiente, ocasionándole daños a la naturaleza que pueden afectar la vida en el planeta.

El ambiente es una unidad ecológica que incluye tanto los componentes vivos (bióticos) como no vivos (abióticos), que en él se encuentran. Entre los componentes vivos se incluye las plantas y los animales y entre los no vivos, encontramos los lagos y ríos, suelos, arroyos o aire, entre otros.

La actividad humana ha contribuido notablemente al deterioro medioambiental que apreciamos en la actualidad. Las causas son varias, entre ellas se destaca, la contaminación de algunos de los recursos que brinda la naturaleza. Esta generalmente afecta negativamente el hábitat de animales, plantas y hasta la del propio ser humano.

En la figura 1.7 se muestran algunas de las principales fuentes de contaminación ambiental como resultado de la actividad humana que contribuyen al deterioro ambiental.



Fig. 1.7 Principales fuentes de contaminación ambiental: a) la contaminación atmosférica favorece el calentamiento global y la desertificación; b) la tala indiscriminada de árboles causa la erosión de los suelos; c) el vertimiento de residuos tóxicos y desechos origina la contaminación de las aguas

En nuestro país, los programas que tienen como propósito desarrollar una conciencia ambientalista son variados e incluyen a todas las esferas de la sociedad; entre ellos se encuentra la tarea VIDA, encaminado a la realización de acciones que tengan como fin minimizar los efectos del cambio climático sobre el planeta.



Fig. 1.8 Algunas actividades que realizan estudiantes de nuestros centros escolares y comunidad en general con el fin de proteger el medio ambiente

Tareas

1. ¿Qué es naturaleza?
2. Cita ejemplos de objetos creados por el hombre a partir de la naturaleza.
3. Confecciona un listado de acciones que en lo personal puedas realizar para preservar el medio ambiente.

1.2.1 Sistemas y cambios que ocurren en la naturaleza



Reflexiona

Piensa en los elementos que forman la naturaleza:

¿Están totalmente desordenados o hay cierta organización en estos?

La naturaleza se encuentra en constante cambio y está organizada por sistemas, los más simples se agrupan y forman otros más complejos.

Los sistemas son conjuntos de elementos estrechamente relacionados entre sí que funcionan como un todo, los cuales constituyen unidades relativamente independientes.

Aunque cada uno de los elementos de un sistema puede funcionar de forma independiente, estos formarán parte de una estructura de mayor complejidad. Un sistema puede formar parte de otro sistema.

Para que comprendas qué es un sistema apóyate en aquellos que has estudiado en grados anteriores, por ejemplo, el Sistema Solar (fig. 1.9).

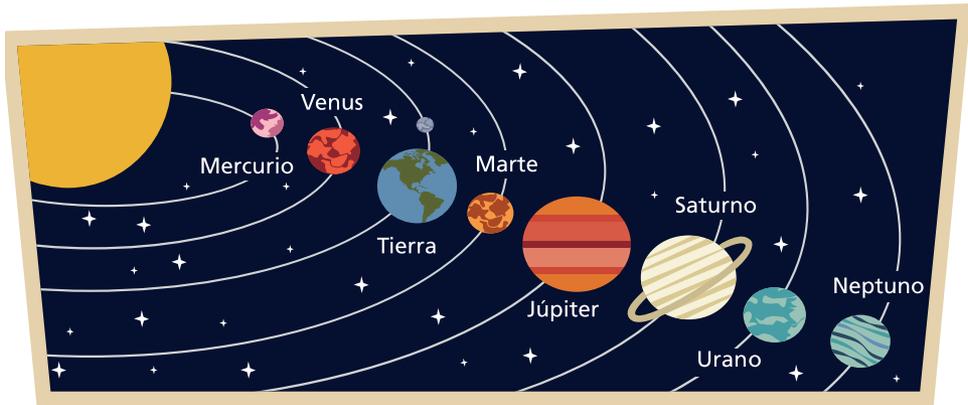


Fig. 1.9 Planetas del Sistema Solar

Nuestro Sistema Solar está formado por una estrella -los astrónomos la clasifican como enana amarilla- que recibe el nombre de Sol y por varios cuerpos celestes que se mantienen ligados por la acción de este. Entre los componentes del Sistema Solar están: los planetas y sus satélites, el polvo y el gas interplanetario, así como, un gran número de asteroides, cometas, y meteoritos¹. Todos estos componentes, a pesar de estar estrechamente vinculados entre sí, cuestión que se evidencia por los efectos que ejercen unos sobre otros, también funcionan como unidades independientes.

Pensemos en nuestro planeta, dentro del Sistema Solar, este actúa con cierta independencia, lo cual se refleja en las interrelaciones que se establecen entre todos sus componentes y que lo diferencian del resto de los planetas. Así, la Tierra constituye un sistema en sí mismo que forma parte de otro sistema de mayor complejidad, el Sistema Solar.

En la figura 1.10 aparecen los nombres que reciben diferentes sistemas con los que te has relacionado; nota que en algunos casos para nombrarlo se antepone la palabra "sistema" y en otros no.

¹ Los meteoritos son pequeños fragmentos rocosos provenientes del espacio extraterrestre menores de 50 m de diámetro, que no se desintegran totalmente al atravesar la atmósfera y caen sobre la superficie del planeta.

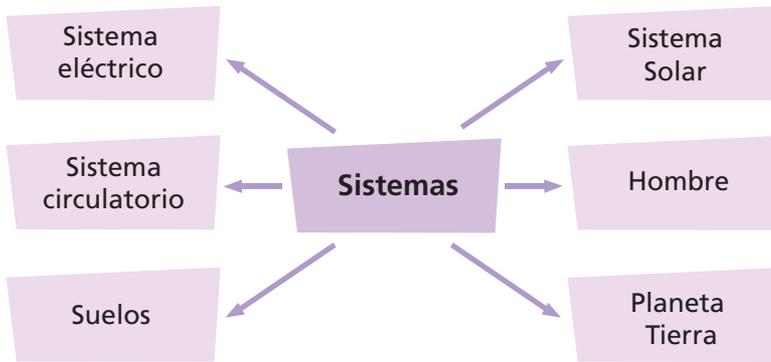


Fig.1.10 Ejemplos se sistemas

Dentro de los sistemas que estudia la ciencia se encuentran: los cuerpos formados por sustancias puras o mezclas en los diferentes estados de agregación; las moléculas, los átomos, las estrellas, las galaxias, el cosmos y muchos más.

Otra característica esencial de la naturaleza son los constantes cambios que tienen lugar en ella.



Reflexiona

Con los conocimientos adquiridos, elabora un listado de cambios naturales y cambios producidos por el hombre, donde se aprecie las transformaciones ocurridas en la naturaleza.

Si analizas los cambios que relacionaste te percatarás que estos se diferencian entre sí por lo que varía y por su tiempo de duración.

Los cambios que estudia la física en sus diversas disciplinas también se les conoce como fenómenos físicos. Estos se caracterizan por que al producirse el cambio en un cuerpo no varía la naturaleza de la sustancia que lo forma. Por ejemplo, al recortar una hoja de papel, la forma y el volumen han variado, sin embargo, siguen siendo papel los fragmentos obtenidos. No ocurre igual, por ejemplo, cuando quemamos la hoja de papel. En este caso una vez realizada la combustión, se obtiene ceniza, la sustancia ha cambiado y es imposible volver a obtener la sustancia original una vez producido el cambio; cuando esto sucede estamos en presencia de un fenómeno químico (fig. 1.11).

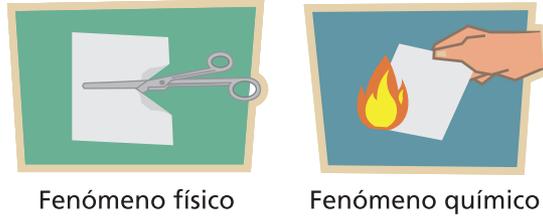


Fig. 1.11 Ejemplos de fenómenos físicos y químicos

La física estudia, entre otros, los fenómenos: mecánicos, eléctricos, magnéticos, térmicos y luminosos.

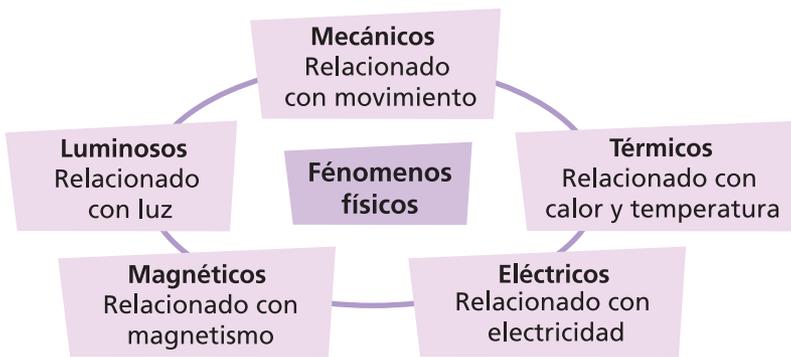


Fig. 1.12 Algunos fenómenos físicos y los aspectos con los que se relacionan

Tareas

1. Cita algunos ejemplos de sistemas. Explica en qué te basaste para su selección.
2. De la relación de cambios que elaboraste para la segunda tarea del epígrafe selecciona aquellos que son físicos. Argumenta el porqué de tu selección.
3. Clasifica en físicos y químicos los fenómenos siguientes:
 - a) La evaporación del agua.
 - b) La oxidación de un clavo.
 - c) Cuando con calor la sacarosa se descompone en fructosa y glucosa.
 - d) Cuando un imán atrae a clavos.
 - e) Cuando un auto cambia de posición.

1.3 La física como ciencia

Con frecuencia en numerosos programas televisivos y en diferentes artículos de la prensa escrita se utilizan los vocablos ciencia y tecnología. De un modo u otro conoces que entre ellos existe cierta relación.



Reflexiona

¿Cómo repercuten la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad?

Encontrar la respuesta a la pregunta anterior requiere del estudio de los términos que en ella se relacionan, de ahí que nuestra primera actividad esté dedicada a esclarecer estos conceptos.



Reflexiona

¿Qué es la ciencia?

Los orígenes de la ciencia se remontan al Antiguo Egipto y Mesopotamia alrededor de 3 000 a 1 200 a.n.e. En sus inicios tuvo como propósito explicar eventos que se producían en su entorno natural y así resolver sus necesidades prácticas. La curiosidad que caracteriza a la especie humana influyó notablemente en el surgimiento y desarrollo de la ciencia hasta la actualidad.

Los antiguos egipcios y mesopotámicos sentaron las bases al desarrollo de la ciencia griega y medieval. Es en este período histórico donde se obtuvieron los primeros avances notables de la ciencia, sin embargo, a pesar de que algunos resultados resultaron de interés, no empleaban la experimentación en la construcción de los nuevos conocimientos y se apoyaban en lo que pensaban debía ser.



¿Sabías qué...?

La figura 1.13 muestra un mecanismo creado en Grecia hace dos mil años, considerado la primera computadora analógica de la historia, la cual permitía hacer cálculos astronómicos como: posiciones y movimientos de cuerpos celestes.

Fig.1.13 Mecanismo de Anticitera o Antikythera



La ciencia moderna investiga los cambios que se producen en la naturaleza fundamentalmente aquellos que aún no han sido estudiados, de modo que cada nuevo conocimiento científico contribuye a la comprensión cada vez más amplia del mundo en que vivimos.

La ciencia es un sistema que organiza y ordena el conocimiento para dar respuesta a un grupo de preguntas comprobables experimentalmente y donde aplica su propio método llamado método científico. En la figura 1.14 aparecen las actividades principales del método empleado por las ciencias al realizar una investigación; también encontrarás una breve explicación de cada una ellas.



Fig. 1.14 Actividades principales del método científico, presentes en toda investigación

Durante una investigación el método científico no necesariamente se aplica linealmente. En el transcurso de este proceso pueden surgir nuevas interrogantes y esto provoca modificaciones tanto en el diseño como en todo el proceso.

Entre las actividades propias de la ciencia están: la descripción, la investigación, la explicación, la discusión, la formulación de hipótesis y teorías, hacer predicciones anticipando lo que acontecerá bajo determinadas condiciones, entre otras acciones.

Serían muchos los ejemplos que pudieras mencionar que argumentarían la importancia de la ciencia. En la actualidad no existe una esfera de la vida y la sociedad en general, donde no se apliquen los conocimientos que proporcionan las diferentes ciencias con el propósito de satisfacer las necesidades de los seres humanos.

Como actividad social las ciencias permiten comprender y explicar los sistemas y procesos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento para lo cual se basan en la observación, la experimentación y el razonamiento empleando un método denominado método científico.

El objetivo de la ciencia es descubrir las leyes que rigen los fenómenos de la realidad, comprenderlos y explicarlos. Entre las funciones de la ciencia se encuentra: describir, explicar, predecir y ser susceptible de aplicación.



Reflexiona

¿Qué es la tecnología?

La tecnología se desarrolló antes que la ciencia, el hombre aprendió a producir el fuego mucho antes de conocer sus causas e implicaciones; a domesticar animales, sin conocer la genética, así como, a construir sus casas sin poseer los conocimientos de estática. La motivación principal del hombre era solucionar sus necesidades prácticas de forma inmediata, tales como cazar para alimentarse y guarecerse de las inclemencias del tiempo, para resolverlo empleaban herramientas confeccionadas con materiales que encontraban a su alrededor (fig. 1.15).



Azagayas



Adornos



Buriles y puntas

Fig. 1.15 Herramientas utilizadas por los primeros humanos

Una característica esencial de la tecnología es que está estrechamente vinculada a la actividad práctica, transformadora, del hombre.

La tecnología constituye una actividad social que se define como el conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un objetivo y resolver un problema. Forman parte de la tecnología la técnica, habilidades, métodos y procesos utilizados en la producción de bienes y servicios. Su producto principal es una herramienta, una máquina, un medicamento, un producto de cualquier índole.

De una forma u otra, la tecnología está presente en todos los ámbitos de la vida cotidiana (fig. 1.16).



Fig. 1.16 Algunos avances tecnológicos en la época actual

La tecnología aporta grandes soluciones, que permiten aumentar la calidad de vida, mejorar la producción, ahorrar tiempo, facilitar la vida en sociedad, acortar distancias, conocer el planeta y protegerlo.

Sin embargo, muchos procesos tecnológicos inciden negativamente en el planeta y en particular al medio ambiente. La contaminación producida como resultado de dichos procesos y el agotamiento de los recursos naturales son solo algunos ejemplos de los efectos negativos de la tecnología cuando no se utiliza adecuadamente.

Es cierto que en sus orígenes la ciencia y la tecnología se desarrollaron de forma relativamente independiente, sin embargo, con el desarrollo de ambas esferas, estas actividades de carácter social adquirieron tal grado de interrelación que una no puede prescindir de la otra.

En la actualidad, existe una relación mutua entre ciencia y tecnología; esta interdependencia se produce porque la ciencia proporciona conocimientos fundamentales para múltiples ramas de la tecnología y, a su vez, los modernos recursos creados por esta constituyen un requisito indispensable para el desarrollo de la ciencia. Por ejemplo, en la fabricación de cualquiera de las vacunas contra la COVID-19 desarrollada en Cuba (fig. 1.17).



Fig. 1.17 Nuestros científicos durante las investigaciones para la obtención de las vacunas contra la COVID-19

Son indudables los aportes que el desarrollo científico y tecnológico ha contribuido al bienestar de la humanidad, sin embargo, en la actualidad no siempre es así. A diferencia de otras épocas, en estos días, no siempre se asume la actividad científica reflexivamente, valorando siempre la repercusión social de sus resultados y sus posteriores aplicaciones. En ocasiones se utilizan en el desarrollo de la carrera armamentista, provoca deterioro del medio ambiente, contribuye a una desigual distribución de las riquezas, entre otros ejemplos.



Saber más

Un ejemplo notable de la mutua dependencia entre ciencia y tecnología es la puesta en órbita de las naves espaciales. Nuestro país cuenta con el primer latinoamericano en volar al espacio. El 18 de septiembre de 1980, desde el cosmódromo de Baikonur (hoy República de Kazajistán), el capitán Arnaldo Tamayo Méndez protagoniza su histórico vuelo al espacio en la nave Soyuz-38, acompañando al comandante Yuri Romanenko (fig. 1.18).



Fig. 1.18 Arnaldo Tamayo Méndez

Actividad

1. Te has familiarizado con algunos elementos vinculados con la ciencia y la tecnología y la estrecha relación que existe entre ellas. Redacta la respuesta a la pregunta de la sección Reflexiona, al inicio de este epígrafe, que plantea: ¿cómo repercuten la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad?



Física en acción

Participa en un pequeño grupo de compañeros de aula, no más de cuatro y detecten uno de los problemas medioambientales de tu comunidad al que quieran dar solución. Redacta el problema que quieres resolver. Diseña el conjunto de actividades que puedes realizar con vista a resolverlo.

Tareas

1. Menciona cinco ejemplos de necesidades humanas y prácticas que la ciencia haya contribuido a satisfacer.
2. Profundiza, mediante la consulta de otras bibliografías, en la respuesta a la pregunta: ¿Cuándo y dónde surgió la ciencia?

3. Confecciona un cuadro sinóptico donde establezcas las diferencias y semejanzas entre ciencia y tecnología teniendo en cuenta los elementos que aparecen en la siguiente tabla.

	Origen	Caracterización
Ciencia		
Tecnología		

1.3.1 Objeto de estudio de la física

La física es una de las **ciencias** que estudia la **naturaleza** y las transformaciones que se producen en ella. En la actualidad son numerosas las ciencias que estudian la naturaleza, entre ellas se encuentran: química, biología, geografía, entre otras (fig. 1.19). Aunque existe una estrecha relación entre estas, se diferencian por su objeto de estudio y todas tienen en común el uso de la matemática y sus métodos como herramienta.

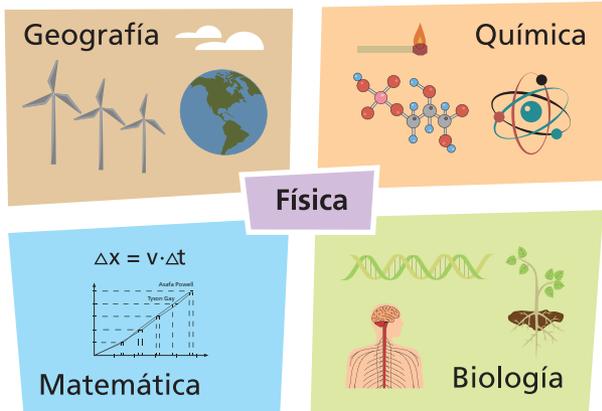


Fig. 1.19 Algunas de las ciencias que estudian la naturaleza

La física fue la primera ciencia natural en nacer al ser descrita por el sabio griego Aristóteles hace más de 2 300 años (S IV a.n.e.) para agrupar todos los conocimientos e investigaciones existentes hasta entonces sobre la naturaleza.

La palabra física proviene de la palabra en latín **physica**, y esta a su vez de la griega **φύσις**, que significa naturaleza.

Durante muchos siglos los términos **física** y **filosofía natural** fueron utilizados indistintamente, por cuanto los filósofos trataban de explicar el funcionamiento de la naturaleza y el Universo en general.



Conéctate con la historia

Una de las obras más eminentes de la literatura científica es **Principios matemáticos de la filosofía natural** (fig. 1.20), en la que Isaac Newton expone sus tres leyes del movimiento y la ley de gravitación universal. Al final de la página de cubierta se puede ver el año de publicación en números romanos: 1687. Por el título se aprecia que aún en ese año los términos física y filosofía natural se utilizaban indistintamente.

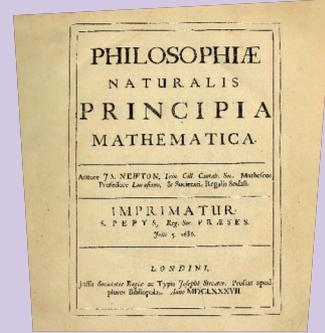


Fig. 1.20 Principios matemáticos de la filosofía natural, Isaac Newton

La física es una ciencia natural y experimental que ha logrado explicar los sistemas y cambios que estudia, utilizando la matemática como herramienta.

En particular, la **física estudia las leyes más generales y esenciales que determinan la estructura y evolución del Universo**. Sus leyes son esenciales porque, independientemente de la naturaleza de su manifestación, estas son válidas y son la base de otras leyes y fenómenos naturales de la naturaleza que son estudiados por otras ciencias. Por ejemplo: al analizar el más común de los cambios estudiados por la física, el movimiento mecánico, es necesario aplicar las leyes que lo rigen, formuladas por Isaac Newton (1642-1727). Estas son válidas bajo determinadas condiciones; así, cualquier movimiento que cumpla con ellas, obedece las leyes formuladas por Newton independientemente del cuerpo en movimiento, puede ser un animal corriendo, una rueda de una carreta o una partícula de las que está compuesto un cuerpo.

Para la formulación de sus leyes y teorías la física se apoya en el estudio de los sistemas presentes en la naturaleza y en los cambios que se producen en sistemas como: las sustancias y mezclas que forman los cuerpos en sus diferentes estados de agregación, las moléculas y los átomos, los planetas, las estrellas y las galaxias; y cambios como: el movimiento, los procesos térmicos, eléctricos, magnéticos, luminosos, atómicos y nucleares.



Conéctate con la historia

Una fecha para recordar es 1642, pues ese fue el año de la muerte de Galileo y del nacimiento de Newton es como si tomara el relevo de su prodigiosa tarea (fig. 1.21).

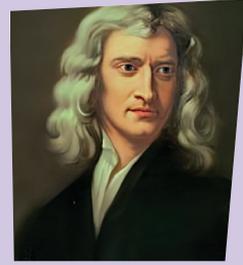


Fig. 1. 21 Galileo Galilei (1584-1642), Isaac Newton (1642-1727)



Reflexiona

¿Qué actividades caracterizan el trabajo de los científicos y en particular de los físicos?

Seguramente si tuvieras que hacer una relación sobre las acciones que realizan los científicos y los físicos, en particular, coincidirías que entre ellas se destacan las que aparecen en la figura 1.22.



Fig.1.22 Ejemplos de acciones que realizan los científicos

Entre las acciones que realizan los científicos están:

- ▶ El estudio de libros y artículos para la búsqueda de información.
- ▶ La valoración de las implicaciones que tendrán los resultados de la investigación y de sus costos.
- ▶ Las deducciones matemáticas.

FÍSICA

- ▶ La observación.
- ▶ Los experimentos.
- ▶ Las mediciones.
- ▶ La elaboración de informes.
- ▶ La participación en eventos.
- ▶ El diseño y construcción de medios.
- ▶ El trabajo colectivo.
- ▶ Comunicar y exponer resultados.
- ▶ La enseñanza.

Estas y otras actividades las realizan los científicos en su labor, pero tal vez pienses que algunas de estas las realizan en la vida cotidiana otras personas que no son específicamente científicos. Y es cierto, la lectura, las mediciones y otras actividades, no son exclusivas del trabajo científico, pero en él tienen una finalidad diferente: profundizar en el conocimiento de determinados sistemas y cambios. Por su parte, la observación, la experimentación (fig. 1.23) y las operaciones con ecuaciones, sí son distintivas del trabajo científico o tecnológico.



Fig. 1.23 Algunas actividades que debes tener presente al realizar los experimentos

Tabla 1.1 Algunas de las temáticas en que se divide la física y su relación con actividades que se desarrollan en nuestro país

La física en Cuba	
Ramas de la física	Actividades donde se aplica
Mecánica	Construcción de maquinarias, edificios, puentes, acueductos, embalses.
Termodinámica	Mantenimiento y construcción de calderas de vapor, turbinas de vapor, motores de combustión interna. Producción y uso de equipos de refrigeración.
Electromagnetismo	Obtención y distribución de energía eléctrica, desarrollo de las telecomunicaciones, informatización de la sociedad, construcción y utilización de los más disímiles equipos electrodomésticos. Modernización de los sistemas de radares especialmente los meteorológicos.
Óptica	Modernización del sistema de ópticas ² para el servicio a la población. Empleo de la fibra óptica para el desarrollo de las comunicaciones. Uso variado de microscopios, telescopios y otros instrumentos ópticos.
Física atómica	Empleo del láser en la medicina, modernización de los servicios radiológicos, construcción y explotación de equipos de Tomografía Axial Computarizada (TAC), la nanotecnología.
Física nuclear	Uso de técnica nuclear en el diagnóstico y tratamiento de varias enfermedades y en otras ramas como la agricultura, la industria.

² Aquí la palabra óptica se usa con dos significados, como rama de la física y como lugar donde se diseñan y construyen espejos y otros dispositivos relacionados con la óptica.

Como consecuencia del desarrollo alcanzado por la ciencia y la tecnología, el quehacer científico se caracteriza por el trabajo en colectivo. La especialización del conocimiento en diversas ramas o especialidades, ha propiciado que cuando se realiza una investigación acerca de un determinado fenómeno, se creen equipos integrados por investigadores y tecnólogos, expertos en esa rama del saber. Cada uno de estos equipos tiene un integrante que es el jefe de investigación que será el encargado de la coordinación y control de las actividades planificadas. A diferencia de épocas pasadas en los equipos de investigación participan tanto hombres como mujeres.

Física en acción

Confecciona una relación de las actividades fundamentales que realizas mientras estás despierto durante un día. Asocia a cada una de ellos, al menos, uno de los cambios que estudia la física y que se manifiesta en cada actividad relacionada. Debate con tus compañeros de aula los resultados obtenidos y reflexiona sobre la importancia de la física en la vida cotidiana.

Tareas

1. ¿Qué estudia la física?
2. Elabora con tu equipo de trabajo una ficha bibliográfica sobre personalidades relevantes en la física, como: Galileo Galilei, Isaac Newton y Albert Einstein.
3. Teniendo en cuenta el objeto de estudio de la física, redacta un texto donde expreses por qué es importante el estudio de esta ciencia.

1.4 Magnitudes físicas. Proceso de medición de magnitudes

Reflexiona

Sheila desea comprar un televisor de los conocidos como pantalla plana para colocarlo en la sala de su casa y quiere adquirir el de mayor tamaño. ¿Será correcta esta decisión? ¿Qué acciones debe realizar Sheila de modo que compre el televisor adecuado?

Una empresa dedicada a la comercialización de televisores ha establecido la relación entre la distancia mínima y máxima que debe existir entre el televisor y el televidente como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Datos que muestran la relación entre las distancias mínima y máxima que debe existir entre el televisor y el televidente.

Televisores panorámicos		
Pulgadas	Distancia mínima (m)	Distancia máxima (m)
20	0,68	1,69
26	1,14	2,86
32	1,39	3,47
37	1,63	4,07
40	1,76	4,40
42	1,85	4,62
46	2,02	5,06
50	2,20	5,50

Indiscutiblemente, para hacer la selección adecuada se debe tener en cuenta ciertas propiedades, algunas son propias del televisor y otras del lugar donde se colocará y el procedimiento para realizar mediciones.

Profundicemos en estos elementos.

1.4.1 Magnitudes físicas

Conocemos los sistemas de la naturaleza mediante la manifestación de algunas de sus características que nos permiten identificarlos, compararlos y diferenciarlos, a estas las nombramos **propiedades**. Por ejemplo, los cuerpos sólidos se caracterizan por su dureza y por mantener su forma y

volumen constante; los líquidos, por adoptar la forma del recipiente que los contiene, y los gases, por poderse comprimir fácilmente. Sin embargo, una misma propiedad no se manifiesta de igual forma y en el mismo grado en sustancias, cuerpos o fenómenos diferentes. Por ejemplo, cuando introducimos una cuchara de aluminio en un recipiente que contiene leche hirviendo, esta se calienta más rápidamente que si se introduce en la leche una cuchara de plástico. Esto sucede porque el aluminio conduce mejor el calor que el plástico.

Las **magnitudes** permiten caracterizar algunas propiedades de los cuerpos. El Vocabulario Internacional de Metrología define como **magnitud a la propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.**³

Las referencias más empleadas son las unidades de medida. Cuando una magnitud se cuantifica, el resultado expresa la intensidad con que dicha propiedad se manifiesta en el sistema o proceso.

En la figura 1.24 se ilustra que el líquido en el recipiente **"a"** tiene mayor temperatura que el del recipiente **"b"**. En este caso, se aprecia que la magnitud temperatura, se manifiesta en mayor grado en el recipiente **"a"** que en el **"b"**.

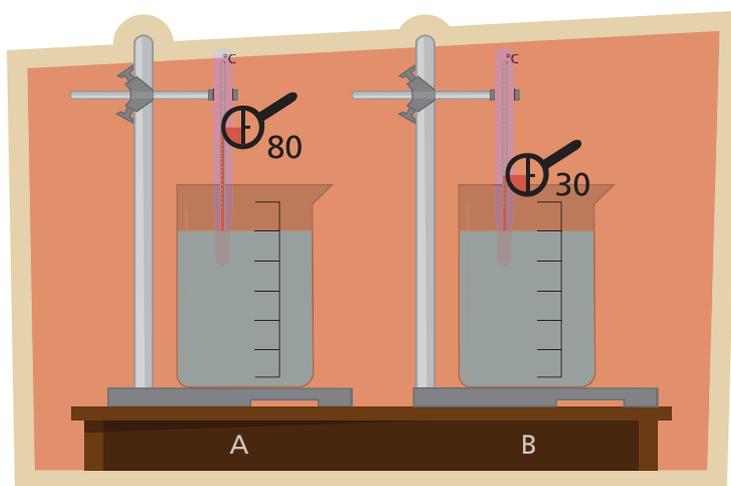


Fig. 1.24 El termómetro indica la magnitud temperatura en cada recipiente

³ Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales, términos asociados. 3ra edición, 2012, pág. 15. www.cem.es.

Experimenta y aprende

Selecciona un objeto de tu entorno, identifica sus propiedades. Registra toda la información en una tabla como la que se propone.

Objeto 1		
Propiedades	¿Da lugar a alguna magnitud?	¿Cuál?
Objeto 2		

Existen magnitudes físicas que quedan determinadas totalmente por su cantidad y unidad de medida, por ejemplo, para referirnos a nuestra temperatura corporal es suficiente decir que la temperatura es de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, este tipo de magnitudes se nombran **magnitudes escalares**; existen otras magnitudes que requieren, además, que se señale una cierta dirección y sentido. Estas se conocen como **magnitudes vectoriales**.

Algunos ejemplos de estos tipos de magnitudes se presentan en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Ejemplos de magnitudes escalares y vectoriales

Magnitudes escalares	Magnitudes vectoriales
Tiempo	Velocidad
Masa	Fuerza
Temperatura	Desplazamiento
Volumen	Aceleración

Los científicos de la antigüedad, por razones prácticas, se percataron de la necesidad de acompañar de algo más el valor de la magnitud que aclarara su significado.

Por ejemplo, si al comprar una tela el cliente pedía cinco, sin decir nada más, no quedaba clara su petición y el mercader no sabía qué darle, así que hubo que especificar el significado de ese número y con ello aparecieron las unidades de medida. Por eso es que, si se van a solicitar cinco, se especifica la unidad, que en este caso puede ser el metro.

Durante la historia de la humanidad se han definido una variedad inmensa de unidades de medida, unas se han mantenido hasta nuestros días, pero muchas desaparecieron. En el caso de la longitud todavía se conservan algunas de ellas, por ejemplo, el pie y la pulgada cuyo origen corresponde a partes del cuerpo humano. Aunque estas no son las únicas que han trascendido hasta la actualidad.



Conéctate con la historia

Cuando los humanos comenzaron a medir lo hicieron usando partes de su cuerpo; por esa razón, todavía hoy se conservan unidades de medida relacionadas con ello. Son ejemplos: la braza, el pie, la cuarta, la pulgada.

La pulgada (fig. 1.25) es una unidad de medida de longitud correspondiente al sistema inglés que deriva su nombre de la longitud equivalente aproximadamente a la primera falange del dedo pulgar.



Fig. 1.25 Un ejemplo de unidades utilizadas antiguamente usando partes del cuerpo humano es la pulgada

Para expresar de forma correcta y uniforme los valores de las magnitudes físicas, independientemente del idioma o cultura del país, fue necesario unificar todos los criterios existentes al respecto. Ya en el siglo XX nace el Sistema Internacional de Unidades (SI).

CAPÍTULO 1

Se han elegido siete magnitudes fundamentales (básicas o de base) que son: longitud, masa, tiempo, temperatura, intensidad de la corriente eléctrica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa (tabla 1.4).

Tabla 1.4 Magnitudes fundamentales del sistema internacional de unidades

Magnitud	Símbolo de la magnitud	Unidad de medida	Símbolo de la unidad
Longitud	L	Metro	m
Masa	m	Kilogramo	kg
Tiempo	t	Segundo	s
Intensidad de la corriente eléctrica	I	Ampere	A
Temperatura	T	Kelvin	K
Cantidad de sustancia	N	Mole	mol
Intensidad luminosa	J	Candela	cd

Debemos aclarar que hay dos unidades complementarias para el caso de la medida de los ángulos (plano y sólido) que fueron elegidas, aunque no son utilizadas en la educación secundaria básica. Hasta aquí ya tienes algunos elementos que necesitas conocer para recomendar a Sheila la compra de televisor, pero no es suficiente, necesitas profundizar en el proceso que debes seguir al medir.

1.4.2 El proceso de medición de magnitudes

Entre los instrumentos técnicos ocupan un lugar importante aquellos que se utilizan para medir.



Reflexiona

¿Cuál es la importancia de las mediciones?

Las mediciones son importantes porque:

- ▶ **Proporcionan un conocimiento más exacto de las cosas.** Ejemplos: los conocimientos que gracias a las mediciones se han adquirido acerca de los tamaños relativos de los diferentes cuerpos celestes y sistemas del Universo; la posibilidad de medir el tiempo de trabajo, la duración de las clases y de otras actividades con el fin de poder organizar la vida de las personas y de la sociedad en su conjunto; la medición de la temperatura de una persona enferma, la cantidad de medicamento que ha de suministrársele, y otros muchos ejemplos.
- ▶ **Favorecen el entendimiento y comunicación entre las personas.** Sin mediciones sería extremadamente difícil el trabajo de los científicos; el empleo de mediciones es determinante la calidad de las investigaciones que realizan y es esencial para comunicar los resultados obtenidos en determinados experimentos. Sin las mediciones resulta prácticamente improbable el comercio, sería imposible distribuir de manera adecuada los alimentos, cobrar de forma equitativa por el consumo energético, o por los productos adquiridos, entre otras muchas aplicaciones.

Experimenta y aprende

Intenta distinguir los elementos esenciales del proceso de medición. Piensa para ello, por ejemplo, en cómo medir la longitud de tu mesa de trabajo sin utilizar un instrumento de los que habitualmente usas al medir longitudes como: regla, cinta métrica, cartabón u otro.



Se llama *medición* al procedimiento mediante el cual se obtiene información cuantitativa del valor de una magnitud. Durante las mediciones generalmente se utilizan determinados instrumentos. En la vida cotidiana te has relacionado con instrumentos analógicos y con los digitales. En la figura 1.26 se muestran dos ejemplos.



Analógicos



Digitales

Fig. 1.26 Ejemplos de instrumentos de medición analógicos y digitales

La diferencia esencial entre un instrumento analógico y uno de lectura digital radica en que en el primero hay una escala visible y una marca o elemento indicador que se ubica en cierta región de la escala para que el observador realice la lectura, en los digitales la escala no es visible y el instrumento reporta directamente la cantidad de la magnitud medida en una pantalla. Teniendo en cuenta si el resultado final de la medición se obtiene directamente de la lectura de un instrumento, o no, las mediciones se clasifican en directas e indirectas.

La **medición directa** es la que se obtiene directamente de los instrumentos de medición utilizados (fig. 1.27).



a



b



c

Fig. 1.27 Ejemplos de mediciones directas: a) tiempo, utilizando un reloj; b) masa, empleando una balanza; c) diferentes magnitudes que caracterizan la corriente eléctrica, empleando un multímetro

La medición indirecta es aquella en que el valor de la medición que se desea, se obtiene a partir del valor de otras magnitudes que se relacionan entre sí mediante ecuaciones matemáticas, por tal razón se precisa hacer cálculos para determinar la medición. Por ejemplo, cuando se desea medir el volumen de un bloque de madera utilizando una regla (fig. 1.28).



Fig. 1.28 Bloque de madera al que se le va a determinar de forma indirecta el volumen, midiendo el largo, el ancho y el grosor de forma directa con la regla graduada

Para conocer el volumen de un bloque de madera como el que aparece en la figura 1.28, realizamos mediciones directas del largo, el ancho y la altura del bloque utilizando una regla graduada. Posteriormente determinamos el volumen del bloque calculando el producto del valor de sus dimensiones, aplicando la ecuación: $V = l \cdot a \cdot h$

Experimenta y aprende

Mide la longitud de la mesa, lo más preciso posible, utilizando una regla. Compara tus resultados con los obtenidos por los otros compañeros de equipo que midieron la misma mesa. Reflexionen en colectivo las causas de que estos resultados no siempre son iguales.

A pesar de los cuidados que se tengan presentes al realizar una medición, en el valor que obtengamos siempre habrá cierta imprecisión, o sea, existe cierta incertidumbre en el resultado obtenido, tal como se ilustra en la figura 1.29. Esto depende de varios factores: de la magnitud física que se mide, del instrumento con que se realiza la medición, de la persona que mide, entre otras causas.

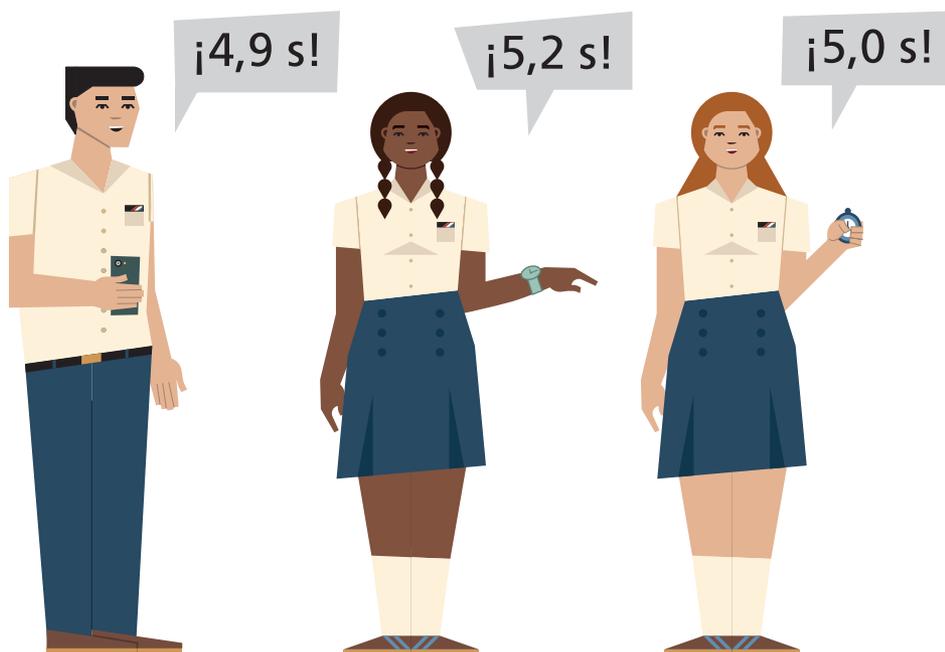


Fig. 1.29 El resultado de la medición del tiempo de un mismo fenómeno puede ser diferente

De lo anterior podemos **concluir que no existen mediciones perfectas, siempre habrá una incertidumbre asociada a la medición.**

Para expresar el resultado de una medición se debe escribir su cantidad o valor \pm la incertidumbre estimada y después la unidad de medida. Por ejemplo, si como resultado de la medición de la masa de un cuerpo utilizando una balanza se obtuvo de forma directa que el valor es de 5,03 kg y la incertidumbre estimada es de 0,01 kg, entonces el resultado de la medición se expresa como: $m = 5,03 \pm 0,01$ kg

Se dice que un **proceso de medición es de calidad cuanto menos esté afectado por factores que provoquen incertidumbres.**



Saber más

Reglas que se deben tener en cuenta al utilizar instrumentos de medición analógicos:

1. Seleccionar el instrumento adecuado para la medición que se quiere realizar.
2. Analizar las partes que integran el instrumento y determinar la función que desempeña cada una de estas.
3. Analizar detenidamente su escala de medición teniendo en cuenta la magnitud que mide y en qué unidades se expresa.
4. Determinar el rango del instrumento: es el intervalo determinado por los valores máximo y mínimo que pueden ser medidos con la escala y se expresa en la unidad de medida de la escala. El rango indica los valores correspondientes a la primera y la última división de la escala.
5. Determinar el valor de la menor división de la escala del instrumento.
6. Localizar la posición del cero y si es necesario realizar ajustes que garanticen que el indicador de mediciones ocupe esa posición al inicio de cada medición. En el caso de los instrumentos cuya escala no inicie en cero, realizar la lectura de la medición según indique la posición del indicador asociado a la escala.
7. Colocar el instrumento de forma adecuada.



¡Atención!

Es muy importante colocar en forma adecuada el instrumento y el objeto que se va a medir, para evitar el error de paralaje, el cual ocurre al leer datos con instrumentos analógicos. Este error se debe a la incorrecta postura física del observador que realiza la medición.

¿Cómo determinar el valor de la menor división de la escala de un instrumento de medición?

Para determinar el valor de la menor división de la escala de un instrumento, o sea, su apreciación, se eligen dos números consecutivos de la escala, se halla la diferencia entre estos valores y se divide por el número de intervalos de divisiones entre ellos. Este valor se expresa en la unidad de la escala.

Ejercicio resuelto

1. Mide con una regla el largo del rectángulo que se muestra en la figura 1.30.

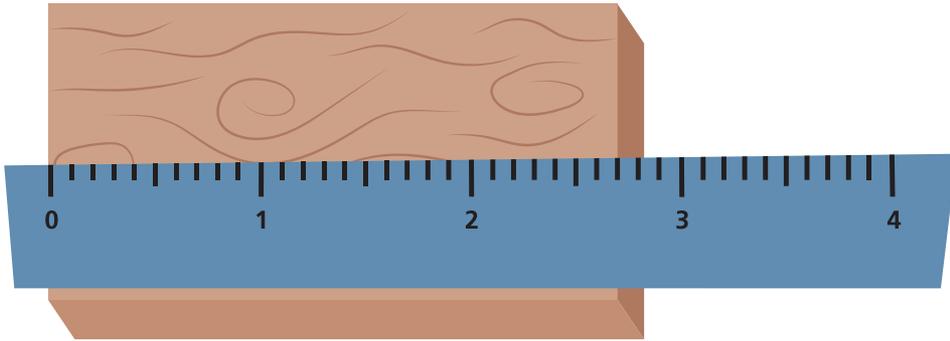


Fig. 1.30

- ▶ Comencemos determinando el valor de la menor división de la escala de un instrumento, en este caso la regla.
- ▶ Números consecutivos cualquiera de la escala: 3 y 4
- ▶ Hallar la diferencia entre estos valores: $4,0\text{ cm} - 3,0\text{ cm} = 1,0\text{ cm}$
- ▶ Dividir entre el número de intervalos de divisiones entre ellos: como el número de divisiones entre los dos valores escogidos es 10.
 $1 : 10 = 0,1\text{ cm}$
- ▶ El resultado es la apreciación del instrumento y significa que la menor división de la escala de ese instrumento tiene un valor de $0,1\text{ cm}$.
- ▶ Determinar el valor de la medición considerando la cantidad de divisiones enteras y la fracción.
- ▶ El resultado en este caso se escribiría de la forma siguiente: $(2,7 \pm 0,1)\text{ cm}$.

En general, para expresar lo más probable posible el valor de una medición se escribe el valor obtenido de la lectura de la escala, más-menos (\pm) el intervalo correspondiente a la menor división de la escala del instrumento. Esto indica que el valor real de la medición se encontrará en ese intervalo.

Te propongo analizar el significado del resultado obtenido en el ejemplo anterior: $(2,7 \pm 0,1)\text{ cm}$. Esta cifra significa que el valor real de la medición realizada se encuentra en un punto entre $2,6$ y $2,8\text{ cm}$.

Experimenta y aprende

Realiza mediciones directas de algunas de las magnitudes físicas estudiadas, longitud, tiempo, volumen, temperatura y masa con los instrumentos de medición que cuenta el laboratorio.

En los instrumentos digitales la incertidumbre del valor de la medición que ofrecen queda determinada por el menor valor que puede ser mostrado en la escala. Este valor es la *apreciación* del instrumento utilizado.

Actividad

1. Observa el cronómetro y el termómetro que se muestra en la figura 1.31 y determina la apreciación de cada instrumento.



Fig. 1.31 Instrumentos digitales: a) termómetro ; b) cronómetro



Un instante con la tecnología

Consulta el tema "Magnitudes y su medición" que aparece en portal CubaEduca y resuelve los ejercicios de autoevaluación que ahí aparecen. También puedes sistematizar este contenido utilizando el software "Colección de ejercicios de Física" producido por CINESOFT que está disponible en tu escuela, donde encontrarás las ideas esenciales del tema, numerosos ejercicios resueltos y un gran número de ejercicios interactivos.

Después del estudio realizado sobre las magnitudes y su medición, estás en condiciones de plantearle a Sheila si su decisión de elegir el televisor de mayor tamaño es la correcta y hacerle recomendaciones fundamentadas para cuando compre el televisor que desea.

U Física en acción

Considerando lo estudiado en el epígrafe, redacta un informe sobre tus sugerencias para que Sheila compre el televisor adecuado.

Comprueba realizando mediciones si el televisor de tu escuela y el de tu casa cumplen con estos requerimientos.

Tareas

1. Cita ejemplos de magnitudes físicas.
2. Haz una relación de instrumentos de medición, así como, las magnitudes que se miden con estos.
3. Completa la tabla:

Magnitud	Instrumento	Unidad de medida en el sistema internacional

4. Cita ejemplos de mediciones que se lleven a cabo en la vida diaria.
5. Utilizando instrumentos como regla, termómetro, balanza, probeta graduada, realiza mediciones que puedan ser de interés. Valora las posibles fuentes de incertidumbre en los resultados. Reflexiona acerca del modo en que pudieran escribirse los resultados con la mayor objetividad posible.
6. Menciona diferencias entre las mediciones que se realizan en la vida cotidiana, en la ciencia y la tecnología.

FÍSICA

7. El esquema de la figura 1.32 muestra un instrumento de medición, con relación a este responde:

- ¿A qué instrumento corresponde la escala?
- ¿Qué magnitud física se mide con dicho instrumento?
- ¿Qué lectura señala la flecha?
- Expresa el valor de la medición lo más exacto posible.



Fig. 1.32

Autoevalúate

1. Selecciona las ideas correctas:

- La física es una ciencia que investiga sistemas y cambios de la naturaleza que no están relacionados con otras ciencias.
- Entre ciencia y tecnología existe una dependencia mutua: la ciencia proporciona conocimientos fundamentales para múltiples ramas de la tecnología y a su vez, los modernos recursos creados por esta constituyen un requisito indispensable para el desarrollo de la ciencia.
- Los cambios físicos se caracterizan por variar la naturaleza de la sustancia que cambia.
- Por ser los seres humanos los únicos con inteligencia suficiente que habitan en el planeta debemos transformar la naturaleza a cualquier precio con el fin de satisfacer nuestras necesidades.
- Las mediciones directas se obtienen de los instrumentos de medición utilizados.
- Alrededor del valor obtenido de una medición existe cierta incertidumbre.
- Al medir el grosor de una página de tu libro de texto estás realizando una medición indirecta.

CAPÍTULO 1

2. La figura 1.33 representa una probeta graduada. Obsérvala y responde:
- a) El valor de la menor división de la escala es:
___ 2,0 mL ___ 1,0 mL ___ 5,0 mL ___ 4,0 mL
- b) La lectura del volumen del líquido señalada en la probeta es:
___ 25 mL ___ 21 mL ___ 20,1 mL ___ 20,5 mL.
- c) Si sumergimos en el líquido contenido en la probeta graduada un cuerpo de forma cúbica de 2 cm de arista, el nivel del líquido llegará hasta:
___ 26 mL ___ 28 mL ___ 33 mL ___ 30 mL.

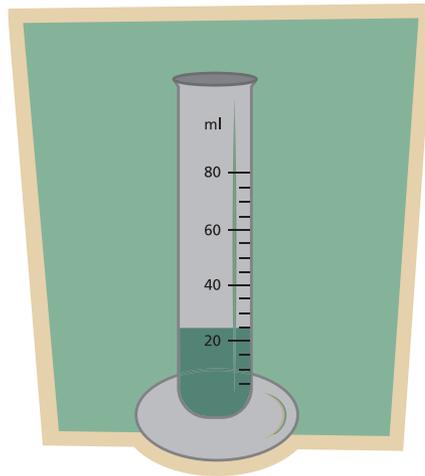


Fig. 1.33

Tareas finales del capítulo

1. Confecciona un listado de los conceptos e ideas esenciales estudiadas en esta unidad.
2. Elabora un esquema o cuadro sinóptico que refleje las relaciones entre los conceptos e ideas esenciales estudiados.
3. Analiza la figura 1.34. Teniendo en cuenta la información que se brinda en ella, argumenta por qué al realizar las 3R se contribuye a la protección del medio ambiente.



Fig. 1.34 Las 3R que contribuyen a la protección del medio ambiente

4. Relaciona necesidades humanas y prácticas, que la tecnología contribuya a satisfacer.
5. Ilustra mediante ejemplos concretos algunos resultados importantes obtenidos en campos de la tecnología que se apoyan en la física.
6. El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha traído aparejado no solo efectos positivos, sino también negativos, para la sociedad. Investiga y menciona algunos de ellos. Propón algunas acciones que debieran ejecutarse para enfrentar los efectos negativos anteriores.
7. ¿Cuáles de los siguientes fenómenos son físicos?
 - a) Cuando al colocar un recipiente con agua en el congelador y esta se convierte en hielo.
 - b) Al fundir un pedazo de hierro.
 - c) La fotosíntesis de las plantas.
 - d) Un niño que se columpia y cambia de posición continuamente.
8. ¿Cuáles de las actividades señaladas como características del trabajo científico, son también habituales en la vida cotidiana y cuáles no?
9. Menciona los medios utilizados por los físicos y otros científicos durante las observaciones, experimentos, mediciones, cálculos, trabajo con ecuaciones y, en general, el razonamiento.

CAPÍTULO 1

10. Las primeras unidades de longitud que se emplearon, correspondían a partes del cuerpo humano: el pie, al pie de alguna persona importante; la **pulgada**, a la primera falange del dedo pulgar; el **palmo**, al ancho de la mano; etc. Señala las dificultades que tiene ese modo de elegir las unidades.
11. ¿Cuántas veces es más largo que ancho tu libro de texto?
12. Describe un procedimiento para determinar el grosor de una de las páginas de tu libro de texto.
13. ¿Cómo medirías el espesor aproximado de una moneda de 1 peso?
14. La figura 1.35 muestra un instrumento de medición, de este indica:

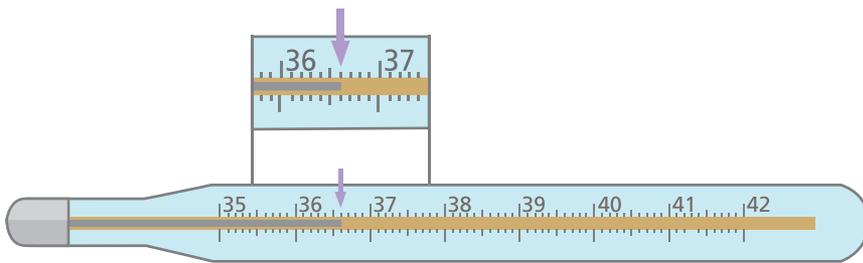


Fig.1.35 Instrumento de medición de gran utilidad

- a) ¿De qué instrumento se trata?
 - b) ¿Qué magnitud física se mide con él?
 - c) ¿Qué lectura indica la escala del instrumento? Expresa el valor de la magnitud considerando la incertidumbre.
15. Durante la Edad Media los relojes que se usaban eran principalmente “de sol”. Alrededor del siglo X se desarrollaron, incluso, en la variante de bolsillo. El “reloj de sol” consiste básicamente en una varilla que, al exponerla al sol, proyecta una sombra sobre una escala. Valora los inconvenientes de este reloj.
 16. (Ejercicio experimental) Idea algún procedimiento para determinar:
 - a) La masa de un grano de arroz

- b) El volumen de las gotas de agua que deja caer cierto gotero.
- c) El diámetro de un alambre.

Basado en los procedimientos ideados, realiza las mediciones correspondientes y describe en cada caso las posibles fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.

- 17. (Ejercicio experimental) Con vistas a la preparación para una competencia de tiro deportivo, se le entregó a cada atleta para la práctica, una bolsita de municiones de 1,0 kg de masa. ¿Cómo procederías para estimar, con ayuda de una balanza, el número de municiones que hay en las bolsitas?
- 18. En la figura 1.36 se representa la forma de medir el volumen de un sólido irregular utilizando una probeta. ¿Cuál es el valor del volumen del cuerpo?

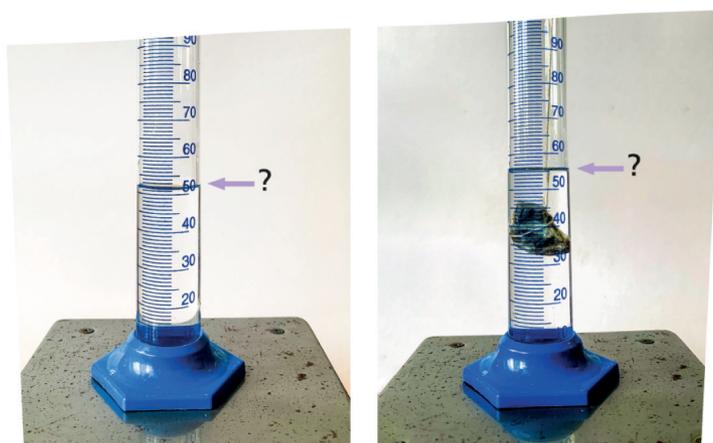


Fig. 1.36 Cuerpo irregular en el interior de una probeta que contiene agua

En el laboratorio se cuenta con una caja de alfileres y se precisa determinar el volumen de uno de ellos.

- a) Explica el método que seguirías, si para ello cuentas con agua y una probeta graduada.
- b) ¿Por qué se puede asegurar que hay cierta incertidumbre en la medición realizada?
- c) ¿Cómo puedes lograr una medición más fiable?

CAPÍTULO 2

Movimiento mecánico

2.1 Introducción

Recientemente tuviste la oportunidad de disfrutar de las vacaciones y es probable que, con tus compañeros de la cuadra, la escuela o con tu familia, hayas realizado diversas actividades.

Al jugar a la pelota puede que lances la bola al bateador o corras de una base a otra después de batear. Al jugar al fútbol, llevaban la pelota con los pies de un extremo a otro del terreno e intentaban anotar un gol. Cuando te trasladas en una bicicleta, automóvil u otro medio de transporte, o simplemente cuando bailas en una fiesta, en todos los casos tu cuerpo está en movimiento (fig. 2.1).

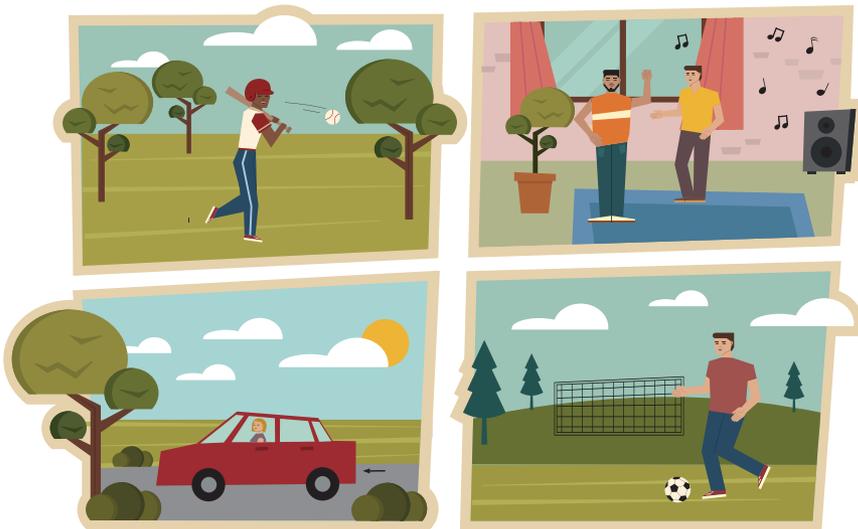


Fig. 2.1 Cuerpos en movimiento

Desde la infancia has observado a tu alrededor el movimiento de las aves, mamíferos, peces, de las hojas de los árboles mecidas por el viento. Estás rodeado de cuerpos en movimiento, los medios de transporte, los cuerpos celestes y esas pequeñísimas partículas que componen los cuerpos.

El movimiento de los cuerpos es uno de los cambios fundamentales que investiga la física, que lo conoces desde la Educación Primaria. Su estudio es de gran importancia no solo por su presencia en casi todo lo que nos rodea, sino por su contribución al desarrollo en las diferentes esferas de la vida humana y porque se encuentra en la base de otros cambios más complejos estudiados por distintas ramas de la ciencia y de la tecnología. Tiene innumerables aplicaciones prácticas y ha permitido dar respuesta a preguntas cruciales acerca del Universo en que vivimos.



Saber más

Un huracán se traslada a 20 km/h en una dirección determinada; con el estudio de su movimiento es posible pronosticar qué tan lejos se moverá en un tiempo determinado. Esto resulta esencial para reducir al mínimo los posibles daños tanto materiales como humanos que ocasiona el huracán a su paso.

Pero, ¿cuándo decimos que un cuerpo se mueve? ¿Cómo caracterizar y describir el movimiento de un cuerpo? ¿Para qué sirve este conocimiento? Estas y otras preguntas serán contestadas a lo largo de este capítulo, en el que estudiarás el movimiento mecánico y algunas de sus clasificaciones, así como las vías necesarias para describirlo.

2.2 Movimiento mecánico

La física estudia sistemas y cambios que ocurren en el Universo, entre estos se encuentra el movimiento mecánico de los cuerpos.

El movimiento mecánico es un cambio muy común, sin embargo, tiene sus peculiaridades. Hay movimientos que pudiéramos considerar simples, por ejemplo, cuando viajamos en un ómnibus, en un tren o simplemente cuando caminamos, y otros más complejos, como los diferentes tipos de movimientos que realiza la Tierra, el de un huracán o el de las maquinarias de una industria.



Reflexiona

Un grupo de jóvenes como parte de las actividades complementarias practican deportes con pelota.

¿Cuándo podemos decir que la pelota está en movimiento?

¿Tendrán la misma opinión acerca de cómo es el movimiento de la pelota, otros jóvenes que observan los juegos en diferentes zonas del terreno?

El estudio de este tema te permitirá responder las preguntas anteriores con mayor claridad.



Conéctate con la historia

El movimiento mecánico como fenómeno físico fue uno de los más estudiados desde la antigüedad en la antigua Grecia. Estos estudios alcanzaron su punto culminante en los trabajos de **Aristóteles**, considerado el sabio más grande de la antigüedad, dominó el pensamiento científico durante muchos años. No fue sino hasta unos 2 000 años después que el sabio italiano Galileo dio un giro a la concepción aristotélica acerca del movimiento mecánico.

Para dar respuesta a la interrogante, ¿a qué llamamos movimiento mecánico?, realicemos el experimento siguiente.

Experimenta y aprende

Podemos utilizar un carro de mecánica⁴ con un cuerpo encima (bloque D), que se encuentran en reposo respecto a la mesa y tres cuerpos (bloques A, B y C) que se colocan en posiciones diferentes (fig. 2.2 a). En cada una de las posiciones de los bloques se coloca un observador y ponemos en movimiento el carro de mecánica, analiza y responde:

- ¿Cómo describirían el movimiento del carro cada uno de los observadores con respecto a la posición donde se encuentran?
- ¿Qué cambia durante el movimiento del carro, para cada uno de los observadores?

⁴ Nos referiremos siempre al "carro de mecánica" cuando utilicemos el carrito con que cuenta el laboratorio para las actividades experimentales, el cual está representado por primera vez en el libro de texto en la figura 2.2. Este cuenta con un muelle en tres posiciones: la primera es donde el muelle está menos comprimido y el tercero más comprimido.

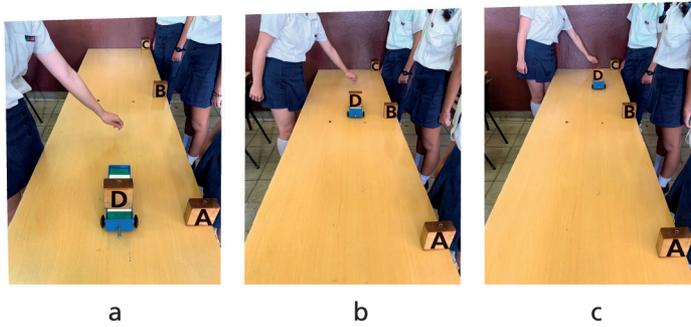


Fig. 2.2 Carro de mecánica y bloque D, que se mueven de un extremo a otro de la mesa, y tres bloques A, B y C que se colocan en posiciones diferentes

Si se coloca un observador en cada una de las posiciones de los bloques A, B y C, podrán observar que:

- ▶ El observador que se encuentra en la posición del bloque C, considera que el carro se le acerca.
- ▶ El que está en la posición del bloque A lo ve alejarse de él.
- ▶ Mientras el que se encuentra en la posición del bloque B, primero lo ve acercarse y luego lo ve alejándose o simplemente con respecto a su posición se mueve de izquierda a derecha.

Como respuesta a lo que cambia durante el movimiento del carro, para cada uno de los observadores se puede concluir que, para un mismo movimiento observado, lo que cambia durante este es la posición en que se encuentra el carro de mecánica con respecto a cada uno de los observadores.

Reflexiona

¿Por qué cada observador describe el movimiento del carro de mecánica de forma diferente? ¿Podremos afirmar que un cuerpo se mueve, cuando se acerca o se aleja?

Recuerda que cada observador se ha ubicado en posiciones diferentes y describe lo que observa desde su posición (fig. 2.2).

Al analizar el caso particular de uno de tus compañeros que en el receso comienza a caminar alrededor tuyo, como se observa en la figura 2.3, no se alejan ni se acercan uno con respecto al otro o simplemente cuando te mueves en un tiovivo, en los dos casos lo que cambia es la posición del cuerpo que se encuentra

CAPÍTULO 2

en movimiento con respecto, en el primer caso tu compañero se mueve respecto a ti y, en el segundo caso, tú te mueves con respecto al centro fijo del ti vivo.

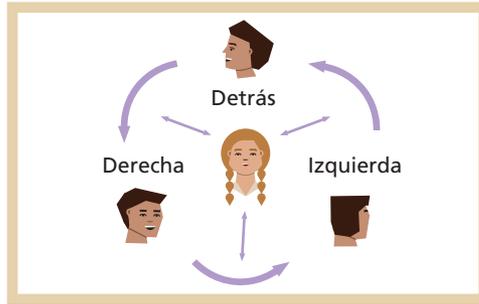


Fig. 2.3 Un compañero, en el receso, comienza a caminar alrededor tuyo, no se aleja ni se acerca uno con respecto al otro, lo que cambia es la posición de tu compañero que se encuentra en movimiento con respecto a ti

Para describir cualquier movimiento mecánico, es necesario seleccionar el cuerpo con respecto al cual cambia la posición. A este cuerpo lo llamamos **cuerpo de referencia**, por lo que en cada caso debemos precisar en relación a qué **cuerpo** se describe el movimiento (fig. 2.4).



Fig. 2.4 Movimientos que realiza un auto con respecto a tres observadores que se encuentran en posiciones diferentes



Reflexiona

Cuando viajas sentado junto a uno de tus compañeros en un ómnibus, te encuentras en movimiento con respecto a cualquier cuerpo fijo fuera del transporte (edificaciones, postes que soportan el tendido eléctricos, entre otros), pero, ¿estarás en movimiento con respecto a tu compañero?

Los dos se encuentran en reposo uno con respecto al otro y con respecto al ómnibus, pero al mismo tiempo se encuentran en movimiento con respecto a las casas y a los postes utilizados en el tendido eléctrico. Al retomar el experimento (fig. 2.2), el bloque D se movía junto al carro de mecánica con respecto a los observadores que se encontraban en las posiciones de los bloques A, B y C, pero con respecto al carrito el bloque D no se mueve.

Podemos concluir que:

El movimiento mecánico es el cambio de posición de un cuerpo o de sus partes, respecto a otro cuerpo que se ha tomado como referencia, en el transcurso del tiempo.

Al analizar estos ejemplos se puede afirmar que un cuerpo puede estar al mismo tiempo en reposo con respecto a unos cuerpos y en movimiento respecto a otros. El reposo o el movimiento dependen del cuerpo que se adopte como referencia, de ahí su carácter relativo. El reposo es tan relativo como el movimiento, son estados mecánicos del cuerpo.

Tanto el reposo como el movimiento mecánico dependen del cuerpo de referencia respecto al cual se analiza, y como consecuencia de esto tienen un carácter relativo.



Física en acción

Seleccione un cuerpo determinado del entorno de tu hogar y analiza su movimiento, teniendo en cuenta todo lo aprendido en este epígrafe. Puedes realizar su representación en un esquema en tu libreta, tomar fotografías o grabar estos movimientos para su posterior análisis en el aula.

Tareas

1. Interpreta la siguiente frase de uno de los más grandes genios de todos los tiempos, Leonardo da Vinci: "Entender el movimiento es entender la naturaleza".
2. Argumenta la afirmación: "El movimiento mecánico forma parte inseparable de otros muchos cambios"
3. Al salir de tu escuela generalmente te acompaña alguno de tus compañeros y se dirigen hacia sus casas. Analiza y responde:

- a) ¿Cómo describirían cada uno de los observadores siguientes el movimiento realizado por ti?
- ▶ Tu profesor guía que se encuentra parado fuera de la escuela y te observa al salir de la escuela.
 - ▶ Un vecino de tu cuadra que se encuentra sentado en el portal de su casa y te ve a lo lejos.
 - ▶ Tus compañeros que caminan junto a ti.
 - ▶ La delegada de tu aula que vive en tu cuadra y camina de su casa hasta la escuela y se cruzan en el camino.

4. Conocemos que el Sol todos los días, en las mañanas se puede observar, por un punto cercano al este (fig. 2.5) y comienza a ascender en el horizonte hasta alcanzar el cenit⁵, por las tardes desciende hasta ponerse por un punto cercano al oeste. Analiza este ejemplo y considera que eres tú el observador e intenta responder a las preguntas siguientes:
- a) ¿En relación con qué cuerpo de referencia el Sol realiza este movimiento diariamente?
 - b) Menciona otros cuerpos celestes que se puedan considerar que el Sol se mueve con respecto a estos
 - c) ¿Cuál de los cuerpos está en movimiento, el Sol o la Tierra?
 - d) Intenta representar en tu libreta los distintos recorridos de los cuerpos celestes.



Fig. 2.5 Amanecer del 2 de enero del 2017 en la plaza de la Revolución.

⁵ Es el punto más alto en el cielo con relación al observador y se encuentra justo sobre la cabeza de este.

2.2.1 Clasificación de los movimientos mecánicos

Observa la figura 2.6 donde se representan varios cuerpos que se mueven de forma diferente.



Reflexiona

Si tienes en cuenta cómo ocurren los movimientos mecánicos, ¿podrías agruparlos atendiendo a las características comunes que presentan las imágenes de la figura 2.6?



Fig. 2.6 Cuerpos en los que sus movimientos tienen características diferentes.

Como los cuerpos se mueven de formas diferentes, es necesario agruparlos atendiendo al tipo de movimiento para poderlos clasificar. En este epígrafe estudiarás algunas de sus clasificaciones, cómo se denominan y qué los distingue.

CAPÍTULO 2

Has observado que algunos cuerpos dejan una huella a su paso, tales como algunos aviones que dejan una ligera nube larga y estrecha que se forma a su paso, o un carro al frenar o al acelerar bruscamente marcan el pavimento con los neumáticos o simplemente algunas babosas marcan el piso al moverse (fig. 2.7). No todos los cuerpos en movimiento que existen en la naturaleza dejan una huella visible.



Fig. 2.7 Algunos cuerpos en movimiento, dejan una huella a su paso.

La línea real o imaginaria que describe el cuerpo durante su movimiento mecánico se llama trayectoria y la longitud de la trayectoria se denomina camino recorrido.

Desde los primeros grados conoces los movimientos en el plano (traslación, rotación, entre otros). Para comprender su clasificación te sugerimos realizar la actividad siguiente.

Actividad

1. En las olimpiadas de Tokio 2020 un entrenador observaba desde las gradas los movimientos realizados por diferentes atletas, tales como:
 - ▶ Un corredor de 100 m planos y otro de 400 m (fig. 2.8).

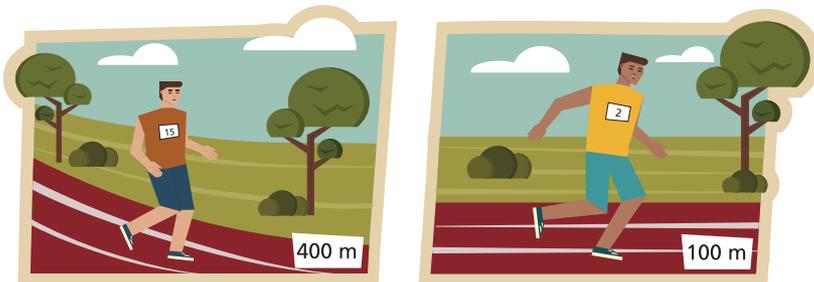


Fig. 2.8

- El martillo y el disco antes y después de ser lanzados (figs. 2.9 y 2.10)

a) Dibuja en tu libreta la trayectoria seguida por cada uno de los cuerpos que se encuentran en movimiento auxiliándote de las figuras 2.8, 2.9 y 2.10 (en cada caso selecciona dónde se encuentra el observador).

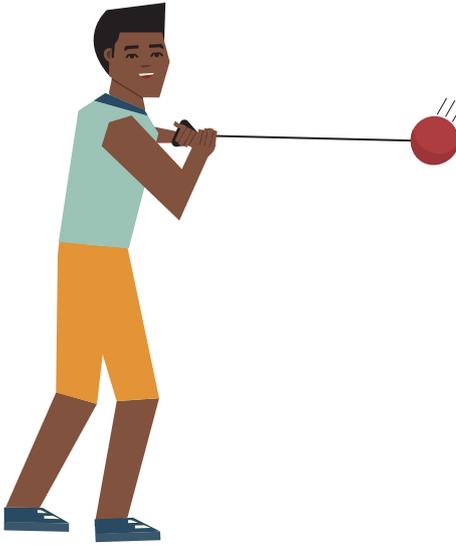


Fig. 2.9 Martillo antes de ser lanzado



Fig. 2.10 Disco antes de ser lanzado

- b) Intenta clasificar el comportamiento de cada movimiento atendiendo a:
- Cómo se mueven las distintas partes del cuerpo.
 - La forma de la trayectoria.
 - Cómo varía o no, la posición del cuerpo con respecto al tiempo.

Para clasificar los tipos de movimientos, según las trayectorias de las diferentes partes del cuerpo, debemos recordar algunas ya estudiadas en grados anteriores:

- **Movimiento de traslación, donde todos los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas entre sí en los mismos intervalos de tiempo.** Ejemplos de este tipo de movimiento es el de la Tierra alrededor del Sol, o un carro en movimiento por la carretera (fig. 2.11 a).

- **Movimiento de rotación, donde todos los puntos del cuerpo describen circunferencias concéntricas de distintos radios, en los mismos intervalos de tiempo.** Ejemplos de este tipo de movimiento es el de la Tierra, de un trompo y de las aspas de un ventilador sobre sus propios ejes (fig. 2.11 b y c).



Fig. 2.11

¡Atención!

Un cuerpo puede estar trasladándose como un todo y al detallar sus partes algunas de estas pueden estar rotando. En el caso de la bicicleta, esta se traslada como un todo, pero las ruedas rotan también sobre su propio eje, y como ya conoces, la Tierra rota y se traslada al mismo tiempo.

Analiza los movimientos de los corredores de 100 m y 400 m, así como del martillo y del disco (figs. 2.8, 2.9 y 2.10), ¿son iguales?; atendiendo a la forma de su trayectoria, ¿cómo se clasifican?

En estos movimientos mecánicos nos percatamos de que los cuerpos se mueven por trayectorias rectas o curvas, de ahí que se pueden clasificar en **movimientos rectilíneos** (la trayectoria que describe el móvil es una línea recta) o **movimientos curvilíneos** (la trayectoria que describe el cuerpo es curvilínea).

Si observas cada uno de los **movimientos curvilíneos** analizados (fig. 2.12) te darás cuenta de que los cuerpos describen trayectorias diferentes. Dentro de los movimientos curvilíneos se destacan: los **parabólicos** (la trayectoria seguida por los puntos del cuerpo, en su movimiento describe una

parábola) la pelota de pimpón (fig. 2.12 a) o de baloncesto al tirarla al aro; los **elípticos** (los puntos del cuerpo describen trayectorias elípticas), los planetas alrededor del Sol, la órbita que describe algunos cometas (fig.2.12 b); en los movimientos **circunferenciales** (sus puntos describen una circunferencia), las aspas de un ventilador y las de un aerogenerador (fig.2.12 c).

Movimientos curvilíneos



Parabólicos

a

Elípticos: La órbita de algunos cometas

b

Circunferenciales

c

Fig. 2.12 Movimientos curvilíneos



Conéctate con la historia

Galileo Galilei (1564–1642) (fig. 2.13), físico y astrónomo italiano, se le conoce como el padre de la astronomía moderna, la física moderna y de la ciencia. Fue condenado por la inquisición por defender la idea de que la Tierra y los planetas giran alrededor del Sol, ridiculizando otras teorías que encajaban mejor con las Sagradas Escrituras. Cuenta la leyenda que en el juicio desafió a sus oponentes con la frase *Eppur si muove* (y sin embargo se mueve). Algunos estudios plantean que después de la sentencia no pronunció palabra alguna. Lo cierto es que fue condenado y durante este tiempo quedó ciego totalmente, esto no le impidió continuar sus investigaciones, demostrando así su grandeza.



Fig. 2.13 Galileo Galilei

Inventos



Telescopio



Reloj
péndulo



Termómetro



Brújula

Para clasificar los movimientos teniendo en cuenta, cómo varía o no la posición de un cuerpo con respecto al tiempo realicemos el análisis siguiente. Si comparas los movimientos de un carro solar (fig. 2.14) y un auto de carrera al ponerse en movimiento desde la línea de salida, te percatarás que:

- ▶ El primero se mueve lentamente durante todo su recorrido.
- ▶ El segundo, al comenzar a moverse lo hace cada vez más rápido.

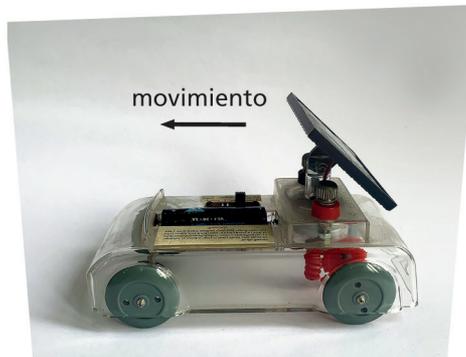


Fig. 2.14 Carro solar con batería, en movimiento

¿Qué diferencia existe entre estos dos movimientos?

Para encontrar la respuesta a esta interrogante, se realiza la actividad experimental siguiente:

- ▶ En la mesa del profesor marca una línea de salida, coloca el carro solar y al comenzar a moverse marca su posición cada dos segundos con la ayuda de un cronómetro hasta llegar al extremo de la mesa.

- ▶ Medimos la longitud de cada tramo marcado y anotamos los resultados (fig. 2.15).

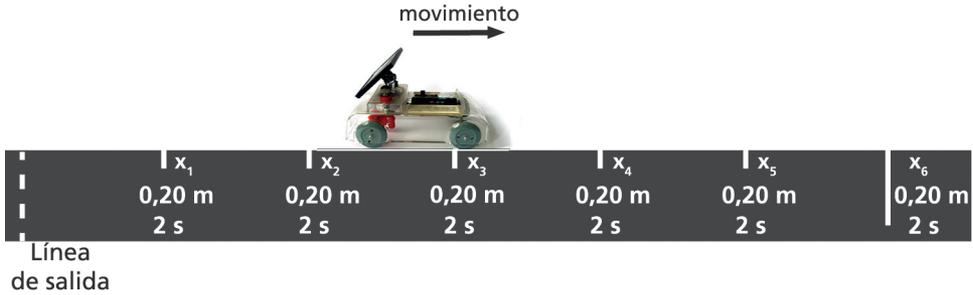


Fig. 2.15 Carro solar en movimiento donde cada dos segundos recorre la misma distancia

Actividad

- ▶ Registra en tu libreta los valores de las mediciones realizadas, analiza y responde:
 - a) ¿Qué puedes decir de la distancia recorrida cada dos segundos?
 - b) Realiza una primera conclusión con los resultados obtenidos y coméntala con tu profesor.

Ahora te propongo realizar la actividad experimental siguiente.

Experimenta y aprende

Indicaciones para realizar la actividad:

1. Amarra un cordel al extremo de un carro de mecánica, colócalo en la mesa y marca la línea de salida como se muestra en la figura 2.16.
 2. Mueve el carro de mecánica con ayuda del cordel con un movimiento rectilíneo, primero rápido, después lento y vuelve a ejecutarlo rápidamente, marca su posición cada dos segundos con la ayuda de un cronómetro hasta llegar al extremo de la mesa.
 3. Mide la longitud de cada tramo marcado. Registra en tu libreta los resultados obtenidos.
- Compara los resultados de las dos actividades experimentales.

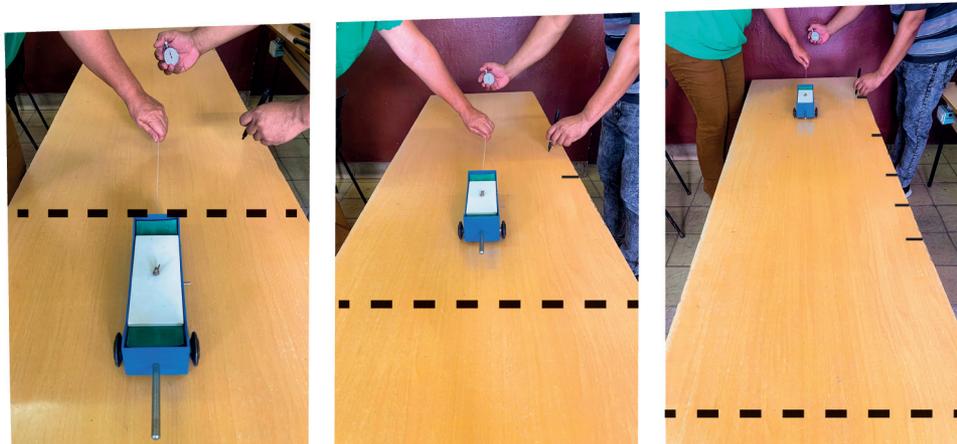


Fig. 2.16 Carro de mecánica que se mueve sobre la mesa donde cada dos segundos recorre diferentes distancias

En la figura 2.15 se ha marcado con $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots$ la posición que ocupa el cuerpo cada dos segundos. De igual manera debe ocurrir en la actividad experimental con el carro de mecánica de la figura 2.16.

En el análisis de los resultados experimentales, te percatarás de que en los dos casos se recorre cierta distancia en un determinado intervalo de tiempo.

Para expresar la rapidez con que cambia la posición de los cuerpos (o sus partes) durante el movimiento se emplea la magnitud velocidad⁶. Este valor de velocidad se va a representar por la letra v .

En grados posteriores estudiarás que la velocidad es una magnitud vectorial y se representa con \vec{V} , que tiene un valor numérico, una dirección y un sentido. En este grado se representa solo con una v que es el valor numérico de la velocidad (rapidez). A lo largo del estudio de la física estudiarás otras magnitudes que tienen estas características.

Investiga

El exceso de velocidad en la vía, se ubica como una de las causas de la ocurrencia de accidentes fatales. Investiga los límites de velocidad de tránsito en diferentes lugares según el Código de Vialidad y Tránsito; piensa en cómo pudieras contribuir a que las personas que te rodean, tomen conciencia de la necesidad de cumplir con este código.

⁶ Física. Octavo grado, Editorial Pueblo y Educación, 2005.

Analiza los resultados de las actividades experimentales anteriores, llegarás a la conclusión que, en el primer caso (ver fig. 2.15), recorre aproximadamente iguales distancias en iguales intervalos de tiempo y en el segundo caso (ver fig. 2.16), recorre diferentes distancias en iguales intervalos de tiempo.

El movimiento realizado por el carro solar es uniforme ya que recorre cada dos segundos 0,20 m, y en este caso, para cualquier tiempo que se tome la distancia recorrida será la misma, por lo que el valor de la velocidad es constante como comprobaremos en el próximo epígrafe.

Movimiento uniforme: Se caracteriza porque el cuerpo recorre distancias iguales en iguales intervalos de tiempo, cualesquiera que estos sean.

Este movimiento mecánico se puede apreciar cuando, un auto o cualquier medio de transporte se mueve con un mismo valor de velocidad en un intervalo de tiempo, el movimiento que realizan las manecillas del reloj, entre otros muchos ejemplos.

En el sistema internacional de unidades se adopta como unidad del valor velocidad el metro por segundo (m/s). También suele expresarse en kilómetro por hora (km/h), kilómetro por segundo (km/s), entre otros; que son múltiplos o submúltiplos de la unidad básica (tabla 2.1).



Saber más

Galileo Galilei, en el Libro de los Diálogos, en la Jornada tercera, dedicada a los movimientos locales, escribe: “Entiendo por movimiento uniforme aquel cuyos espacios, recorridos por un móvil en cualesquiera tiempos iguales, son entre sí iguales”.

La tabla 2.1 contiene algunos valores característicos aproximados de velocidad.

Tabla 2.1

Cuerpos en movimiento	Valores característicos de velocidad (aproximado)
Extremo del minutero de un reloj pulsera	0,000 02 m/s (0,02 mm/s)
Persona caminando	1,0 m/s (3,6 km/h)

CAPÍTULO 2

Ciclista común	3,0 m/s (10,8 km/h)
Gotas de lluvia cayendo cerca de la superficie de la Tierra	8,0 m/s (28,8 km/h)
Corredor de 100 m	10 m/s (36 km/h)
Moto eléctrica	19,4 m/s (70 km/h)
Automóvil en autopista	30 m/s (108 km/h)
Recta lanzada por un pitcher	40 m/s (144 km/h)
Vientos de huracán	32-70 m/s (115-252 km/h)
Avión tripulado hipersónico X-15	2 027,8 m/s (7 300 Km/h)
Vientos de tornado intenso	140 m/s (504 km/h)
Avión de pasajeros	250 m/s (900 km/h)
Onda sonora en el aire a 20 °C	343 m/s (1 234,8 km/h)
Punto de la superficie de la Tierra cercano al ecuador respecto a los polos	500 m/s (1 800 km/h)
Proyectil de fusil	800 m/s (2 880 km/h)
La Luna en torno a la Tierra	1 km/s (3 600 km/h)
Satélite geoestacionario (a 36 000 km de la superficie de la Tierra)	3 km/s (11 000 km/h)
Primer cosmonauta alrededor de la Tierra (a 300 km de su superficie)	8 km/s (28 800km/h)
La Tierra en torno al Sol	30 km/s (108 000 km/h)
El Sistema Solar con respecto al centro de nuestra galaxia	200 km/s (720 000 km/h)
Galaxia Virgo con respecto a la Tierra	1 200 km/s ($432 \cdot 10^4$ km/h)
Electrones que inciden en la pantalla de un televisor	6 000 km/s ($216 \cdot 10^5$ km/h)
Velocidad de la luz y de las ondas de radio, en el vacío	300 000 km/s ($108 \cdot 10^7$ km/h o $3 \cdot 10^8$ m/s)

Al observar el movimiento realizado por el carro solar, verás que se mueve en línea recta y como ya conoces recorre, distancias iguales en intervalos de tiempo iguales, por lo que el valor de su velocidad es una constante. Podemos clasificar este movimiento como:

Movimiento rectilíneo uniforme: *Cualquier movimiento mecánico de un cuerpo que, al seguir una trayectoria rectilínea, recorre en iguales intervalos de tiempo, cualesquiera que estos sean, iguales distancias, por lo que la velocidad se mantiene constante.*

Al observar el movimiento del carro de mecánica (fig. 2.16) puedes llegar a la conclusión que recorrió distancias diferentes en intervalos de tiempo iguales (2 s). A este tipo de movimiento se le denomina:

Movimiento no uniforme: *Se caracteriza porque el valor de la velocidad varía.*

Ejemplo de este movimiento mecánico se puede apreciar cuando un auto comienza a moverse, o cuando comienza a detenerse hasta frenar, los corredores de 100 m y 400 m, el martillo al ser lanzado, entre otros. En todos estos casos el valor de la velocidad con que se mueve el cuerpo, varía.

Cuando el cuerpo se mueve siguiendo una trayectoria rectilínea y recorre en iguales intervalos de tiempo, distintas distancias, se dice que es un **movimiento rectilíneo no uniforme o variado**.

Al analizar el movimiento de los corredores de 100 m y 400 m al comenzar la carrera podemos afirmar que la velocidad aumenta y el movimiento es acelerado.

La aceleración es la rapidez con que varía la velocidad.

En general, si la trayectoria que sigue el móvil no es recta o el valor de la velocidad varía al transcurrir el tiempo estamos en presencia de un movimiento variado. Los movimientos variados se estudiarán en grados superiores.



Saber más

Este avión alcanza una velocidad de 7 000 millas por hora, es decir Mach 9,6 (fig. 2.17).

Número Mach (M), es una unidad de velocidad utilizada en aeronáutica. Un Mach es igual a 343 m/s (metros por cada segundo).

Fig. 2.17 X-43A Scram Jet: Avión hipersónico experimental no tripulado en el 2009.



Un resumen general sería como el de la figura 2.18.

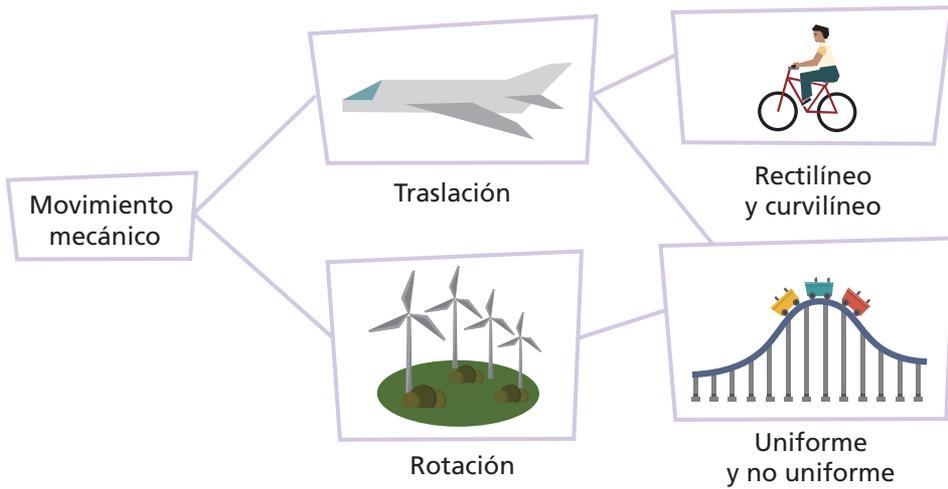


Fig. 2.18 Tipos de movimientos mecánicos estudiados

Los movimientos mecánicos que estudiaremos con mayor profundidad en octavo grado son de traslación, en particular el movimiento rectilíneo uniforme.



Física en acción

En la actividad Física en acción realizada en el epígrafe 2.1, clasifica los movimientos mecánicos escogidos por ti atendiendo a los que estudiaste en este epígrafe.

Tareas

- Lanza una pelota de tres formas diferentes como muestra la figura 2.19:

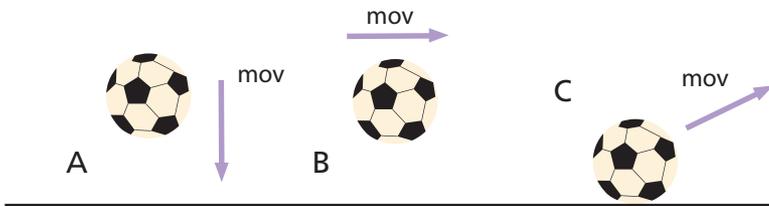


Fig. 2.19 Pelota lanzada de diferentes formas

- Representa la trayectoria descrita por la pelota en cada uno de los casos.

b) Identifica cada uno de los tipos de movimientos mecánicos representados de acuerdo con lo estudiado en este epígrafe. Justifica tu selección en cada caso.

2. Realiza un resumen donde cites ejemplos de la vida cotidiana de cada uno de los tipos de movimientos mecánicos estudiados.

2.2.2 Medios utilizados para describir los movimientos mecánicos. Su importancia

Para facilitar el estudio de los movimientos mecánicos se necesita de algunos medios que permitan conservar y comunicar información detallada de cada uno de estos. En este epígrafe profundizaremos en algunos de estos medios y limitaremos nuestro estudio a los movimientos de traslación, como es el caso del movimiento realizado por un atleta en la modalidad de 100 m planos.

El atleta Usain Bolt en el 2009 estableció un nuevo record mundial de velocidad para los 100 m planos, recorriendo esta distancia en 9,58 s. En su recorrido realizó 41 zancadas, en cada una de estas recorrió como promedio 2,43 m en 0,23 s. Impresionante, ¿verdad? (fig. 2.20).



Fig. 2.20 Usain Bolt, jamaicano, que impuso el récord mundial para los 100 m planos en la carrera final del Campeonato Mundial de Berlín 2009.



Reflexiona

¿De qué medios se pueden valer los científicos para el estudio del movimiento mecánico realizado por Usain Bolt? ¿Podrán estos medios ser utilizados para describir cualquier movimiento mecánico?

Estudiaste, en grados anteriores, medios que te permiten recopilar información e interpretar datos.

Las tablas, las gráficas y las ecuaciones son utilizadas por los científicos para estudiar los movimientos mecánicos; de esta forma pueden variarlos o transformarlos de acuerdo con sus necesidades, así recopilan, procesan, almacenan información y los describen con rigurosidad (fig. 2.21).

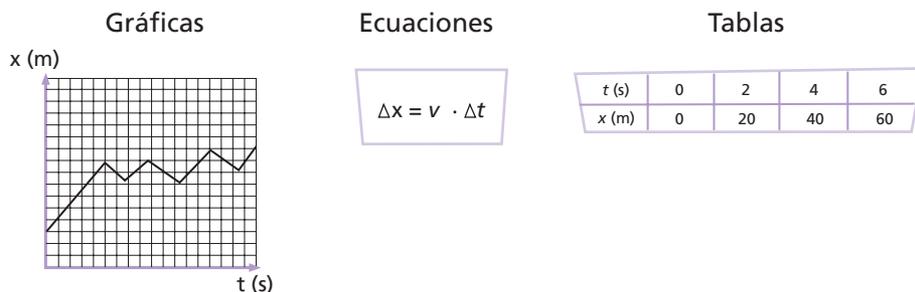


Fig. 2.21 Algunos medios utilizados por los científicos para estudiar los movimientos.

Nos dedicaremos en este epígrafe a ampliar el conocimiento de la aplicación de estos medios, para el estudio de los movimientos mecánicos y cómo interpretar la información registrada en las tablas de datos y las gráficas, así como la construcción de estos medios, si conocemos los datos de un determinado movimiento y valiéndonos de ecuaciones.

► **Tablas de datos**

Supongamos que quieres estudiar la carrera final del Campeonato Mundial de Berlín 2009, donde el jamaicano, Usain Bolt, impuso el récord mundial para los 100 m planos, además obtuvo la medalla de oro del evento. Si el análisis se realizara con elementos puramente descriptivos se emplearían muchas páginas en describir cada momento de lo acontecido, y así y todo, pudiera no recogerse todo lo ocurrido durante la competencia segundo a segundo. ¿Conoces qué recursos emplear para registrar este tipo de información?

La tabla 2.2 corresponde a la carrera final del evento. La tabla de datos refleja la posición del corredor y el correspondiente intervalo de tiempo empleado por el corredor Usain Bolt. ¿Cuánta información podemos obtener de esta tabla?

Tabla 2.2 Datos de la carrera final de los 100 m planos

Posición (m)	Tiempo acumulado (s)
0	0
10	1,89
20	2,88
30	3,78
40	4,64
50	5,47
60	6,29
70	7,10
80	7,92
90	8,75
100	9,58

Para determinar la longitud de la trayectoria o camino recorrido, solo se debe conocer las posiciones (x) en cada tramo con respecto a la línea de salida; luego, se determina la variación de la posición (Δx) (la letra griega delta (Δ) se utiliza para indicar la variación de una magnitud):

$$\Delta x_1 = x_1 - x_0 = 10 \text{ m} - 0 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = x_2 - x_1 = 20 \text{ m} - 10 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

Así sucesivamente se realiza en todos los intervalos. En este caso, el movimiento del cuerpo, atendiendo a la trayectoria, se *clasifica* como movimiento rectilíneo, porque es una carrera de 100 m planos. A la variación de la posición (Δx) la denominaremos distancia recorrida y la denotaremos con la letra d . En la tabla se recogen las distintas posiciones “ x ” que ocupa el corredor y el intervalo de tiempo “ t ” transcurrido entre estas. Se puede de forma directa determinar la distancia recorrida (d), mediante la expresión:

$$\Delta x = d = x_{\text{final}} - x_{\text{inicial}}$$

Esta ecuación nos permite determinar la distancia recorrida, tanto en cada tramo, como cualquiera que pretendamos obtener, siempre analiza, en el tramo objeto de estudio, cuál es la posición final y cuál la posición inicial.

Si se desea saber el intervalo de tiempo en que se realizó el recorrido, de la posición x_1 a una posición x_2 , se realiza la misma operación, pero en este caso con la magnitud tiempo.

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2,88 \text{ s} - 1,89 \text{ s} = 0,99 \text{ s}$$

Este resultado es el intervalo de tiempo en que el atleta recorre los 10 m en el segundo tramo, o lo que es lo mismo recorre en el segundo tramo 10 m en 0,99 s. En la tabla 2.3 aparecen los resultados de los intervalos de tiempos en cada tramo.

Tabla 2.3

Distancia entre intervalos (m)	Intervalo de tiempo empleado en cada tramo (s)
0-10	1,89
10-20	0,99
20-30	0,90
30-40	0,86
40-50	0,83
50-60	0,82
60-70	0,81
70-80	0,82
80-90	0,83
90-100	0,83

Actividad

Analiza las tablas 2.2 y 2.3, así podemos conocer, entre otros aspectos:

1. a) Distancia que recorrió el atleta:
 - ▶ Desde el inicio de la carrera hasta los:
 - 1,89 s.
 - 7,10 s.
 - ▶ Entre 4,64 s y 7,92 s.

- b) Tiempo que empleó el atleta en recorrer:
 Los primeros 10 m.
 Los primeros 50 m.
 Entre 50 m y 60 m.
 Entre 30 m y 90 m.
- c) ¿En qué intervalo fue más rápido, en cuál más lento?
- d) ¿Qué tiempo demoró en recorrer los primeros y segundos 50 m?
 Compáralos.
- e) ¿En qué intervalos de la carrera recorrió la misma distancia en un mismo intervalo de tiempo?
- f) ¿A qué conclusiones pudo llegar su entrenador si realiza este estudio?

Las tablas también te permiten realizar estudios comparativos (tabla 2.4).

Tabla 2.4 Valores registrados de tres corredores en la semifinal y final del Campeonato Mundial de Atletismo Berlín 2009 de las carreras de 100 m planos

Competidores	Competencia	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Usain Bolt tiempo (s)	Final	2,89	4,64	6,31	7,92	9,58
	Semifinal	2,89	4,68	6,41	8,11	9,89
Tyson Gay tiempo (s)	Final	2,92	4,70	6,39	8,02	9,71
	Semifinal	2,99	4,80	6,54	8,21	9,93
Asafa Powell tiempo (s)	Final	2,91	4,71	6,42	8,10	9,84
	Semifinal	2,92	4,73	6,47	8,17	9,95



Reflexiona

¿En qué se diferencian los resultados obtenidos en las finales del Campeonato Mundial de Atletismo 2009 de los tres competidores que se analizan en la tabla 2.5?

CAPÍTULO 2

Es necesario calcular los intervalos de tiempo por cada tramo.

Ejemplo: los valores alcanzados en los 40 m menos los valores de los 20 m:

$$\Delta t = t_{40\text{ m}} - t_{20\text{ m}} = 4,64\text{ s} - 2,89\text{ s} = 1,75\text{ s}$$

Así se determinará por cada tramo (tabla 2.5), lo cual te permitirá realizar un análisis más detallado.

Tabla 2.5 Valores de los intervalos de tiempo por cada tramo de los tres corredores en la semifinal y final del Campeonato Mundial de Atletismo Berlín 2009 de las carreras de 100 m planos

Competidores	Semifinal					Final				
	0 m- 20 m	20 m- 40 m	40 m- 60 m	60 m- 80 m	80 m- 100 m	0 m- 20 m	20 m- 40 m	40 m- 60 m	60 m- 80 m	80 m- 100 m
Usain Bolt tiempo (s)	2,89	1,79	1,73	1,70	1,78	2,89	1,75	1,67	1,61	1,66
Tyson Gay tiempo (s)	2,99	1,81	1,74	1,67	1,72	2,92	1,78	1,69	1,63	1,69
Asafa Powell tiempo (s)	2,92	1,81	1,74	1,70	1,78	2,91	1,80	1,71	1,68	1,74

Actividad

1. Analiza las tablas 2.4 y 2.5, responde:
 - a) Analiza cada uno de los tramos de 20 m recorridos por los atletas en las dos competencias, ¿identifica en qué competencia y al atleta que demoró menos tiempo en recorrer los 20 m?
 - b) ¿En el primer tramo de ambas carreras, cuál de los competidores fue más lento durante la arrancada?
 - c) Compara los intervalos de tiempo empleados por los dos últimos competidores de la tabla 2.5 en los últimos 20 m de la semifinal y analiza lo ocurrido.
 - d) ¿En ambas carreras, cuál fue el tramo donde los competidores fueron más lentos y en cuál más rápidos?

Si se construye una gráfica de posición (fig. 2.23) con respecto del tiempo, con los datos de la tabla de la carrera final de Tyson Gay y Asafa Powell (tabla 2.4), determina cuál de los dos corredores terminó la carrera más rápido y observa cómo se refleja en la gráfica.

En la gráfica la recta que representa el movimiento de la carrera de Tyson Gay tiene mayor inclinación con respecto al eje de las abscisas (eje horizontal que representa el tiempo) que la recta que representa la carrera de Asafa Powell, porque el ángulo que se forma entre la recta y el eje de las abscisas tiene mayor amplitud. En la figura 2.23 pueden observar que después de los 40 metros Tyson Gay se movió más rápido que el otro corredor, esto se verifica por ser el ángulo de inclinación de la recta que representa su carrera con el eje de las abscisas mayor que el que determina la otra recta.

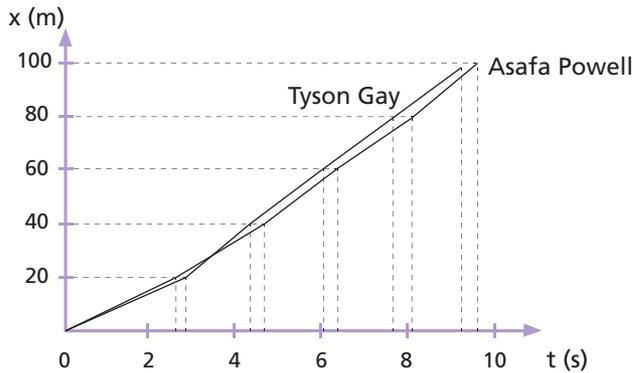


Fig. 2.23 Gráfica de los valores de la posición con respecto al tiempo para los corredores Tyson Gay y Asafa Powell



¡Atención!

Una gráfica permite establecer la relación entre las magnitudes representadas. En el ejemplo anterior los cuerpos se mueven en una línea recta horizontal, pero en la gráfica de este movimiento se observa una línea inclinada; esto no significa que el cuerpo se mueve así, sino que es la representación de la relación de estas dos magnitudes. La línea que se obtiene, no representa la trayectoria del movimiento de un cuerpo.

Podemos concluir que las gráficas permiten visualizar los cambios, en particular las características del movimiento.

► Ecuaciones

Al definir movimiento mecánico se plantea que es el cambio de posición de un cuerpo respecto a otro, este cambio ocurre con mayor o menor rapidez. Los cuerpos que observas en la figura 2.24 se encuentran en movimiento, pero se pueden diferenciar los valores máximos de velocidad que alcanzan, unos se mueven con mayor valor de velocidad que otros.



Fig. 2.24 Cuerpos que se mueven a diferentes velocidades

En la pizarra de un auto puedes observar un instrumento que mide el valor de velocidad, llamado velocímetro⁷. Existen otros tipos de velocímetros como el que usa la policía de tránsito y en los partidos de béisbol, para medir la velocidad de la pelota lanzada por el pitcher.

Pero, ¿cómo podremos determinar este valor cuando no contamos con el instrumento? Como ya conoces, existen dos formas de determinar los valores de diferentes magnitudes, una directa con los instrumentos de medición y otra indirecta, con ecuaciones. Estas ecuaciones sintetizan una gran cantidad de información, relacionan diferentes magnitudes y determinan otras no conocidas; también, nos permiten predecir ciertos resultados y, de esta forma, poder trabajar para obtener un resultado mejor.

⁷ Velocímetro: instrumento que mide el valor de la rapidez promedio de un vehículo.



Reflexiona

¿Qué información debemos tener para saber el valor de la velocidad de un cuerpo?

Observa las tablas y gráficas estudiadas hasta el momento y verás que en los dos casos hay dos magnitudes relacionadas, la posición que ocupa el cuerpo y el tiempo en cada tramo. Por lo que, con estos datos que nos proporcionan estos medios, podrás determinar la distancia recorrida por el cuerpo durante su movimiento mecánico y el tiempo en que se recorrió esta distancia.

Para determinar el valor de la velocidad, se halla la razón entre la distancia recorrida por el cuerpo y el tiempo que se empleó en realizar este movimiento, o sea, $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ donde v es la velocidad del cuerpo, Δx es la distancia recorrida y se representa con una d , y Δt es el tiempo transcurrido, que si tenemos este valor directamente y no tenemos que calcularlo, la ecuación puede expresarse de la forma siguiente:

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

Esta ecuación es válida para determinar cualquiera de las magnitudes que se relacionan con la velocidad (**d** y **t**) en el movimiento rectilíneo uniforme, donde como ya conoces en el sistema internacional de unidades se adopta como unidad del valor velocidad, el metro por segundo (m/s), que también suele expresarse en kilómetro por hora (km/h) o en kilómetro por segundo (km/s).



Saber más

Un año luz es una unidad astronómica de longitud, que equivale aproximadamente a $9,46 \cdot 10^{12}$ km, este valor se corresponde con la distancia que recorre la luz en un año en el vacío.

Ejercicio resuelto

1. Imagina que realizas un viaje en un automóvil, por una carretera en línea recta. Observas los carteles que señalan las distancias a que te encuentras de determinado lugar; con ayuda de un reloj, puedes medir

que en una hora se ha recorrido los 100 km que indicaba el cartel y que la aguja del velocímetro, marca un determinado valor durante este tiempo (fig. 2.25).

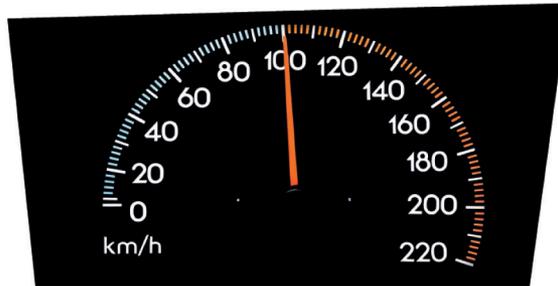


Fig. 2.25 El velocímetro de un automóvil, que indica la rapidez con que cambia la posición de los cuerpos o el módulo de la velocidad

- a) Realiza la lectura del velocímetro.
- b) Calcula el valor de la velocidad y compara el resultado con la medición directa.
- c) Expresa el resultado obtenido en metro por segundos (m/s).
- d) Determina la distancia recorrida por el auto si mantiene este mismo tipo de movimiento durante 10 min.

Solución del inciso a)

Si realizas la medición directa con el instrumento (fig. 2.25), el resultado es de 100 km/h.

Solución del inciso b)

Para la medición indirecta, del análisis de la situación, sabes que el automóvil se ha movido en línea recta; ha recorrido 100 km en una hora y si consideras que el valor de la velocidad es constante, entonces te debes apoyar en la ecuación estudiada para el cálculo de la velocidad en el movimiento rectilíneo uniforme

$$\left(v = \frac{d}{\Delta t} \right)$$

Debes identificar el valor de las magnitudes que nos aporta la situación para utilizar la ecuación (datos).

Analizar en qué unidad se encuentra la distancia, en este caso en kilómetro, y convertirla a metro:

$$1,0 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$$

Luego, analizamos la unidad en que se encuentra el tiempo, hora (h) y lo convertimos a segundos (s):

$$1,0 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$$

Por tanto, el proceso de conversión es el siguiente:

Multiplicamos la distancia en kilómetro (km) por 1 000:

$$1,0 \cdot 1\,000 = 1\,000$$

Multiplicar el tiempo en hora (h) por 3 600:

$$1,0 \cdot 3\,600 = 3\,600 \text{ s}$$

Efectuamos la división entre los metros y los segundos convertidos.

$$\frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0,277 \text{ m/s}$$

Por lo que:

$$v = 1,0 \text{ km/h} \approx 0,28 \text{ m/s}$$

Podemos plantear que, en el ejercicio resuelto, el valor de la velocidad en metro por segundo (m/s) es:

$$v = 100 \text{ km/h} = \frac{100 \cdot 1\,000}{1 \cdot 3\,600} = \frac{100\,000}{3\,600} = 27,77 \text{ m/s} \approx 28 \text{ m/s}$$

Así, es lo mismo decir que un automóvil se traslada con un valor de velocidad aproximada de 100 km/h o con 28 m/s.



Recuerda que...

Para realizar la conversión de unidades en el sistema internacional de unidades, puedes multiplicar o dividir por 10, 100, 1 000... según sean uno, dos, tres lugares de la escala múltiplos-submúltiplos de unidades.

Ejemplo: Para convertir un metro por segundo (1,0 m/s) en kilómetros por hora (km/h): Primero, conoces que un kilómetro equivale a 1 000 m (1 km = 1 000 m) y una hora equivale a 3 600 s (1 h = 3 600 s).

Para realizar la conversión debes multiplicar el valor de la velocidad por la cantidad de segundos que tiene una hora.

$$1,0 \cdot 3\,600 = 3\,600$$

Luego el producto o resultado se divide entre la cantidad de metros que tiene un kilómetro (3 600 : 1 000 = 3,6)

Por tanto, un metro por segundo equivale a 3,6 kilómetro por hora (1 m/s = 3,6 km/h).

Esta relación te permite deducir que siempre que conviertas metros por segundo a kilómetros por hora solo debes multiplicar el valor de la velocidad por 3,6.

$$1,0 \text{ m/s} \approx 3,6 \text{ km/h}$$

Así, es lo mismo decir que cuando caminamos nos movemos con un valor de velocidad de 1,0 m/s que es igual a un valor de velocidad de 3,6 km/h.

Solución del inciso d)

Para resolver el inciso d), necesitamos la velocidad del auto (28 m/s) y despejar de la ecuación de velocidad para el movimiento rectilíneo uniforme, la distancia recorrida:

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

Se despeja la distancia recorrida (d) por lo que la variación del tiempo (Δt) que se encuentra dividiendo se transpone al otro miembro multiplicando:

$$v \cdot t = d \quad \text{o} \quad d = v \cdot t \quad (\text{por ser una igualdad})$$

Como el tiempo es 10 min, se convierte a segundos; si se conoce que 1 min = 60 s, se multiplica 10 min por 60 s y el resultado es 600 s.

Sustituyendo en la ecuación:

$$d = 28 \text{ m/s} \cdot 600 \text{ s} \text{ (se realiza el análisis de las unidades)}$$

$$d = 16\,800 \text{ m} \approx 16,8 \text{ km} \approx 17 \text{ km}$$

Respuesta: Podemos decir que el auto recorrió aproximadamente 17 km en los 10 min, moviéndose en línea recta y con valor de velocidad contante. Si analizamos el recorrido completo podemos decir que recorrió 117 km en una hora y 10 min.

Actividad

1. Para calcular valores de velocidades muy grandes se utiliza el km/s, un ejemplo es el valor de la velocidad de la luz que es de $3 \cdot 10^5$ km/s o lo que es lo mismo 300 000 km/s en el vacío. Convierte este resultado en metro por segundo (m/s) y en kilómetro por hora (km/h).



Saber más

En la naturaleza existen muchos ejemplos de animales que dependen de su rapidez para cazar a sus presas. Uno de estos es el guepardo (fig. 2.26), este es uno de los animales terrestres más rápido. Para ciertas distancias el valor de la velocidad máxima registrada hasta el momento es de 120 km/h. Asombroso, ¿verdad? Expresa el valor de la velocidad del guepardo en metro por segundo (m/s).

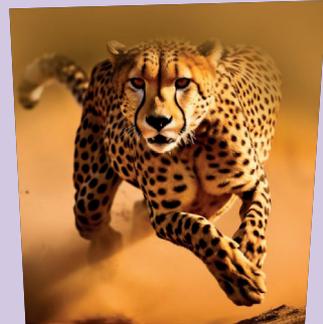


Fig. 2.26

Las gráficas, a diferencia de las tablas y ecuaciones, hacen posible "visualizar" más fácil y rápidamente las relaciones entre las diferentes magnitudes; son muy útiles cuando se trata del análisis de cambios relativamente complejos, como en un electrocardiograma o un electroencefalograma, ampliamente utilizados para el estudio del ser humano y el sismograma que registra el movimiento de las placas litosféricas, lo cual permite el estudio de los sismos. En el caso de la cardiotocografía fetal, permite analizar el estado del feto, su utilización en los niveles de atención a las embarazadas contribuye, entre otros factores, a mantener las bajas tasas de mortalidad infantil que exhibe nuestro país.

Todos estos medios nos permiten estudiar el movimiento; obtener, comunicar información, predecir y resolver múltiples problemas de interés práctico, lo que demuestra su gran importancia.

En la actualidad existen procesadores de videos y otros recursos informáticos que te ayudan en el análisis de los movimientos mecánicos, con el uso de las tablas, gráficas y ecuaciones.

Experimenta y aprende

Efectúa una carrera de 100 m con tus compañeros de aula, los participantes deben tener diferentes aptitudes para desempeñar esta habilidad motriz. Emplea una cinta métrica y un cronómetro.

1. Selecciona varios intervalos para realizar mediciones.
2. Realiza las mediciones de diferentes posiciones y tiempos, regístralos en una tabla.
3. Calcula el valor de la velocidad del movimiento de cada uno de los corredores, en cada intervalo. ¿Qué suposiciones tuviste que hacer?
4. Construye la gráfica de posición con respecto al tiempo.

Hasta el momento, podemos caracterizar el movimiento de un cuerpo mediante un sistema de ejes de coordenadas, su posición con respecto a un cuerpo de referencia, y las posiciones sucesivas que ocupa el cuerpo en el transcurso del tiempo.

Se denomina **sistema de referencia** al cuerpo de referencia, el sistema de coordenadas asociado con el cuerpo de referencia y el conjunto de relojes sincronizados, que permitan registrar cuando el cuerpo pasa por cada punto del sistema de coordenadas.

Realiza la actividad siguiente, en la cual podrás comprobar los conocimientos adquiridos sobre los medios estudiados en este epígrafe para describir el movimiento y sus clasificaciones.

Actividad

1. La tabla 2.6 representa el movimiento realizado por un caminante en un tramo recto de su recorrido.
 - a) ¿Atendiendo al valor de su velocidad durante todo el recorrido, qué características, tiene este movimiento que lo asemejan y lo diferencian con el de la carrera de 100 m planos de Ussain Bolt?

b) Confecciona una gráfica de posición con respecto al tiempo y velocidad con respecto al tiempo, del movimiento realizado por el caminante.

Tabla 2.6

x (m)	0	20	40	60	80	100
t (s)	0	16,50	33,00	49,50	66,00	82,50

En el caso del caminante, el cuerpo se mueve siguiendo una trayectoria rectilínea, pero, ¿cómo es el valor de su velocidad?

La tabla 2.7 recoge los valores de tiempo por tramo de un caminante y de Usain Bolt, ¿puedes notar la diferencia entre estos dos movimientos?

Tabla 2.7 Valores de tiempo por tramo de un caminante y de Usain Bolt

Distancia por tramo (m)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Tiempo por tramo, caminante (s)	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50
Tiempo por tramo, Usain Bolt (s)	2,89	1,75	1,67	1,61	1,66

Usain Bolt, durante la carrera recorrió distancias iguales en intervalos de tiempo diferentes, con un movimiento rectilíneo no uniforme, como puedes observar, hasta los 80 m fue un movimiento acelerado donde, para una misma distancia (20 m) el intervalo de tiempo fue menor en cada tramo, si determinas la velocidad en cada tramo podrás apreciar que la velocidad aumenta hasta los 80 m y posteriormente en los últimos 20 m disminuye.

Pero en el caso del caminante, recorre distancias iguales en tiempos iguales, 20 m en 16,50 s. Si determinas el valor de la velocidad del caminante comprobarás que se mueve a razón de 1,21 m/s. Este valor de velocidad es igual a lo largo del recorrido, por lo que podemos afirmar que el caminante se mueve en línea recta y con valor de velocidad constante. Como ya conoces, a este tipo de movimiento se denomina **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**.

Si confeccionas las gráficas de posición y velocidad con respecto al tiempo del caminante (fig. 2.27), puedes observar que en el movimiento rectilíneo uniforme la representación gráfica de la velocidad en correspondencia con el tiempo es una recta paralela al eje del tiempo (abscisas) y, como ya conoces, la representación gráfica de la posición con respecto al tiempo es una línea recta que forma un ángulo con los dos ejes, cuanto mayor sea la amplitud del ángulo de inclinación de la recta con respecto al eje de las abscisas, donde se ha representado el tiempo, más rápido se movió el cuerpo.

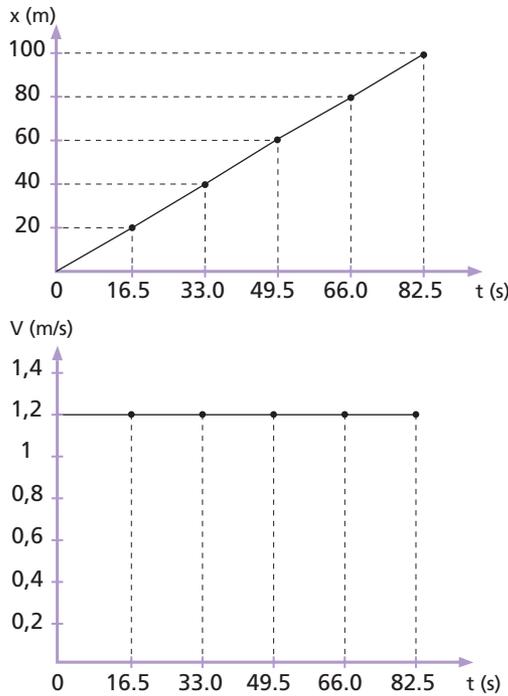


Fig. 2.27 Gráficas de los valores de la posición y velocidad con respecto al tiempo del caminante

Actividad

1. Realiza una búsqueda, en los medios digitales, sobre los últimos resultados de los atletas que alcanzaron la medalla de oro en la modalidad de 100 m planos en la Olimpiada o mundial más reciente y realiza una comparación con los datos que conoces del atleta Usain Bolt en esta modalidad. Para esto auxíliate de los medios estudiados en este epígrafe.



Física en acción

Elabora un croquis que incluya la ubicación de tu casa y tu escuela.

- a) Dibuja en el croquis la trayectoria que sigues para ir de tu casa a la escuela y de la escuela a tu casa.
- b) Identifica los tipos de movimientos realizados (de ida y de regreso a la escuela) según las clasificaciones estudiadas. Argumenta esta clasificación.
- c) Haz un estimado de la distancia recorrida (puedes utilizar la longitud de un paso para la estimación) y mide el tiempo que te demoraste en llegar a tu destino, en los dos casos, completa la tabla 2.8.
- d) Calcula el valor de velocidad aproximada en cada caso, ¿qué consideraciones debes tener en cuenta?
- e) Confecciona las gráficas de posición y velocidad con respecto al tiempo.
- d) Discute el resultado de tu trabajo con los compañeros de tu equipo de estudio.

Tabla 2.8

Recorrido	Distancia recorrida	Tiempo
Casa – Escuela		
Escuela- Casa		

Dato: una cuadra es aproximadamente 100 m.



Un instante con la tecnología

Consulta el tema “Un cambio fundamental. El movimiento mecánico” que aparece en el **Portal Cubaeduca** y resuelve los ejercicios de autoevaluación que ahí se proponen.

Tareas

1. Diseña y lleva a cabo un experimento que permita determinar el valor de la velocidad con que te mueves si estás en un ómnibus, un automóvil, u otro medio de transporte. Menciona las consideraciones que tuviste que tener en cuenta.

CAPÍTULO 2

2. Si conoces que una milla es igual a 1,6 km, conviértelo en kilómetro por hora el valor de la velocidad del avión X-43A Scram Jet (fig. 2.17) y compáralo con el valor de la velocidad del sonido (onda sonora) que aparece en la tabla 2.1. ¿Cuántas veces es mayor el valor de la velocidad del avión respecto a la velocidad del sonido?
3. Un estudiante se traslada a su escuela durante 10 min, con un valor de velocidad aproximada de 1,0 m/s:
 - a) Determina la distancia recorrida por el estudiante.
 - b) Si debe participar en un encuentro deportivo en $\frac{1}{2}$ h, el cual se efectuará a 3,0 km de la escuela, ¿llegará a tiempo si mantiene ese mismo valor de velocidad?
4. Se ha medido la distancia recorrida por dos móviles, que se trasladan en línea recta, así como los tiempos empleados en cada tramo, y se han obtenido los valores siguientes que se muestran en la tabla 2.9:

Tabla 2.9

Móvil 1		Móvil 2	
Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)
0	0	0	0
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	6
4	8	4	8
5	10	5	10

- a) ¿Qué distancia recorrió cada móvil a los 5,0 s?
- b) ¿Qué móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales?
- c) ¿Podemos afirmar que el móvil seleccionado por ti anteriormente, se traslada con un movimiento rectilíneo uniforme? Justifica.
- d) ¿Qué móvil realiza un movimiento no uniforme o variado? Argumenta tu respuesta.
- e) ¿Cuál es el valor de velocidad del móvil uno? Convierte este resultado en kilómetro por hora (km/h).

FÍSICA

- f) Confecciona las gráficas de posición y velocidad con respecto al tiempo del móvil uno.
- g) ¿Si el móvil uno recorre la misma distancia en menos tiempo, qué ocurre con el valor de la velocidad?

5. Para estudiar el movimiento de un ciclista, se mide la distancia recorrida y el tiempo empleado en diferentes tramos de su trayectoria, como muestra la figura 2.28:

- ▶ De O a A se han recorrido 5,0 km en media hora.
- ▶ De A a B se han recorrido 5,0 km en una hora.
- ▶ De B a C se han recorrido 25 km en una hora y media.
- ▶ En el punto C del recorrido descansó durante una hora.
- ▶ De C a O se han recorrido 35 km en una hora y media.

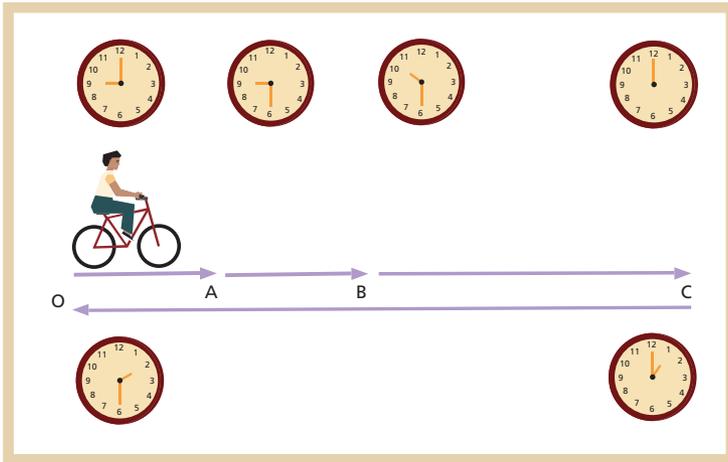


Fig. 2. 28 Trayectoria del ciclista

- a) Confecciona una tabla con los datos que se te ofrecen.
- b) Construye una gráfica de posición con respecto al tiempo.
- c) Calcula el valor de la velocidad en cada tramo.
- d) Compara los resultados obtenidos en los intervalos (\overline{AB} y \overline{BC}) tanto en el valor de la velocidad como en su representación gráfica.
- e) Determina la distancia total y el tiempo que empleó el ciclista durante el estudio de su movimiento.
- f) Si el ciclista en el intervalo \overline{AB} tiene que recorrer el doble de la distancia, pero en igual tiempo, ¿qué ocurre con el valor de la velocidad?

- g) Otro ciclista recorre el intervalo \overline{OA} en 27 min y se conoce que los dos pasan por O al mismo tiempo. ¿Cuál de los dos ciclistas llega primero al punto A?
- h) ¿Qué distancia separa a los ciclistas cuándo el primero de ellos pasa por A?
- i) Construye la gráfica de posición con respecto al tiempo de estos dos ciclistas en el intervalo \overline{OA} .
6. Un ciclista puede viajar con un movimiento rectilíneo a una velocidad de 3,0 m/s. ¿Logrará recorrer en 5,0 min la distancia de 1,0 km que lo separa de la escuela?
7. Acordaste con tus compañeros de aula encontrarse en una casa de estudio a las 5:30 p.m. Si son las 5:26 p.m. y te diriges caminando a una velocidad aproximada de 1,3 m/s, ¿llegarás puntual, si la distancia que te separa de la casa es de 250 m?
8. ¿Qué tiempo demoraremos en llegar a una cafetería que está a 20 000 m, si nos movemos por una carretera a una velocidad aproximada de 80 km/h?
9. ¿A qué velocidad debemos viajar para llegar a un punto que está a 50 km en menos de 40 min?
10. Analiza en los casos siguientes:
- ¿Qué distancia aproximada recorre la Tierra alrededor del Sol en 1,0 min?
 - ¿Qué distancia aproximada recorren cada minuto, debido a la rotación de la Tierra, las personas que viven cerca del ecuador permaneciendo en reposo respecto a su casa?
 - ¿Por qué los resultados obtenidos se consideran aproximados?
11. ¿Qué tiempo demorará la luz del Sol en llegar a la Tierra si la distancia que nos separa de él es aproximadamente 150 000 000 km?
12. ¿Por qué cuando ocurre una descarga eléctrica atmosférica (rayo) generalmente primero vemos el relámpago y luego escuchamos el trueno? ¿En qué caso percibiríamos el relámpago y el trueno simultáneamente?

13. En una práctica de atletismo de 100 m planos se recogen los datos de uno de los deportistas de alto rendimiento (tabla 2.10).

Tabla 2.10

x (m)	0	20	40	60	80	100
t (s)	0	2,40	4,54	6,68	8,82	10,63

- ¿Qué instrumentos se pudieran utilizar para lograr mayor precisión en estas mediciones? Menciona algunas posibles fuentes de incertidumbre en la medición efectuada.
 - ¿En qué intervalo de tiempo fue más rápido el corredor? Justifica con los cálculos correspondientes.
 - Construya con estos datos la gráfica de posición con respecto al tiempo
 - Identifica los intervalos donde el corredor describió aproximadamente un movimiento rectilíneo uniforme. ¿Cómo pudiste identificarlos?
 - Determina el valor de la velocidad en ese tramo.
 - Si otro atleta realiza igual recorrido en 11 s, ¿cuál de los dos atletas fue más rápido? Argumenta tu respuesta.
14. Calcula el tiempo que demorará una señal de radio enviada desde la Tierra en llegar a:
- La Luna (la Luna se encuentra a unos 400 000 km de la Tierra).
 - Marte (considera que Marte se encuentra a 100 millones de kilómetros de la Tierra).
- ¿Por qué los resultados obtenidos tienen que ser considerados aproximados?
15. Tres personas se mueven de una ciudad a otra en diferentes medios de transporte, una en un avión, otra en un auto y la tercera en una moto eléctrica (fig. 2.29). Estas ciudades se encuentran a una distancia de 500 km una de otra.
- ¿Cuál de estos medios de transporte podrá recorrer esta distancia en menos tiempo?

b) Determina el tiempo más probable en cada caso, con los valores que aparecen en la tabla 2.1.

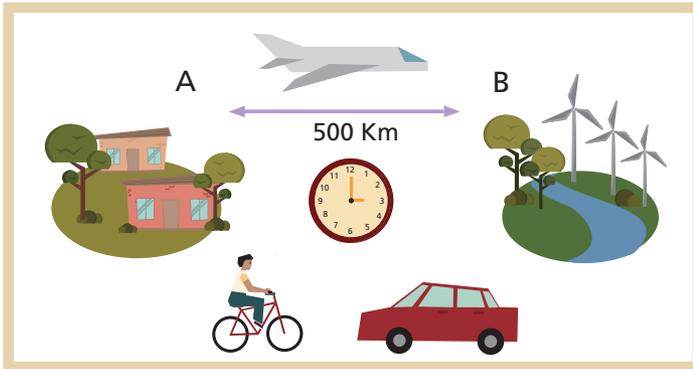


Fig. 2.29

2.3 Factores que determinan las características del movimiento mecánico

¿Crees que con lo que conoces hasta el momento acerca del movimiento mecánico, sea posible construir bicicletas, automóviles, motos, con características especiales que permitan movernos con mayor facilidad, poner en órbita un satélite artificial en la Tierra, o realizar el lanzamiento de naves espaciales?



Reflexiona

Para construir un papalote (fig. 2.30) debemos tener en cuenta varios elementos, ¿qué requisitos deben tener los materiales que debemos utilizar?, ¿qué debemos hacer para lograr empinarlo?



Fig. 2.30

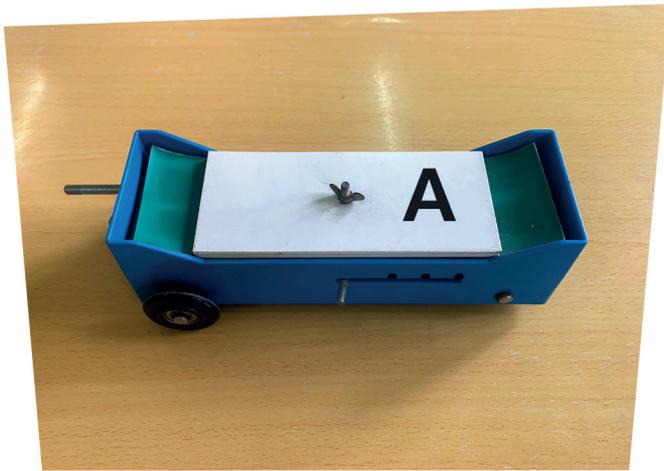
Para contestar estas interrogantes sería interesante preguntarse: ¿qué es lo que provoca que los cuerpos se muevan con determinadas características?

Estudiaste cómo se clasifican los movimientos mecánicos y los medios que se utilizan para obtener y comunicar información acerca de estos, permitiéndote realizar pronósticos y resolver múltiples problemas prácticos. Sin embargo, este conocimiento no te es suficiente para controlar y dirigir los movimientos.

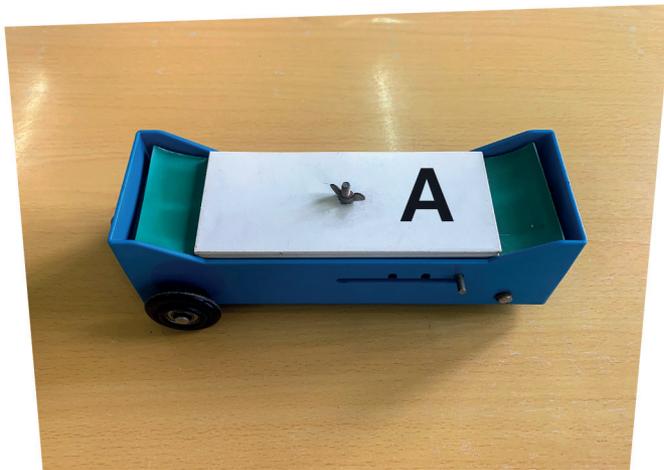
¿Qué es lo que provoca la variación del movimiento de los cuerpos y de qué depende?, para responder esta interrogante te propongo los experimentos siguientes.

Experimenta y aprende

1. Selecciona un carro de mecánica A y colócalo en reposo sobre la mesa (fig. 2.31 a y b), marca la posición en que se encuentra. Comprime su resorte en las distintas posiciones y libéralo. ¿Cambia la posición del carro A? ¿Logras ponerlo en movimiento?



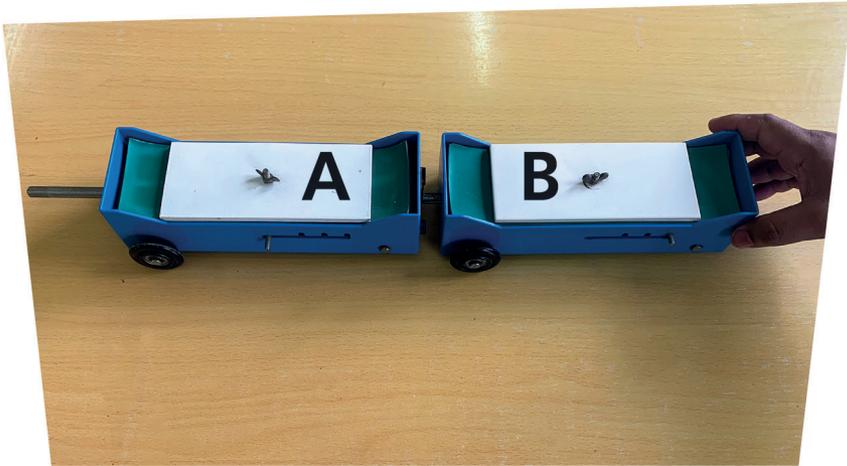
a



b

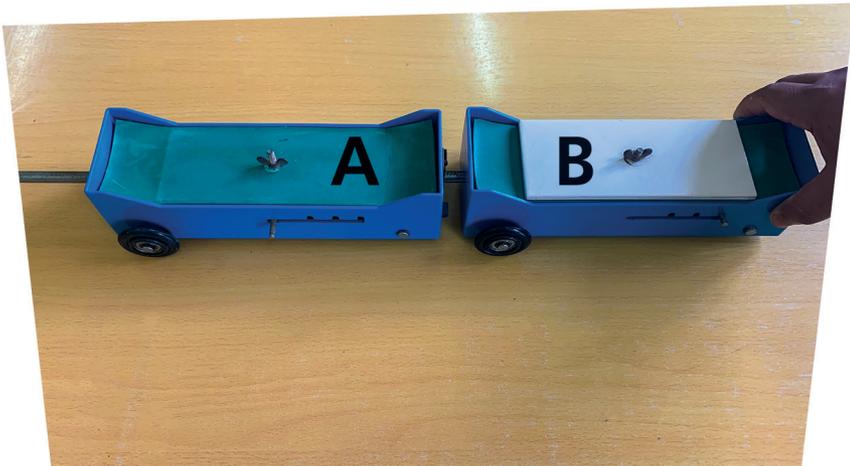
CAPÍTULO 2

2. Coloca otro carro de mecánica B con el resorte comprimido y sitúa el carro A a continuación del resorte del carro B; sostén el carro B y libera el resorte. ¿Qué le sucede al carro A? Marca la distancia alcanzada por el carro A (fig.2.31 c).



c

3. Repite el experimento de la actividad anterior, pero quita las placas de un carro A y sujeta el carro B. Libera el resorte. ¿Qué le sucede al carro A? Marca la distancia alcanzada por el carro A. ¿Qué diferencias observas entre el experimento anterior y este último? (fig. 2.31 d).



d

Fig. 2.31 a, b, c y d

En el experimento uno, el cuerpo se queda en reposo (carro A), no interactúa con otro cuerpo (fig. 2.31 a y b), pero al efectuar los otros dos experimentos (fig. 2.31 c y d) el carro A se ha movido al interactuar con el uso del resorte con otro cuerpo (carro B).

En la vida cotidiana existen disímiles ejemplos de cómo cambiar la posición de un cuerpo. Al pasar de una página a otra de un libro, al sentarse en una silla del aula o cuando se cambia de lugar un mueble de la casa, se hace necesario aplicar una **acción externa**, para cambiar la posición de los cuerpos. Esta acción no será la misma en todos los casos y es la responsable de que los cuerpos cambien su estado de movimiento, ya sea el reposo o el movimiento.

Esta acción externa sobre un cuerpo provoca que cambie su posición, su velocidad, su estado de reposo y hasta logre variar la dirección y el sentido de su movimiento, por lo que constituye uno de los factores que influyen en las características del movimiento.



Saber más

Cuando se realiza un lanzamiento en un juego de béisbol, la forma en que el pitcher agarra la pelota es diferente, en dependencia del tipo de movimiento que quiere lograr, una recta, curva, o un tenedor. En las características del movimiento también influyen otras acciones externas que dependen de sus propiedades (ejemplo el viento). De estas dependerán la mayor o menor facilidad con que la pelota modifique su estado mecánico de reposo o de movimiento.

Los resultados obtenidos en los dos últimos experimentos (fig. 2.31 b y fig. 2.31 c) no son iguales; aunque actúa el mismo cuerpo B y este aplica sobre los cuerpos A la misma interacción, el carro A de la figura 2.31 b tiene mayor masa que el carro A de la figura 2.31 c y puedes observar que, después de la interacción, recorre mayor distancia el de menor masa (fig. 2.31 c), moviéndose con mayor velocidad después de la interacción. Por lo que el otro factor parece estar relacionado con las **características del propio cuerpo**, en este caso su mayor o menor resistencia a cambiar su estado de movimiento o reposo.

En las características del movimiento de un cuerpo influyen dos tipos de factores. En primer lugar, cierta acción externa sobre él y en segundo lugar las características del propio cuerpo, en este caso la masa. De estas parece depender la mayor o menor facilidad con que el cuerpo modifica su estado de reposo o de movimiento.



Reflexiona

¿Por qué es importante el estudio de los factores que determinan las características del movimiento mecánico de los cuerpos y con qué están relacionados estos factores?

La curiosidad y el permanente afán de los seres humanos por conocer cada vez mejor el mundo en que viven y la necesidad de transformar determinados sistemas y controlar ciertos cambios, para diseñar y crear sistemas y transformaciones con características deseadas, ha hecho que el hombre investigue los factores que determinan las características del movimiento mecánico. Esto les permite saber si este movimiento va a realizarse con un valor de velocidad constante o variable, tanto en valor como en dirección y sentido, así como si la trayectoria que va a seguir el cuerpo en este movimiento es una línea recta o curva y en el caso de que sea curva, qué tipo de curva es.

Actividad

1. Realiza en tu libreta un cuadro resume con los factores que influyen en las características del movimiento mecánico. Analiza con tu profesor la reflexión inicial de este epígrafe, ¿a qué conclusión arribaste?



Física en acción

Al realizar alguna de las labores de tu hogar: limpiar, lavar, botar la basura, mover algún mueble, poner la mesa; reflexiona en relación a las características propias que tienen los cuerpos con los que interactuaste y cuáles fueron las acciones externas que efectuaste en cada caso.

Tareas

1. Reflexiona y elabora un resumen de la importancia que tiene el estudio de los factores que determinan las características del movimiento mecánico.
2. Toda acción externa sobre un cuerpo provoca algún cambio en él, por pequeño que sea, sin embargo, no siempre este cambio consiste

en sacar el cuerpo del reposo o modificar su movimiento. Menciona ejemplos que ilustren lo anterior.

3. Apoyándote en el análisis de actividades experimentales sencillas, intenta demostrar que las características del movimiento de un cuerpo dependen de los dos factores estudiados en este epígrafe.

2.3.1 Fuerza. Medición de fuerzas

Uno de los factores que caracteriza el movimiento de un cuerpo es cierta acción externa sobre él.



Reflexiona

Las personas perciben muchas veces sensaciones intensas, por ejemplo, cuando se lanzan de grandes alturas, se trasladan en una moto, montan a caballo o en los aparatos de un parque de diversiones como la montaña rusa. ¿Cuál será la causa que provocan estas sensaciones debido a la aceleración que experimenta el cuerpo, en ocasiones muy brusca, con los cuales hay que tener cuidado por sus efectos desastrosos?

Las situaciones mencionadas anteriormente pueden ser experiencias únicas, pero tienen en común el hecho de que son el resultado de los efectos que produce una acción externa.

Cuando se quiere batear una pelota, patear un balón de fútbol, derribar bolos, levantar pesas, lanzar jabalinas o martillos, usualmente decimos que los atletas tienen que hacer fuerza para lograrlo. Esta llamada fuerza la relacionamos intuitivamente con el esfuerzo físico que hay que realizar para llevar a cabo estas acciones anteriores, ¿pero será realmente así? Analicemos la actividad experimental siguiente.

Experimenta y aprende

Un estudiante empuja un carro de mecánica y trata que este se traslade hasta el final del aula o de un extremo a otro de la mesa. Otros estudiantes intentarán:

- a) Frenarlo. b) Aceleralo. c) Cambiar la dirección del movimiento.

¿Qué han tenido que hacer en cada caso? En todos los casos se ha realizado una acción externa, para lograr que el carro de mecánica frene, se acelere, o cambie su dirección, se ha aplicado una **fuerza**.

Luego, cuando está en reposo el carro de mecánica y se le acerca un imán, sin tocarlo, se logra que se mueva. ¿Qué ocurre en este caso?

Para la ciencia, fuerza es más que empujar, tirar o lanzar un cuerpo.

¿A qué se denomina fuerza?

Una primera conclusión podría estar relacionada con cualquier acción externa ejercida sobre un cuerpo capaz de variar el valor de su velocidad, la dirección y sentido de su movimiento.



Saber más

En el año 1687 el célebre físico inglés Isaac Newton publicó la obra que contiene los resultados más importantes de sus investigaciones con el título Principios matemáticos de filosofía natural (fig. 2.32). En este definió la fuerza como:

“fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar el estado del cuerpo ya sea en reposo o moviéndose uniformemente en una dirección recta”

His impressa est actio in corpus exercita, ad mutandum ejus statum vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum.

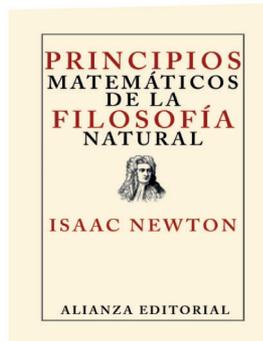


Fig. 2.32

Hoy se conoce que la fuerza no es la acción.

Denominaremos fuerza a la magnitud física que mide el grado de interacción entre los cuerpos.



Reflexiona

¿En qué se diferencian las fuerzas ejercidas sobre el carrito, en la actividad experimental?



Saber más

Las fuerzas se diferencian esencialmente atendiendo a los tipos de interacción; por ejemplo, la interacción de la Tierra con otros cuerpos no es del mismo tipo que la interacción entre imanes y el modo en que se realiza la acción. Podemos decir que se diferencian en su valor numérico, dirección y sentido; por lo que la fuerza es una magnitud física vectorial y se representa con \vec{F} . En este grado se representa solo con una F que es el valor numérico de la fuerza.

- Dirección la determina la recta en la cual se produce la interacción, es el camino que sigue un cuerpo en su movimiento (horizontal, vertical, diagonal; siempre teniendo en cuenta un cuerpo de referencia)
- Sentido es hacia donde se orienta la acción en esa dirección (adelante, atrás, derecha o izquierda, arriba o abajo).

La fuerza se mide directamente con un instrumento denominado dinamómetro (fig. 2.33). En ocasiones es necesario emplear ecuaciones para realizar la medición de manera indirecta.



Fig. 2.33 Dinamómetro

La unidad básica de fuerza en el sistema internacional de unidades, es el newton (N) en honor al destacado físico inglés Isaac Newton.

Experimenta y aprende

Realiza un estudio del dinamómetro auxiliándote de las “Reglas que se deben tener en cuenta al utilizar instrumentos de medición analógicos”, que puedes consultar en el capítulo uno.

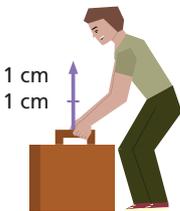
Diseña una serie de actividades experimentales que te permitan medir con este instrumento diferentes valores de fuerza, para esto utiliza los utensilios que se encuentran en el *conjunto de mecánica* del laboratorio.

Anota los valores de fuerza en una tabla.

El efecto que una fuerza provoca sobre el estado mecánico del cuerpo, depende de su valor numérico, dirección, sentido y punto de aplicación. La fuerza se representa gráficamente por un segmento de recta con una saeta en el extremo. ¿Cómo relacionar sus efectos con su representación?

El valor, lo indica la longitud del segmento según cierta escala establecida; la dirección, la revela su posición (horizontal, vertical, diagonal) y el sentido lo representa la saeta (fig. 2.34).

$F = 20 \text{ N}$
E: $1 \text{ cm} = 10 \text{ N}$



$F = 50 \text{ N}$
E: $1 \text{ cm} = 25 \text{ N}$



$F = 100 \text{ N}$
E: $1 \text{ cm} = 50 \text{ N}$



Fig. 2.34 Representación de fuerzas y su escala



Saber más

Para realizar la representación gráfica de las fuerzas, debes tener en cuenta:

- El segmento de recta se traza desde el cuerpo sobre el cual se ejerce la fuerza, en el punto de aplicación.
- Seleccionar la escala en dependencia del valor de la fuerza.
- La dirección determina hacia donde cambia la trayectoria del movimiento del cuerpo.

No puedes olvidar dibujar la saeta que indica el sentido.

Te encuentras en condiciones de responder, de conjunto con tu profesor, la reflexión del inicio del epígrafe.



Física en acción

Selecciona dos cuerpos en reposo con masas diferentes. Aplica una fuerza sobre cada uno de estos de manera que varíen su estado mecánico inicial. Representa la fuerza que aplicaste sobre cada cuerpo en tu libreta.

Tarea

1. Realiza el esquema con los valores anotados de fuerza en la segunda sección **Experimenta y aprende** de este epígrafe. Representa en cada caso la fuerza que se aplicó al cuerpo teniendo en cuenta su escala.

2.3.2 Leyes del movimiento mecánico. Primera ley del movimiento mecánico. Masa e inercia

Las ideas acerca del movimiento mecánico de los cuerpos han sufrido modificaciones a lo largo de la historia de la humanidad, siendo las más representativas, en cuanto a sus orígenes, las formuladas por Aristóteles, Galileo Galilei e Isaac Newton.

Isaac Newton resumió los descubrimientos que se habían hecho en la mecánica, entre estos los conocimientos desarrollados por Galileo Galilei y enunció las tres leyes del movimiento. Estas leyes permiten comprender los más diversos movimientos, desde el que realiza la Tierra alrededor del Sol, hasta el de un simple automóvil que se mueve por una carretera. En general, estas leyes dan la posibilidad de explicar y predecir todos los movimientos mecánicos, así como dirigirlos, controlarlos y diseñarlos con determinadas características.

Hemos aprendido que ciertas acciones externas (medidas con el uso de la fuerza) pueden variar el reposo o el movimiento de un cuerpo.



Reflexiona

Si el auto frena bruscamente, ¿podrías mantenerte en el asiento sin moverte, y no interactuar con otro cuerpo? ¿Por qué consideras que es necesario utilizar el cinturón de seguridad si vamos sentados dentro de un auto en movimiento?

CAPÍTULO 2

Analicemos el movimiento de un automóvil (fig. 2.35). En el caso a, el automóvil se mueve por el pavimento y en el caso b, está suspendido por dos cuerpos conocidos como “burros”.

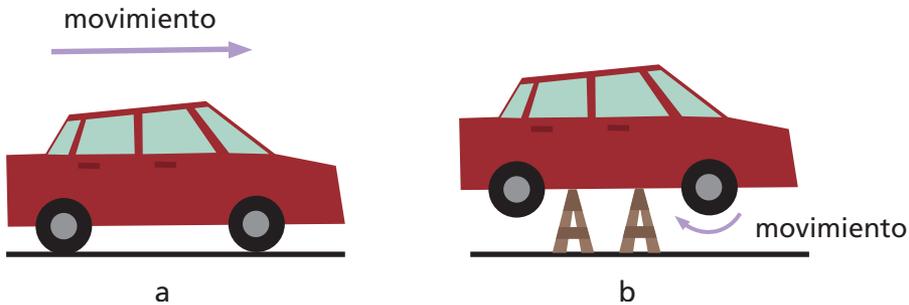


Fig. 2.35

Te puede parecer, que lo que determina que aumente el valor de la velocidad o cambie la dirección del movimiento es algo interno: el motor, el sistema de dirección (fig. 2.35 a). Basta pensar en lo que ocurre al accionar el motor y el sistema de dirección, si el medio de transporte se encuentra suspendido sobre “burros” (fig. 2.35 b), el auto no se mueve.

Realicemos una actividad experimental similar.

El módulo del laboratorio posee un **carro solar**⁸, colócalo al sol o ponle pilas. Acciona el interruptor si es necesario, hasta lograr que las ruedas comiencen a moverse.

Coloca el carro solar en el suelo, ¿se mueve?, ¿cuál es la causa? (fig. 2.36 a). Ahora coloca el carro solar encima del cuerpo de madera⁹ (fig. 2.36 b).

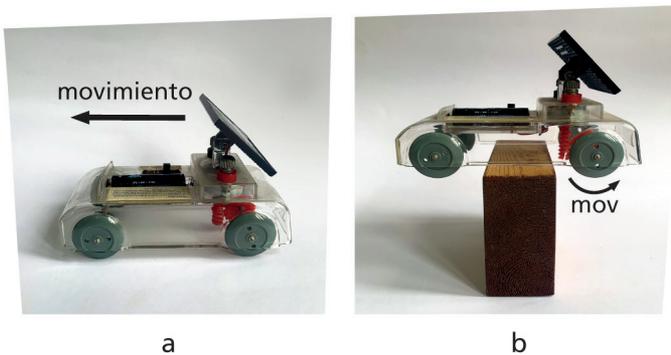


Fig. 2.36

⁸ Velocímetro: instrumento que mide el valor de la rapidez promedio de un vehículo.

⁹ Velocímetro: instrumento que mide el valor de la rapidez promedio de un vehículo.

Te debes haber percatado que tanto el automóvil, como el carrito solar cuando se encuentran encima de otros cuerpos en reposo (burros, cuerpo de madera) aunque se estén moviendo las ruedas, en los dos casos, no cambian su posición al transcurrir el tiempo, ¿a qué crees que se deba esto?

En los casos analizados es necesaria la acción del piso sobre las ruedas, para lograr ponerlo en movimiento. Al levantarlo del suelo, ambas ruedas se mueven, pero no logran ponerlo en movimiento, por no interactuar con el piso. Sin la acción del piso sobre las ruedas, los cuerpos no cambian su estado mecánico de movimiento.

Por lo que podemos llegar a la conclusión de que la acción de una fuerza (interacción), provoca un cambio en el estado mecánico del cuerpo, pero no siempre el cambio del estado mecánico de un cuerpo está determinado por una interacción.

Experimenta y aprende

1. Coloca un bloque de madera sobre una superficie irregular o rugosa, puede ser el suelo del aula, marca el punto donde lo situas. Aplícale una fuerza que logre que se mueva. ¿Qué le ocurre al transcurrir el tiempo? Marca en el suelo el punto donde se detuvo. Te has preguntado, ¿por qué frenó y no continúa moviéndose?
2. Repite la actividad experimental uno, pero ahora sobre tu mesa (más pulida), aplícale una fuerza similar a la anterior.
3. Compara las distancias recorridas por el bloque de madera, en el suelo rugoso y sobre la mesa.

En el experimento anterior empleamos superficies diferentes, en las dos actividades le aplicamos una fuerza similar al cuerpo (bloque de madera) para que se moviera, ¿en cuál de las superficies el cuerpo logró recorrer mayor distancia? Por supuesto será, en la más pulida, en este caso la mesa.

Podremos llegar a una primera conclusión, la superficie es la causante de que se detenga el cuerpo, si pudiéramos lograr una superficie perfectamente lisa el cuerpo se movería indefinidamente con un movimiento rectilíneo uniforme.

Con todo lo estudiado con anterioridad, podemos plantear que los cuerpos varían su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta solo debido a la acción de otros cuerpos, que no pueden hacerlo por sí

mismos, investigación que fue realizada por Isaac Newton, el cual enunció la primera ley del movimiento mecánico:

Ley

Todo cuerpo continúa en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en una línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas aplicadas sobre él

Esta ley es denominada Primera Ley de Newton o Ley de la inercia.

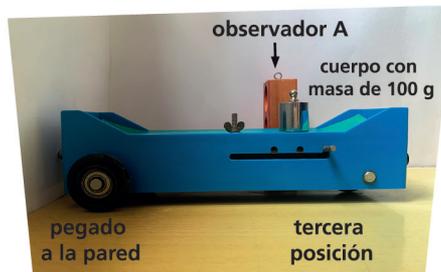


Saber más

Esta ley solo se cumple si el cuerpo de referencia está en reposo o tiene movimiento rectilíneo uniforme. Ejemplo: cuando estás en un ómnibus y este frena, cambias tu posición, pero no debido a una fuerza, en este caso el ómnibus se comporta como un cuerpo de referencia no "inercial" por lo que no se cumple la primera ley de Newton.

Experimenta y aprende

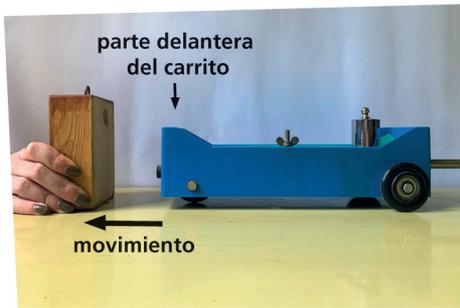
Ubica un cuerpo con una masa de 100 g encima de un carro de mecánica en la posición que se encuentra en la figura 2.37 a, y comprime el resorte hasta la tercera posición. Coloca el carro de mecánica en una mesa o en el suelo, pegado a la pared, como se observa en la figura 2.37 a. Un observador A debe colocarse frente al cuerpo con masa 100 g y otro, integrante del equipo, libera el resorte, ¿qué ocurre con la posición del cuerpo de masa de 100 g con respecto al observador A?



a

Fig. 2.37 a

Coloca un cuerpo de madera que se sostiene con la mano aproximadamente a 50 cm de la posición inicial del carro de mecánica y se ubica encima de él un cuerpo con masa 100 g como aparece en la figura 2.37 b. Se pone en movimiento el carro de mecánica de tal forma que se detenga, bruscamente, al interactuar con el cuerpo de madera (figura 2.37 c), ¿qué le ocurre a la posición del cuerpo de masa de 100 g con respecto a la parte delantera del carrito?



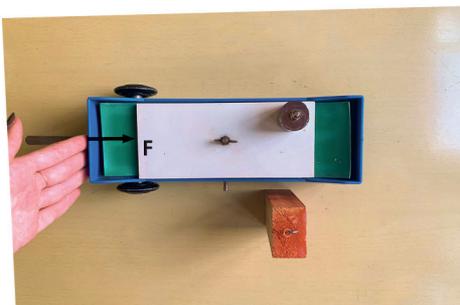
b



c

Fig. 2.37 b y c

Vuelve a colocar los dos cuerpos en la posición inicial, ubica un cuerpo de referencia frente del cuerpo de masa de 100 g que indique la posición de este (fig. 2.37 d). Aplica una fuerza sobre el carro que logre ponerlo en movimiento, de manera tal que este se mueva bruscamente (fig. 2.37 e). ¿Qué ha ocurrido con la posición del cuerpo de masa de 100 g con respecto al cuerpo de madera?



d



e

Fig. 2.37 d y e

Te puedes percatar que cuando el carro frena o se mueve bruscamente, el cuerpo con una masa de 100 g mantiene su estado de movimiento o reposo, sin que actúen fuerzas sobre él que, lo hagan cambiar su estado mecánico. Si varía el valor de la velocidad del cuerpo esto significa que ha actuado una fuerza que ha provocado este cambio.



Reflexiona

Cuando viajas en un automóvil y este:

- Comienza a moverse bruscamente.
- Frena de manera brusca.
- Se mueve por una curva.

¿Qué ocurre con nuestro cuerpo si tomamos como referencia el propio automóvil?

Todas las personas que se encuentran en el interior de un auto se desplazan hacia atrás cuando este comienza a moverse bruscamente. Si de momento frena se mueven hacia delante; y si el auto se mueve por una curva las personas se moverán en sentido contrario a esta, por ejemplo, si la curva es hacia la derecha nuestro movimiento es hacia la izquierda.

Observa lo que ocurre con la piedra en la figura 2.38. La piedra que se encontraba dentro del contenedor de un camión se desplazó hacia delante, cuando el camión frenó de manera brusca; la piedra mantuvo su estado de movimiento y solo frenó cuando la cabina aplicó una fuerza sobre esta que hizo que se detuviera.



Fig. 2.38

Las fuerzas que actúan sobre un automóvil pueden lograr que este acelere, frene o doble en una curva, sin embargo, estas fuerzas no se ejercen sobre los pasajeros. Los pasajeros conservan la velocidad que tenían (en valor, dirección y sentido). A este fenómeno se le llama **inercia**.

El fenómeno por el cual los cuerpos conservan su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, cuando las fuerzas que actúan sobre estos estén compensadas, recibe el nombre de inercia.

Experimenta y aprende

Diseña una actividad experimental donde demuestres la relación entre la masa del cuerpo y la oposición a cambiar su estado de movimiento, puedes utilizar los carros de mecánica.

Debate con tu profesor las posibles actividades a realizar y sus resultados, así como ejemplos conocidos por ti, donde se manifieste la relación entre la masa del cuerpo y la oposición a cambiar su estado de movimiento. Numerosos son los ejemplos que nos permiten llegar a la conclusión siguiente:

Todo cuerpo tiene la propiedad de oponerse a cambiar su estado de movimiento. Esta propiedad da lugar a una magnitud física, masa (en este caso masa inercial) y su unidad de medida en el sistema internacional de unidades es el kilogramo (kg) y podemos medirla directamente con una balanza.

Mientras mayor sea la oposición al cambio mayor será la masa inercial del cuerpo.



Fig. 2.39 Fenómeno de la inercia

CAPÍTULO 2

Un cuerpo de gran masa como es el caso de un tren, presenta una oposición al cambio de estado de movimiento notable (fig. 2.40).



Fig. 2.40 Tren bala en Japón, alcanza velocidades máximas de 320 km/h



¿Sabías que...?

El uso del cinturón de seguridad disminuye, en los accidentes de tránsito, entre un 40 % y un 50 % el riesgo de muerte de los ocupantes delanteros de un vehículo, y entre un 25 % y un 75 % el de los pasajeros de los asientos traseros (fig. 2.41).



Fig. 2.41 El cinturón de seguridad disminuye los efectos que provoca los accidentes de tránsito

Cuando nos movemos en un automóvil y se detiene repentinamente, parece que una fuerza nos empuja hacia adelante (fig. 2.41 c y d). Sin embargo, tal fuerza no existe realmente: al detenerse el vehículo, nos seguimos moviendo hacia adelante como consecuencia de la inercia.



Física en acción

Coloca en un extremo de la mesa de tu casa una hoja de papel, de manera que sobresalga una parte del borde de la mesa. Encima de la hoja sitúa una moneda. Tira bruscamente del papel. Describe lo ocurrido con la moneda ¿Cuál consideras sea la causa de lo observado en este experimento?

Tareas

1. ¿Por qué resulta imposible detener instantáneamente un tren, un auto, u otro medio de transporte en movimiento?
2. ¿Por qué cuando vamos en un ómnibus y este frena bruscamente nos vamos hacia adelante?

2.3.3 Segunda ley del movimiento mecánico

Para lograr diseñar y construir medios de transporte que se utilicen en competencias, es necesario tener en cuenta diferentes factores. En muchas ocasiones reducen la masa al mínimo y utilizan el motor más potente posible, logran así mayor desempeño y se mueve con mayor aceleración.



Reflexiona

¿Cómo influirán estos factores en el movimiento mecánico de estos cuerpos?
¿Qué relación existe entre las fuerzas que se ejercen sobre un cuerpo y el cambio de su velocidad?

Analizamos la actividad experimental siguiente:

Experimenta y aprende

Tenemos dos carros de mecánica de diferentes masas $m_A > m_B$, a los dos carros se le comprime el resorte en su máxima posición ($F_A = F_B$) y se colocan frente a la pared, como muestra la figura 2.42 a.

Libera los resortes (fig.2.42 b), ¿qué cambios experimenta la posición de cada uno de los carros, con respecto a la pared? ¿A qué se deben las diferencias en sus movimientos?

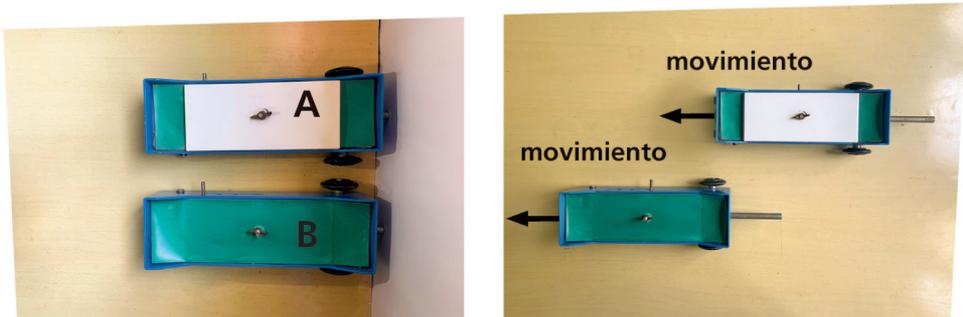


Fig. 2.42

Utiliza dos carros del conjunto de mecánica, diseña y realiza un experimento para determinar la relación entre la fuerza aplicada al carro y la rapidez del movimiento de este (fig. 2.43). Realiza un análisis similar a la actividad experimental anterior y llega a conclusiones.

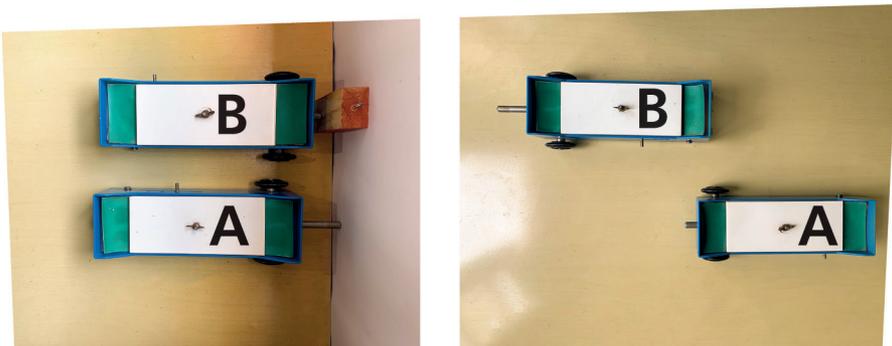


Fig. 2.43

Por la experiencia cotidiana creemos que para poner en movimiento un cuerpo, cambiar la dirección de su movimiento, o detenerlo, se requiere ejercer una fuerza, que es tanto mayor cuanto mayor sea su masa (fig. 2.44). Como ya conocemos esto no es realmente así, la masa solamente determina en qué medida el cuerpo se opone a cambiar su estado mecánico ante una interacción, en comparación con otros cuerpos, pero no determina que altere su estado de reposo relativo o no en dependencia de la fuerza aplicada sobre el cuerpo.

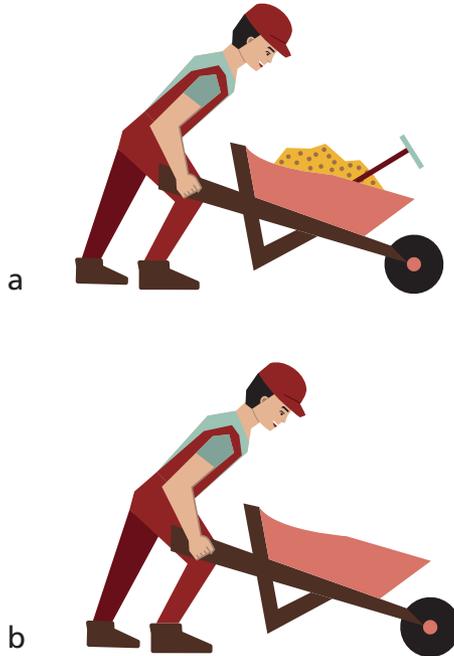


Fig. 2.44 Carretilla que se mueve bajo la acción de una fuerza cuando está llena y cuando está vacía

Del análisis de las actividades experimentales realizadas para el caso particular de que la masa del cuerpo sea la misma (permanezca constante), pueden plantear que la aceleración que experimenta un cuerpo, es decir el cambio de su estado de movimiento, es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Podemos plantear con todo lo estudiado con anterioridad que la Segunda Ley del Movimiento mecánico, expresada por Newton en la obra ya mencionada, Principios Matemáticos de la Filosofía Natural, en la actualidad se puede expresar de la forma siguiente:

Ley

La fuerza aplicada sobre un cuerpo es directamente proporcional al producto de su masa por su aceleración.



Saber más

En grados posteriores esta ley se estudiará con la ecuación $\vec{F}_R = m\vec{a}$, en este grado solo abordaremos la ley de forma cualitativa.

Podemos plantear con todo lo estudiado con anterioridad que:

- ▶ ***La fuerza determina la dirección, el sentido y la rapidez del cambio del movimiento o reposo relativo del cuerpo.***
- ▶ ***La masa inercial de un cuerpo determina la mayor o menor oposición a cambiar su estado de movimiento bajo la acción de una fuerza.***
- ▶ ***La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional al valor de la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.***



¡Atención!

Los objetos de grandes dimensiones no necesariamente tienen mayor masa. Un ejemplo sería una pelota de playa grande y una la pelota de béisbol, ambas con nueve onzas aproximadamente de masa, pero sus volúmenes son muy diferentes (fig. 2.45 a).

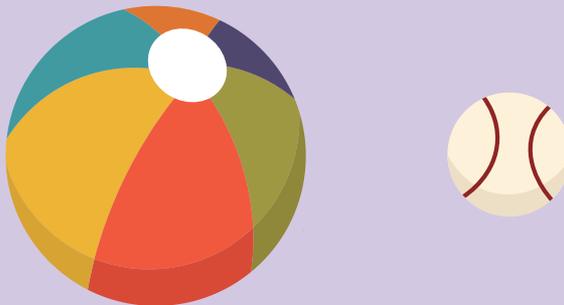


Fig. 2.45 a) Pelota de playa grande y la pelota de béisbol ambas con una masa aproximada de 9 oz

Veamos otro ejemplo.

El volumen de un cuerpo no necesariamente es representativo de su masa, dos cuerpos de igual volumen pueden tener diferente masa (fig. 2.45 b).

La fuerza necesaria para cambiar más o menos la rapidez de su velocidad depende de la masa de la carga transportada

$$\text{masa algodón} < \text{masa plomo}$$

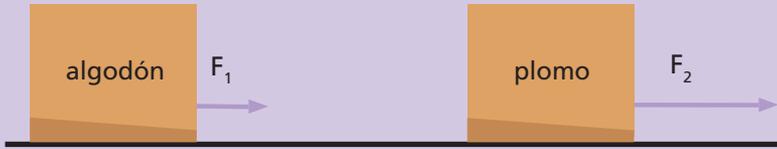


Fig. 2.45 b) cuerpos de igual volumen y diferente masa



Conéctate con la historia

Cuenta la leyenda que Galileo Galilei demostró, que la velocidad de caída de los cuerpos es independiente de su masa, haciendo caer dos esferas de igual radio, pero de diferentes masas desde lo alto de la torre de Pisa. Para asombro de una gran multitud que observaba el experimento los dos cuerpos llegaron a la tierra al mismo tiempo. A pesar del éxito de la experiencia, el conjunto de la comunidad científica de la época no la tuvo en consideración. Sesenta años después se inventó la bomba de vacío, por lo que la experiencia se pudo realizar donde se demostró que, en el vacío, una piedra y una pluma de ave caen a igual velocidad. Experimento que pueden hacer en clases con el profesor (fig. 2.46)

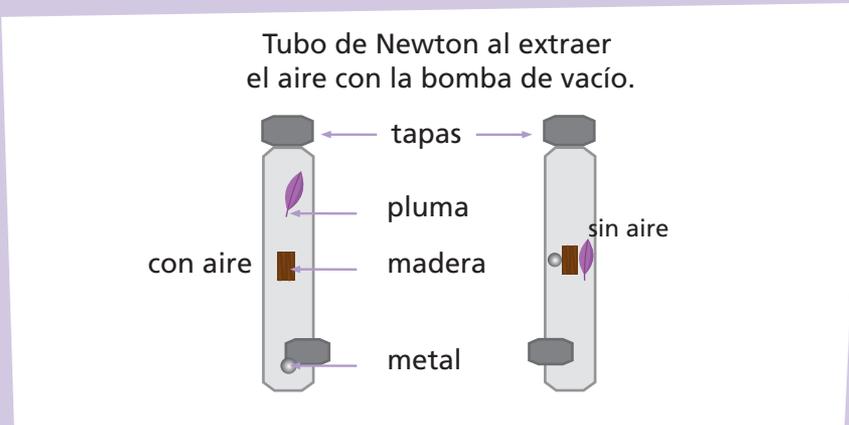


Fig. 2.46

► Tipos de fuerzas

Al dejar caer cualquier cuerpo desde una altura o al saltar de manera vertical, entre otras acciones de la vida cotidiana, se observa que los cuerpos que caen libremente lo hacen describiendo una trayectoria recta hacia la Tierra.



Reflexiona

Analiza las situaciones siguientes y responde si se ejercerá alguna fuerza sobre una piedra que (fig. 2.47):

- Cae desde cierta altura.
- Se ha lanzado verticalmente hacia arriba y está ascendiendo.
- Se ha lanzado horizontalmente y describe una curva hacia abajo.

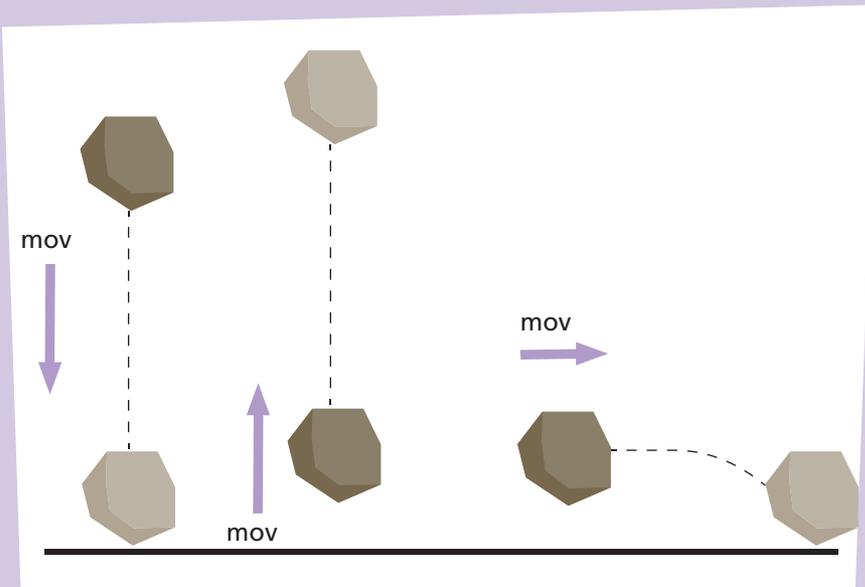


Fig. 2.47 Trayectoria de la piedra

Es fácil comprobar que los cuerpos caen libremente sin necesidad de empujarlos o que podemos lanzar un cuerpo hacia arriba, aunque inevitablemente, al llegar a una determinada altura, comenzará a caer.

En grados anteriores aprendiste que la Tierra ejerce sobre todos los cuerpos que se encuentran en sus proximidades, una fuerza de atracción que recibe el nombre de fuerza de gravedad. Este fenómeno te permite afirmar que todos los cuerpos en cualquier parte de nuestro planeta están siendo atraídos hacia la Tierra (fig. 2.48).

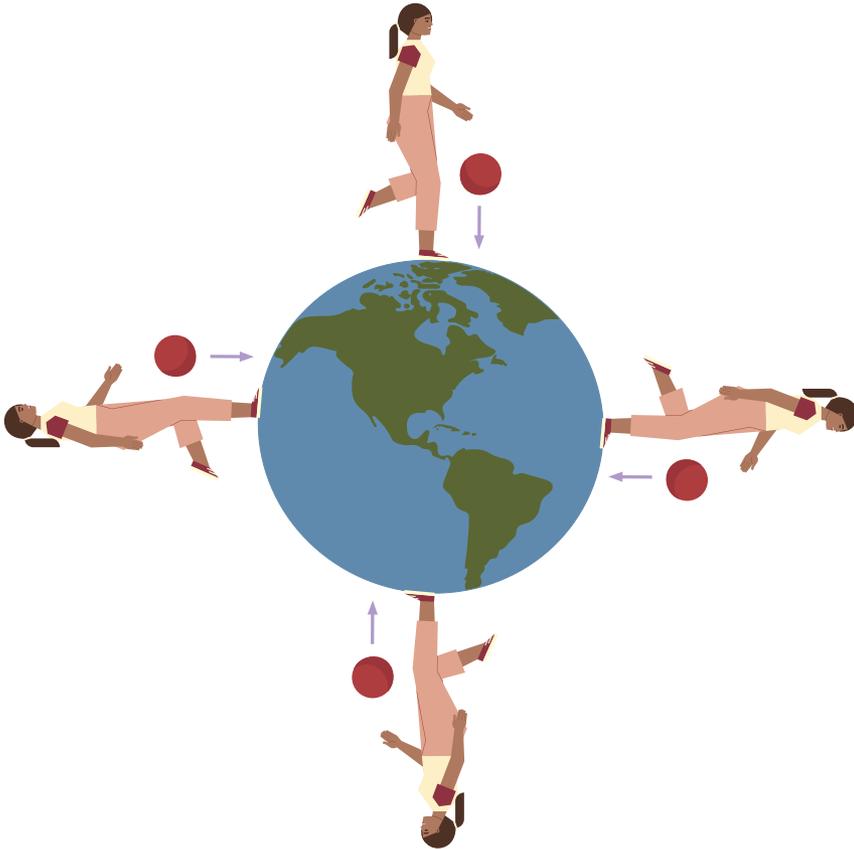


Fig. 2.48 Los cuerpos en cualquier parte de nuestro planeta están siendo atraídos hacia la Tierra

A la fuerza que ejerce la Tierra sobre todos los cuerpos del Universo se le denomina fuerza de gravedad, la cual actúa aun cuando estén separados de esta, la interacción se produce sin que los cuerpos estén en contacto.

También conoces que los cuerpos con menor masa se pueden levantar con mayor facilidad que los que tienen mayor masa (fig. 2.49).

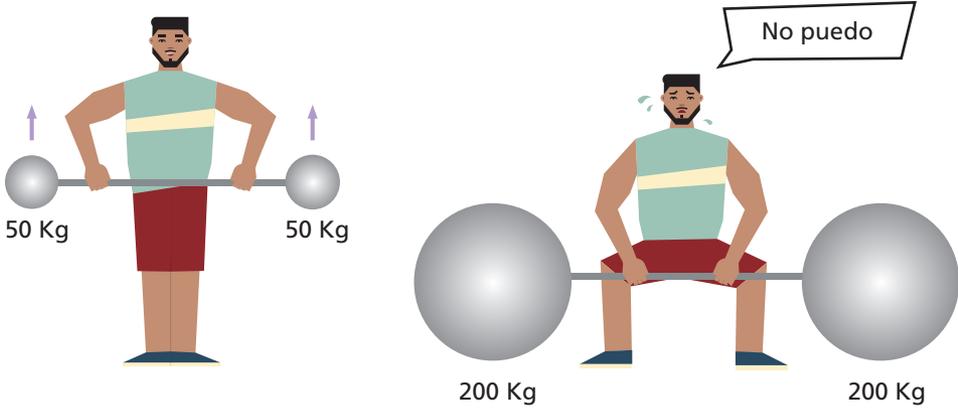


Fig. 2.49



Reflexiona

¿Qué relación existe entre la fuerza de gravedad que actúa sobre un cuerpo y la masa de este?

Experimenta y aprende

Selecciona del módulo de tu laboratorio de física, los instrumentos y materiales siguientes (fig. 2.50):



Fig. 2.50

Efectúa las mediciones de la masa (fig. 2.51) y la fuerza de gravedad (fig. 2.52) en cada caso, y completa la tabla 2.11.

Tabla 2.11

Cuerpo	1	1+2	1+2+3	1+2+3+4
F_g (N)				
Masa (kg)				



Fig. 2.51



Fig. 2.52

Recuerda tener en cuenta siempre el análisis de las fuentes de incertidumbre de las mediciones realizadas.

¿Existe alguna relación entre las magnitudes medidas? Te sugiero emplear la relación F_g/m .

Construye una gráfica con los datos recopilados en la tabla 2.11.



CAPÍTULO 2

Esta actividad experimental te permite obtener una relación entre la masa del cuerpo y la fuerza de gravedad que actúa sobre este en un punto dado del planeta, que para todos los cuerpos su valor es aproximadamente 9,8 N/kg. Este valor se denomina **intensidad de la gravedad** en ese punto.

La relación obtenida se representa por la ecuación siguiente:

$$F_g = m \cdot g$$

Donde la fuerza de gravedad se simboliza como F_g , la masa del cuerpo con la letra m , y la intensidad de la gravedad en ese punto con la letra g y su unidad en el sistema internacional es newton por kilogramo (N/kg).

A diferencia de la masa inercial a esta masa la llamaremos **masa gravitatoria**, porque sirve de medida de la interacción de los cuerpos con la tierra y de los planetas entre sí que interactúan con fuerza proporcionales a los valores de esta masa.

Si analizas las relaciones de proporcionalidad entre las magnitudes que se representan en esta ecuación, puedes percartarte que la fuerza de gravedad es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la intensidad de la gravedad del planeta (tabla 2.12).

Tabla 2.12 Valores aproximados de masa e intensidad de la gravedad de cuerpos del Sistema Solar

Cuerpos celestes	Masa (kg)	Intensidad gravitatoria (N/kg)
Mercurio	$3,302 \times 10^{23}$	2,8
Venus	$48,69 \times 10^{23}$	8,9
Tierra	$59,722 \times 10^{23}$	9,8
Luna	$0,7349 \times 10^{23}$	1,6
Marte	$6,4185 \times 10^{23}$	3,7
Júpiter	$18\,990 \times 10^{23}$	24,8
Saturno	$5\,688 \times 10^{23}$	10,4
Urano	$868,6 \times 10^{23}$	8,7
Neptuno	$1\,024 \times 10^{23}$	11,2

La intensidad de la gravedad (g) de los planetas depende fundamentalmente de su masa y de la distancia en que se encuentre el lugar donde se midió hasta su centro, por lo general, el valor que aparece en las tablas es el medido en el ecuador.

A medida que nos alejamos del centro de la Tierra, la intensidad de la gravedad es menor. Por ejemplo, es menor en la cima de la montaña que en el fondo del mar (fig. 2.53 a) y es mayor en los polos que en el ecuador (fig. 2.53 b).

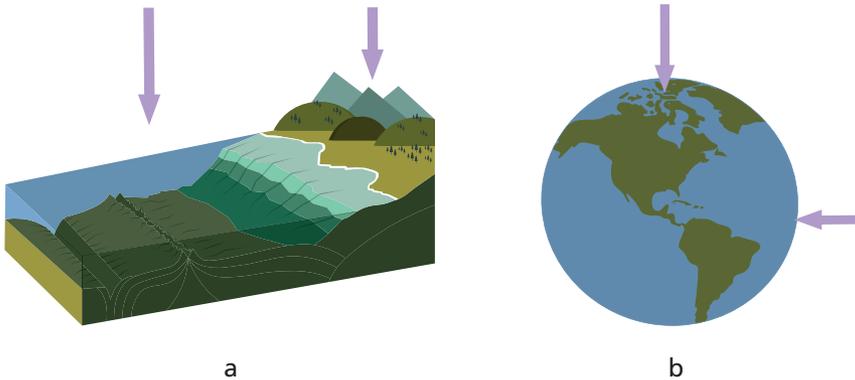


Fig. 2.53 La intensidad de la gravedad es menor en la cima de la montaña que en el fondo del mar y es mayor en los polos que en el ecuador.



Conéctate con la historia

Uno de los más notables físicos cubanos de todos los tiempos, Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas y en Ciencias Físico-Químicas, Manuel Francisco Gran Guilledo (1893-1962), determinó con adecuada precisión el valor de la intensidad de la gravedad terrestre de 9,78 N/kg en La Habana en la colina Universitaria.

Dictó varias conferencias memorables, entre la que se destaca "Félix Varela y la ciencia" (1945). Al triunfo de la Revolución Cubana en 1959 se convirtió en el primer embajador de Cuba en Francia.

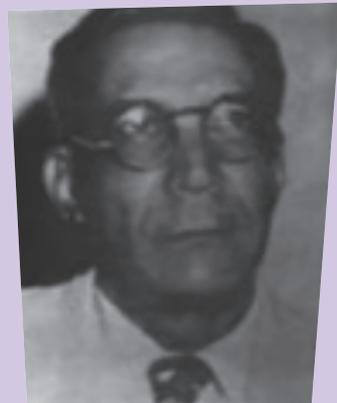


Fig. 2.54

Ejercicio resuelto

1. ¿Qué valor tiene la fuerza de gravedad que actúa sobre tu libro de Física que tiene una masa aproximada de 0,6 kg?

Para determinar el valor de la fuerza de gravedad se realiza una medición indirecta.

Cuando analizas detenidamente la situación te percatas que debes calcular la fuerza de gravedad (F_g) luego puedes apoyarte en la ecuación:

$$F_g = m \cdot g$$

De la lectura realizada identificas que la masa es de 0,6 kg y conocemos que el valor de la intensidad de la gravedad en la Tierra es una constante que se encuentra en la tabla 2.12, su valor es 9,8 N/kg. Estos datos te permiten utilizar la ecuación y calcular la fuerza de gravedad (F_g).

Datos

$$m = 0,6 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ N/kg}$$

$$F_g - ?$$

Ecuación

$$F_g = m \cdot g \text{ (se sustituyen los valores de las magnitudes que nos aporta la situación)}$$

$$F_g = 0,60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \text{ (se realiza el análisis de las unidades)}$$

$$F_g = 5,88 \text{ N} \text{ (se redondea el resultado final)}$$

$$F_g \approx 5,9 \text{ N}$$

Respuesta: La fuerza de gravedad que actúa sobre el libro de texto de Física es de 5,9 N.



Reflexiona

En algunos parques de diversiones existen camas elásticas como la que muestra la figura 2.55, sobre las cuales ustedes pueden haber saltado. Describe, ¿cómo es el movimiento de tu cuerpo al saltar sobre este tipo de cama?

El conocimiento de las características de las fuerzas de naturaleza elástica te permitirá explicar varios hechos de la vida cotidiana entre los que se encuentran: el principio de funcionamiento de múltiples dispositivos donde

se utilizan resortes y bandas elásticas, por ejemplo, en algunos relojes, juguetes de cuerda antiguos, implementos deportivos como los arcos y la garrucha; hasta en algunos instrumentos de medición como el dinamómetro.



Fig. 2.55

Fuerza elástica: Es la fuerza que surge en un medio elástico deformado, que cesa cuando el medio recupera su forma original y que tiene sentido opuesto a la deformación.

Aunque la elasticidad es propia de todos los cuerpos, en algunos la acción de esta fuerza es más evidente. Conoces mucho de tales cuerpos como son: los resortes (muelles) (fig.2.56), las bandas de goma, las pértigas, los músculos y tendones del cuerpo humano.

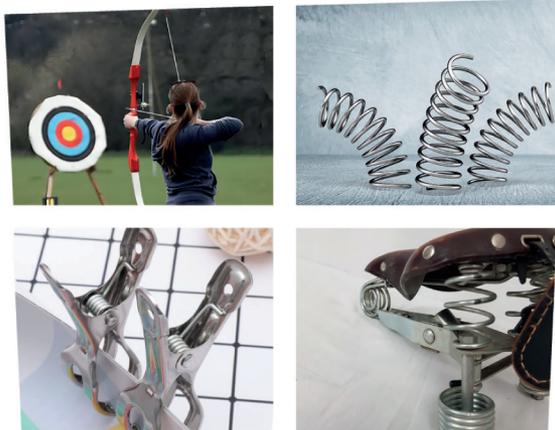


Fig. 2.56 Cuerpos con elasticidad evidente

En la figura 2.57 se puede observar que cuando se coloca un cuerpo que cuelga de un resorte que se encuentra fijo por uno de sus extremos bajo la acción de la fuerza de gravedad, el resorte se estira y finalmente se detiene.

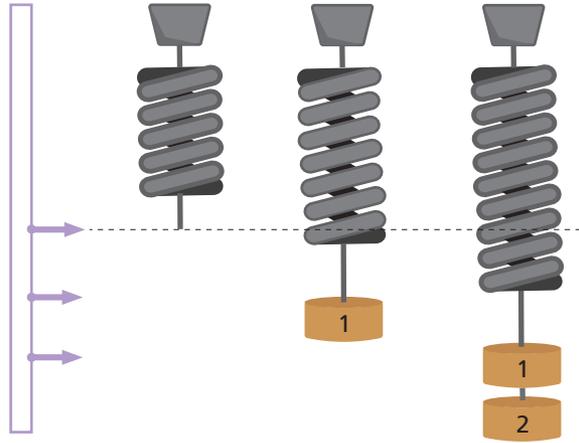


Fig. 2.57 Comportamiento de un resorte fijo por uno de sus extremos al aumentar la masa de los cuerpos que cuelgan de él

Los cuerpos tanto apoyados en una superficie como suspendidos en un resorte sufren una deformación, al igual que en la superficie de apoyo y la suspensión. Por ejemplo, cuando un cuerpo está apoyado sobre una regla plástica o una tabla los dos se deforman, aunque en ocasiones no es perceptible (fig. 2.58).

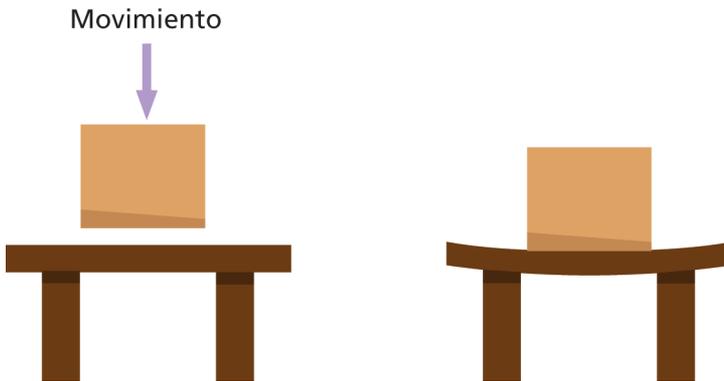


Fig. 2.58

Al detenerse el cuerpo suspendido de un resorte (ver fig. 2.57) o en el caso del cuerpo apoyado sobre una superficie horizontal (ver fig. 2.58) el valor de la fuerza elástica es igual al valor de la fuerza de gravedad que actúa sobre el cuerpo. Al comprimir, estirar, torcer o flexionar un cuerpo, le provoca deformaciones, si estas no son muy grandes, surgen fuerzas que obligan a los cuerpos a recuperar su forma original, llamadas fuerzas elásticas.

La fuerza elástica se caracteriza por tener sentido opuesto a la deformación. Podemos alcanzar un gran salto si se utiliza una cama elástica cuando logramos que su superficie se deforme más. La fuerza elástica que se ejerce sobre el saltador será tanto mayor mientras mayor es su deformación, esta fuerza actúa mientras la superficie está deformada, cuando la cama recupera su forma inicial cesa la fuerza elástica.



Conéctate con la historia

Robert Hooke (fig. 2.59) fue un científico inglés del siglo XVII, conocido por sus estudios sobre la elasticidad de los cuerpos, enuncia la llamada ley de Hooke. Entre otros aportes se encuentra el desarrollo de la bomba de aire (como la que tienes en tu laboratorio) junto a su compatriota Robert Boyle, y el análisis de la naturaleza de la combustión. Fue pionero en emplear el resorte espiral para la regulación de los relojes mecánicos de la época y desarrolló mejoras en los de péndulo. También realizó importantes descubrimientos en otras esferas como el de las células vegetales.



Fig. 2.59 Robert Hooke

El funcionamiento del dinamómetro se basa en la fuerza elástica ejercida por un resorte que aumenta o disminuye tantas veces como aumenta o disminuye la deformación.



Reflexiona

Es común usar los términos masa y peso indistintamente en la conversación cotidiana como sinónimos. ¿Consideras que son magnitudes iguales o equivalentes?

Conoces la masa gravitatoria *como medida de la interacción gravitacional y su unidad de medida en el sistema internacional es el kilogramo (kg)*. Por otro lado, el peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre su apoyo o sostén.

El peso de un cuerpo es la fuerza con la que este actúa sobre su apoyo o sostén, como consecuencia de la fuerza de gravedad que sobre él actúa.

Un objeto puede pesar más o menos independientemente de su masa.

En el caso que el cuerpo permanece en reposo apoyado en una superficie horizontal o cuelga verticalmente de un soporte, su peso coincide con el valor de la fuerza de gravedad (fig. 2.60). En estos casos:

$$F_g = P = m \cdot g$$

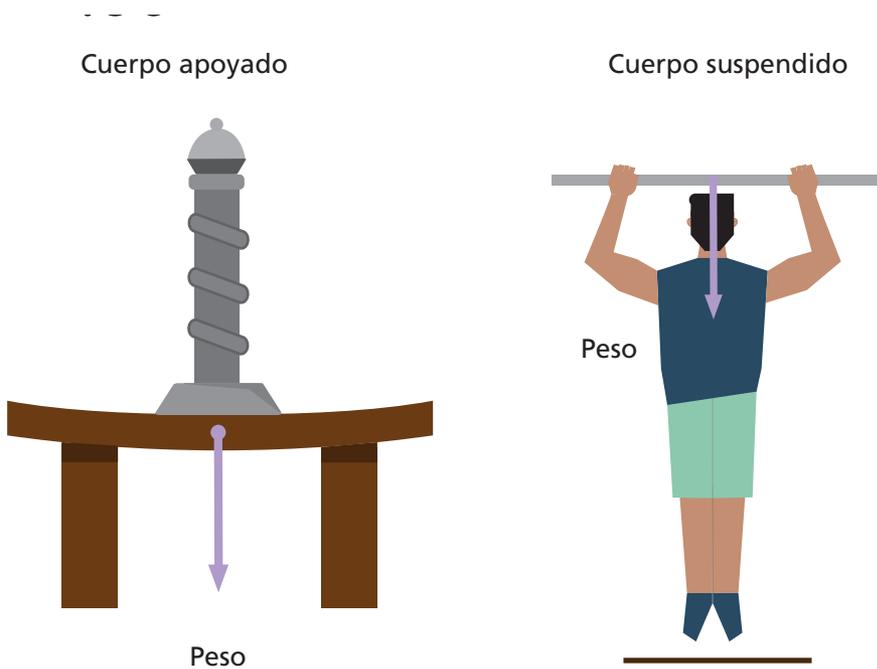


Fig. 2.60 Representación de fuerza (peso) en los casos en el que el peso coincide con el valor de la fuerza de gravedad. a) cuerpo que permanece en reposo apoyado en una superficie horizontal; b) cuerpo suspendido verticalmente de un soporte

El peso del cuerpo está relacionado con la fuerza de gravedad, pero estas magnitudes no son iguales. Observa en la figura 2.61, cómo se representan estas fuerzas.

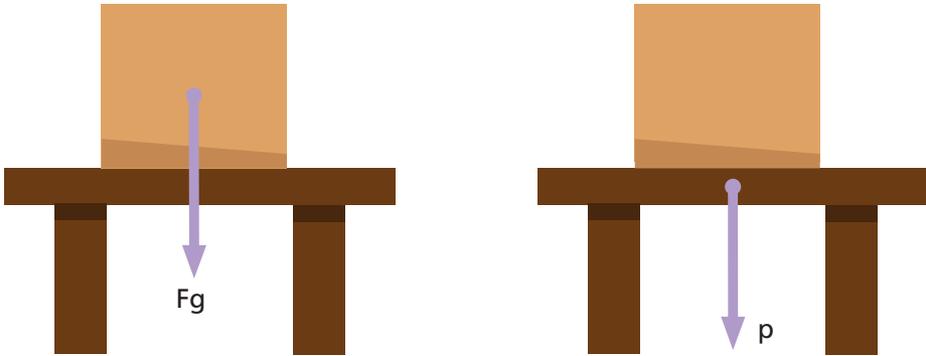


Fig. 2.61 La fuerza de gravedad actúa sobre el propio cuerpo, mientras que el peso actúa sobre el apoyo o la suspensión P



¡Atención!

El peso y la fuerza de gravedad son dos fuerzas diferentes.

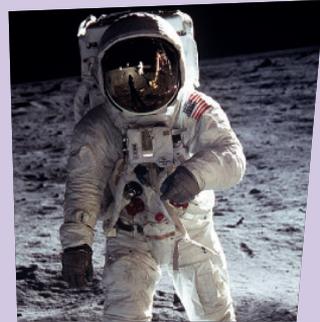


Saber más

Cuando un astronauta se encuentra en reposo sobre la superficie de la Luna (fig. 2.62), su masa es la misma que en la Tierra, pero su peso se reduce a la sexta parte de lo que pesaba en la Tierra ya que la intensidad de la gravedad es seis veces menor, siendo:

$$P_{luna} = m \cdot g_{luna}$$

Fig. 2.62



Actividad

1. Representa mediante un dibujo esquemático las situaciones iniciales de este epígrafe y la fuerza ejercida sobre la piedra (ver fig. 2.47). ¿Qué cuerpo origina dicha fuerza?

Conoces que al aplicar una fuerza sobre un bloque de madera y lograr que se mueva libremente por una superficie, la causa de que se detenga el cuerpo es la propia superficie. Mientras más rugosa es la superficie más rápido se detiene el cuerpo, si se pudiera lograr una superficie perfectamente lisa el cuerpo se movería indefinidamente con un movimiento rectilíneo uniforme. Existen superficies que se oponen más que otras a que los cuerpos se deslicen por estas.

A la fuerza que surge al poner en contacto las superficies de dos cuerpos y que se opone al movimiento relativo de estas superficies de contacto, la llamamos fuerza de rozamiento o de fricción (F_r).

La fuerza de rozamiento o de fricción, aparece entre dos cuerpos en contacto. Cuando un bloque se mueve o tiende a moverse con relación a la superficie de apoyo, siempre en estos casos la fuerza de rozamiento actúa contraria al sentido del movimiento. Esta fuerza depende de los materiales en contacto, la calidad de sus superficies y de la fuerza que ejerce la superficie de apoyo sobre el cuerpo.

La causa de la aparición de la fuerza de rozamiento es la existencia de la rugosidad en las superficies de contacto. Para determinar la fuerza de rozamiento de un bloque de madera sobre la superficie de una mesa o sobre una tabla de madera, se utiliza un dinamómetro y se intenta mover el bloque con movimiento rectilíneo uniforme, como se observa en la figura 2.63.

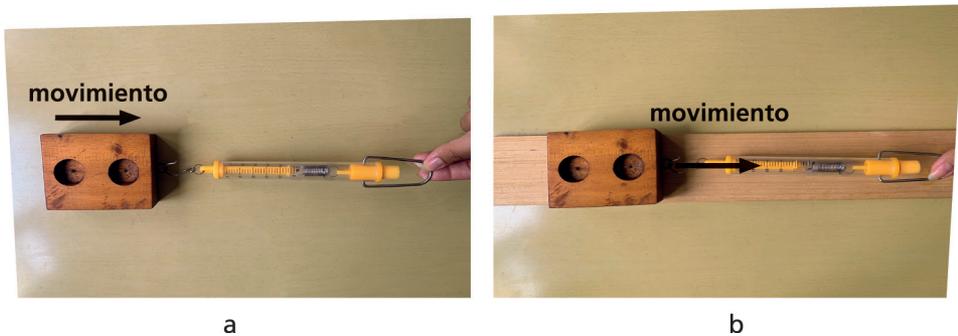


Fig. 2.63 Bloque de madera que se mueve al aplicar una fuerza con el dinamómetro por superficies con diferentes características

Investiga

Realiza un resumen de los efectos negativos y positivos de la fuerza de rozamiento, en la tecnología y en la vida cotidiana.

Cuando se mueve el bloque de madera al aplicar una fuerza con el dinamómetro el muelle de este se deforma y aparece una fuerza elástica (sobre el resorte), que, al mover el cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme, el valor de la fuerza aplicada con el dinamómetro y la fuerza elástica se igualan al de la fuerza de rozamiento. Tiene igual módulo y dirección, pero el sentido será contrario. Comprobarás con la lectura del dinamómetro que hay mayor fuerza de rozamiento entre el cuerpo y la superficie al moverlo sobre la tabla de madera porque es más rugosa.

Si repetimos la actividad experimental anterior, pero aumentamos la masa del cuerpo, aumentará el peso (que no es más que la fuerza con la que el cuerpo comprime la superficie) (fig. 2.64), observarás al realizar la lectura del dinamómetro que aumenta la fuerza de rozamiento. Mientras mayor es la fuerza con que el cuerpo comprime la superficie, mayor será la fuerza de rozamiento que surge.

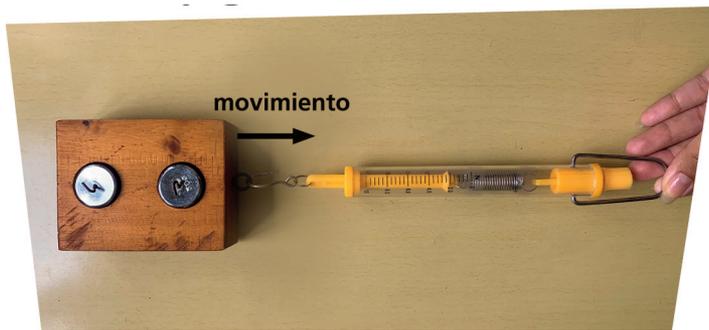


Fig. 2.64 Mientras mayor es la masa del cuerpo, la fuerza con que el cuerpo comprime la superficie es mayor y aumenta la fuerza de rozamiento.

Saber más

La fuerza de rozamiento es, en parte, la responsable de que se requiera invertir energía para mantener el movimiento de los medios de transporte terrestre y de otros mecanismos. Así, en un automóvil se emplea alrededor del 20 % del combustible para contrarrestar el efecto de las fuerzas de fricción. Al propio tiempo, lo que no deja de ser paradójico, sin la existencia de la fuerza de rozamiento no podrían desplazarse la mayoría de los medios de transporte terrestre y ni siquiera sería posible caminar, también encontraríamos serias dificultades para coger y manipular los objetos con las manos.

► Resultante de fuerzas

Hemos aprendido que la acción de una fuerza (interacción), provoca un cambio en el estado mecánico del cuerpo. Pero sabemos bien que con frecuencia se ejerce determinada fuerza sobre un cuerpo y, no obstante, permanece en reposo, o en movimiento con valor de velocidad prácticamente constante.



Reflexiona

¿Consideras que sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas y no moverse?

En la vida diaria existen situaciones donde se pone de manifiesto lo mencionado anteriormente. ¿Cómo explicaríamos estas situaciones? Apoyémosnos en esquemas.

Por ejemplo, analicemos el caso de cuando intentamos mover un estante lleno de libros y no lo logramos (fig. 2.65). Esto ocurre porque además de la fuerza aplicada para intentar mover el estante existe otra fuerza opuesta, la fuerza de rozamiento con el piso, que se encuentra equilibrada con la que aplicamos, o sea el valor de la fuerza que resulta será cero. Cuando sobre un cuerpo se ejercen varias fuerzas las características de su estado mecánico dependen de la fuerza resultante de estas.

Fuerza resultante: La fuerza que produce en un cuerpo la misma acción que varias fuerzas que actúan simultáneamente sobre este se llama resultante¹⁰ (F_R).

En el caso del estante de libros (fig. 2.65) las fuerzas están compensadas y el valor de la fuerza resultante es cero.

$$F_a = F_{\text{rozamiento con el piso}} \quad F_{\text{Resultante}} = 0$$

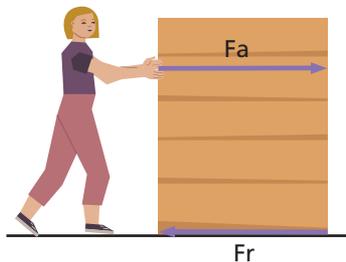


Fig. 2.65

¹⁰ A. V. Pioriskin y otros: Física. Curso Introductorio, Ed. Mir, Moscú, 1976.

Aprendiste que toda acción externa sobre un cuerpo provoca algún cambio en este, por pequeña que esta sea. Pero, ¿qué cambios provoca?

Los cuerpos se deforman ante la acción externa de otro cuerpo, aunque muchas veces no sea perceptible. Ilustremos mediante un ejemplo simple; si golpeas una bola de plastilina situada sobre una mesa, aproximadamente con igual fuerza en dos situaciones diferentes, como aparece en la figura 2.66 a y b. En el primer caso, la fuerza aplicada mediante el golpe hace que la bola deje de estar en reposo, en el segundo caso las fuerzas están compensadas, por lo que la bola no se mueve, sin embargo, sus partes sí lo hacen, ocasionan su deformación. Estas deformaciones la mayoría de las veces no son tan evidente como en el ejemplo de la plastilina, pero eso no quiere decir que no ocurra.

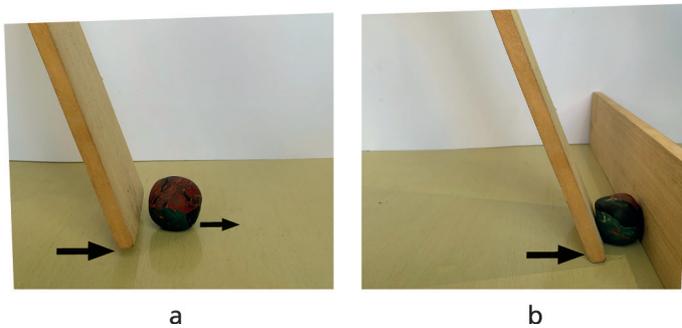


Fig. 2.66 Al golpear una bola de plastilina situada sobre una mesa, aproximadamente con igual fuerza en dos situaciones.

Por lo que las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo pueden variar el valor de su velocidad, la dirección, sentido de su movimiento, y también deformarlo.



Reflexiona

Cuando un cuerpo está en reposo, ejemplo un libro sobre una mesa, ¿podemos afirmar qué está en reposo con respecto a nosotros y qué *no actúan fuerzas sobre él?*

Te sugiero que analices este caso en particular y que revises las definiciones de las fuerzas estudiadas y con ayuda de un esquema representa la situación.

La fuerza de gravedad actúa sobre el libro, su representación se corresponde con la que ilustra la figura 2.67, la línea vertical que sale del centro del cuerpo (libro) indica la dirección, y el sentido (la saeta) a la Tierra pues es nuestro planeta el que lo atrae. Pero, ¿por qué no cae al suelo, si solo es atraído por la Tierra?

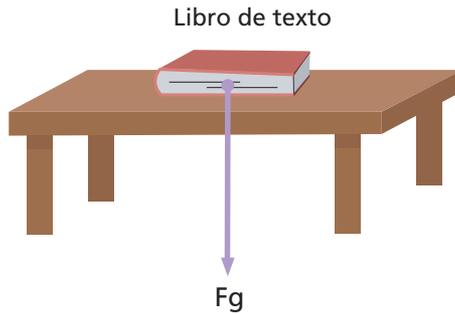


Fig. 2.67

La mesa ejerce una fuerza sobre el libro, igual en valor y dirección, pero en sentido opuesto a la fuerza de gravedad. A esta fuerza de contacto o de presión que es perpendicular a la superficie de apoyo le llamaremos fuerza normal y es la que hace que el libro no caiga al suelo.

A la fuerza que actúa perpendicularmente a cierta superficie, de apoyo o de sostén, la denominaremos fuerza normal (N).

¿Qué valor tendrá la fuerza resultante?

Las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo están compensadas, equilibradas; tienen igual valor, dirección, pero diferente sentido; por lo que la fuerza resultante es igual a cero (fig. 2.68).

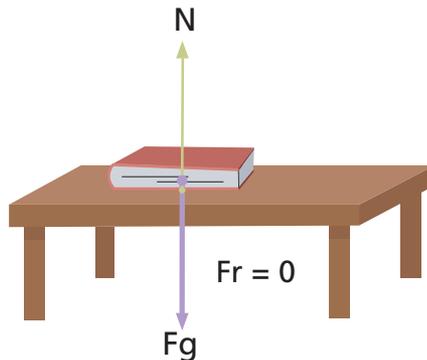


Fig. 2.68

Veamos otro ejemplo: Si tenemos el cuerpo de madera que se encuentra inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal y se aplica una fuerza con el dinamómetro como se muestra en la figura 2.69 a, que hace que se mueva en línea recta y aumenta su velocidad. Conocemos que en dependencia del tipo de superficie y su estado, existirá mayor o menor fricción, podremos representar la situación de la manera que aparece en la figura 2.69 b.

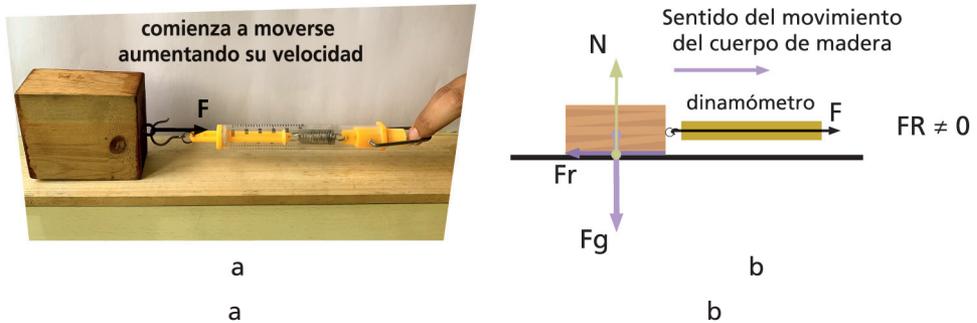


Fig. 2.69 Cuerpo de madera al que se le aplica fuerza con el dinamómetro

Para facilitar este análisis, al cuerpo lo representaremos como un punto, de esta forma, *siempre que el cuerpo realice un movimiento de traslación, solo se necesita representar el cuerpo objeto de estudio con un punto (punto material) porque este es representativo de todos los demás puntos del cuerpo. Por lo que el caso anterior lo representaremos en la figura 2.70.*

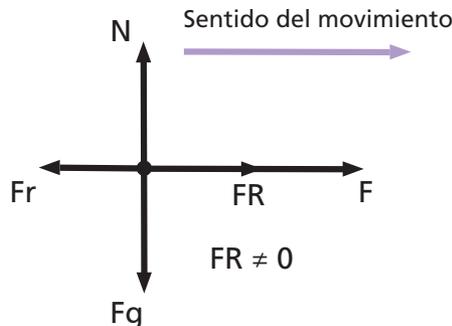


Fig. 2.70 Gráfica de fuerzas. Representación del cuerpo de madera, como un punto, y las fuerzas que actúan sobre este, cuando se mueva en línea recta, aumentando su velocidad al interactuar con el dinamómetro

Analicemos varias situaciones.

- ▶ **Caso 1:** Un bloque que es lanzado por una superficie horizontal y comienza a frenar, disminuyendo la velocidad (fig. 2.71).

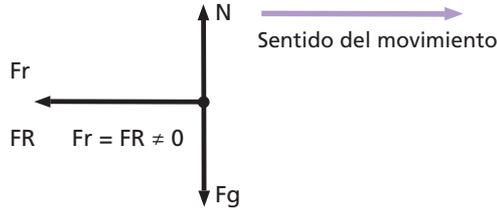


Fig. 2.71 Caso 1

El bloque comienza a frenar, porque entre la superficie de apoyo del bloque y la superficie horizontal por donde se desliza hay fricción, esto hace que disminuya la velocidad hasta que se detiene (reposo). En este primer caso la fuerza de rozamiento coincide con la fuerza resultante y la fuerza normal se compensa con la fuerza de gravedad. El bloque antes de detenerse se mueve durante un tiempo, pero, ¿cómo logra moverse si no hay una fuerza en el sentido de este movimiento?

Se mueve en el sentido indicado porque como conoces, todo cuerpo tiene la propiedad de oponerse a cambiar su estado de movimiento (mantener el valor de su velocidad), y como esta propiedad está caracterizada por la masa, en dependencia de su valor así será el tiempo en que se mueve, hasta que el valor de su velocidad sea cero.

- ▶ **Caso 2:** Si el bloque se mueve en línea recta bajo la acción de una fuerza constante y su velocidad permanece constante (fig. 2.72 a).

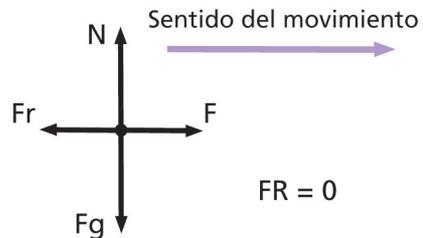
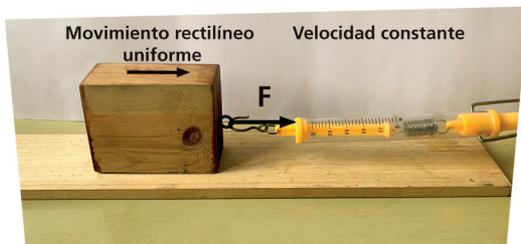


Fig. 2.72 a) bloque que se mueve en línea recta bajo la acción de una fuerza constante; b) representación de las fuerzas que actúan sobre el bloque considerándolo como un punto

Quizás pienses al mirar la representación de las fuerzas en la figura 2.72 que el bloque de madera no se mueve, porque las dos fuerzas que se oponen (F y F_r) son de igual valor y dirección, pero en sentido contrario, pero no necesariamente es así, en estos casos, el cuerpo se mueve con valor de velocidad constante en línea recta y representamos las fuerzas como se aprecia en el esquema.

La fuerza resultante puede provocar que un cuerpo varíe el valor de su velocidad, la dirección o sentido del movimiento y puede también *deformarlo*.

U Física en acción

Cuando tomes café con leche o chocolate o simplemente algún jugo, échalo en una taza (vaso) y coloca un plato pequeño debajo de esta. Sostén con la mano el plato con la taza y posteriormente realiza lo mismo con el plato y la taza por separado, te percatarás de que en los tres casos el peso es diferente. Coloca los cuerpos en la mesa y representa las fuerzas que actúan sobre el conjunto taza-plato y sobre los dos por separado cuando se encuentran apoyados en la mesa.

Tareas

1. Dos pioneros realizan una carrera de 100 m planos. Si tienen igual masa y se encontraban inicialmente en la línea de salida. ¿Cuál de ellos logra salir con mayor rapidez del reposo, si el primer pionero aplica mayor fuerza de arranque que el segundo pionero? Argumenta tu respuesta.
2. Un tercer pionero de menor masa cruza la línea de meta junto a uno de sus compañeros y logran aplicar la misma fuerza para detenerse, ¿cuál de ellos consigue frenar más rápido? Argumenta tu respuesta.
3. Si se tienen dos cuerpos de $1,0 \text{ m}^3$ cada uno, de diferente material, como aparece en la figura 2.73. Al aplicarle a los cuerpos fuerzas iguales, ¿cuál de los dos cuerpos adquiere mayor velocidad en igual intervalo de tiempo? Argumenta tu respuesta.

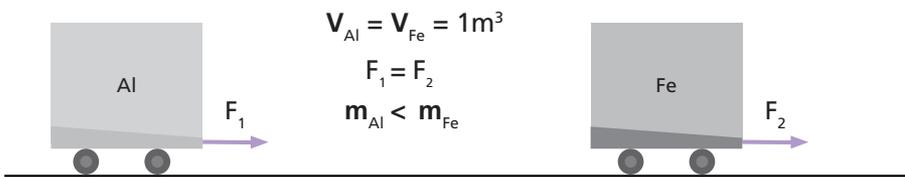


Fig. 2.73

4. ¿Qué tipo de movimiento tendrá un auto si se está moviendo en línea recta y sobre él la fuerza resultante es nula?
5. Si lanzamos un bloque de madera a lo largo de la superficie horizontal de una mesa. Explica por qué el valor de su velocidad disminuye. ¿Qué pudiera hacerse para que una vez lanzada, se deslice horizontalmente el mayor tramo posible sin interactuar directamente sobre el bloque?
6. Si la masa de un cosmonauta es de 60 kg en la Tierra:
- ¿Qué valor tiene la masa del cosmonauta en la Luna? ¿Y en Júpiter?
 - ¿Qué valor tiene el peso del cosmonauta en la Luna? ¿Y en Júpiter?
- 6.1 Marca con una x la proposición verdadera:
- El peso del cosmonauta en la Luna se reduce a la sexta parte de lo que pesaba en la Tierra.
- La masa del cosmonauta en la Luna se reduce a la sexta parte de su masa en la Tierra.
- El peso del cosmonauta en la Luna es de 96 N/g.
7. Un estante con libros se encuentra en reposo en el suelo de la biblioteca de una escuela.
- ¿Actúa alguna fuerza sobre el estante?
 - ¿Qué valor tiene la fuerza resultante que actúa sobre el estante? Argumenta tu respuesta.
8. Sobre el piso se encuentra una caja cuya masa es de 50 kg. Calcula el valor de la fuerza de gravedad con que es atraída la caja y su peso. Representa gráficamente estas fuerzas.
9. Si un auto se hunde en un terreno fangoso, aunque se accione el motor y el sistema de dirección, este no puede ponerse en movimiento. Explica este hecho, teniendo en cuenta el concepto de fuerza. ¿Qué es lo que se hace comúnmente para lograr ponerlo en movimiento? Argumenta tu respuesta.

10. Analiza las situaciones siguientes y determina en cada caso, ¿cómo será el valor de la fuerza resultante (igual o distinta de cero) que actúa sobre:
- Un ciclista aumenta su velocidad al descender por una pendiente.
 - Un avión vuela con un movimiento rectilíneo uniforme.
 - Una pelota de béisbol lanzada verticalmente hacia arriba, en el instante que alcanza su máxima altura.
 - Un paracaidista desciende a la Tierra con un valor de velocidad constante.
11. Representa mediante un esquema todas las fuerzas ejercidas sobre un disco que se utiliza en el hockey sobre hielo cuando:
- Se encuentra en reposo sobre el hielo.
 - Es golpeado con el palo de hockey.
 - Se mueve con velocidad constante bajo la acción del palo de hockey.
12. Un hombre desciende en un paracaídas con movimiento rectilíneo uniforme. La fuerza de gravedad que actúa sobre todo el sistema es de 700 N.
- ¿Qué valor aproximado debe tener la fuerza que actúa sobre el sistema del paracaídas contraria a la fuerza de gravedad?
 - ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante? Argumenta tu respuesta.
 - Representa gráficamente las fuerzas que actúan sobre el paracaidista.
13. ¿Qué valor tiene la fuerza de gravedad que actúa sobre tú cuerpo? ¿Cuál es el valor de la masa de un estudiante donde la fuerza de gravedad que actúa sobre él es de 735 N? ¿En qué planeta se encontraría este estudiante, de ser posible, si la fuerza de gravedad que actúa sobre él fuera de 277,5 N?
14. En una carretera dos motos eléctricas se mueven con velocidades constantes en un tramo recto de su recorrido, la primera con un valor de velocidad de 40 km/h y la segunda a 70 km/h pasa por delante de la primera moto.
- ¿Sobre qué moto es mayor la fuerza resultante? Argumenta tu respuesta.

2.3.4 Tercera ley del movimiento mecánico

En los ejemplos analizados se puede constatar que siempre que exista una fuerza aplicada, están presentes al menos dos cuerpos que interactúan.



Reflexiona

Para despegar un cohete que se lanza al espacio es necesario aplicar una gran fuerza sobre la nave (fig. 2.74). ¿Cómo se origina esta fuerza?

Fig. 2.74



Actividad

- Analizamos algunos ejemplos estudiados en otros epígrafes. Identifica en cada caso los cuerpos que a tu entender interactúan.
 - ▶ Cuando con la mano ponemos en movimiento un carrito de mecánica.
 - ▶ Al chocar dos carros en una carretera.
 - ▶ Cuando frena un carro en la carretera.
 - ▶ Cuando nos movemos en la bicicleta y frenamos.

Analizamos lo que ocurre en un juego de bolas (canicas). En este caso se debe lograr que una bola choque con otra que se encuentra en reposo. La bola lanzada, después del contacto, cambia el sentido y en ocasiones la dirección de su movimiento, disminuye su velocidad y en ocasiones se detiene bruscamente, mientras que la que se encontraba en reposo, se pone en movimiento.

Podemos afirmar que durante estos choques se produce una acción mutua entre las bolas. Cuando esto sucede se dice que se ha producido una **interacción** (fig. 2.75).

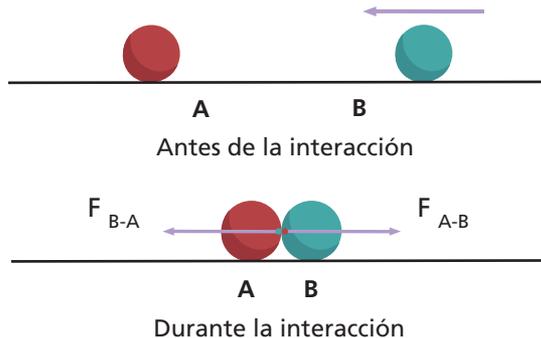


Fig. 2.75 Representación de las fuerzas que surgen durante la interacción entre dos bolas

Por ejemplo, cuando coges un cuerpo con las manos, el cuerpo actúa sobre las manos y a su vez las manos sostienen el cuerpo y ejercen fuerza sobre él.

Experimenta y aprende

Utiliza dos carros de mecánica con iguales masas, ubica el resorte del carro (A) frente al carro (B), comprime el resorte y libéralo. Marca dónde comienza y dónde termina su movimiento. Compara las distancias alcanzadas por cada carro (fig. 2.76).

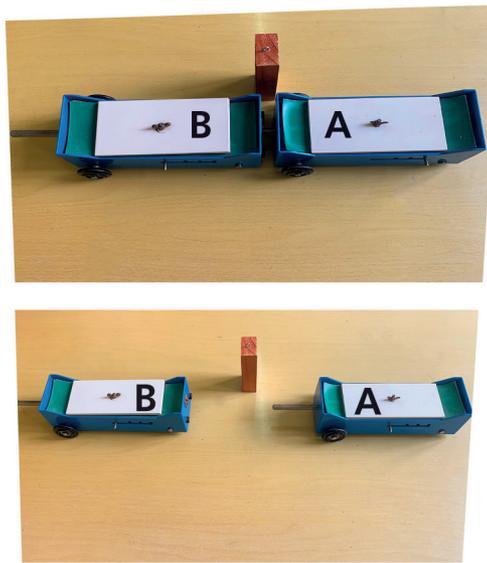


Fig. 2.76 Interacción entre dos carros de mecánica con iguales masas.

Nota: La superficie de la mesa debe estar lisa y sin ninguna inclinación.

Cuando el resorte se libera, los carros se ponen en movimiento y alcanzan velocidades similares.

Si medimos las distancias que recorren los carros después de la interacción, comprobamos que son aproximadamente iguales. Esto evidencia que las fuerzas que se originan durante la interacción poseen las características siguientes: tienen igual valor, igual dirección y sentidos opuestos.

Por lo que, las fuerzas aplicadas sobre los dos carros, como sus masas y las variaciones de velocidad son iguales, por tanto, las distancias recorridas (en igual intervalo de tiempo) serán también iguales. Al medir las distancias (si estas son iguales) comprobamos que las fuerzas aplicadas son iguales.

Debes tener en cuenta para obtener estos resultados que:

- ▶ Las masas de los carros son iguales.
- ▶ Toda la superficie sobre la que se mueve el carro presenta igual rugosidad.

Experimenta y aprende

Indicaciones para realizar la actividad:

Selecciona del set de mecánica dos dinamómetros y ajusta el cero en ambos instrumentos. Une los ganchos de los dos dinamómetros.

Anota en tu libreta las mediciones que realizarás con los dos dinamómetros en las actividades siguientes:

Actividad 1: Toma un dinamómetro en cada mano, tira de uno estos y sujeta el otro con fuerza. Realiza la lectura de los instrumentos.

Actividad 2: Repite la actividad, pero esta vez tira del otro dinamómetro y realiza la lectura nuevamente de los dos instrumentos.

Actividad 3: Tira ahora de los dinamómetros y realiza la lectura de los instrumentos.

Compara los valores de fuerzas de los dinamómetros en cada caso y analiza los resultados obtenidos con tu profesor.

Investigación similar fue realizada por Isaac Newton el cual planteó la tercera ley del movimiento.

Ley

Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro B, entonces el cuerpo B ejercerá una fuerza sobre el A, de igual valor, en la misma dirección, pero de sentido opuesto.



Reflexiona

¿Por qué si las fuerzas de acción y reacción son de igual valor, dirección y de sentidos opuestos; no se compensan?

Las fuerzas de **acción** y **reacción** que surgen durante la interacción de dos cuerpos se caracterizan por:

- ▶ Tener la misma dirección.
- ▶ Sentidos opuestos.
- ▶ Igual valor (módulo).
- ▶ Se aplica a cuerpos diferentes y no se equilibran (no se compensan).

Observa que en la figura 2.77, las fuerzas de acción y reacción no se compensan porque actúan sobre cuerpos diferentes. El cuerpo 1 actúa sobre el cuerpo 2 y el 2 actúa sobre el cuerpo 1.

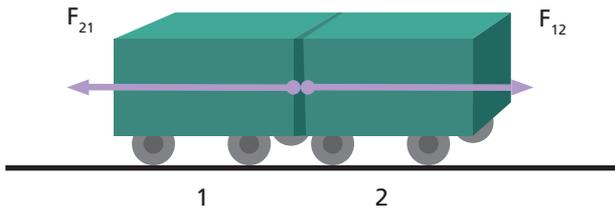


Fig. 2.77 Fuerzas de acción y reacción

Si uno de los carros del experimento anterior tiene mayor masa que el otro, al liberar el resorte adquieren velocidades diferentes, ¿por qué? (fig. 2.78).

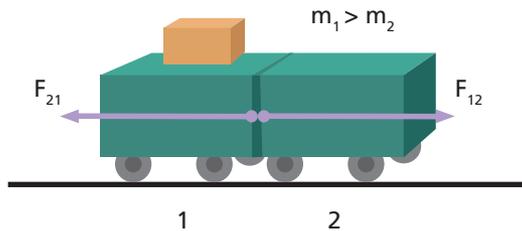


Fig. 2.78 Carros con diferente masa

Conoces que, a mayor masa, la oposición del cuerpo a cambiar su estado de movimiento es mayor y si ya conoces que las fuerzas durante la interacción son iguales, no importa la masa que tenga el cuerpo; entonces, para una misma fuerza aplicada, alcanzará mayor velocidad el cuerpo de menor masa.

Te propongo que al realizar el primer “Experimenta y aprende” de este espígrafe (fig. 2.76), con carros de mecánica de diferentes masas (fig. 2.78) y comprobarás la afirmación anterior.

¡Atención!

Las fuerzas de acción y reacción son de igual valor, dirección y sentido contrario, sin embargo al analizar casos particulares como el choque frontal entre una moto y un camión, la primera impresión es que sobre la moto actúa una fuerza mayor que sobre el camión, pues se tiene la idea que el mayor daño es causado por la mayor fuerza, lo cual es incorrecto.

Reflexiona

¿Qué papel desempeña la tercera ley del movimiento cuando caminamos o corremos?

Al caminar las suelas de los zapatos (z) interactúan con el suelo (s) estas aplican una fuerza hacia atrás; el suelo interactúa con los zapatos y aplica una fuerza hacia adelante sobre los zapatos. Ambas fuerzas constituyen un par de fuerzas de acción y reacción. Como la masa de una persona es muy pequeña con respecto a la de la Tierra, la variación de la velocidad es apreciable en la persona y la de la Tierra no se observa. *La fuerza es la medida de interacción entre los cuerpos* (fig. 2.79).

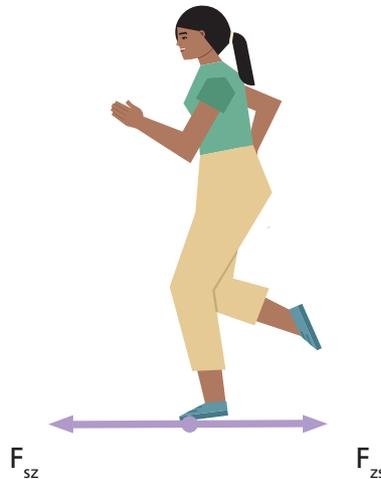


Fig. 2.79 La fuerza que ejerce las suelas de los zapatos al caminar sobre la superficie F_{sz} está dirigida hacia atrás, mientras que la fuerza que ejerce la superficie sobre las suelas de los zapatos F_{zs} está dirigida hacia adelante, esta es la responsable de que podamos caminar

En el reino animal, específicamente en algunos moluscos como el calamar su locomoción está basada en expulsar el agua y moverse en sentido opuesto al agua expulsada (fig. 2.80).

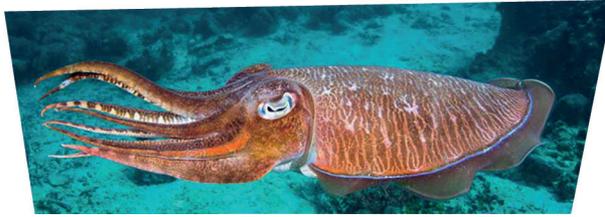


Fig. 2.80 La locomoción del calamar es un ejemplo de manifestación de la tercera ley del movimiento.

Actividad

1. Intenta interpretar esta frase basándote en los conocimientos adquiridos en este epígrafe "no se puede tocar sin ser tocado".



Física en acción

Busca un globo, un absorbente, una cinta adhesiva y un cordel bien fino.

- Corta el absorbente en dos e introduce el cordel dentro de ambas partes.
- Coge el globo e ínflalo.
- Coloca un tapón en el extremo de salida del aire del globo o aguántalo, de manera que no salga el aire.
- Pega con la cinta adhesiva el globo con los absorbentes como se observa en la figura 2.81.
- Estira el cordel por sus extremos con la ayuda de dos de tus compañeros.
- Coloca el globo en uno de los extremos del cordel y deja salir el aire.

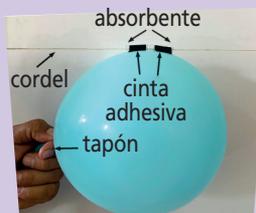


Fig. 2.81 Experimento con globo.

¿Por qué piensas que se mueve el globo?

¿Si lo hicieras en la Luna obtendríamos los mismos resultados?

Tareas

1. Responde la primera pregunta del epígrafe, relacionada con el lanzamiento de un cohete.

2. Un joven monta una patineta, se acerca a la pared, la empuja fuertemente con las manos, rebota y continúa su movimiento. Clasifica en verdaderas o falsas las proposiciones siguientes y justifica las que consideres falsas:
 - ___ La fuerza que aplica el joven sobre la pared es de diferente valor a la que realiza la pared sobre el joven.
 - ___ Las fuerzas aplicadas entre la pared y el joven no se compensan por estar aplicadas a cuerpos diferentes.
 - ___ La fuerza que realiza la pared sobre el joven es de igual dirección a la que aplica el joven sobre la pared y de sentido contrario.
 - ___ La pareja de cuerpos durante la interacción que provocó que el joven se moviera, fueron la patineta y el joven.

3. ¿Por qué podemos afirmar que es un gazapo¹¹ cuando en algunas películas una nave espacial que se encuentra en el espacio, se detiene o comienza a moverse, sin expulsar gases, con solo oprimir un botón o mover la llave del arranque, como si fuera un auto, si se conoce que en el espacio exterior no hay atmósfera, está al vacío y lejos de cualquier planeta? Explica el error de acuerdo a las leyes de Newton.

4. De acuerdo con la tercera ley del movimiento al chocar dos vehículos ejercen fuerzas de igual valor uno sobre el otro. Sin embargo, el daño que recibe una bicicleta al interactuar con un camión es mucho mayor. ¿Cómo se explica esto?

5. ¿Qué papel desempeña la tercera ley del movimiento cuando saltamos? Dibuja un esquema que facilite la comprensión de lo ocurrido.

6. Dos esferas A y B se mueven por una superficie lisa a una misma velocidad, en la misma dirección y sentido opuesto e interactúan, posteriormente ambas se mueven en los sentidos indicados en la figura 2.82:

¹¹ Gazapo: error que aparece en escena

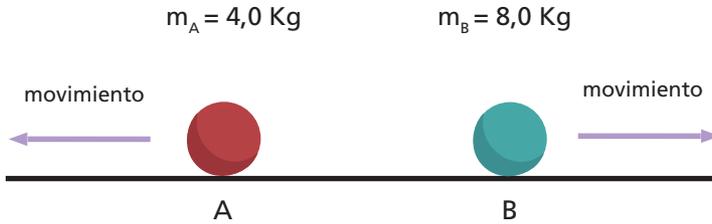


Fig. 2.82

- a) ¿Cómo son las fuerzas durante la interacción? Argumenta.
- b) Compara la velocidad que alcanza la esfera A con la velocidad de la esfera B después de la interacción. Justifica.
- c) Si después de la interacción ambas esferas se mueven libremente y al cabo de un cierto tiempo se detienen. ¿Cuál es la causa?

7. Dos estudiantes juegan a las bolas en una superficie lisa y uno de ellos lanza una bola A de menor masa hacia otra bola B de mayor masa que se encuentra en reposo, interactúan y ambas se mueven en los sentidos indicados en la figura 2.83, analiza y completa los espacios en blanco:

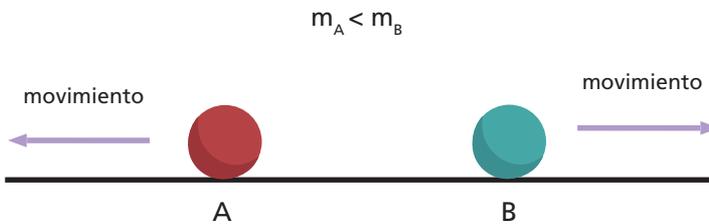


Fig. 2.83

- a) Ambas bolas se mueven en sentidos _____, _____ dirección y las fuerzas aplicadas durante la interacción son de _____ valor.
- b) Las fuerzas de acción y reacción no se compensan porque actúan sobre cuerpos _____.

8. Deja caer una pelota y observa lo que sucede con esta al llegar al suelo. Explica lo que ocurre, auxiliándote de una representación gráfica en tu libreta. ¿Cuáles son las parejas de fuerzas de acción y reacción en este caso?

2.3.5 Presión

En los análisis realizados hasta el momento, hemos considerado que la fuerza se ejerce sobre un punto, pero en la realidad no es así. Cuando un cuerpo está apoyado sobre una superficie, ésta debe actuar en cada punto que esté apoyado el cuerpo, es decir, en toda su área de apoyo. ¿Influirá en alguna medida esta área de apoyo?



Reflexiona

Pudiéramos entonces preguntarnos:

¿Por qué las correas de las mochilas generalmente son anchas?

¿Por qué es más cómodo acostarse en un colchón que en el piso?

Para dar respuesta a estas interrogantes reflexiona en algunos hechos.

Cuando corres o caminas sobre la arena en la playa o en un terreno con la tierra húmeda, ¿prefieres usar zapatos con suela lisa o zapatos con tacos? (fig. 2.84). Debes estar imaginándote lo incómodo que es usar tacos, pues, la fuerza con la que actúas sobre la arena o la tierra húmeda es la misma con los dos tipos de calzados e igual a tu peso, pero, el resultado es diferente. Ahora te preguntará, ¿a qué se debe esa diferencia?

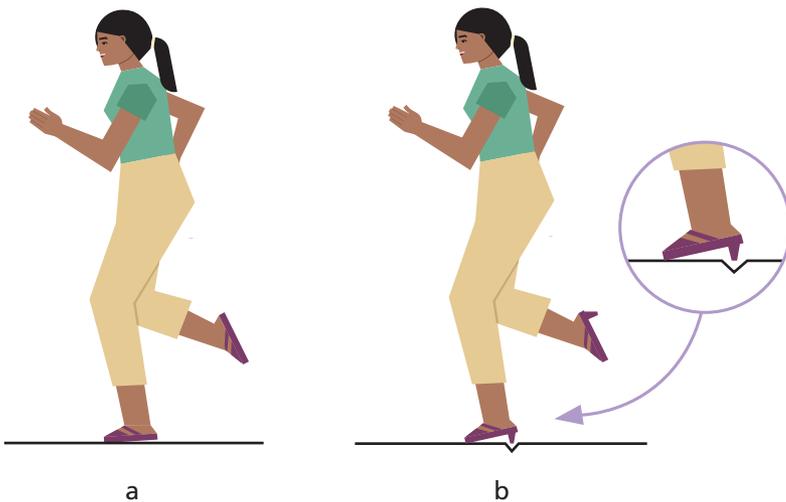


Fig. 2.84 El tacón del caso b tiene menor área de apoyo que el zapato del caso a, por eso se hunde más en la arena, si sus pesos son iguales.

Si observas la figura 2.84 te percatarás de que el área de la superficie del calzado con tacón (b) es menor que la del otro zapato (a), o si fueras descalzo, y además conoces que el peso de la persona actúa, una parte o todo él, perpendicular a la superficie de apoyo, en este caso de la arena. En la vida diaria compruebas que la acción de una fuerza no solo depende de su valor, sino también de otros factores como por ejemplo del área de la superficie sobre la que actúa.

Un clavo entrará más fácilmente en la pared en tanto su punta sea más fina, el área de la cimentación de un edificio es mucho mayor que la de una casa, los neumáticos de un tractor son más anchos que los de un automóvil, las tijeras o cuchillas de afeitar deben estar bien afiladas, entre otros.

Aunque en nuestro estudio hemos considerado a la fuerza ejerciéndose sobre un punto, en realidad está distribuida por toda la superficie (área) de contacto entre los cuerpos que interactúan.

Experimenta y aprende

Llena un recipiente con arena y con un bloque de madera realiza las diferentes actividades:

Caso 1. Coloca el bloque de madera sobre la arena en diferentes posiciones, por el largo (a), el ancho (b), un vértice (c) como se muestra en las figuras 2.85 a, b, c. Compara las huellas dejadas en la arena en los tres casos.

Caso 2. Con el bloque apoyado sobre la arena, aplica una pequeña fuerza sobre él como se observa en la figura 2.85 b. Observa la huella.

Caso 3. Repite la actividad anterior, pero esta vez aumenta la fuerza aplicada sobre el bloque. Compara la huella dejada por el bloque en los casos 2 y 3.

Anota en cada caso lo que sucede con la huella que deja el bloque en la arena en las diferentes posiciones (áreas de apoyo diferentes) y cuando se aplican diferentes fuerzas al cuerpo de madera apoyado en la misma área, llega a tus propias conclusiones.



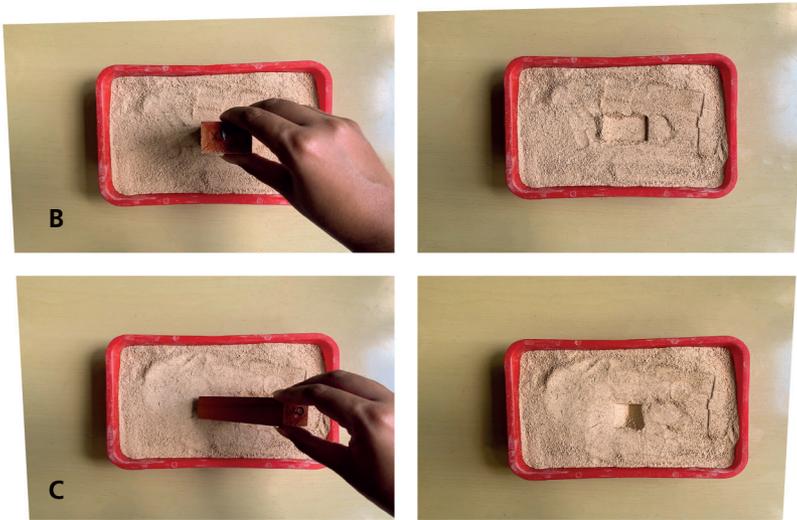


Fig. 2.85

En el caso 1 el bloque de madera se hunde más en la arena cuando está apoyado sobre la cara de menor superficie de apoyo y se hunde menos cuando se apoya sobre la cara de mayor superficie (fig. 2.85 a), si la fuerza que el bloque ejerce sobre la superficie de apoyo es la misma en todas las posiciones que no es más que el peso del bloque. En los casos 2 y 3, cuando el cuerpo está apoyado en iguales áreas se hunde más al aumentar la fuerza. Puedes llegar a la conclusión que el resultado de la acción de una fuerza sobre el bloque no depende solo del valor de la fuerza, sino también del área de la superficie sobre la que esta actúa perpendicularmente.

La magnitud cuyo valor numérico es igual a la razón entre los valores de la fuerza y el área sobre la cual actúa perpendicularmente, recibe el nombre de presión (fig. 2.86).

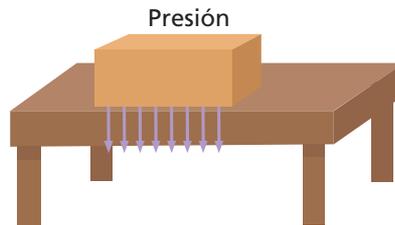


Fig. 2.86 El bloque ejerce una fuerza sobre la mesa que está distribuida por toda la superficie de apoyo

Esta relación te permite calcular el valor de la presión de un cuerpo, por tanto:

El valor de la presión que ejerce un cuerpo es el cociente que se obtiene al dividir el valor de la fuerza que actúa perpendicularmente sobre una superficie entre el valor del área de dicha superficie.

La ecuación que expresa esta relación es:

$$p = \frac{F}{A}$$

Donde p es la presión, F la fuerza que actúa perpendicularmente sobre la superficie y A el área de apoyo.

La unidad básica de presión en el sistema Internacional de unidades es el pascal (Pa), en honor al físico italiano Blas Pascal (fig. 2.87); 1,0 Pa es la presión ejercida por una fuerza de 1,0 N sobre una superficie de 1,0 m². La relación entre el Pa y esas magnitudes es la siguiente:

$$1,0 \text{ Pa} = 1,0 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



Fig. 2.87

Ejercicio resuelto

- Un bloque que pesa 100 N se encuentra apoyado en una mesa (fig. 2.88). Si el área de contacto es de 1,0 m² (caso 1) o el área de contacto es de 0,1 m² (caso 2). Calcula la presión en cada caso.

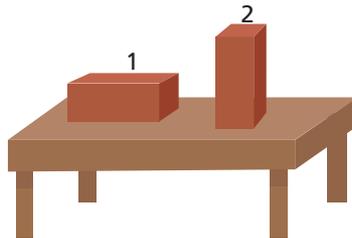


Fig. 2.88

Solución:

Se analiza la situación donde tenemos un cuerpo colocado sobre una superficie, pero en dos posiciones diferentes. Se conoce el área de apoyo en las dos posiciones uno ($1,0 \text{ m}^2$) y dos ($0,1 \text{ m}^2$). Tienes el valor del peso (100 N) que como ya conocemos equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre su apoyo. Para calcular la presión en las dos posiciones nos apoyamos en la ecuación:

$$p = \frac{F}{A}$$

Caso 1:

Datos

$F = 100 \text{ N}$

$A = 1,0 \text{ m}^2$

$p - ?$

$p = \frac{F}{A}$ (sustituimos en la ecuación de la presión)

$p = \frac{100 \text{ N}}{1,0 \text{ m}^2}$

$p = 100 \text{ Pa} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

Ahora se realiza el análisis, pero para el cuerpo 2:

Caso 2:

Datos

$F = 100 \text{ N}$

$A = 0,1 \text{ m}^2$

$p - ?$

$p = \frac{F}{A}$

$p = \frac{100 \text{ N}}{0,1 \text{ m}^2}$

$p = 1\,000 \text{ Pa} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

Respuesta: Si comparamos los valores obtenidos de la presión y analizas el área de apoyo del cuerpo en cada caso, podemos concluir que:

Caso 1: la presión es menor y el área de apoyo es mayor para una misma fuerza aplicada.

Caso 2: la presión es mayor y el área de apoyo menor para una misma fuerza aplicada.

Puedes concluir que:

Mientras mayor sea el área de apoyo menor es la presión, para una misma fuerza aplicada. Mientras mayor sea la fuerza aplicada mayor será la presión, para una misma área de apoyo. Por lo que la fuerza aplicada es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional al área de apoyo.

Actividad

1. Lo estudiado en este epígrafe tiene múltiples aplicaciones en la naturaleza, en la técnica y en la vida cotidiana. Menciona algunos y realiza previamente una búsqueda para lograr una mayor actualización en el tema. Algunos ejemplos más conocidos pudieran ser:
 - ▶ Los tanques de guerra tienen esteras muy anchas para realizar su movimiento mecánico.
 - ▶ Una abeja que con su afilado aguijón es capaz de atravesar la piel.
 - ▶ Una persona puede andar perfectamente por la nieve blanda cuando lleva esquís.
 - ▶ Los camiones que transportan grandes cargas tienen mayor cantidad de neumáticos.
 - ▶ Los tractores mientras más grandes son, así de anchos son sus neumáticos.



Física en acción

Diseña y lleva a cabo una actividad experimental que te permita calcular la presión que ejerces sobre el suelo: cuando estas de pie y acostado. Compara los valores calculados y redacta un texto con las ideas principales que te aporta esta actividad



Un instante con la tecnología

Consulta los temas relacionados con la magnitud **fuerza** que aparecen en el **Portal CubaEduca** y resuelve los ejercicios de autoevaluación que ahí aparecen.

Tareas

1. Cuando nos inyectamos y nos duele mucho, en ocasiones se dice que la aguja está despuntada, ¿cuál podría ser una de las causas del dolor y su relación con lo estudiado en este epígrafe? Argumenta con tus palabras la razón de esta causa.
2. Un edificio muy alto necesita de unos cimientos con área muy grande, en cambio los instrumentos de corte se afilan para su mejor empleo. Fundamenta la afirmación anterior.

3. Dos hombres cavan la tierra con palas de diferente forma como muestra la figura 2.89. Si aplican la misma fuerza sobre las dos palas, ¿a cuál de estos le es más fácil cavar? Fundamenta tu respuesta.

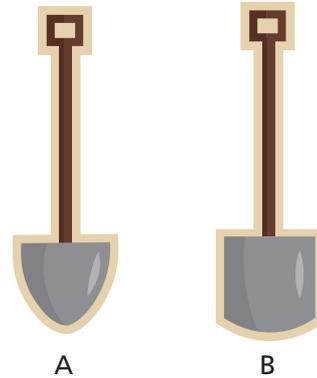


Fig. 2.89

4. Determina los valores de presión en los casos siguientes. Realiza las mediciones necesarias.
- La zapata de cierta edificación cuya masa es $1\,000\,000\text{ kg}$ (10^6 kg) y su área de apoyo tiene un largo de 22 m y un ancho de 12 m .
 - Una hoja de papel sobre una mesa.
5. Una avispa clava su aguijón con una fuerza de $0,000\,01\text{ N}$. ¿Por qué, aunque actúa con tan pequeña fuerza, esta perfora la piel de los animales? ¿Qué presión ejerce el aguijón, si el área de su punta es igual a $0,000\,000\,000\,003\text{ cm}^2$? Emplea la notación científica para simplificar los cálculos.
6. Un hombre de 70 kg de masa está parado y apoyado en sus dos pies. La superficie de apoyo de cada zapato es de 200 cm^2 . ¿Cuál será la presión ejercida sobre el suelo?
7. Una aguja hipodérmica (subcutánea) de sección $0,01\text{ mm}^2$ se clava en la piel con una fuerza de 50 N . ¿Cuál es la presión ejercida?
8. ¿Qué presión ejercerá sobre el suelo un bloque cúbico de piedra de $0,5\text{ m}$ de arista, que posee una masa de 1000 kg cuando se apoya en una de sus caras?
9. ¿Cuál es la causa de que los calzados de los corredores, futbolistas y otros deportistas, no sean lisas sus suelas?

Autoevalúate

1. La gráfica representa (fig. 2.90) el movimiento de un automóvil en un tramo recto de su recorrido.

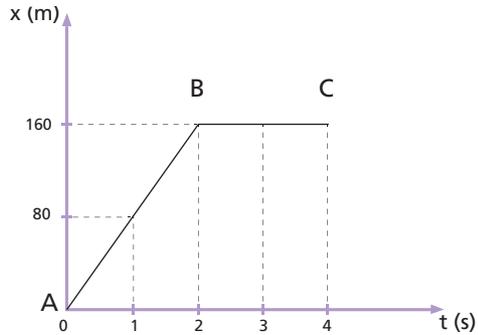


Fig. 2.90

- 1.1 Selecciona en cada caso la respuesta más completa:
 Las magnitudes físicas que se relacionan en la gráfica son:
 tiempo segundo metro posición

El tiempo que demoró el automóvil en recorrer 160 m fue:
 4,0 s 3,0 s 2,0 s

El tipo de movimiento en el tramo AB es:
 movimiento uniforme movimiento rectilíneo
 movimiento de traslación movimiento rectilíneo uniforme

El automóvil en el tramo BC:
 continúa con su movimiento comienza a frenar
 se encuentra en reposo

El valor de la velocidad con que se desplaza el móvil en el tramo AB es de:
 80 km/h 288 km/h 80 m/s 288 m/s

- 1.2 El automóvil se rompe y su masa es de 1 000 kg. El chofer intenta moverlo y aplica una fuerza por el frente del auto paralela a la vía, de 10 N, pero no lo logra. Determina el valor de todas las fuerzas que actúan sobre el auto en ese instante.

- 1.3 Representa las fuerzas que actúan sobre el automóvil en el intervalo BC. ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante?

- 1.4 ¿Por qué el automóvil no se mueve, aunque el chofer aplicó una fuerza? ¿En qué leyes del movimiento te basaste para dar tu respuesta?
- 1.5 Calcula la distancia que debe alcanzar el automóvil a las 6 h de su recorrido, si mantiene igual tipo de movimiento que llevaba en el tramo AB.
- 1.6 Una de las pasajeras al bajarse del automóvil camina por la arena y se quita los zapatos para caminar más cómodo, ¿consideras que hizo lo correcto si sus zapatos eran de tacones? Justifica tu respuesta.

Tareas finales del capítulo

1. Confecciona un listado de los conceptos e ideas esenciales estudiadas en esta unidad.
2. Elabora un esquema o cuadro sinóptico que refleje las relaciones entre los conceptos e ideas esenciales estudiados.
3. Un avión de reconocimiento de 1 040 kg se mueve entre Pinar del Río y Santa Clara (400 km), en línea recta con velocidad constante de 105 m/s. Los controladores de vuelo toman la distancia alcanzada cada 12 min durante una hora y para el estudio de este movimiento construyen una gráfica con los valores obtenidos.
 - a) Realiza los cálculos necesarios y construye la gráfica.
 - b) Durante el estudio del movimiento, ¿el avión logró llegar a Santa Clara?
 - c) ¿Por qué los resultados obtenidos deben considerarse aproximados?
 - d) ¿Qué papel desempeñan las leyes del movimiento cuando el avión llega a la pista y trata de frenar?
 - e) Cuando el avión se encontraba en reposo, con las gomas trancadas, se aplica sobre él una fuerza paralela a la pista de aterrizaje de 20 N para moverlo, pero no se logra. Representa todas las fuerzas que actúan sobre el avión y determina el valor de cada una.
4. Dos corredores A y B coinciden en un punto de una pista de carrera y recorren en línea recta 2,00 km desde el punto de encuentro hasta

la línea de meta; si el corredor A realiza este recorrido en 4,25 min y B en 4,55 min; si se conoce que mantienen en el trayecto un valor de velocidad constante, ¿qué distancia los separa al final de la carrera?

- 5. En el 500 Aniversario de La Habana los fuegos artificiales embellecieron nuestro malecón. Unos estudiantes se subieron al techo de un edificio para poderlos ver y aunque los vieron a las 10:00 p.m. no fue hasta 20 s después que escucharon la explosión del primero lanzado. ¿A qué distancia aproximada del malecón habanero se encontraban los estudiantes? Consulta la tabla 2.1 para realizar tu análisis.
- 6. La tabla 2.13 proporciona los datos de posición y tiempo a la carrera de Alberto Juantorena cuando ganó los 800 m planos en la Olimpiada de Montreal en 1976.

Tabla 2.13

x (m)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
t (s)	0	12,5	25,7	38,3	50,9	64,4	77,0	91,6	103,5

- a) Menciona los instrumentos que utilizarías para lograr mayor precisión en estas mediciones. ¿Cuáles fueron las posibles fuentes de incertidumbre a la hora de medir?
- b) ¿Qué intervalo de tiempo empleó el deportista en recorrer 500 m?
- c) ¿Qué distancia recorrió el deportista hasta la línea de meta?, ¿qué intervalo de tiempo demoró?
- d) ¿Cuál fue el tramo que el deportista recorrió más lentamente?, ¿cuál recorrió con más rapidez? Justifica con los cálculos correspondientes.
- e) Construye con estos datos la gráfica de posición con respecto al tiempo.
- f) Identifica en los intervalos donde el corredor describió aproximadamente un movimiento uniforme. ¿Cómo pudiste identificarlos? Determina el valor de la velocidad del atleta en uno de estos tramos.

- g) Si otro atleta con la misma masa y bajo las mismas condiciones de terreno u otros factores realiza igual recorrido en 110 s, ¿cuál de los dos atletas fue más rápido? ¿Qué factor consideras que influyó en que fuera más rápido?
- h) Representa las fuerzas que actúan sobre el atleta cuando:
- ▶ Se encuentra en la línea de salida.
 - ▶ Suena el disparo y comienza a moverse.
- i) ¿Cómo se manifiestan las leyes del movimiento mecánico cuando el atleta se encuentra corriendo?

7. En el estudio del movimiento de una bala de un fusil AKM se pudo constatar que durante 4 s de su recorrido tiene un movimiento rectilíneo uniforme. Algunos de estos resultados fueron recogidos en la tabla 2.14.
- a) Completa la tabla 2.14 y explica el porqué de estos resultados.
- b) Construye la gráfica de posición con respecto al tiempo.

Tabla 2.14 Valores de las mediciones realizadas de las magnitudes relacionadas con el estudio del movimiento de una bala de un fusil AKM

t (s)	x (m)	v (m/s)
0	0	
1,5		
	1 430	
3,2		
4,0		715

8. Marque con una x las ideas correctas que selecciones. Convierte en verdaderas aquellas que no lo son.
- a) ___ Si un cuerpo se encuentra animado de un movimiento rectilíneo uniforme entonces la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es diferente de cero.

- b) ___ La fuerza aplicada es la única causa que determina las características del movimiento de un cuerpo.
- c) ___ La fuerza es la causa de que los cuerpos varíen su estado de movimiento (valor de velocidad, dirección y sentido).
- d) ___ Un satélite artificial que orbita alrededor de la Tierra con valor de velocidad constante se mueve con movimiento aproximadamente uniforme.

9. La figura 2.91 representa un instrumento utilizado en clases. Analiza y responde
- a) ¿Qué instrumento está representado?
 - b) ¿Qué magnitud física mide?



- 9.1 Selecciona con una X el valor que se corresponde con el del peso del cuerpo que representa la figura 2.91.
- | | |
|------------|------------|
| ___ 8,0 N | ___ 0,8 kg |
| ___ 8,0 kg | ___ 0,8 N |



Fig. 2.91

10. En una excursión varios estudiantes con el guía de pioneros de la escuela, suben hasta la cima de una montaña y con unos binoculares observan un central azucarero que se encuentra a una distancia de aproximadamente 950 m y escuchan el silbato para el almuerzo. Calcula el tiempo que transcurre desde que se ve la salida del vapor que se produce al accionar el silbato hasta que se escucha el sonido (velocidad del sonido en el aire 343 m/s a 20 °C)
11. Para poner en órbita un satélite artificial en la Tierra se necesita que al lanzarlo alcance un valor aproximado de velocidad de 8,0 km/s (primera velocidad cósmica). Calcula la distancia recorrida por un cohete en 1,0 min si en este intervalo de tiempo se mueve en línea recta y con igual valor de velocidad.

12. Un bloque se encuentra en reposo sobre una mesa. En la imagen (fig. 2.92) se han representado tres fuerzas. ¿Cuáles de las ideas siguientes son correctas?

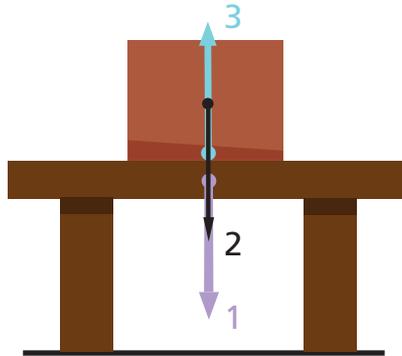


Fig. 2.92

- a)___ La fuerza 1 es la fuerza de gravedad que actúa sobre el bloque.
 b)___ La fuerza 3 es la que ejerce la mesa sobre el bloque.
 c)___ Las fuerzas 1 y 3 se anulan.
 d)___ La resultante de las fuerzas que actúan sobre el bloque es igual a cero.
13. En la figura 2.93 se representa un muchacho sentado en un bote de masa m_2 que tira hacia él mediante una cuerda atada a otro bote de masa m_1 .

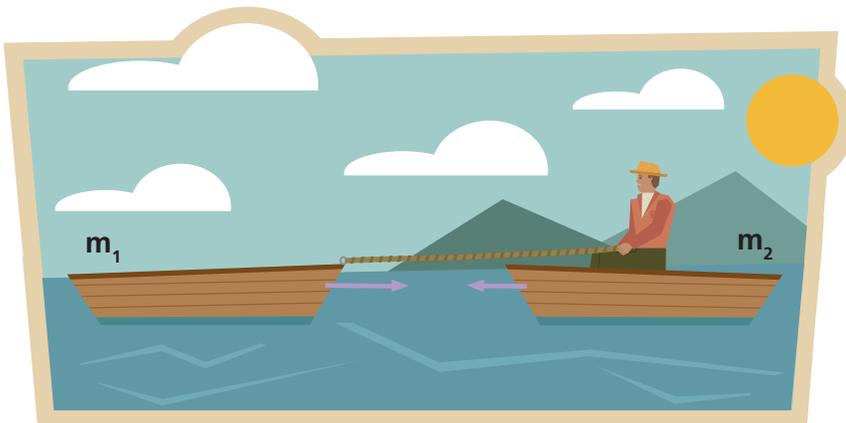


Fig. 2.93

- 13.1** Selecciona (con una x) cuál de las características siguientes corresponden a las fuerzas de interacción entre los botes. Justifica tu respuesta en cada caso basándote en las leyes del movimiento de Newton.
- a) Tienen la misma dirección y sentido.
 - b) Actúan en la misma dirección.
 - c) Tienen sentidos opuestos.
 - d) Poseen igual valor (módulo).
- 14.** Analiza cada una de las situaciones, determina cuáles son verdaderas (V) o falsas (F). Justifica por qué son falsas.
- a) Los objetos de grandes dimensiones presentan más masa.
 - b) Dos objetos del mismo tamaño tienen la misma masa.
 - c) Sobre un cuerpo de una determinada masa que se encuentra a una distancia de un planeta, se ejerce mayor atracción gravitatoria mientras la masa del planeta sea mayor.
 - d) Dos cuerpos que se mueven en igual dirección y sentido, los valores de velocidades son iguales en su punto de encuentro.
 - e) En una competencia el corredor que va delante no necesariamente va más rápido que sus compañeros que se encuentran detrás.
 - f) Al aumentar la distancia recorrida, el valor de la velocidad de un cuerpo puede permanecer constante.
 - g) Un cuerpo de mayor masa cuando se despreja la resistencia del aire cae más rápido que uno de menor masa.
 - h) Sobre un cuerpo que asciende verticalmente, la única fuerza que actúa es la fuerza de gravedad.
 - i) Al utilizar un pico para romper una gran piedra no importa la fuerza que apliques, sino que utilices la parte más estrecha.
 - j) Siempre que un pico golpea una piedra surgen fuerzas de interacción de igual valor.
- 15.** Una grúa que se desplaza por una carretera asfaltada no destruye el asfalto pero aplasta un ladrillo (la dureza o resistencia del ladrillo es mayor o igual que la del asfalto) que va a parar bajo las esteras de sus ruedas. ¿Por qué ocurre esto?

CAPÍTULO 2

16. Desde un avión en vuelo, se deja caer un paquete de 8,0 kg con la prensa. Desprecia la resistencia del aire.
- Represente las fuerzas que actúan sobre el paquete durante su caída.
 - ¿De qué factores depende esta fuerza?

16.1 Completa las ideas siguientes y utiliza las palabras de la lista.

Si el paquete al llegar al suelo ejerce una _____ sobre el suelo, entonces el _____ ejercerá una fuerza sobre el _____, de _____ valor, en la misma _____ pero de sentido _____

El paquete al llegar al suelo continuará en su estado de _____, a menos que sea obligado a cambiar este _____ por una fuerza _____ aplicada sobre él.

El _____ es un instrumento diseñado para _____ fuerzas.

Lista: Instrumento, masa, acción, densidad, valor, actúa, fuerza, reacción, opuesto, contrario, velocidad, igual, dirección, suelo, paquete, reposo, estado, resultante, dinamómetro, medir, opuesto.

17. La figura 2.94 representa dos carritos A y B que interactúan mediante un resorte que está comprimido entre estos. Analiza la situación y responde:

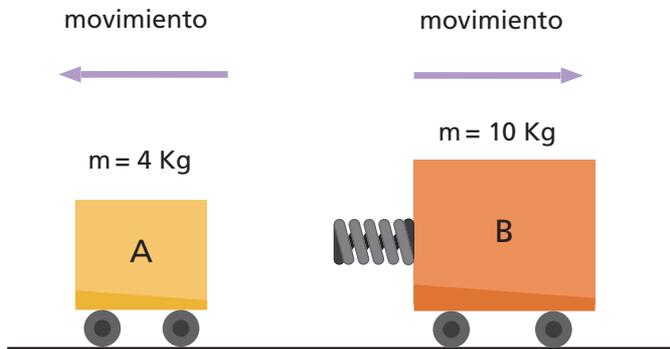


Fig. 2.94

- ¿Cómo son el valor, la dirección y el sentido de las fuerzas durante la interacción de los carritos? Justifica tu respuesta

- b) ¿Cuál de los dos carritos adquiere mayor velocidad al interactuar al liberarse el resorte? Justifica tu respuesta.
- c) Al cabo de cierto tiempo los cuerpos se detienen. ¿Cuál es la fuerza responsable de este hecho?

- 18.** Identifica las proposiciones falsas y justifique cada una:
- a)___ Podemos afirmar que el fenómeno por el cual los cuerpos, en ausencia de fuerza resultante, conservan su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, recibe el nombre de inercia.
 - b)___ Las fuerzas de acción y reacción poseen igual sentido, dirección y valor.
 - c)___ La fuerza define la dirección y sentido en que los cuerpos salen del reposo o varían su movimiento.

- 19.** Sobre una superficie horizontal se mueve un cuerpo de 5,0 kg bajo la acción de una fuerza que es igual en valor y dirección a la fuerza de rozamiento, pero en sentido contrario.
- a) Representa en un esquema, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, así como la fuerza resultante. Justifica tu representación basándote en la ley correspondiente.
 - b) ¿Qué valor tendrá la fuerza de gravedad que actúa sobre este cuerpo?
 - c) Si este cuerpo estuviera en la superficie de la Luna, ¿cuáles son los valores de su masa y peso en nuestro satélite natural? Haz los cálculos que correspondan.

- 20.** ¿En qué condiciones se encuentra un cuerpo bajo la acción de dos fuerzas iguales, pero orientadas en sentido contrario?

- 21.** Los motores del cohete de una nave espacial actúan durante cierto tiempo en una zona donde la acción de la gravedad es despreciable, hasta comunicarle un valor de velocidad de 5555,5 m/s (20 000 km/h) y en ese instante dejan de funcionar.
- a) ¿Cuál será el valor de velocidad de la nave, tres segundos después de ese instante? Explica basándote en la ley física correspondiente.

22. Analiza y argumenta físicamente tu respuesta en las expresiones que se proponen a continuación.
- “Cuando pateamos un balón de fútbol, las fuerzas ejercidas por los cuerpos (balón y pie), son de igual valor y dirección, pero de sentidos contrarios, tal como plantea la tercera ley de Newton, ¿por qué si las fuerzas durante la interacción tienen estas características, no se anulan y el balón se mueve después de la interacción?”
 - “Cuando una esfera que se desliza sobre una mesa choca con un cuerpo y se detiene debido a las fuerzas del choque, pero si no choca al cabo de un tiempo se detiene.” ¿Por qué si no se perciben fuerzas que lo frenan?”
 - “Cuando un bastón pega horizontalmente a una bola de hockey en reposo sobre la yerba, ésta se pone en movimiento debido, lógicamente, a la interacción. Sin embargo, cuando el bastón cesa de actuar sobre esta, la bola sigue moviéndose”. ¿Por qué?”
 - “Cuando caminamos en la calle, si chocamos con un desnivel de la acera, tendemos a caer hacia adelante en vez de quedarnos en el lugar del tropezón”. ¿Qué explica este comportamiento?”
23. Al cortar una fruta, el cuchillo lo hace más fácilmente si está afilado, aun cuando su estructura es la misma ¿Podrías explicarlo con los conocimientos adquiridos en este capítulo?
24. Analiza las situaciones siguientes y determina en cada caso si actúa una fuerza resultante sobre el cuerpo y represéntala gráficamente.
- Un ciclista que se mueve por una carretera en línea recta y aumenta su valor de velocidad.
 - Un avión vuela con un movimiento rectilíneo uniforme.
 - Una pelota de béisbol que es lanzada verticalmente hacia arriba y alcanza su máxima altura.
 - Un paracaidista desciende a la tierra con velocidad constante.
25. Un ómnibus avanza por una carretera y un niño al observar por una ventanilla ve pasar cinco árboles cada 10 s, si los árboles están uniformemente separados a distancias de 5 m. Confecciona la tabla con los datos obtenidos. Determina el valor de velocidad que posee el ómnibus.

26. Los gráficos de la figura 2.95 representan los movimientos rectilíneos de dos ciclistas durante parte de una competencia. Obsérvalos y contesta las preguntas siguientes.
- ¿Qué magnitudes físicas se relacionan en las gráficas?
 - ¿Durante qué tiempo se realizaron las mediciones?
 - ¿Qué tipo de movimiento tenía cada ciclista durante el tiempo que se realizaron las mediciones? Explica tu clasificación.
 - ¿Cuál de los ciclistas se movió con mayor valor de velocidad?
 - Determina el valor de su velocidad con que se movió cada ciclista.

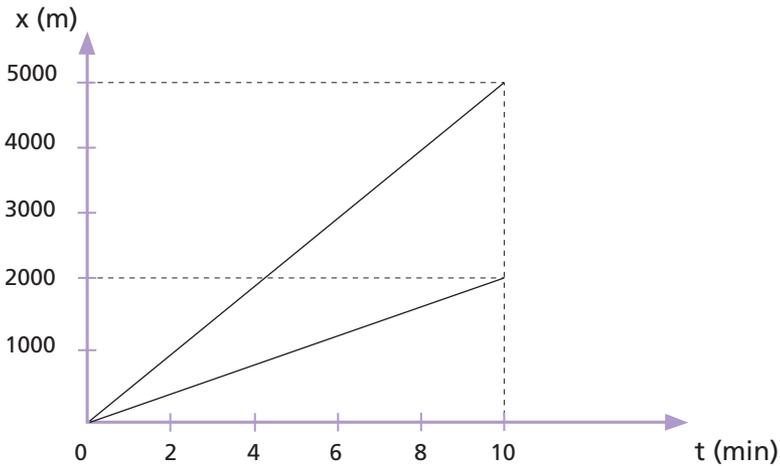


Fig. 2.95

27. Determina la masa de un cuerpo que al suspenderlo de un dinamómetro este indica una fuerza de 49 N.
- Representa gráficamente las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, cuando está suspendido del resorte del dinamómetro.
 - ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante mientras el cuerpo está suspendido en reposo del dinamómetro?
28. Tres estudiantes intentan repetir una actividad experimental realizada por su profesor en clases y dejan caer dos cuerpos de masas diferentes desde una misma altura (fig. 2.96) comprueban que los cuerpos llegan al suelo al mismo tiempo.
- Explica el porqué del resultado obtenido.

b) Uno de los estudiantes plantea que el primer cuerpo pesa más que el segundo, otro estudiante plantea que ninguno de los dos cuerpos pesa. Selecciona cuál de los planteamientos es el correcto. Argumenta tu respuesta.

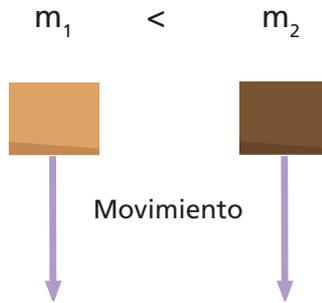


Fig. 2.96

29. Un estudiante debe recorrer desde su casa hasta una cafetería 1,0 km y se mueve con un valor de velocidad constante de 1,1 m/s durante 1/4 de hora en línea recta. ¿Podrá recorrer la distancia deseada en el tiempo indicado? Construye la gráfica de velocidad respecto al tiempo de la situación planteada.

30. En la figura 2.97 te representamos tres cuerpos A, B y C en reposo apoyados sobre una superficie horizontal:

$$m_A = 2,0 \text{ kg}$$

$$m_B = 8,0 \text{ kg}$$

$$m_C = 15 \text{ kg}$$



Fig. 2.97

- Representa las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos, así como expresa el valor de la fuerza resultante en cada caso.
- ¿Cuál será el valor de las fuerzas representadas en cada caso?
- Para poner en movimiento estos cuerpos es necesario aplicar una fuerza, si quieres que los cuerpos adquieran igual valor de velocidad, ¿a cuál aplicarías una fuerza mayor?

FÍSICA

31. Dos autos recorren un mismo trayecto de 120 km por una autopista en línea recta. El primero va todo el tiempo a 75 km/h. El segundo parte al mismo tiempo que el primero con un valor de velocidad de 90 km/h, pero el conductor se detiene durante 10 min tras haber viajado media hora para después continuar la marcha con igual valor de velocidad anterior.
- ¿Qué consideraciones debes hacer para resolver este problema?
 - Construye la gráfica de posición con respecto al tiempo para los dos autos.
 - ¿Cuál de estos llega primero al destino?
32. ¿Puede lograr moverse un barco de vela que tiene un gran ventilador fijo en su popa y produce una brisa hacia las velas? Argumenta tu respuesta.
33. Varios estudiantes en clase colocan sobre la mesa de un laboratorio dos carritos y los ponen en movimiento, el carro N con 0,5 kg y el carro M con 1,2 kg. Si para el estudio del movimiento utilizaron los instrumentos de la figura 2.98, analiza y responde:

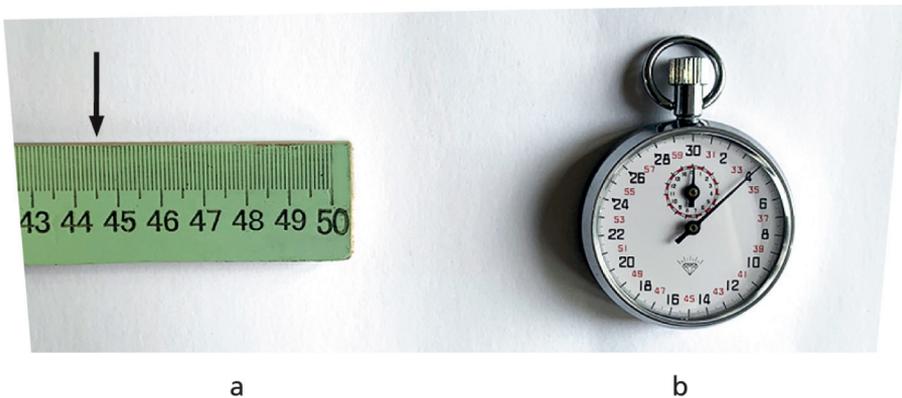


Fig. 2.98

- Nombra cada uno de los instrumentos.
- Determina el valor de la menor división de cada instrumento.
- Determina el valor de las fuerzas de gravedad que actúan sobre los cuerpos cuando se encontraban en reposo.

- d) Representa las fuerzas que actúan sobre cada uno de los carritos en reposo, considera los cálculos realizados en el inciso anterior.
- e) Calcula el valor de la velocidad que alcanzó uno de los carritos si recorrió la distancia marcada en el tiempo que señala el cronómetro. ¿Qué consideraciones debes tener en cuenta?
- f) Al interactuar los carros uno frente a otro, ¿cómo son las fuerzas durante la interacción, en cuanto a valor, dirección y sentido? Justifica tu respuesta.
- g) ¿Cuál de los dos carros alcanzará mayor valor de su velocidad después de interactuar? Justifica
- h) Al cabo de cierto tiempo los carros sin interactuar con otro cuerpo se detienen, ¿Cuál es la causa? Justifica
- i) Si las cuatro ruedas de los carros son iguales, ¿cuál ejercerá mayor presión sobre el piso? Argumenta tu respuesta.

CAPÍTULO 3

Propiedades y estructura de la sustancia

3.1 Introducción

Conoces que la física estudia los sistemas y cambios fundamentales que tienen lugar en el Universo. Hasta ahora hemos profundizado en uno de los cambios más comunes y fundamentales que nos permite entender otros cambios más complejos, el movimiento mecánico.

En este capítulo se estudiarán las propiedades de las sustancias que conforman los cuerpos y la estructura interna de estas. El tema te resultará muy atractivo e interesante si tienes en cuenta que, desde el origen de los seres humanos y el desarrollo de su modo de vida, este ha estado vinculado al conocimiento de las propiedades de las sustancias, especialmente de los cuerpos en estado sólido.



Saber más

Los útiles más antiguos que se conocen son de piedra y fueron fabricados por los antecesores del hombre hace alrededor de 2,5 millones de años. Posteriormente éste utilizó el hueso, el marfil y la madera (fig. 3.1). La canoa más vieja data de unos 9000 años y los primeros barcos de vela, alrededor de 5000 años. Unos 8000 años antes de nuestra era (a.n.e.) se comenzó a emplear troncos de madera y cerámica a base de arcilla para la construcción de viviendas, así como cobre para la decoración y fabricación de utensilios, que luego fue sustituido por el bronce (aleación de cobre y estaño) y hace alrededor de 3000 años que la tecnología del hierro se hizo predominante. Desde esa época se utilizaba el vidrio para la fabricación de recipientes domésticos y también, junto al oro y la plata, para la ornamentación. Hace más de 2200 años los griegos construían máquinas de extraer agua para regadío y bombas de pistón para lanzallamas que utilizaban en las batallas.



Fig. 3.1 Utensilios utilizados por los antecesores del hombre

Los ejemplos anteriores te demuestran que desde épocas muy remotas los hombres tenían conocimientos elementales, pero prácticos, de las propiedades de las sustancias. Al hombre también le es necesario este conocimiento, le permite utilizar las diferentes sustancias de forma adecuada y así evitar accidentes que dañen su salud y provoquen pérdidas de materiales y vidas, debido a la existencia de sustancias tóxicas, inflamables, explosivas y corrosivas. Muestra de esto son las medidas que se toman en el laboratorio de química con los diferentes reactivos que se tienen en el local.

Te invitamos a profundizar en algunas propiedades de las sustancias, la relación con su estructura interna, las características que las distinguen entre sí y cómo se aprovecha todo este conocimiento en beneficio de la humanidad.

3.1.1 Propiedades generales y distintivas

Comencemos a investigar las características distintivas de cada sustancia de la que están compuestos los cuerpos.

Seguramente has visto el salto con pértiga (fig.3.2) es un evento de atletismo en el que los competidores se sirven de una vara larga y flexible (pértiga o garrocha) para ir superando alturas marcadas por una barra horizontal apoyada en unos soportes.



Reflexiona

¿Se podrá hacer la pértiga de cualquier material? ¿De qué material está construida la pértiga que permite realizar estos descomunales saltos?

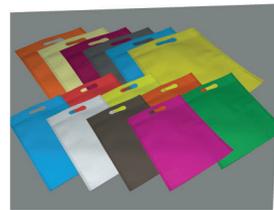


Fig. 3.2 Yarisley Silva Rodríguez, atleta cubana de salto con pértiga; campeona centroamericana, panamericana y mundial

Si queremos dar respuesta a las interrogantes anteriores debemos primero hacer la actividad siguiente.

Actividad

1. Intenta buscar similitudes y diferencias entre cada uno de los cuerpos de la figura 3.3 menciona la mayor cantidad de aspectos posibles.



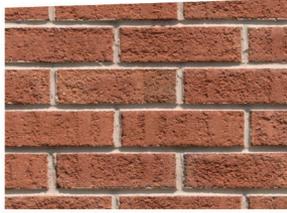


Fig. 3.3 Cuerpos confeccionados de sustancias diferentes

Llamaremos **propiedades generales** de los cuerpos a aquellas que son comunes independientemente de si son sólidos, líquidos o gaseosos y del material de que están constituidos.

Para estudiar un fenómeno es necesario saber las características mediante las cuales encontramos similitudes y diferencias al comparar unos sistemas con otros, las cuales se llaman propiedades, *que pueden caracterizarse a través de otra categoría conocida por ti, las magnitudes y estas a su vez tiene asociada una unidad de medida en el sistema internacional de unidades con sus respectivos múltiplos y submúltiplos.*

Un ejemplo es el fenómeno de la inercia ya estudiado, que es la tendencia de los cuerpos a *conservar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, cuando las fuerzas que actúan sobre estos estén compensadas, la propiedad es la de oponerse a cambiar su estado de movimiento (mantener el valor de su velocidad), esta propiedad está caracterizada por una magnitud física, la masa inercial, cuya unidad de medida en el sistema internacional de unidades es el kilogramo (kg).*



Reflexiona

Al observar los distintos cuerpos y los materiales con que están confeccionados puede surgir una interrogante: ¿qué ocurriría si construyéramos los cuerpos que nos rodean con materiales diferentes a los que están hechos? Un martillo de vidrio, las tijeras de madera, los clavos de goma, entre otros. ¿Qué debemos tener en cuenta para su construcción?

Con los conocimientos que tienes hasta el momento y teniendo en cuenta los estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso, te invito a que realices las actividades experimentales siguientes para que le puedas dar respuesta a la situación anterior.

Experimenta y aprende

Diseña y realiza sencillos experimentos para comprobar las afirmaciones que te presentamos:

Caso 1: Utilizando una jeringuilla, agua y arena (fig. 3.4), demuestra que: Los gases son fáciles de comprimir, mientras que los líquidos y sólidos no.

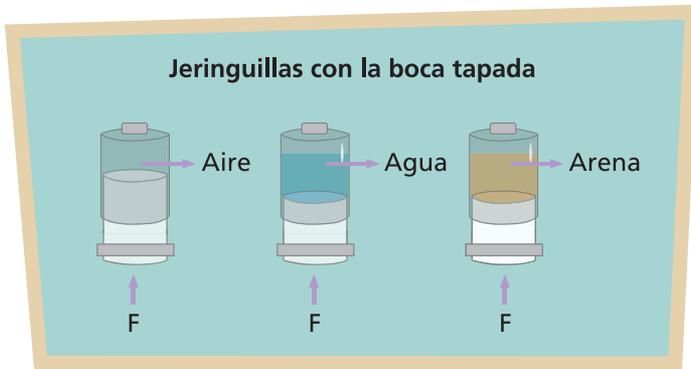


Fig. 3.4 Jeringuillas con sustancias diferentes en su interior que se comprimen

Caso 2: Emplea una tabla de madera, dos clavos, una moneda y una fuente de calor (fig. 3.5). Muestra que:

Aunque poco, los sólidos varían su volumen durante los cambios de temperatura.

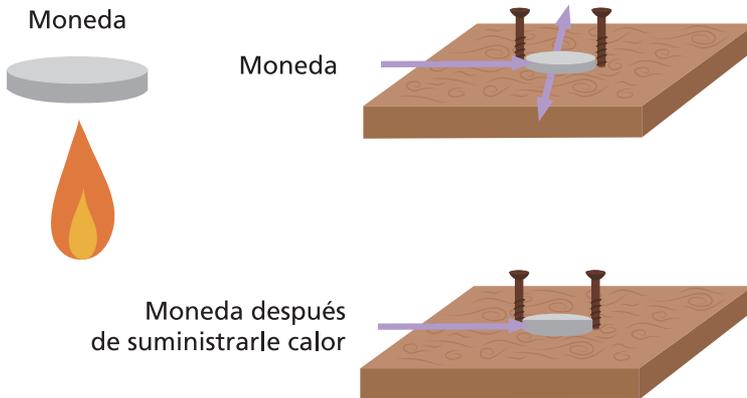


Fig. 3.5 Moneda antes y después de suministrarle calor

CAPÍTULO 3

Caso 3: Un globo lleno de aire y otro globo lleno de agua expuestos al sol (fig. 3.6). Demuestra que:

Los líquidos varían su volumen con relativa facilidad durante los cambios de temperatura y los gases, más fácilmente aún.

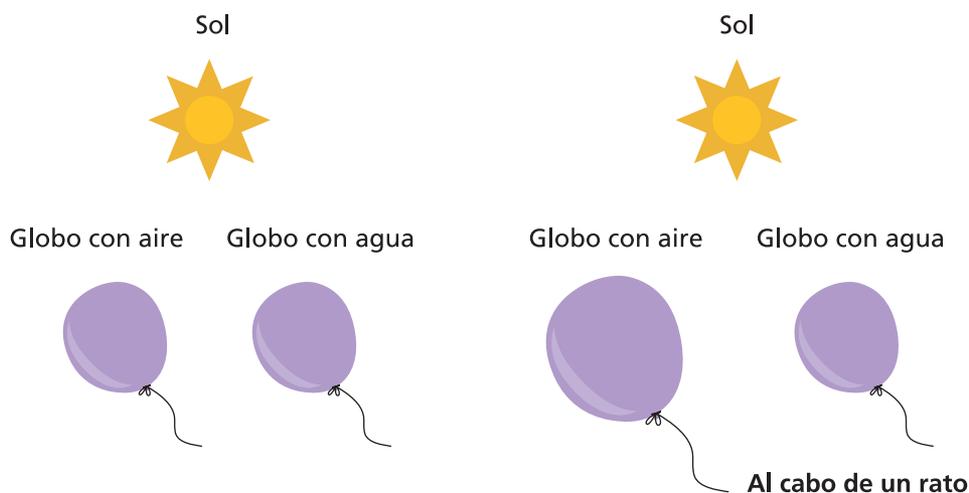


Fig. 3.6 Globos que uno contiene agua y el otro aire, que se exponen al Sol

Pudiste demostrar con la actividad anterior que en los distintos estados de agregación una misma sustancia puede tener diferentes propiedades. En la asignatura Química estudiaste, también, la solubilidad en agua o en otras sustancias, la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición, que son propiedades generales de las sustancias.



Saber más

Existe un cuarto estado de agregación en el que se encuentran las sustancias en la naturaleza: plasma (fig. 3.7) el cual es un estado fluido similar al estado gaseoso, pero en el que determinada proporción de sus partículas están cargadas eléctricamente. El plasma se encuentra principalmente en el espacio interestelar y es considerado hasta este momento el más abundante del Universo. En nuestro planeta lo encontramos en el gas altamente ionizado de las lámparas fluorescente (tubos de luz fría), en el arco eléctrico que se forma en una soldadura, las llamas de una vela encendida y la de la cocina de gas, el rayo es plasma, algunos bombillos ahorradores funcionan en base al plasma.



Fig. 3.7 Descargas eléctricas

Actividad

1. Observa la figura 3.8 y responde: ¿Qué propiedades tienen en común y qué diferencias entre sí, el iceberg, el agua en que está sumergido y el aire que lo rodea?



Fig. 3.8 Iceberg parcialmente sumergido en el agua

Aunque el iceberg, el agua y el aire, pueden distinguirse entre sí atendiendo a una serie de propiedades generales, también es posible diferenciarlos teniendo en cuenta que ciertas propiedades no son generales, estas son las llamadas *propiedades distintivas*, que las poseen unas sustancias y otras no, por ejemplo, los sólidos pueden tener cierta *dureza y forma propia*, mientras que los líquidos y gases en su gran mayoría no; sin embargo, estos últimos, a diferencia de los sólidos, poseen una *gran movilidad (fluidez)*; unas sustancias pueden ser *radiactivas* y otras no, algunos metales poseen *brillo metálico*, propiedad que es utilizada fundamentalmente cuando se confeccionan prendas u objetos ornamentales.

CAPÍTULO 3

Algunas de las diferencias entre los cuerpos dependen de las propiedades de las sustancias de que están constituidos, como la fluidez, la dureza, la fragilidad. Existen otras propiedades menos visibles como la conductividad térmica, la conductividad eléctrica y la radiactividad. En la figura 3.9 te presentamos algunos cuerpos construido con diferentes materiales con características específicas.

Conocer las propiedades de los diferentes materiales ha permitido crear nuevos cuerpos con las características requeridas: aleaciones duras y resistentes, materiales que se utilizan para la medición de temperatura y con propiedades magnéticas. Se han elaborado materiales como el plástico, el caucho sintético, el caprón, el nailon, la fibra óptica tan importante en las comunicaciones, confección de artículos de uso cotidiano como la cerámica, catalizadores, resistentes a la corrosión, fibra de carbón y otros muchos materiales que se utilizan ampliamente en diferentes ramas como la medicina.



Fig. 3.9 Paneles solares, motos de carrera, cohetes espaciales, pelota, aro y malla de baloncesto, construidos de diferentes materiales con características específicas



Recuerda que...

Generalmente cuando se hace referencia a las sustancias, nos referimos a sustancias puras, es decir, que no están combinadas con otras. Cuando no son puras se llaman mezclas, que es el resultado de unir dos o más sustancias, sin que ocurra la transformación de estas en otras sustancias.

Es importante que se conozcan las medidas que deben tenerse en cuenta durante la elaboración y utilización de ciertos materiales, con la finalidad de contribuir a preservar el medio ambiente y ahorrar energía.



Investiga

Investiga algunas de las medidas que se toman en nuestro país que permiten resolver problemas cruciales como: la acumulación de los desechos sólidos, la utilización de productos químicos que no contaminen el medio ambiente.

El conocimiento de las propiedades de las sustancias permite utilizar, transformar y controlar adecuadamente los diferentes materiales, en dependencia de las necesidades o de los objetivos que se persigan.

La figura 3.10 muestra un saltador con pértiga. Actualmente, las pértigas están hechas de fibra de vidrio en su parte central y fibra de carbono en los extremos. En el pasado se hicieron pértigas de madera, bambú y metal, menos flexibles que las actuales, por lo que las marcas alcanzadas en las competencias eran inferiores.



Fig. 3.10 Saltador con pértiga.

U Física en acción

Utiliza un recipiente de vidrio, agua, una jeringuilla preferiblemente de vidrio y un mechero.

- Enciende el mechero y coloca encima el recipiente con agua.
- Cuando el agua se caliente coloca la jeringuilla encima del recipiente de vidrio que contiene agua, como se observa en la figura 3.11.
- En tu libreta redacta un texto que explique lo ocurrido con el embolo de la jeringuilla (fig. 3.11).

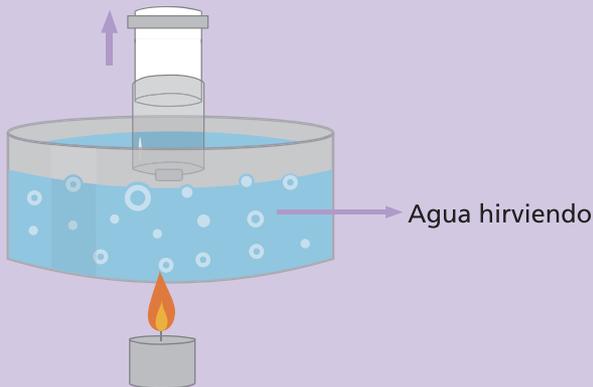


Fig. 3.11 Los gases varían su volumen con relativa facilidad durante los cambios de temperatura.

Tareas

1. Ilustra mediante ejemplos de la vida práctica, la dependencia entre las funciones de determinados útiles cotidianos y las propiedades de los materiales de que están hechos.
2. Ejemplifica la presencia de los sólidos, líquidos y gases en la naturaleza, así como su importancia para la vida del hombre.
3. Indaga acerca de los principales materiales que conocía y empleaba el hombre antes de nuestra era y describe algunas de sus propiedades. Se habla de tres períodos del desarrollo de la humanidad antes de nuestra era: la edad de piedra, la edad del bronce y la edad del hierro. Ubícalos en la línea del tiempo.

4. Haz un resumen (auxiliándote de diccionarios, enciclopedias, o en diferentes recursos informáticos) de algunas de las características y aplicaciones que tienen materiales como: cerámicas, metales, vidrios, plásticos, semi-conductores, composites¹², espuma de metal o de aluminio, pegamento molecular, papel de piedra, tejido cerámico, nano estructuras del carbono.

3.1.2 Densidad de las sustancias

No siempre es posible determinar la masa de un cuerpo de manera directa con el empleo de la balanza. Así, por ejemplo, un ingeniero necesita conocer con anterioridad la masa que tendrá determinada máquina que va a construir, o la masa necesaria para los cimientos de un edificio.



Reflexiona

¿Será posible determinar la masa aproximada del aire que hay en una habitación? ¿Se puede saber previamente si un cuerpo flota o se hunde en agua o en cualquier otro líquido o gas?

En estos casos se recurre a una magnitud que caracteriza a cada sustancia y permite de manera indirecta calcular la masa de los cuerpos. ¿Cuál será esta magnitud?

En la figura 3.12 se representan cuatro cuerpos de igual forma y volumen de cuatro sustancias diferentes: plástico, aluminio, cobre e hierro.



Fig. 3.12 Cuerpos de igual forma y volumen de cuatro sustancias diferentes.

¹² Composite: materiales sintéticos mezclados heterogéneamente, esta combinación de materiales confiere al nuevo compuesto unas propiedades notablemente superiores a las de las materias primas de las que proceden.

CAPÍTULO 3

Las diferencias entre los cuatro cuerpos representados en la figura 3.12 están dadas no solo por el color o brillo de sus superficies sino también por otras características. En la asignatura de Química conociste la magnitud física, densidad, en la que vamos a profundizar, ¿pero en qué consiste?

Si determinas la masa de cada cuerpo representado en la figura 3.12, con una balanza, comprobarás que el plástico posee la menor masa, mientras que el cobre tiene la mayor. En la figura 3.13 se representan cuatro cuerpos dos de aluminio y otros dos de plomo de igual masa, pero, ¿qué puedes decir de sus volúmenes? Los cuerpos constituidos por sustancias diferentes, pero de igual masa, por lo general, ocupan distintos volúmenes.

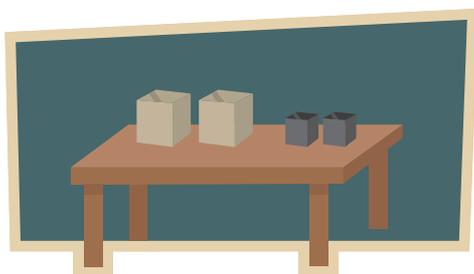


Fig. 3.13 Cuerpos de sustancias diferentes

Te proponemos que junto a tus compañeros de equipo realicen la actividad siguiente.

Experimenta y aprende

Determina la masa de un cuerpo "x" con ayuda de una balanza (fig. 3.14).



Fig. 3.14 Balanza de dos platos

Con ayuda de la probeta representada en la figura 3.15, mide el volumen del cuerpo "x".

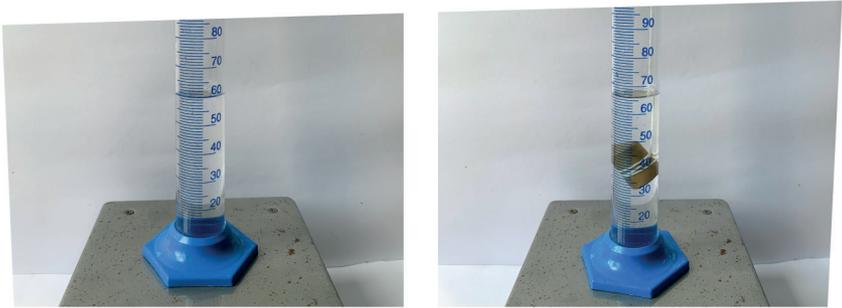


Fig. 3.15 Probeta graduada

Determina el cociente entre el valor de la masa y el valor del volumen obtenido en la medición directa (fig. 3.14 y 3.15):
 Repita la actividad pero con dos cuerpos "x" iguales.
 Compara los valores obtenidos

Los valores obtenidos en la medición de las magnitudes solicitadas para el cuerpo X son: masa, $m = 53 \text{ g}$ (fig. 3.14); volumen, $V = 6,0 \text{ mL} = 6,0 \text{ cm}^3$ (fig. 3.15).

Recuerda que...

El volumen es la extensión de los cuerpos en las tres dimensiones espaciales, (largo, ancho y altura), y se mide en metros cúbicos (m^3) o en cualquiera de sus múltiplos y submúltiplos. La capacidad es una magnitud que indica la medida de la cantidad de sustancia que puede alojarse en un recipiente y se mide en litros (L) o en cualquiera de sus múltiplos y submúltiplos. Tanto la capacidad como el volumen se pueden medir en litros (L) o en metros cúbicos (m^3).

$1\text{L} = 0,001 \text{ m}^3$ $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$

Cociente entre el valor de la masa y el valor del volumen

$\frac{53 \text{ g}}{6 \text{ cm}^3} = 8,83 \text{ g/cm}^3$ para este cuerpo x hay 8,83 g por cada un centímetro cúbico.

Al aumentar la masa con dos cuerpos "x" ($2 \cdot 53 \text{ g} = 106 \text{ g}$) y comprobárs que el volumen aumenta en la misma proporción (12 cm^3) por lo que

podemos concluir que: entre el volumen y la masa de un cuerpo compuesto de una misma sustancia existe una relación de proporcionalidad directa; es decir, la masa se incrementa en la misma proporción que el volumen y viceversa, (esto se cumple si la sustancia es pura y está distribuida de forma homogénea en el cuerpo), por tanto, al dividir ambos valores en los dos casos se obtiene un valor constante, al cual llamamos **densidad**.

La densidad caracteriza la relación entre la masa y el volumen de los cuerpos, por lo general cada sustancia tiene un valor diferente de densidad.

Esta relación se muestra en la gráfica de la figura 3.16 que expresa la dependencia de la masa en función del volumen para el agua a su máxima densidad (a 4,0 °C) y a presión atmosférica normal (1 013 hPa).

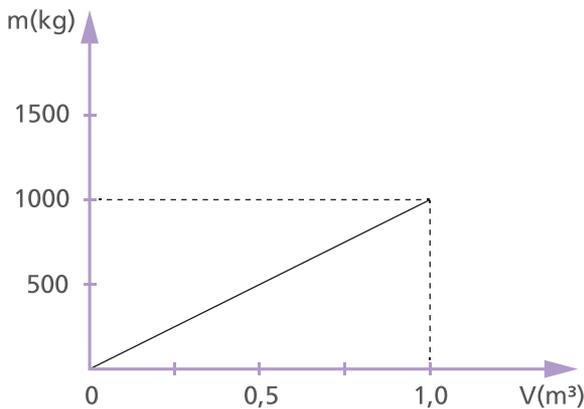


Fig. 3.16 Gráfica que relaciona la masa y el volumen de una determinada sustancia.

La densidad se calcula dividiendo la masa por el volumen de dicho cuerpo:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde ρ es la densidad (letra rho del alfabeto griego), m la masa y V el volumen del cuerpo.

La unidad de densidad en el sistema internacional de unidades es kilogramo por metro cúbico (kg/m^3); suele expresarse en gramo por centímetro cúbico (g/cm^3), entre otros que son múltiplos o submúltiplos de la unidad básica.



Recuerda que...

$$1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000\,001 \text{ m}^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Para convertir $8,83 \text{ g/cm}^3$ en kg/m^3

El proceso de conversión es el siguiente:

- ▶ Dividimos la masa en gramos por 1 000:
 $8,83 \div 1\,000 = 0,008\,83 \text{ kg}$
- ▶ Dividimos el volumen en cm^3 por 100 000:
 $1 \div 100\,000 = 0,000\,001 \text{ m}^3$
- ▶ Efectuamos la división entre los gramos y los metros cúbicos convertidos.

$$\frac{8830 \cdot 10^6 \text{ kg}}{1 \cdot 10^6 \text{ m}^3} = 8830 \text{ kg/m}^3$$

- ▶ Por lo que:
 $8\,830 \text{ kg/m}^3 = 8,83 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Por lo que al convertir de g/cm^3 a kg/m^3 se multiplica por 1 000 y si es de kg/m^3 a g/cm^3 se divide por 1 000.

Los valores de densidad para algunas sustancias aparecen en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3. Selecciona de qué material pudiera estar confeccionado el cuerpo X utilizado en el Experimenta y aprende de este epígrafe. Analiza las causas por las que el resultado obtenido en la actividad experimental no es exacto.

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Densidad de algunos sólidos para temperaturas de 20 °C

Sólidos	Densidad (kg/m³) Valores aproximados	Densidad (g/m³) Valores aproximados
Oro	19 320	19,32
Uranio	19 070	19,07
Plomo	11 350	11,35
Plata	10 490	10,49
Cobre	8 960	8,96
Hierro	7 870	7,87
Acero	7 850	7,85
Estaño	7 300	7,300
Zinc	7 100	7,100
Aluminio	2 699	2,699
Mármol	2 700	2,700
Vidrio	2 500	2,500
Porcelana	2 300	2,300
Gravilla	1 700	1,700
Arena seca	1 600	1,600
Parafina	900	0,900
Hielo	917	0,917
Corcho	240	0,240

Tabla 3.2 Densidad de algunos líquidos a 20 °C

Líquidos	Densidad (kg/m³) Valores aproximados	Densidad (g/m³) Valores aproximados
Etanol (alcohol etílico)	790	0,790
Petróleo	660-970	0,66-0,97
Aceite	920	0,920
Agua pura	998,23	0,998 23
Agua de mar	1 024	1,024
Sangre entera	1 060	1,060
Miel	1 350	1,35
Mercurio	13 550	13,550

Tabla 3.3 Densidad de algunos gases a temperatura de 20 °C

Gases	Densidad (kg/m ³) Valores aproximados	Densidad (g/m ³) Valores aproximados
Cloro	3,21	0,003 21
Dióxido de carbono	1,980	0,001 98
Oxígeno	1,430	0,001 43
Aire (0 °C)	1,290	0,001 29
Nitrógeno	1,250	0,001 25
Monóxido de Carbono	1,250	0,001 25
Vapor de agua (a 100 °C)	0,590	0,000 59
Hidrógeno	0,089	0,000 89

Si comparas las densidades del aire y su volumen dentro de un recipiente, es posible calcular su masa.

Si comparas las densidades de una misma sustancia en los estados sólido y líquido te darás cuenta que presentan poca diferencia, sin embargo, estas difieren mucho de la de los gases, ya que las de estos últimos son muchísimo más pequeñas (tabla 3.4).

Tabla 3.4 Densidad del agua en diferentes estados: sólido, líquido

H ₂ O	(kg/m ³)	(g/m ³)
Hielo	3,21	0,003 21
Agua pura	1,980	0,001 98
Vapor de agua (a 100 °C)	1,430	0,001 43



Saber más

El agua (H_2O) es un líquido que presenta un comportamiento distintivo (peculiaridad térmica del agua). La experiencia demuestra que el H_2O disminuye su volumen y se contrae cuando la temperatura aumenta de $0\text{ }^\circ\text{C}$ hasta $4,0\text{ }^\circ\text{C}$. Si la temperatura continúa ascendiendo comienza a dilatarse como el resto de los líquidos, de modo que esta anomalía es solo en este intervalo. La densidad del agua es máxima a los $4,0\text{ }^\circ\text{C}$. Esto favorece la vida de los peces en el agua en los países de clima frío, porque al congelarse el agua, el hielo resultante flota y el agua líquida con temperaturas entre $0\text{ }^\circ\text{C}$ y $4\text{ }^\circ\text{C}$ queda por debajo del hielo y permite que los peces se mantengan vivos.

¿Qué significado físico tiene que la densidad del agua sea de $1,0\text{ g/cm}^3$ o $1\ 000\text{ kg/m}^3$?

Esto significa que, si tomamos en una jeringuilla $1,0\text{ mL}$ o lo que es lo mismo $1,0\text{ cm}^3$ de agua, el agua contenida en la jeringuilla tendrá una masa de 1 g . Podemos decir que 1 g de agua ocupa un volumen de aproximadamente 1 mL ; o lo que es lo mismo, si tenemos en un tanque un 1 m^3 de agua pura, este tendrá una masa de $998,23\text{ kg}$, aproximadamente 1000 kg .

Ejercicios resueltos

1. Calcula la densidad de un bloque en forma de cubo, si una de sus aristas mide $1,30\text{ m}$, y la masa es de $2\ 017\text{ kg}$. Compara el valor obtenido con los que aparecen en la tabla 3.1 y seleccione de qué sustancia está confeccionado.

Solución:

Tenemos que calcular la densidad y conocemos la longitud de una arista ($1,30\text{ m}$) del cubo, el cual como conoces tiene todos sus lados iguales y la masa del bloque de hielo y si nos apoyamos en la ecuación:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Como el bloque tiene forma de cubo, entonces su volumen se puede calcular por la ecuación: $V_{\text{cubo}} = a^3 = l^3$

Datos

$$l = 1,30 \text{ m}$$

$$m = 2\,017 \text{ kg}$$

$$\rho = ?$$

$$V_{\text{cubo}} = (1,30 \text{ m})^3$$

$$V_{\text{cubo}} = 2,197 \text{ m}^3 \approx 2,20 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{sustituimos los valores obtenidos y por dato en la ecuación de densidad})$$

$$\rho = \frac{2\,017 \text{ kg}}{2,20 \text{ m}^3}$$

$$\rho \approx 916,8 \text{ kg/m}^3 \approx 917 \text{ kg/m}^3$$

Otra vía de solución sería, sustituir la ecuación del volumen del cubo en la ecuación de densidad y quedaría de la siguiente forma:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{l^3}$$

Respuesta: El valor aproximado obtenido de densidad es de 917 kg/m^3 que corresponde al hielo, valor que aparece en la tabla 3.4, el cual significa que 917 kg de hielo ocupan un volumen aproximado de 1 m^3 .

2. Determina la masa de alcohol etílico que se puede depositar en un envase de 50 cm^3 hasta llenarlo totalmente.

Solución:

En este ejercicio tienes que determinar la masa de alcohol que se puede depositar en el envase; se conoce el volumen del envase y el valor de la densidad del alcohol se puede buscar en la tabla de datos 3.1, además conoces la ecuación que relaciona la densidad con la masa y el volumen del cuerpo.

La ecuación que me permite calcular la masa, si conoces el volumen (50 cm^3) es:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para calcular la masa, debemos despejarla de la ecuación anterior. Debes transponer para el otro miembro de la ecuación el volumen con operación de cálculo inversa (o sea como está dividiendo se transpone multiplicando):

$$\rho \cdot V = m$$

$$m = \rho \cdot V$$

Esta es la ecuación que permite obtener la masa de alcohol en el recipiente.

Pero no conocemos la densidad del alcohol y la buscamos en la tabla 3.2 ($\rho = 0,79 \text{ g/cm}^3$).

Ahora puedes sustituir en la ecuación los valores de las magnitudes conocidas:

$$m = 0,79 \text{ g/cm}^3 \cdot 50 \text{ cm}^3$$

$$m = 39,5 \text{ g} = 0,0395 \text{ kg} \approx 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

Respuesta: La masa aproximada del alcohol etílico que se necesita para llenar el envase que tiene una capacidad de 50 cm^3 es de $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$.

3. Halla el volumen de metal que conforma la balita de gas licuado construida con acero, si consideramos que su masa es de $10,0 \text{ kg}$ cuando está vacío.

Solución:

En este ejercicio tienes que determinar el volumen que ocupa una balita de gas licuado que se confecciona de acero; se conoce la masa del tanque ($10,0 \text{ kg}$) y el valor de la densidad del acero se puede buscar en la tabla de datos 3.1, además conoces la ecuación que relaciona la densidad con la masa y el volumen del cuerpo.

La ecuación que me permite calcular el volumen, si conoces la masa es:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para calcular el volumen, debemos despejarlo de la ecuación anterior. Debes transponer para el otro miembro de la ecuación el volumen con operación de cálculo inversa (o sea como está dividiendo se transpone multiplicando):

$$\rho \cdot V = m$$

Ahora debes transponer para el otro miembro de la ecuación la densidad con operación de cálculo inversa (o sea como está multiplicando se transpone dividiendo): $V = \frac{m}{\rho}$

Esta es la ecuación que permite obtener el volumen que ocupa una balita de gas licuado confeccionado de acero. Pero como no conocemos la densidad del acero, entonces la buscamos en la tabla 3.1 ($\rho_{\text{acero}} = 7\,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$).

Ahora puedes sustituir en la ecuación los valores de las magnitudes conocidas:

$$V = \frac{10,0 \text{ kg}}{7\,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \quad (\text{se realiza el análisis de las unidades})$$

$$V \approx 0,001\,36 \text{ m}^3$$

si lo expresamos en notación científica quedaría:

$$V \approx 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Respuesta: El volumen de metal que conforma la balita de gas licuado construida con acero es de $0,001\,36 \text{ m}^3$.

Actividad

1. Calcula la masa del aire contenido en un recipiente al que puedas determinar su volumen. Valora las posibles fuentes de incertidumbre en todos los resultados obtenidos.

Experimenta y aprende

En un vaso con agua vierte un poco de cualquier tipo de aceite, como se muestra en la figura 3.17.

Fig. 3.17 Vaso que contiene agua y aceite.



- a) Describe lo que ocurre al echar aceite en el vaso con agua. Argumenta tu respuesta. ¿Es esta una mezcla homogénea o heterogénea?
- b) Explica lo ocurrido en este experimento con los conocimientos adquiridos hasta el momento.

U Física en acción

En dos recipientes iguales vierte 50 mL de agua y 50 mL de miel respectivamente (puedes utilizar una jeringuilla para medir los 50 mL). Calcula la masa de cada líquido.

Con ayuda de una balanza mide directamente la masa de cada líquido. Compara los resultados obtenidos, a partir de la ecuación y utilizando la balanza.

Nota: No olvides medir previamente la masa del recipiente vacío

Se puede conocer previamente si un cuerpo flota o se hunde en agua o en cualquier otro líquido o gas si se conoce su densidad, contenido que profundizarás en el próximo capítulo.

Tareas

1. En un laboratorio de Física de una secundaria hay tres cubos, uno de mármol, otro de corcho y el último de plomo. Todos poseen el mismo volumen. ¿Cuál de los tres posee mayor masa y cuál menor? Explica tu respuesta.
2. Dos cuerpos, uno de hierro y otro de plomo, tienen una masa de 2,0 kg cada uno. ¿Cuál ocupa mayor volumen? ¿Por qué?
3. Estima el valor de la masa de aire contenida en el aula. Realiza los cálculos para determinar el valor aproximado de dicha masa.
4. Selecciona la respuesta correcta marcando con una X.
La densidad del aluminio es $2\,699\text{ kg/m}^3$; desde el punto de vista físico este valor significa que:
 - a)___ La masa de 2699 m^3 de aluminio es 1,0 kg.
 - b)___ La masa de cada metro cúbico de aluminio es de 2,699 g.
 - c)___ La masa de cada metro cúbico de aluminio es de 2 699 kg.
 - d)___ La masa de cada metro cúbico de aluminio es de 2 699 g.

FÍSICA

5. Se tienen cuatro barras de iguales masas, elaboradas de cobre, parafina, oro y plomo, respectivamente. Utilizando la tabla de densidades, ordena estas barras de acuerdo con el volumen que ocupa cada una (comenzando de mayor a menor volumen).
6. ¿Cuál es la causa que provoca que al colocar un pomo de agua en el congelador de un refrigerador o en una nevera este se dilata, si se conoce que los cuerpos en estado sólido se contraen y al pasar a estado líquido se dilatan?
7. Si un tanque tiene un volumen de $2,2 \text{ m}^3$ y lo llenamos completamente, contaríamos con una cantidad de agua equivalente a:
a) ___ 2200 L b) ___ 2,2 L c) ___ 22 L d) ___ 220 L
8. Para reconstruir la acera del muro del malecón habanero dañado por el huracán Irma se necesitó una pieza de hormigón macizo que tiene 10 m de largo, 20 cm de ancho y 1,2 m de profundidad. Si la densidad del hormigón es $2\,600 \text{ kg/m}^3$, su masa es de:
a) ___ 624 000 kg b) ___ 6 240 kg c) ___ 2 600 kg
9. Determina la masa máxima del agua que puede contener un tanque, si su capacidad interior es de 500 L.
10. La masa de un recipiente vacío es de 100 kg, se llena de un líquido y al medir su masa nuevamente esta es de 660 kg. Si la capacidad del recipiente es 622, L entonces el líquido que contiene el recipiente es:
___ Agua
___ Mercurio
___ Miel
___ Aceite de automóvil
Justifica con cálculos tu respuesta
11. La masa total de una balita de gas licuado llena es de 20 lb, si la densidad del gas licuado es aproximadamente dos veces la densidad del aire. Calcula la capacidad de esta balita de gas licuado (auxíliate de los datos que te ofrece el ejercicio resuelto tres).

El átomo es la menor partícula de sustancia que posee todas las propiedades químicas de un elemento químico dado¹³. En la actualidad se conoce que los átomos sí pueden ser divisibles, tienen una estructura interna y son sistemas que están formados por otras pequeñísimas partículas: los protones, neutrones y electrones.

La enorme cantidad de sustancias que hoy se conocen están formadas por la combinación de átomos en distintas proporciones, modos de enlazarse y estructuras geométricas.



Recuerda que...

Las moléculas se diferencian unas de otras por el tipo de átomos que las componen, el número de estos y la disposición geométrica que forman.

La figura 3.18 muestra algunas agrupaciones de átomos, que forman sustancias simples y compuestas.

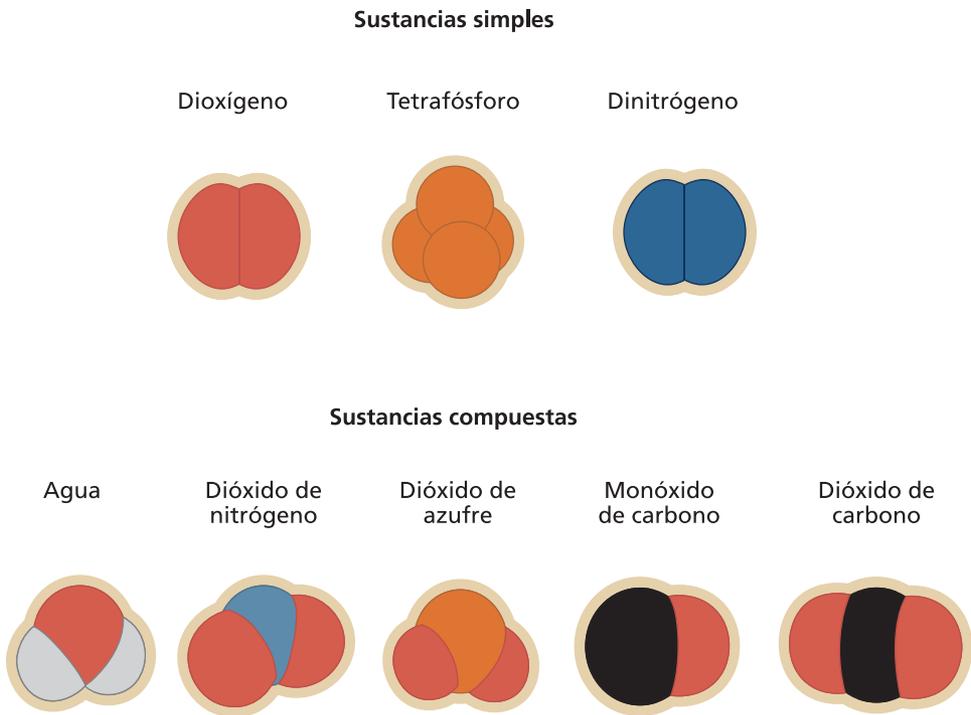


Fig. 3.18 Modelos moleculares de varias sustancias simples y compuestas

¹³ Yavorski, B. M. y Detlaf, A. A.: Prontuario de Física. Editorial Mir, Moscú, 1980.

Experimenta y aprende

Coloca sobre tu mesa tres vasos y un frasco con acuarela.

Vierte agua dentro del primer vaso y deja caer una gota de acuarela, observa que se colorea el agua. Después echa parte de esta agua coloreada en el segundo vaso y llena con agua clara el vaso, por último, del segundo vaso echa parte en el tercero y se vuelve a completar el vaso con agua clara (fig.3.19).



Fig. 3.19 Gota de acuarela que se mezcla con agua

¿Se colorea el agua en todos los casos? ¿Qué parte del agua se colorea? ¿Por qué la gota de acuarela alcanza para colorear tanta agua? ¿A qué conclusión puedes arribar?

Como has observado, en la medida en que se vierte agua la coloración es más clara, así podemos deducir que la gota de acuarela estaba compuesta por un gran número de partículas muy pequeñas.

Por tu experiencia sabes que, desde niño al colorear con lápices de colores o crayola, estos gastan su punta, en la escuela al utilizar la tiza esta se gasta en la medida en que escribes en el pizarrón y al mirar el piso hay polvo de tiza y hasta tu lápiz o portaminas debes estar sacándole la punta, ya que se gasta.



Saber más

El diámetro de los átomos es, como promedio 0,000 0001 mm (10^{-7} mm), es decir diez millones de veces menor que 1 mm, unas 10 000 (10^4) veces menor que las células más pequeñas, si consideramos que los átomos son esféricos (esto es solo un modelo).

Con lo ya estudiado en la asignatura de química y en este epígrafe podemos plantear que los cuerpos están formados por pequeñas partículas, una de las primeras ideas básicas acerca de la estructura de la sustancia. Conoces que, al escribir con lápiz, dibujar con crayola o tiza, o borrar con una goma se va desprendiendo una parte de los cuerpos, corroborando la idea de que están compuestos por partículas pequeñas.

Como los átomos son tan pequeños, cada cuerpo posee una enorme cantidad de estos. En 1 cm^3 de cobre, hay tal cantidad de átomos que, si pretendiéramos llenar con esa misma cantidad de granitos de arena o azúcar un recipiente de forma cúbica, la arista de este tendría que ser alrededor de 10 km.



Saber más

La **nanotecnología** es la manipulación de la materia a escala nanométrica. La más temprana y difundida descripción de la nanotecnología se refiere a la meta tecnológica particular de manipular en forma precisa los átomos y moléculas para la fabricación de productos a microescala (el nanómetro es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \text{ nanómetro} = 0,000\ 000\ 001 \text{ m} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$). Esta tecnología permite crear nuevos materiales, con gran aplicación en la medicina y la electrónica entre otras ciencias.

La nanotecnología describe el conjunto de tecnologías que se enfocan hacia la producción y aplicación de distintos sistemas en una escala que va desde el nivel atómico o molecular hasta alrededor de 100 nm. Como ejemplo ilustrativo, el punto de esta "i" puede contener hasta un millón de nanopartículas.

En la nanotecnología colaboran especialistas en materiales, ingenieros mecánicos y electrónicos, y también investigadores médicos, biólogos, físicos y químicos.

Ahora puedes contestar la pregunta de inicio del epígrafe, pues sabes que de los cuerpos se desprenden pequeñas partículas que son invisibles a nuestros ojos, porque tienen dimensiones muy pequeñas, por lo que podemos arribar a la primera idea esencial acerca de la estructura de la sustancia:

Los cuerpos están constituidos por pequeñísimas partículas.

Física en acción

Lija un trozo de madera con una escofina o con una lima dale una nueva forma a tus uñas y observa cuánto se gasta la madera y tus uñas, desprendiendo pequeñas partículas en ambos casos. ¿Cómo explicarías lo ocurrido?

Tareas

1. Describe dos hechos de la vida cotidiana donde se ponga de manifiesto que las sustancias están compuestas por partículas muy pequeñas. ¿Qué argumentos darías a tus compañeros de aula para convencerlos de que, aunque los cuerpos parecen continuos, están constituidos por partículas muy pequeñas?
2. ¿Cómo explicas desde el punto de vista de la estructura de las sustancias que puedan secarse los charcos de agua que se acumulan después de la lluvia?

3.2.2 Separación entre las partículas

Al observar los cuerpos que nos rodean no podemos decir cómo están distribuidos esas pequeñas partículas que lo forman, por lo que es necesario hacer las preguntas de la sección siguiente.

Reflexiona

¿Cómo están dispuestas estas partículas, unas junto a otras en forma compacta, o separadas entre sí?

¿Cómo explicarías los cambios producidos en el volumen de los cuerpos, al aplicar fuerzas sobre ellos o variar su temperatura?

Junto a tus compañeros de equipo, realiza las actividades siguientes para investigar sobre las interrogantes planteadas.

Experimenta y aprende

1. Comprime con la mano una pelota de goma o un globo lleno de aire, observa la forma que adoptan, ¿qué ha ocurrido?

2. Toma un Erlenmeyer de 100 mL, llénalo de agua coloreada, tápalo con un tapón monohoradado, introduce un tubo de vidrio como se observa en la figura 3.20 a. Observa la altura de la columna de líquido en el tubo de vidrio.
3. Con la ayuda de un soporte universal, nuez o mordaza, tela metálica amiantada, pinza de extensión, aro o anilla y un mechero de alcohol, realiza un montaje como el que aparece en la figura 3.20 b y calienta el agua coloreada. Observa la altura de la columna líquida en el tubo de vidrio: al calentar el agua; y cuando esta se vuelve a enfriar.

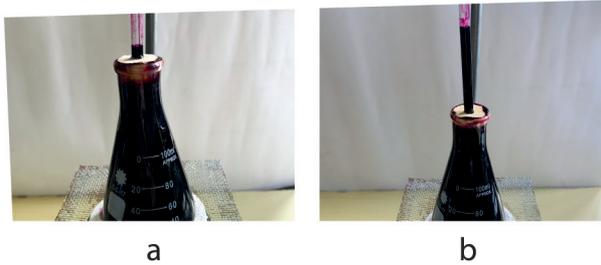


Fig. 3.20 Experimento donde se demuestra que al calentar el agua aumenta el volumen de esta

4. Emplea el anillo de Gravesande, dispositivo¹⁴ que aparece en la figura 3.21 y realiza las actividades siguientes:
 - Intenta pasar la esfera por ambos aros. Observa lo ocurrido.
 - Suministra calor a la esfera con la llama de un mechero e intenta de nuevo hacer pasar la esfera por cada uno de los aros. ¿Qué ha ocurrido?



Fig. 3.21 Anillo de Gravesande

¹⁴ Dispositivo que se utiliza para comprobar la dilatación o aumento de volumen de los sólidos al calentarse, Anillo de Gravesande.

En la segunda actividad de la sección **Experimenta y aprende** te debes haber percatado de que el aire contenido en el Erlenmeyer de 100 mL al ser comprimido disminuye, por tanto, disminuye el volumen del aire, además comprobaste que al calentar el agua el nivel del líquido del tubo asciende y al enfriarse disminuye. En la última actividad, la esfera pasa fácilmente por el aro, pero cuando se calienta no pasa y al enfriarse puedes pasarla otra vez libremente.

Estas actividades te muestran que el volumen de los cuerpos puede aumentar o disminuir, esas variaciones pueden explicarse si consideras que existen separaciones entre las pequeñas partículas que componen las sustancias. Semejante explicación es sugerida por analogía con el hecho de que los objetos que nos rodean están separados entre sí. En la actualidad, no cabe duda de que la idea acerca de la existencia de separaciones entre las partículas que constituyen los cuerpos es correcta, las observaciones con microscopios especiales así lo demuestran.

Las partículas que forman las sustancias están separadas entre sí y no dispuestas unas junto a las otras de forma compacta.



Reflexiona

¿Serán iguales las separaciones entre las partículas de una sustancia en diferentes estados de agregación?

Te propongo buscar la tabla de densidades para que compruebes que las densidades de los sólidos son por lo general solo algo mayores que las de los líquidos y que las de estos, a su vez, son muy superiores a las de los gases.

Si observas la figura 3.22, que presenta la disposición de las moléculas del agua en sus tres estados de agregación, puedes concluir que las separaciones entre las partículas de una misma sustancia difieren poco en los estados, sólido y líquido, pero en los gases están mucho más separadas. Confirman esta suposición, las variaciones de volumen relativamente pequeñas que tienen lugar cuando los cuerpos pasan del estado sólido al líquido (o a la inversa), en contraste con las enormes variaciones de volumen al pasar de dichos estados al gaseoso.

Disposición de las moléculas de agua

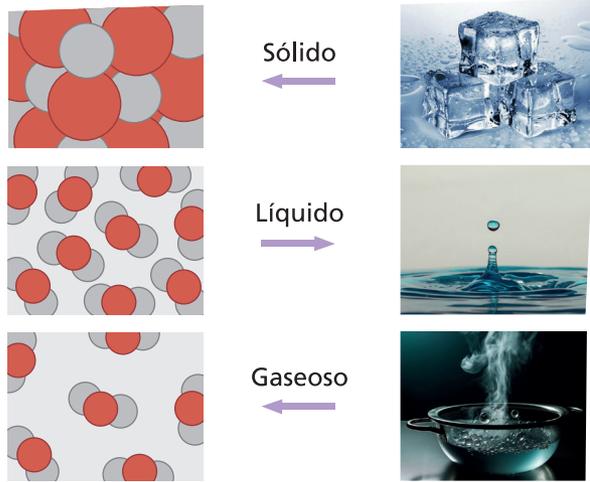


Fig. 3.22 Disposición de las moléculas del agua en sus tres estados de agregación

En la figura 3.23 se modela la separación entre las partículas en los estados sólido, líquido, gaseoso y plasma.

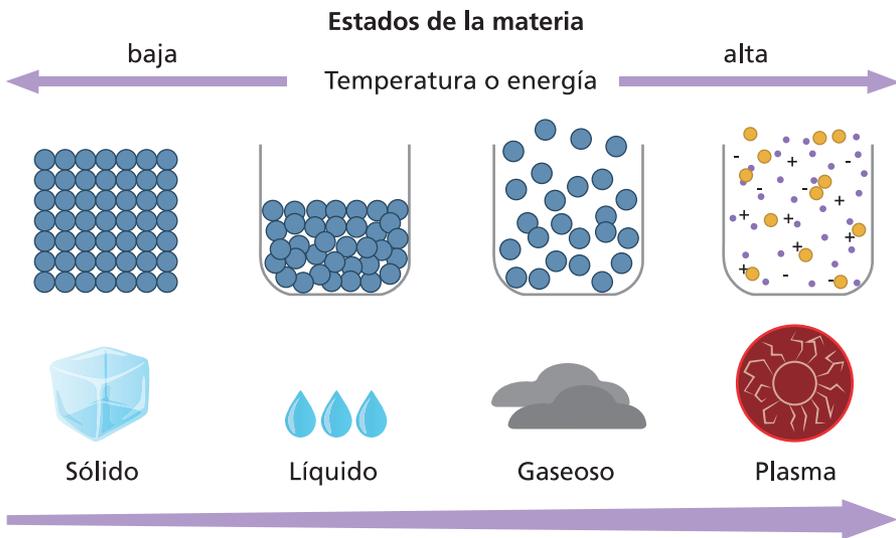


Fig. 3.23 Separación de las partículas en distintos estados de agregación

Por lo que podemos arribar a la segunda idea esencial, acerca de la estructura de la sustancia:

Entre las partículas que componen las sustancias existen separaciones las cuales son mayores en los gases que en los líquidos y los sólidos.

U Física en acción

1. Vierte en un vaso agua hasta que falten dos dedos para que se llene, hecha en otro vaso, igual al anterior, un poco más de dos dedos de sal común. ¿Si se suman los volúmenes de sal común y de agua el resultado será mayor, menor o igual a la capacidad del recipiente?
2. Mezcla ambas sustancias en uno de los vasos utilizados. ¿Se pudieron echar juntas, en el mismo recipiente sin que ocurriera un derrame? ¿Cómo se puede explicar este hecho?

Tareas

1. Describe al menos dos ejemplos donde se ponga de manifiesto la existencia de las separaciones entre las partículas.
2. ¿Cómo varía el volumen de un cuerpo al disminuir o aumentar las distancias entre las partículas?
3. Al prender una vela en casa has observado cómo esta se derrite y posteriormente se solidifica. Idea un experimento que te permita comparar una cierta cantidad de parafina en estado líquido y sólido. ¿Qué sucede con el volumen de la parafina líquida al solidificarse? Explica el cambio de niveles observado.

3.2.3 Interacción entre las partículas

Una silla, una mesa o cualquier otro cuerpo no se rompen por sí solas, aunque entre las pequeñas partículas que los constituyen existen separaciones.



Reflexiona

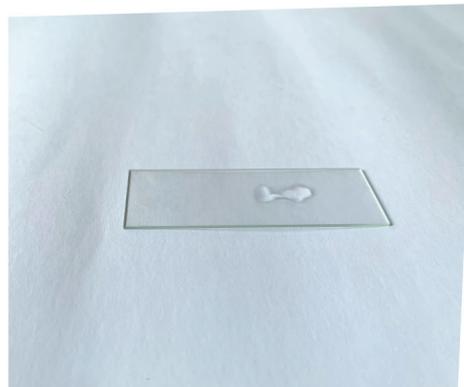
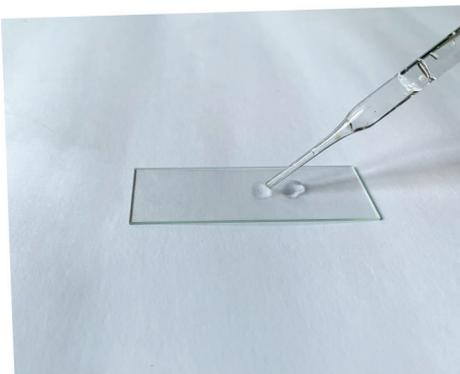
Debemos preguntarnos, ¿por qué las sustancias en estado sólidos o líquidos no se desintegran por sí solas, e incluso, para dividir la mayoría de los sólidos se requieren grandes esfuerzos?

Si analizas la pregunta anterior seguramente puedes concluir que las partículas que constituyen los cuerpos se atraen entre sí, es decir, existen fuerzas de atracción; pero debes tener en cuenta que esta atracción no se debe a fuerzas gravitatorias, pues estas no son apreciables entre partículas de masa tan pequeñas.

Conoces de la asignatura Química que el origen de la cohesión entre las partículas de las sustancias en general, se debe a los enlaces entre sus átomos, moléculas e iones. Las propiedades de estas sustancias dependen de su estructura, la cual está relacionada con la composición, el tipo de partícula, su ordenamiento y el enlace químico que las une (metálico, covalente o iónico).

Experimenta y aprende

1. Divide un pedazo de tiza en dos partes. ¿Será posible unir las nuevamente?
2. Con un gotero coloca dos gotas de agua en un portaobjeto y comprobarás que se unen con facilidad (fig. 3.24 a).
3. Utilizando una jeringuilla intenta comprimir y expandir el aire contenido dentro de esta (fig. 3.24 b).



Jeringuillas con la boca tapada

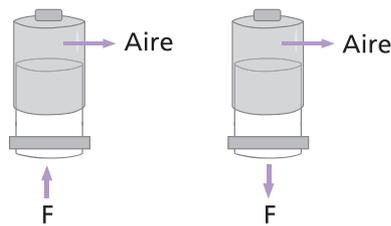


Fig. 3.24 a) gotas de agua en el portaobjeto se unen con facilidad; b) jeringuillas con aire en su interior que se comprime y expande

Considera que al dividir un cuerpo sólido en dos partes (ejemplo, la tiza) en las superficies resultantes quedan irregularidades, por lo cual sus partículas no pueden aproximarse a distancias tan pequeñas como dos gotas de agua (fig. 3.24 a), por tanto, la atracción entre las pequeñas partículas solo es notable cuando se encuentran muy cerca unas de otras.

En el caso de la jeringuilla (fig. 3.24 b) llega el momento que no puedes seguir comprimiendo el aire contenido dentro de esta, debido a las fuerzas repulsivas que existen entre las moléculas que están en el interior de la jeringuilla. Cuando se intenta expandir el gas retirando el émbolo en sentido contrario, ocurre lo opuesto, llega el momento que no puedes seguir, porque las fuerzas de atracción que existen entre las moléculas que están en el interior de la jeringuilla no lo permiten.

Resumiendo las ideas esenciales estudiadas hasta ahora, acerca de la estructura de las sustancias, se concluye que:

Todos los cuerpos están formados por una o más sustancias, a su vez cada sustancia está formada por pequeñísimas partículas (átomos, moléculas, iones, protones) Entre dichas partículas existen determinadas separaciones y se ejercen fuerzas de atracción al intentar separarlas y de repulsión al intentar unir las.

U Física en acción

Toma del congelador dos cubos de hielo pequeños y ponlos uno encima de otro dentro de un recipiente y colócalos nuevamente en el congelador. Al cabo de media hora retira el recipiente del congelador, ¿qué ocurre con los cubos de hielo al tratar de separarlos? Explica lo ocurrido (fig. 3.25).



Fig. 3.25 Experimento con cubos de hielo

Tareas

1. ¿Por qué dos pedazos de tiza no se unen al apretarlos, mientras que dos trozos de plastilina sí?
2. Describe dos hechos que pongan de manifiesto la atracción entre las partículas de los sólidos y los líquidos.

3.2.4 Movimientos de las partículas. Relación entre las propiedades y la estructura interna de las sustancias

A simple vista no hay nada que indique el movimiento de los átomos y moléculas ni en la mesa del aula, ni en el lápiz, ni en el agua contenida en un vaso.



Reflexiona

¿Cuál es la causa de que podamos oler al entrar al aula, el perfume que tiene un estudiante? ¿Están en reposo o en movimiento los átomos y moléculas que constituyen las sustancias en general?

Cuando estas en una habitación cerrada y se destapa un pomo con perfume a cierta distancia de ti puedes percibir el olor. Los olores de los perfumes se pueden percibir porque las partículas que los componen llegan hasta la nariz; estas pueden viajar desde el pomo hasta nuestras narices.

Experimenta y aprende

En un Erlenmeyer que contiene agua coloca en el fondo con un gotero una gota de colorante y transcurrido cierto tiempo observas que el agua se ha coloreado, lo que significa que se mezcló el colorante con el agua (fig. 3.26).

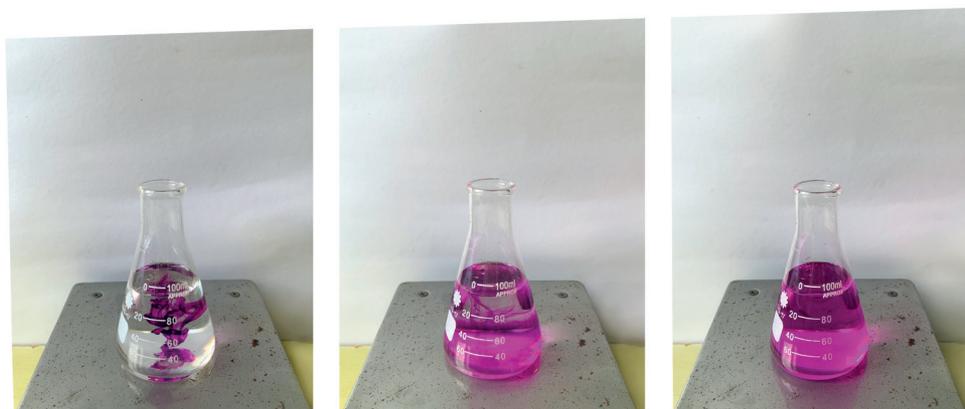


Fig. 3.26 Mezcla entre el agua y el colorante sin revolver



Conéctate con la historia

El botánico británico Robert Brown, fue el primero en observar en 1827 que pequeñas partículas del polen de una flor, suspendidas en el agua, se mueven de manera incesante y continua. En su honor, al movimiento continuo y desordenado de partículas macroscópicas - los granos de polen - en suspensión en el agua se le denominó movimiento browniano. Existieron varias ideas de cómo explicar lo que ocurría, pero no fue hasta muchos años después que se planteó la hipótesis de que el **movimiento browniano** se debía a que los átomos y las moléculas están en constante movimiento y que chocan con estas partículas. Esta teoría fue confirmada por Albert Einstein y otros científicos en los inicios del siglo XX.

La figura 3.27 muestra un ejemplo de posibles trayectorias seguidas por moléculas de una sustancia gaseosa.

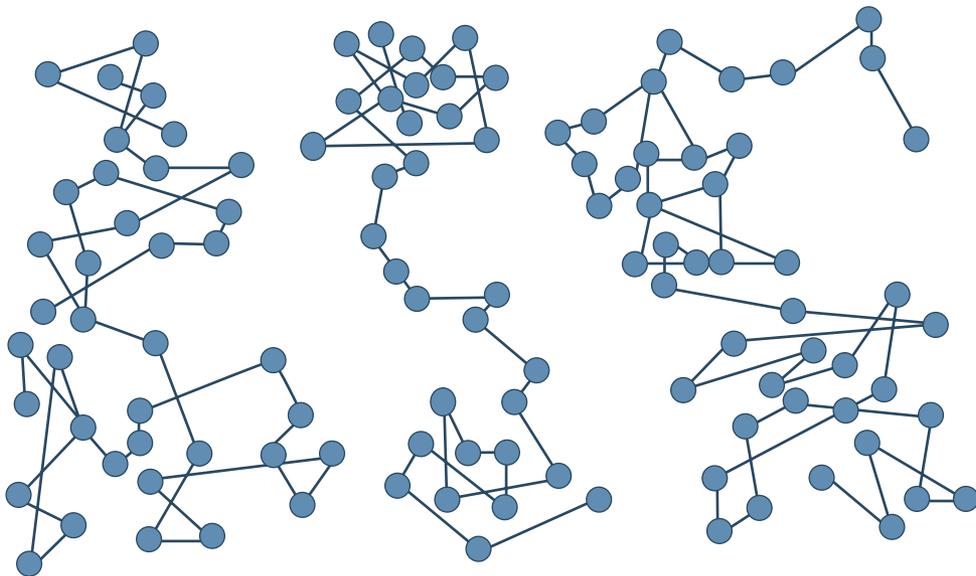


Fig. 3.27 Trayectorias que pueden realizar las moléculas de una sustancia gaseosa

Debido al movimiento de moléculas y átomos las sustancias pueden mezclarse espontáneamente entre sí. A esto se le denomina difusión.

La difusión se caracteriza porque las moléculas de una sustancia se distribuyen entre las de otra sustancia. Este fenómeno puede presentarse entre sustancias de diferentes estados de agregación (ver fig. 3.26) o de un mismo estado de agregación (el olor que se percibe de perfume), si las condiciones son favorables (contacto, temperatura, entre otras).



Recuerda que...

El aire atmosférico es una mezcla de gases compuesta por dinitrógeno, dióxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua y otras sustancias como helio, neón, argón, kriptón y xenón, en distintas proporciones.

Los gases que componen el aire atmosférico están mezclados debido al fenómeno de la difusión y no separados por capas de acuerdo a su densidad, lo cual impediría la respiración, que ocurre también por difusión. Sin este fenómeno los gases no se disolverían en los líquidos y los peces no conseguirían respirar en el agua, tampoco se pudieran construir dispositivos semiconductores, por lo que no contaríamos con algunos equipos que existen en la actualidad, en resumen, sin difusión nuestro planeta sería diferente.

Experimenta y aprende

Realiza un montaje como el que aparece en la figura 3.28 con dos vasos de precipitado idénticos, uno contiene agua fría y el otro tiene agua caliente. Se coloca igual cantidad de sulfato de cobre en ambos recipientes. ¿Qué diferencia observas en relación con el tiempo en que se demoró en mezclarse el sulfato de cobre con el agua, en ambos recipientes?



Fig. 3.28 Mezcla de sulfato de cobre en agua a diferentes temperaturas

Como puedes observar, el agua se colorea con mayor facilidad en el agua caliente que en el agua fría (fig. 3.28). Este fenómeno se observa, también, al hacer café con leche o en infusiones; en todos estos casos la difusión ocurre con mayor facilidad cuando la temperatura en estos líquidos es mayor.

Mientras mayor sea la temperatura de los cuerpos, mayor es, en promedio, la velocidad del movimiento de las partículas (fig.3.29).

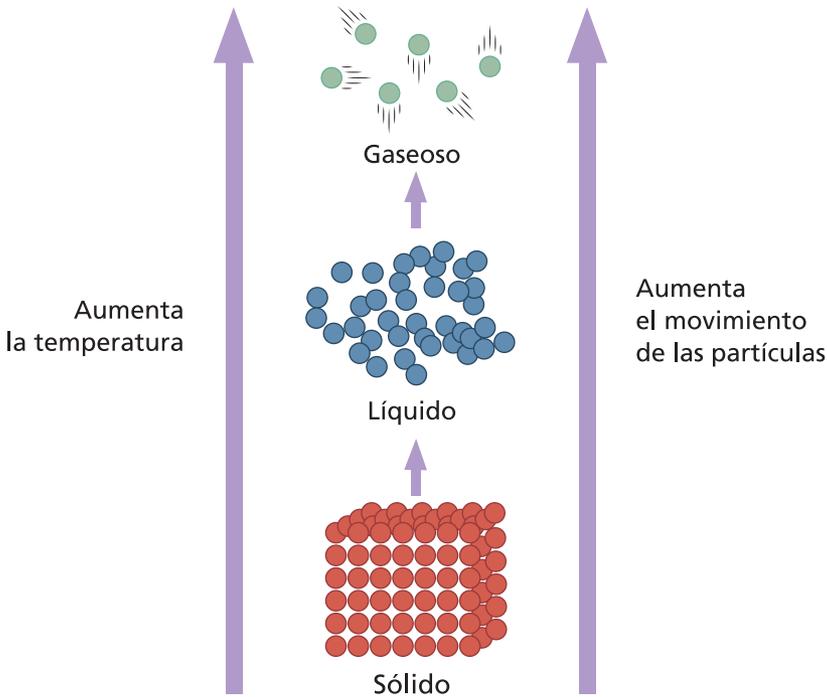


Fig. 3.29 Movimiento de las partículas en relación con la temperatura, en una misma sustancia en diferentes estados de agregación

La difusión en gases, líquidos y sólidos pone de manifiesto la movilidad de las partículas que constituyen los cuerpos, esta movilidad es mayor en los gases que en los líquidos y los sólidos.

Resumiendo las ideas esenciales estudiadas hasta ahora, acerca de las sustancias que componen los cuerpos, se concluye que:

- ▶ Todos los cuerpos están formados por pequeñísimas partículas (átomos, moléculas).
- ▶ Entre dichas partículas existen determinadas separaciones y se ejercen fuerzas de atracción al alejarse y de repulsión al acercarse entre sí.
- ▶ Las partículas están en constante movimiento desordenado y mientras mayor sea la temperatura de los cuerpos, mayor es, en promedio, la velocidad de ese movimiento.

Pudieras preguntarte, ¿qué relación existe entre las propiedades y la estructura interna de las sustancias?



Reflexiona

El diamante y el grafito están formados, por átomos de carbono (C), pero son muy diferentes. El diamante es una de las sustancias más duras conocidas, es transparente a la luz y se conoce que no conduce la electricidad; sin embargo, el grafito es suave, gris y conduce la electricidad. ¿Cómo pudiera explicarse esto?

Fig. 3.30 Grafito y diamante



Para esclarecer la relación que existe entre las propiedades y la estructura interna de las sustancias es necesario analizar algunos aspectos ya tratados.



Recuerda que...

Las propiedades de los átomos de una sustancia dependen de la cantidad de protones, neutrones y electrones que lo integran y del número de electrones asociado a su capa más externa.

Al ser mayor el número de átomos o moléculas que forman un cuerpo, aumenta su masa.

La temperatura de los cuerpos está asociada al movimiento desordenado de los átomos y moléculas que lo constituyen.

El estado de agregación, en que se encuentra un cuerpo, depende de la combinación de dos aspectos importantes de su estructura interna: la atracción entre sus átomos y moléculas, así como el grado de desorden.

La separación entre los átomos o moléculas es mucho mayor en los gases que en los líquidos y sólidos, esto explica por qué los gases pueden comprimirse con facilidad.

En la mayoría de los sólidos los átomos o moléculas se disponen ordenadamente según determinadas estructuras geométricas que se repiten. Esta propiedad determina la dureza de los sólidos.

Todo lo anterior permite establecer la dependencia entre la estructura de las sustancias y sus propiedades.



Reflexiona

¿Cómo pueden explicarse, desde el punto de vista de la estructura, de las sustancias:

- las distintas densidades de sustancias diferentes en un mismo estado de agregación,
- las diferentes densidades de una misma sustancia en diferentes estados de agregación,
- las diferencias en la dureza de distintas sustancias?

Se ha comprobado que en un mismo estado de agregación las diferentes sustancias tienen diferentes estructuras (disposición de las partículas, enlaces) y, por tanto, distintas propiedades. Al igual que una misma sustancia tiene diferentes estructuras en los diferentes estados de agregación (fig. 3.22), las fuerzas de atracción son más débiles en los gases, lo que provoca que los espacios intermoleculares sean mayores, hay menos moléculas por unidad de volumen.

Las distintas sustancias tienen diferentes formas de unir sus moléculas (fuerzas de atracción, enlaces) lo que hace que tengan diferentes formas espaciales resistentes a ser destruidas (mayor dureza), como se observa en la figura 3.31.



Fig. 3.31 Diferentes cuerpos de policloruro de vinilo que tienen estructuras químicas diferentes

El carbono puro existe en dos formas principales, diamante y grafito. También se encuentra en otras formas: el carbón común (hollín) y el grafeno¹⁵ recientemente obtenido, el cual tiene propiedades inusuales. Además, se reconocen, más de cuatro millones de sustancias y el 94 % de ellas contienen carbono. El diamante es la sustancia más dura que se conoce.

Puesto que ambos materiales, diamante y grafito, están formados por el mismo elemento, carbono, es de esperar que la diferencia en la dureza se deba a la separación entre las partículas, al modo en que están enlazadas, a la estructura geométrica que forman, o a varios de estos factores juntos (fig. 3.32).

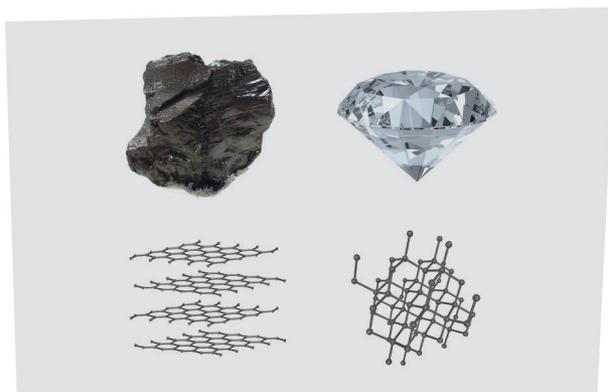


Fig. 3.32 El grafito no es tan duro, sus átomos están dispuestos formando capas, mientras que en el diamante están organizados en forma de cubos compactos

Como promedio, las distancias entre los átomos de carbono en el diamante ($\rho = 3,5 \text{ g/cm}^3$) son menores que en el grafito ($\rho = 2,2 \text{ g/cm}^3$). Sin embargo, la razón fundamental por la que el grafito no es tan duro consiste en que sus átomos están dispuestos formando capas, mientras que en el diamante están organizados en forma de cubos compactos. En el grafito, las fuerzas de atracción entre los átomos de capas vecinas son débiles y por eso dichas capas pueden deslizarse unas respecto a las otras, gracias a eso, el grafito sirve para escribir pues al pasar por el papel va desprendiendo esas capas. Este es un ejemplo de cómo las propiedades de los cuerpos dependen no solo de los elementos que los forman, sino también de otros factores.

¹⁵ Grafeno: sustancia compuesta de por carbono puro, parecido al grafito, pero casi transparente.



Física en acción

Toma un recipiente de vidrio, échale cierta cantidad de agua y después azúcar, prueba el agua y déjalo reposar por un rato.

Pruebe nuevamente, ¿qué ocurre con el sabor del agua al transcurrir cierto tiempo? ¿Cómo explicarías lo ocurrido desde el punto de vista de la estructura de la sustancia?

Idea un procedimiento para que el fenómeno ocurra con mayor rapidez.



Un instante con la tecnología

Consulta el tema “Propiedades de las sustancias” en el portal CubaEduca y resuelve los ejercicios de autoevaluación que ahí aparecen.

Tareas

1. ¿Qué fenómeno estudiado nos permite explicar el olor que percibimos de las flores, aunque nos encontremos no muy cerca de ellas?
2. Menciona algunos ejemplos de la vida en los cuales se manifieste la difusión, distintos a los estudiados en clases. Explica en qué consiste y su importancia para la vida en nuestro planeta.
3. Dos trozos de parafina no se adhieren entre sí, pero si se funden sus bordes, entonces pueden unirse fuertemente. Explica este hecho.
4. Calcula aproximadamente cuántas veces es mayor la densidad del agua que la del vapor de agua. ¿Cómo se explica esa diferencia de densidad desde el punto de vista de la estructura de la sustancia?
5. ¿Cómo pudiera explicarse desde el punto de vista de la estructura interna, la dilatación de los cuerpos al calentarse?

Autoevalúate

1. Relaciona los fenómenos de la columna A con su posible origen estudiado en esta unidad que aparece en la columna B, según corresponda.

A	B
a) El gas con que cocinamos es inodoro (metano) se mezcla con una sustancia odorífera, cuyo olor permite identificar cuando existe un salidero	— Las propiedades de los cuerpos dependen no solo de los elementos que los forman, sino también de otros factores, como su estructura donde en algunas sustancias los átomos o moléculas que las componen se disponen ordenadamente según, determinadas estructuras geométricas que se repiten
b) Cuando nos acostamos sobre una balsa inflable observamos que el volumen que esta ocupa se reduce, por haberse comprimido el aire en su interior	— La densidad es una propiedad intrínseca ¹⁶ de cada sustancia
c) Se dice que la torre Eiffel, que mide aproximadamente 300 m en determinados periodos del año, crece aproximadamente 12 cm	— Al ejercer una fuerza sobre un fluido, disminuyen los espacios entre las moléculas, se reduce más el volumen de los gases que el de los líquidos
d) En las fábricas de jugos se utilizan tubos por los que circula fácilmente el líquido deseado para después envasarlo	— La densidad caracteriza la relación entre la masa y el volumen de los cuerpos, para cada sustancia tiene un valor diferente
e) En un recipiente se vierte miel y agua y se puede observar una mezcla heterogénea	— Al aumentar la temperatura aumentan los espacios entre las partículas que componen los cuerpos y el volumen aumenta
f) Al observar en el laboratorio varios cuerpos de un mismo volumen puedes determinar, conociendo su masa, la sustancia de que está compuesto	— Las partículas que componen los cuerpos se encuentran en constante movimiento, por lo que pueden mezclarse espontáneamente, poniéndose de manifiesto la difusión
g) El diamante al igual que el grafito presentan la misma composición química, pero el primero tiene una gran dureza por lo que se utiliza para cortar vidrios y el grafito no	— Los líquidos y los gases presentan propiedades distintivas como la fluidez

¹⁶ Intrínseca: que es propio de algo por sí mismo, íntimo esencial.

2. Los cubos hechos uno de aluminio y el otro de hierro tienen el mismo volumen.
- a) ¿Cuál de ellos tiene mayor masa? Justifica tu respuesta.
- b) Marca con una X la respuesta correcta:
 Si el volumen de los cubos es de 20 cm^3 ; entonces la masa del cubo de hierro es de:
 15,7 g; 15 kg; 157 g $15,74 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$

Tareas finales del capítulo

1. ¿Por qué muchos de los componentes de las bicicletas actuales no se fabrican de hierro?
2. Algunas personas creen que la masa de un litro de cualquier líquido, por ejemplo, de alcohol, agua, aceite, es 1,0 kg. Explica por qué dicha creencia es incorrecta. Realiza los cálculos necesarios para refutar esta idea.
3. Una cisterna tiene una capacidad de 9 200 L, si la llenamos hasta el tope contaríamos con un volumen de agua equivalente a:
 a) 9 200 m^3 b) 9,2 m^3 c) 92 m^3 d) 920 m^3
- 3.1 Determina la masa de agua correspondiente a dicho volumen.
4. Se tienen tres probetas, vierte 100 g de agua de mar en la primera probeta, 100 g de etanol en la segunda y 100 g de miel en la tercera. Representa, en un esquema, la situación dada teniendo en cuenta los niveles que alcanza cada líquido en la probeta graduada.
5. Un modelo de pieza de madera posee un volumen de 200 cm^3 y una masa de 140 g. Una pieza de acero de ese mismo volumen posee una masa de 1 560 g. Halla a partir de estos datos la densidad de la madera y el acero. Convierte el resultado en kilogramos por metros cúbicos (kg/m^3).
6. Se desea conocer la masa de agua contenida en una pecera, pero no se dispone de una balanza. ¿Cómo pudieras proceder para lograrlo?

7. ¿Por qué la difusión ocurre:
 - con mayor rapidez en los gases que en los líquidos,
 - con mayor rapidez entre los líquidos que entre los sólidos?
8. Si colocas una botella llena de agua herméticamente cerrada en el congelador de un refrigerador, cuando el agua se congela, la botella se rompe. ¿Cómo explicarías este hecho?
9. ¿Cómo explicarías desde el punto de vista de la estructura de las sustancias, el secado de la ropa mojada que se tiende al aire libre?
10. ¿Cómo pueden subsistir los peces en las zonas frías de Europa, donde se congelan los lagos?
11. ¿Cómo explicarías los cambios producidos en el volumen de los cuerpos, al aplicar fuerzas sobre ellos o variar su temperatura?
12. Una frase popular plantea: “Son como el aceite y el vinagre”. ¿Podrías asociar el contenido científico de este planteamiento y su significado, teniendo en cuenta lo aprendido en este capítulo?
13. Si tenemos que la masa de una botella vacía es de 350 g, al llenarla con agua la masa es de 1 060 g, pero si la llenamos con otra sustancia la masa es de 1 310 g. Determina la densidad de la segunda sustancia. Identifícala.
14. En febrero del 2019 la provincia de La Habana fue afectada por un tornado haciendo grandes destrozos. Rápidamente brigadas de otras provincias acudieron en su ayuda. En una de las viviendas afectadas se necesita arreglar una de las hojas (bastidor¹⁷) de una ventana y se necesitaron cuatro vidrios de 0,35 m de longitud, un ancho de 0,25 m y un grosor de 0,6 cm, pero se desconoce la cantidad de bisagras que se deben utilizar en dependencia del peso. Realiza los cálculos necesarios para seleccionar la cantidad de bisagras que se deben utilizar auxiliándote de la tabla 3.5 si conoces que la masa de la hoja (bastidor) de la ventana dañada es de 2 kg.

¹⁷ Armazón que sirve para fijar o soportar el vidrio de una ventana.

Tabla 3.5 Relación cantidad de bisagras por peso

Bisagras	2	3	4
Peso que soporta la bisagra	60 N	120 N	170 N

15. Se quiere transportar unas pipas de petróleo hacia un Cupet, donde la masa del volumen que se puede almacenar es de 150 t. Si se conoce que cada pipa puede transportar solamente 50 m³. ¿Cuántas pipas se necesitan para llenar los tanques del Cupet?
16. Para fabricar tus propias mancuernas¹⁸ puedes rellenar los dos pomos de un litro y medio cada uno, con arena o gravilla. Para que las mancuernas tengan mayor masa, ¿de qué material las rellenarías? Comprueba realizando los cálculos necesarios.



¹⁸ Instrumento que se utiliza para realizar ejercicios de fuerza de brazos, que cuenta con dos "pesas" colocadas en los extremos de un tubo pequeño.

CAPÍTULO 4

Estática de los fluidos

4.1 Introducción

Estamos tan bien adaptados al mundo que nos rodea, que no existe manera de actuar y vivir sin tener en cuenta las características de nuestro planeta.

Prácticamente ignoramos que vivimos sumergidos en un océano de fluidos, que es la atmósfera y que aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie sólida del planeta está cubierta por agua en estado líquido.

Los *líquidos* y los *gases* se conocen como *fluidos* porque poseen mucha movilidad, tienen la propiedad de esparcirse bajo la acción de la fuerza de gravedad, comportamiento diferente al que tienen los sólidos (fig. 4.1).

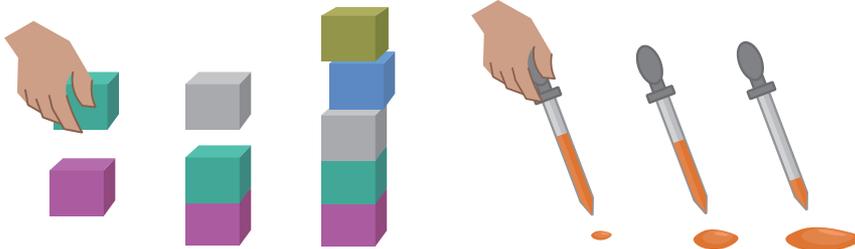


Fig. 4.1 Comportamiento diferente de líquidos, gases y sólidos

Una de las propiedades de mayor aplicación práctica es la capacidad que tienen los fluidos de transmitir la presión ejercida sobre ellos, a la vez que ejercen presión sobre el fondo y las paredes del recipiente que los contiene. Esta propiedad está presente en el principio de funcionamiento de numerosos equipos y dispositivos hidráulicos y neumáticos utilizados en la industria y en la vida cotidiana.

En este capítulo profundizarás en el comportamiento de los fluidos en reposo, donde encontrarás las respuestas a las interrogantes siguientes:

¿De qué factores depende la presión que ejercen los gases y los líquidos?

¿Cómo transmiten los fluidos la presión que se ejerce sobre ellos?

¿De qué factores depende la presión que ejerce un fluido sobre un cuerpo sumergido en él?

¿Bajo cuáles condiciones los cuerpos flotan o se hunden cuando se encuentran en el interior de un fluido?

4.2 Presión de los gases. Presión atmosférica



Reflexiona

La vida en la Tierra se debe básicamente a la existencia de una envoltura gaseosa denominada atmósfera.

¿Qué tipo de influencia ejerce la atmósfera sobre los cuerpos que se encuentran sobre la superficie terrestre?

Para dar respuesta a la reflexión anterior es necesario profundizar en una magnitud estudiada en el capítulo 2, la presión, y en particular la presión en los gases.



Reflexiona

¿Por qué para comprimir un globo se requiere de determinado esfuerzo? (fig. 4.2).



Fig. 4.2 Globo comprimido

Para comprender lo que acontece apoyémonos en un experimento ya estudiado en el capítulo anterior.

Experimenta y aprende

Comprime el gas que se encuentra en el interior de una jeringuilla cuyo orificio ha sido tapado con tu dedo. Intenta explicar la disminución de volumen (compresión) que sufre el gas bajo la acción del émbolo de la jeringuilla teniendo en cuenta las ideas básicas de la estructura de las sustancias. Realiza un dibujo que ilustre la disposición de las partículas del gas antes y después de desplazar el émbolo de la jeringuilla.

Para que comprendas lo que ocurre en la tarea anterior, analicemos por etapas, el comportamiento de las partículas de gas que se encuentran en el interior de un recipiente cerrado que contiene gas, el cual tiene acoplado un pistón que puede moverse hacia arriba y hacia abajo bajo la acción de una fuerza.

Conoces que entre las partículas de un gas existen grandes separaciones y que se encuentran en constante movimiento. Inicialmente dichas partículas ocupan todo el volumen que a estas se les ofrecen chocando continuamente entre sí y contra las paredes del recipiente a grandes velocidades (fig. 4.3 a).

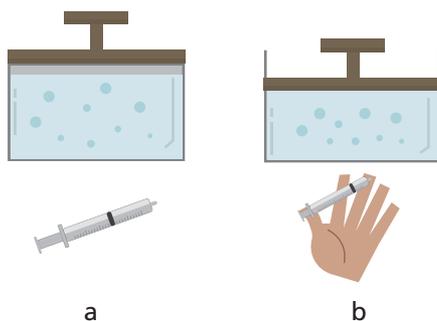


Fig. 4.3 Comportamiento de las partículas de un gas contenido en un recipiente, al disminuir el volumen. a: volumen inicial. b: disminución del volumen, aumento de la concentración y del número de choques entre las partículas

Bajo la acción de una fuerza el émbolo se desplaza hacia abajo como se ilustra en la figura 4.3 b. La acción descrita provoca una disminución del volumen donde se encuentran las partículas de gas, debido a esto aumenta su concentración y crece el número de choques sobre una misma región de la pared. Estos choques son débiles individualmente, pero existe un enorme número de partículas; por tal razón el número de choques produce una acción considerable sobre las paredes del recipiente incluido el pistón desplazable. En esto consiste la presión del gas.

Así, el esfuerzo que hay que realizar para comprimir el gas en el interior del globo se debe a la presión que ejercen las partículas de gas sobre las paredes interiores del globo.

El aumento de la concentración de las partículas de un gas trae como consecuencia el incremento de la presión que este ejerce.

Ya comprobaste que al disminuir el volumen aumenta la concentración de las partículas de gas contenido en un recipiente, ¿será este el único modo de obtener un aumento en la concentración y, por ende, una presión mayor?



Reflexiona

¿Por qué la cámara de la goma de un automóvil, al echarle aire, aumenta su volumen?

Al echar más partículas de aire en la cámara de las gomas, aumenta el número de partículas de gas por unidad de volumen, como consecuencia, aumenta la densidad y la concentración de partículas, crece el número de choques y, por tanto, aumenta la presión del gas (fig. 4.4).

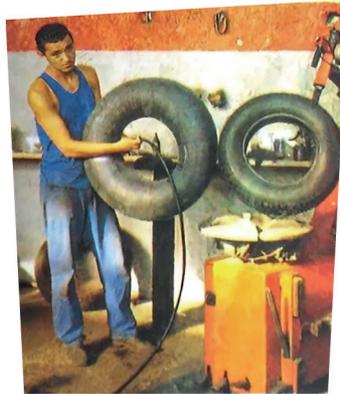


Fig. 4.4 Con un compresor se le echa aire a la cámara de la goma de un auto.

Podemos lograr un aumento de concentración de partículas de gas y, en consecuencia, un aumento de presión:

- ▶ *Aumentando el número de partículas.*
- ▶ *Disminuyendo el volumen del recipiente, manteniendo constante el número de partículas.*

En general se cumple que: Cuando varía la concentración de las partículas de un gas, varía la presión que este ejerce. Al aumentar la concentración a temperatura constante, aumenta la presión y al disminuir la concentración de las partículas del gas a temperatura constante, disminuye la presión.



Saber más

La presión que ejerce un gas también depende de la temperatura.

Al suministrar calor a volúmenes de gas la presión que ejerce el gas sobre las paredes del recipiente aumenta. Esto se debe a que aumenta la velocidad de las moléculas y con esto el número de choques entre ellas y contra las paredes del recipiente. Además, la fuerza que aporta cada choque es mayor que antes de aumentar la temperatura (fig. 4.5).

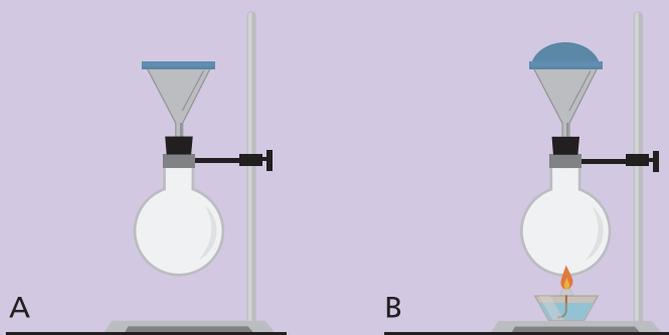


Fig. 4.5 Experimento que ilustra los efectos del aumento de la temperatura en la acción del gas sobre la membrana de goma colocada en la parte superior del embudo. a) sin la acción de suministro de calor; b) aumento de la presión que ejerce el gas sobre las paredes del recipiente al suministrar calor

En el experimento ilustrado en la figura 4.5 se aprecia, por la deformación que sufre la membrana elástica ajustada al saliente del embudo, que esta se encorva hacia afuera lo cual evidencia que el aire se ha dilatado.

Conoces que los gases ejercen presión, además estudiaste en Ciencias Naturales que la Tierra está rodeada de una capa gaseosa de varias decenas de kilómetros de espesor denominada atmósfera; así, los cuerpos situados sobre la superficie de la Tierra se encuentran inmersos en esta y las partículas de los gases que componen la atmósfera los golpean continuamente y provocan determinada presión sobre ellos.

La presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos sumergidos en esta se denomina presión atmosférica.



Saber más

La atmósfera terrestre es una mezcla gaseosa formada principalmente por nitrógeno (78,08 %), oxígeno (20,95 %), argón (0,93 %), dióxido de carbono¹⁹ (0,03 %), vapor de agua, ozono y diferentes óxidos de nitrógeno o azufre. De acuerdo con ciertas características que se presentan en relación con la altura, la temperatura y la presión, se divide en troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera (ionosfera) y exosfera (fig. 4.6).

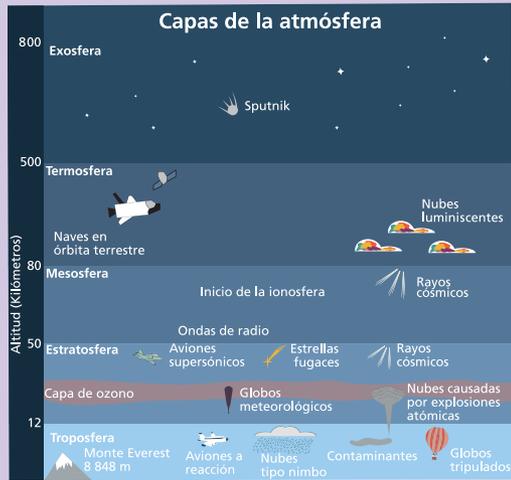


Fig . 4.6 Capas de la atmósfera

Como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad, las capas superiores del aire atmosférico comprimen a las inferiores. La capa de aire más próxima a la Tierra es la más comprimida y trasmite en todas direcciones la presión que se ejerce sobre ella.

La vida en la Tierra se debe básicamente a la existencia de la atmósfera. Esta permite los procesos metabólicos y el intercambio de calor, al mantener atrapado el aire que respiramos y las radiaciones que recibe la superficie de la Tierra. Por tal razón debemos protegerla de contaminaciones que la dañan (fig. 4.7).



Fig. 4.7 Biodiversidad en el planeta Tierra

¹⁹ El aumento progresivo de dióxido de carbono y otros gases en la atmósfera, provoca el efecto de invernadero, y con este el progresivo y nocivo calentamiento del planeta.

Muchos fenómenos evidencian la existencia de la presión atmosférica. En la figura 4.8 se muestra dos momentos de un experimento que así lo demuestra. Se coloca en el interior de una campana conectada a una bomba neumática (equipo utilizado para extraer o comprimir el aire), un globo con algunas partículas de aire en su interior, cuya boca se ha cerrado herméticamente con un hilo. En la figura 4.8a se ilustra el globo, cuando no se ha puesto a funcionar la bomba de vacío y en la figura 4.8b, lo que sucede cuando esta comienza a funcionar. ¿Cómo se explica este fenómeno?



Fig. 4.8 Experimento que demuestra los efectos de la presión que ejercen los gases sobre los cuerpos sumergidos en ellos

Inicialmente las partículas de aire golpean continuamente las superficies interior y exterior del globo. Al extraer el aire, disminuye el número de partículas en el interior de la campana y con ello el número de choques contra el globo de afuera hacia adentro, pero en el interior las partículas continúan golpeando la superficie del globo del mismo modo que antes de extraer el aire. Como consecuencia de esto, la presión ejercida por el aire que hay en la campana se hace mucho menor que la presión ejercida por el aire en el interior del globo. Esta diferencia de presión es la causa de que el globo aumente su volumen.

Existen dispositivos, muy utilizados en la vida diaria, que funcionan gracias a la presión atmosférica. Un ejemplo es el caso de la jeringuilla; analicemos el experimento siguiente: en la figura 4.9 se muestra una jeringuilla, cuya aguja está en el interior de un recipiente que contiene agua.



Fig. 4.9 Dispositivo (jeringuilla) cuyo principio de funcionamiento se basa en la existencia de la presión atmosférica

Al inicio, el émbolo se encuentra totalmente en el interior de la jeringuilla. Al subir el émbolo, el aire en el interior de la jeringuilla ocupará mayor volumen, como consecuencia, su concentración disminuye, al igual que su presión. Hacia ese espacio de menor presión sube el agua tras el émbolo, empujada por la presión atmosférica que actúa sobre la superficie del líquido en el recipiente. Los absorbentes o pajillas y los goteros tienen similar principio de funcionamiento.



Conéctate con la historia

Evangelista Torricelli (1608-1647), científico italiano que inventó en 1643, el primer instrumento para medir la presión atmosférica, el barómetro de mercurio (fig. 4.10).



Fig. 4.10

Torricelli determinó el valor de la presión atmosférica con un tubo de vidrio de un metro de longitud lleno de mercurio y una cubeta que contenía esa misma sustancia (fig. 4.11). Él observó que al llenar el tubo de mercurio totalmente e invertirlo dentro de la cubeta con este metal líquido y, después, introducirlo en la cubeta, este no se mantuvo lleno. El nivel de mercurio en el tubo descendió hasta quedar unos 760 mm por encima de su nivel en la vasija.

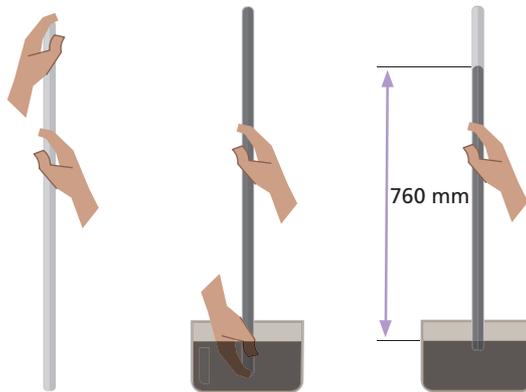


Fig. 4.11 Experimento de Torricelli, con el que determinó el valor de la presión atmosférica

Esto le permitió comprobar que la presión ejercida por una columna de mercurio de 760 mm, cuando está vertical, se equilibra con la presión que ejerce el aire (presión atmosférica) que actúa sobre el mercurio contenido en el recipiente. Considerando el resultado del experimento, Torricelli determinó que una atmósfera de presión es equivalente a la presión que ejerce una columna de mercurio de 760 mm.

La presión atmosférica medida a 0 °C a nivel del mar es equivalente a 101 300 Pa.

Este valor indica la presión que ejerce la atmósfera terrestre sobre la superficie de la Tierra, denominada atmósfera (atm), y se usa como unidad de presión.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,300 \text{ Pa}$$

Recuerda que...

La unidad de medida básica de presión en el sistema internacional de unidades es el pascal (Pa). $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Si junto al tubo con mercurio se coloca una escala, obtendremos un sencillo instrumento que sirve para medir la presión atmosférica, el barómetro de líquido.

Es común también utilizar un tipo de barómetro metálico llamado aneroide (fig. 4.12). Generalmente este tipo de barómetro tiene dos escalas cuyas divisiones se trazan según las indicaciones de un barómetro de mercurio. Una de las escalas se gradúa en milímetros de mercurio y la otra en hectopascal (hPa). En la práctica, especialmente en meteorología, para referirse a la presión que existe en determinados fenómenos naturales, se emplea el hectopascal (hPa), que es 100 veces mayor que el pascal (Pa).



Fig. 4.12 Barómetro aneroide



Reflexiona

Compara la presión atmosférica a nivel del mar con la que existe en: el pico Turquino, punto más alto del monte Everest y la altura a que vuelan los aviones comerciales. ¿A qué conclusión arribas?

En la figura 4.13 se muestran los valores de presión atmosférica a diferentes alturas.

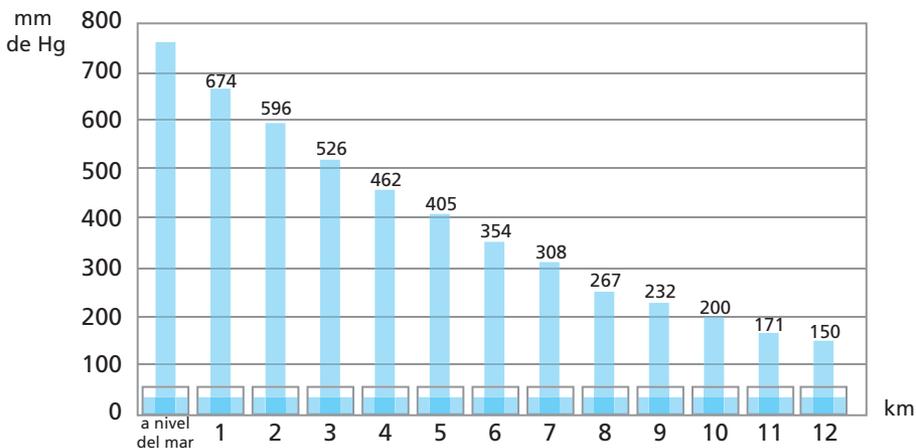


Fig. 4.13 Valores de presión atmosférica a diferentes alturas

Si haces un análisis de la actividad te percatarás que necesitas conocer la altura de los picos, Turquino y Everest; así como, la altura a la que vuelan los aviones. De este análisis obtendrás un valor aproximado de presión atmosférica que depende de la altura con respecto al nivel del mar en que se encuentra el cuerpo que se analiza (tabla 4.1).

Tabla 4.1 Valores aproximados de presión atmosférica en relación con la altura

Ejemplo	Altura sobre el nivel del mar	Valor aproximado de la presión atmosférica (mm Hg)
Pico Turquino (punto más elevado del archipiélago cubano)	1 974 m \approx 2 km	596

Punto más alto del monte Éverest (elevación más alta de la Tierra)	8 872 m \approx 9 km	232
Altura a que vuelan los aviones comerciales	Entre 10 km y 12 km	Los que vuelan a 10 km: 200 Los que vuelan a 12 km: 150

Basándote en los datos anteriores ¿qué relación existe entre la presión atmosférica y la altura?

Conoces que una de las propiedades de los gases es que se comprimen fácilmente, así, la capa de aire más próxima a la superficie terrestre se encuentra comprimida por todas las capas de aire que se encuentran sobre esta. Las mediciones que se han realizado indican que la densidad del aire atmosférico y, por consiguiente, la concentración de sus partículas, disminuye rápidamente al aumentar la altura y, en consecuencia, la presión atmosférica también disminuye. Se ha comprobado que, en distancias más cercanas a la superficie, como las elevaciones más pequeñas, cada 12 m le corresponden como promedio, una reducción de 1 mm en la altura de la columna de mercurio de un barómetro.

A medida que aumenta la altura sobre la superficie de la Tierra, la presión atmosférica disminuye (fig. 4.14).

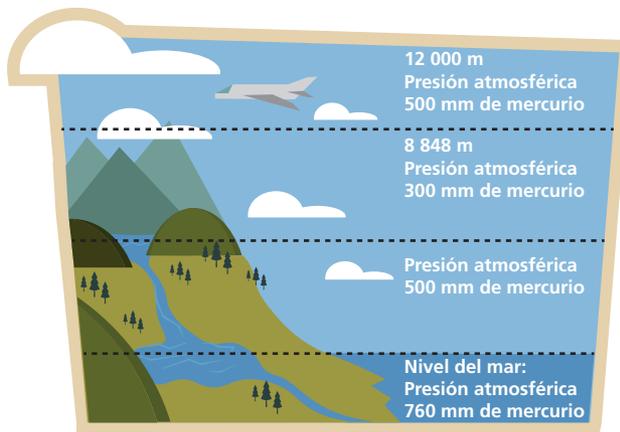


Fig. 4.14 Los valores de presión atmosférica disminuyen a medida que aumenta la altura.

Ya estudiaste que los gases ejercen presión sobre las paredes del recipiente que los contiene y también comprobaste la existencia de la atmósfera, entonces, estás en condiciones de responder la problemática inicial referida a si la atmósfera que rodea a la Tierra ejercerá alguna influencia sobre los cuerpos que se encuentran en su superficie.

Actividad

1. Redacta un párrafo donde expreses tus ideas sobre la acción de la atmósfera sobre los cuerpos que se encuentran en la superficie de la Tierra. De ese modo darás respuesta a la actividad inicial.



Física en acción

Realiza los experimentos siguientes:

- Coloca sobre el borde superior de un vaso con agua un pedazo de cartulina delgada, de modo que su tamaño sea solo el suficiente para cubrir la boca del vaso y sujétala con la mano. Debes cerciorarte que la cartulina esté en contacto con la boca del vaso en todas sus partes. Posteriormente invierte el vaso tapado con el fondo hacia arriba y luego retira la mano. ¿Qué observas? ¿Cómo explicas lo que sucede?
- Practica por un lateral de un recipiente de plástico con tapa, uno o dos orificios de diámetro similar al de un lápiz. Llena el recipiente con agua. Compara lo que observas cuando abres la tapa y cuando la cierras. ¿A qué se debe lo ocurrido?

Tareas

1. ¿A qué se debe la presión que ejercen los gases sobre las paredes del recipiente que los contiene?
2. ¿Por qué al disminuir el volumen del aire encerrado en el interior de una jeringuilla aumenta su presión?
3. Analiza la información que te brinda la tabla 4.2 relacionada con la intensidad de los huracanes según la escala Saffir-Simpson, teniendo en

cuenta los valores de presión en el vórtice²⁰ de estos, según su intensidad. Compara los valores de presión en las diferentes clasificaciones, con el valor normal de presión atmosférica.

Prepara un informe, utilizando un procesador de texto, sobre las diferentes etapas establecidas por la Defensa Civil para este tipo de desastre natural y las acciones que deben realizarse en cada una de ellas.

Tabla 4.2 Intensidad de los huracanes según la escala Saffir-Simpson

Categoría del huracán (Escala Saffir-Simpson)	Presión central (hPa)	Viento máximo sostenido (km/h)	Daños
1	≥980	118 – 153	Mínimos
2	979 – 965	154 – 177	Moderados
3	964 – 945	178 – 209	Extensos
4	944 – 920	210 – 250	Extremos
5	<920	>250	Catastróficos

4.3 Vasos comunicantes. Manómetro de líquido



Reflexiona

En la azotea de un edificio múltiple se encuentran tres tanques para almacenar agua, unidos entre sí por un tubo. Los depósitos se llenan directamente de la cisterna conectada por un tubo transparente al primero de los tanques, el cual tiene acoplado un tubo transparente de menor diámetro, tal como se ilustra en la figura 4.15.

¿Cuál es el orden en que se llenan los tanques del preciado líquido?

¿Cuál es la función del tubo transparente?

²⁰ Vórtice, así se denomina a la zona central del huracán donde no hay fuertes vientos ni lluvia ni nubes.

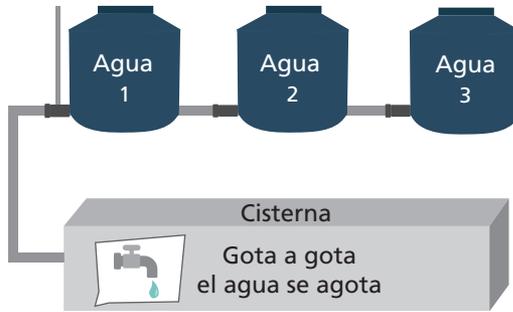


Fig. 4.15 Tanques para almacenar agua que están conectados entre sí

Para que puedas responder satisfactoriamente la situación planteada anteriormente es necesario estudiar la forma en que se comportan los fluidos cuando el recipiente que los contiene cuenta con más de un compartimiento, o están unidos por tubos, a este tipo de recipiente se le llama vasos comunicantes.

Observa la figura 4.16 y determina:

- ▶ Número de compartimientos de cada recipiente.
- ▶ El nivel ocupado por el líquido en cada uno de los compartimientos de un mismo recipiente.

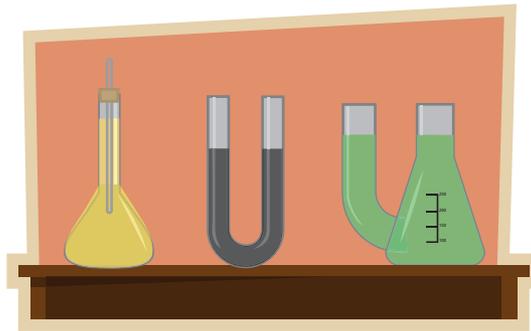


Fig. 4.16 Recipientes que se comunican (vasos comunicantes)

Como puedes observar, cada uno de los recipientes representados en la figura tiene dos compartimientos, estos son ejemplos de vasos comunicantes.

Experimenta y aprende

Conecta entre sí dos tubos de vidrio utilizando un tubo de goma, como aparece en la figura 4.17.

Experimenta y aprende

Utilizando un dispositivo como el representado en la figura 4.19 a, realiza mediciones de la presión que ejercen los líquidos y los gases contenidos en un recipiente.

- Diseña un experimento que demuestre la afirmación sobre los vasos comunicantes.
- Explica cómo funcionaría tu diseño.

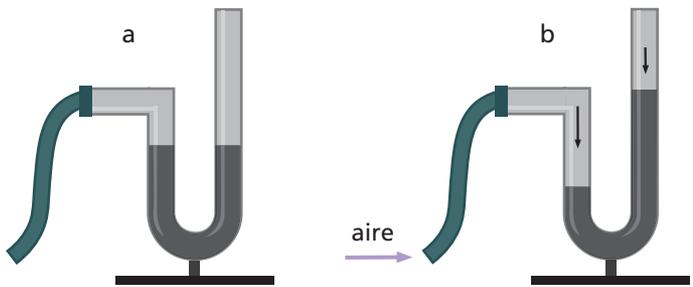


Fig. 4.19 a) la presión atmosférica actúa por los dos extremos libres; b) el comportamiento del líquido es diferente al soplar aire por la manguera conectada a uno de los tubos

En un primer momento debes conocer cómo funciona el dispositivo.
¿Qué ocurre cuando soplas aire por la manguera?

Cuando soplas aire suavemente, el nivel del líquido en la rama unida a la manguera baja, mientras que en la otra rama la columna de líquido sube (fig.4.19 b). En este caso, el nivel del líquido no es el mismo en las dos ramas. Antes de soplar, la presión del aire sobre la superficie del líquido es la que ejerce la atmósfera y es idéntica en las dos ramas (fig.4.19 a); pero cuando echamos aire por la manguera conectada a una de ellas, la presión en esta rama aumenta (fig.4.19 b).

Mientras mayor sea la presión del aire en un compartimento en comparación con la de la atmósfera, mayor será la diferencia entre los niveles del líquido en las dos ramas.

Una estructura similar es la que tienen los manómetros de líquido, instrumento utilizado para medir la presión en líquidos y gases. En esencia, el funcionamiento de este instrumento se basa en comparar la presión del fluido contenido en un recipiente con la presión atmosférica.

En la figura 4.20 se ilustra el empleo de un manómetro para medir la presión de un gas encerrado en un recipiente.

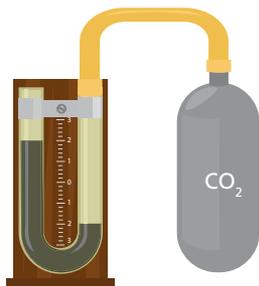


Fig. 4.20 Manómetro de líquido conectado a un tanque que contiene CO_2

En la técnica, para medir la presión de un gas o de vapor se emplean manómetros metálicos, por ejemplo, para medir la presión del vapor de las calderas en las industrias.

Con lo estudiado en el tema estás en condiciones de determinar el orden en que se llenan los tanques de agua y saber cuál es la función del tubo transparente en la problemática inicial, pues has aprendido una de las leyes de la hidráulica, la ley de los vasos comunicantes.

Física en acción

Investiga en casa cómo se encuentran conectados los tanques de agua y si tienen el tubo al que se le llama “Respiradero”.

Realiza un resumen en tu libreta auxiliándote de un esquema de esta instalación que te permita explicar, en clase, su funcionamiento.

Tareas

1. Cita ejemplos de vasos comunicantes.
2. ¿Cuál es la función del tubo transparente acoplado al recipiente que encontramos en las pipas que contienen refrescos?
3. ¿Qué nombre recibe el instrumento que sirve para medir presiones mayores y menores que la presión atmosférica?

4. ¿Cómo funciona el manómetro de líquido?
5. ¿Cómo se explica, teniendo en cuenta las ideas básicas de la estructura de las sustancias que, al soplar aire por la manguera del manómetro, representado en la figura 4.18 b, aumenta la presión del gas?
6. Indaga situaciones de la vida donde se aplique la importante ley de la hidráulica, ley de los vasos comunicantes.

4.4 Transmisión de la presión en gases y líquidos. Ley de Pascal

Reflexiona

En la actualidad, la mayoría de los medios de transporte tienen frenos hidráulicos o neumáticos (fig. 4.21); los primeros contienen el llamado líquido de freno, y los segundos, aire comprimido.

¿Cuál es el principio básico de funcionamiento de estos tipos de frenos?

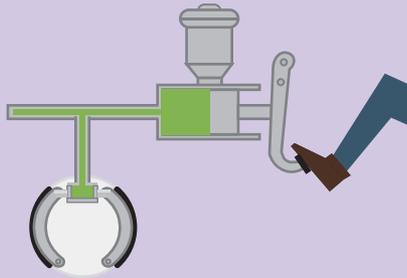


Fig. 4.21 Modelo de la estructura y funcionamiento de un freno hidráulico

La respuesta a esta problemática la encontrarás después de estudiar el modo en que los líquidos y los gases transmiten las presiones que se ejercen sobre ellos.

Reflexiona

¿Qué diferencia existe entre el modo en que se transmite la presión ejercida sobre un cuerpo sólido y cuando se ejerce sobre un líquido o un gas (fluidos)?

Considerando que el humo está compuesto por partículas sólidas que flotan en el aire, el experimento demuestra que *la presión ejercida sobre un gas se transmite en diferentes direcciones*.



Reflexiona

¿Cómo será la presión cerca del émbolo, diferente o igual a la que actúa en otra parte del recipiente esférico?

Un modo de comprobarlo es realizando un experimento como el representado en la figura 4.24.

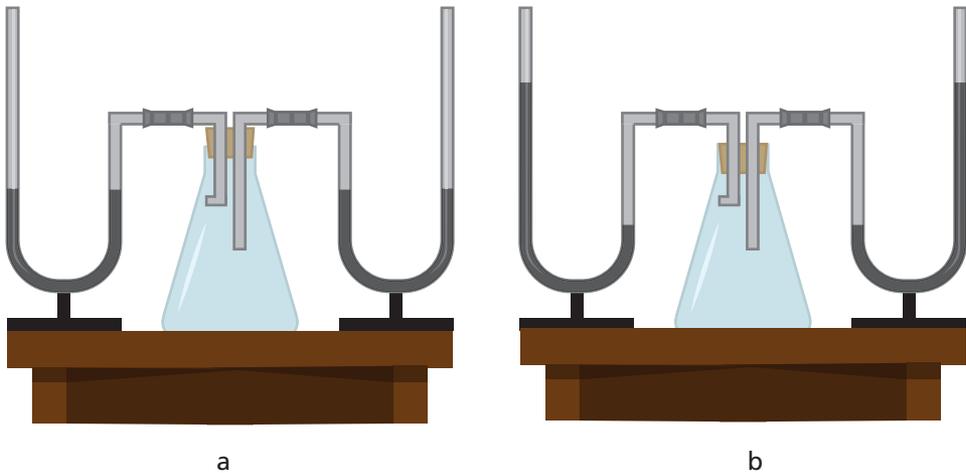


Fig. 4.24 Experimento para comprobar el comportamiento de las ramas del manómetro al aumentar la presión.

Los manómetros se han conectado a dos tubos de vidrio que tienen diferentes direcciones, los cuales penetran, a diferente profundidad, en un recipiente que contiene gas. En la figura 4.24 a, el tapón solo se encuentra colocado en la boca del recipiente. En la figura 4.24 b se ilustra el comportamiento de las ramas del manómetro al ajustar el tapón oprimiéndolo. ¿Qué nos indica lo observado?

Al ajustar el tapón, se comunica al gas una presión adicional. Los manómetros indican que esta presión se transmite en diferentes direcciones y que tiene el mismo valor en diferentes partes del gas contenido en el recipiente.



Saber más

Especial atención tiene para el cuidado de nuestra salud, la medición de la presión arterial. Esta se mide utilizando un manómetro de mercurio, de aguja o electrónico, llamado esfigmómetro o esfigmomanómetro (fig. 4.25).



Fig. 4.25 Medición de la presión arterial

La presión arterial se considera normal si la presión sistólica (máxima) es de 120 mm Hg y la diastólica (mínima) es de 80 mm Hg. Estos valores son las diferencias entre las presiones en la sangre y la atmosférica.

Actividad

1. ¿Se comportan los líquidos de modo similar a los gases, cuando sobre ellos se ejerce alguna presión?
Para comprobarlo realicemos el experimento siguiente:

Experimenta y aprende

Utilizando una instalación como la que se ilustra en la figura 4.26, encuentra la respuesta a la interrogante anterior. Describe y explica lo observado.

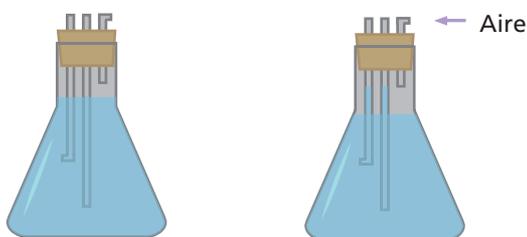


Fig. 4.26 Experimento que ilustra el cumplimiento de la ley de Pascal

A partir de los experimentos realizados podemos afirmar que los líquidos y los gases tienen similar comportamiento cuando sobre ellos se ejerce presión.

Los gases y los líquidos transmiten la presión ejercida sobre ellos en todas las direcciones y con la misma intensidad (el mismo valor). Esta conclusión recibe el nombre de ley de Pascal.

Ten siempre en cuenta que lo planteado en la ley de Pascal está referida a la presión adicional que se ejerce sobre un gas, la cual se añade a la que ya ellos ejercen. Esto es válido también para los líquidos.



Conéctate con la historia

Blaise Pascal (1623-1662), filósofo, matemático y físico francés, es considerado una de las mentes privilegiadas de la historia intelectual de Occidente. Sus contribuciones a las matemáticas son notables, entre otras se destaca uno de los teoremas básicos de la geometría proyectiva, conocido como el Teorema de Pascal. Otra de las contribuciones científicas importantes de Pascal es la deducción del llamado principio de Pascal. En 1642 inventó la primera máquina de calcular mecánica (fig. 4.27).



Fig. 4.27 Blaise Pascal y la computadora creada por él

Una de las aplicaciones de la ley de Pascal son los frenos hidráulicos y neumáticos. Para comprender su funcionamiento utilicemos un sencillo montaje.

Conectando entre sí dos jeringuillas que contienen aire utilizando una manguera de goma, es posible construir un freno que detenga el movimiento de una rueda (fig. 4.28).

Cuando se aplica una fuerza a una de las jeringuillas (1), sobre el aire contenido en esta se ejerce cierta presión, de acuerdo con la ley de Pascal, dicha presión se transmite por igual a todos los puntos. Con independencia de la forma y la longitud de la manguera, la presión se transmite sin alteración hacia la otra jeringuilla (2). Esta presión empuja el émbolo y detiene la rueda.

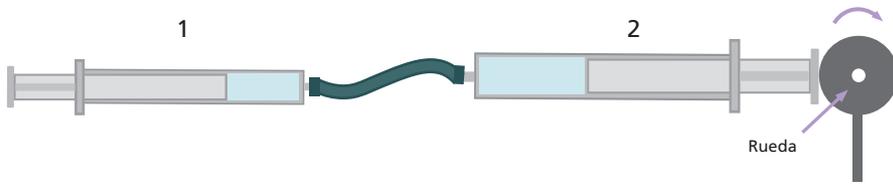


Fig. 4.28 Modelo para construir un freno hidráulico elemental

Si la diferencia entre los diámetros de las jeringuillas es muy grande, por ejemplo, una jeringuilla de las utilizadas para inyectar insulina y otra de diámetro mayor, bastará aplicar una pequeña fuerza sobre la de diámetro menor para obtener una fuerza considerable en la de diámetro mayor.

Ahora sí puedes responder, ¿cómo es el funcionamiento de los frenos hidráulicos de los diferentes medios de transporte?



Física en acción

Realiza un montaje que te permita contruir tu propio freno hidráulico elemental, puede ser en equipo o individual y preséntalo en clase

Tarea

1. Prepara una presentación digital donde muestres: el equipo utilizado para medir la presión, el modo de medir la presión sanguínea y el principio de su funcionamiento. Haz la presentación de tu investigación en el aula.
2. Construye con medios propios un globo de Pascal y observa una manifestación del cumplimiento de la ley de Pascal.

4.5 Presión en líquidos. Paradoja hidrostática



Reflexiona

Los investigadores al estudiar los fondos marinos se someten a la presión que ejerce el agua de mar, la cual puede ser dañina para la salud de no utilizarse determinados equipos como las escafandras (fig. 4.29).

¿De qué factores depende la presión que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en estos?



Fig. 4.29 Persona sumergida en el fondo del mar

Por diversas vías incluyendo tu experiencia sabes que los líquidos y los gases ejercen presión sobre los cuerpos sumergidos en ellos, sin embargo, precisar los factores de los que depende dicha presión requiere un poco más de reflexión.

Actividad

1. Te invitamos a realizar el ejercicio que se presenta a continuación. Marca con una x cuáles de las siguientes ideas consideras que inciden en la mayor o menor presión que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en ellos.
 - a)___ La profundidad a que se encuentra sumergido el cuerpo.
 - b)___ La densidad del líquido en el que se sumerge.
 - c)___ El lugar donde el cuerpo está sumergido.
 - d)___ La forma del recipiente que los contiene.

Comprobemos experimentalmente cuáles de las ideas anteriores constituyen factores de los que depende la presión que ejercen los líquidos y los gases sobre los cuerpos sumergidos en estos.

Una importantísima propiedad que diferencia a los líquidos y gases de los sólidos es que se desplazan dejando lugar para los cuerpos que se hunden en ellos (fig.4.30). Esto permite que ejerzan presión sobre los cuerpos sumergidos. Esta presión se denomina **presión hidrostática**.



Fig. 4.30 Los fluidos se desplazan dejando lugar para los cuerpos en su interior



Reflexiona

¿Depende la presión hidrostática que actúa sobre un cuerpo de la profundidad a que se encuentra sumergido? ¿Dependerá la presión que reciba el cuerpo de la densidad del líquido en el que está sumergido?

Encontremos las respuestas a las interrogantes anteriores mediante la siguiente situación:

- ▶ Dos equipos de investigadores estudian el comportamiento de las especies acuáticas y su hábitat. Entre los instrumentos que tienen para su trabajo se encuentran unos sensores²¹ que son sensibles a determinada presión, a presiones menores o mayores a la indicada en cada uno de ellos, no funcionan óptimamente.

En la primera parte del experimento, colocaron los sensores en las posiciones en que son sensibles (fig. 4.31). Considerando la información que te brinda la tabla 4.3 y la disposición en el agua de los sensores, identifícalos.

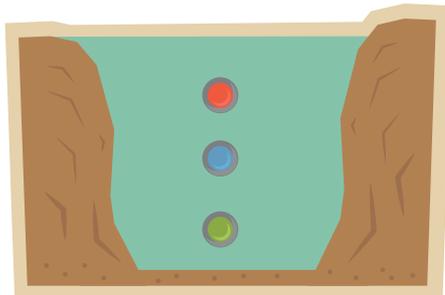


Fig. 4.31 Ubicación de los sensores a diferentes profundidades

²¹ Sensor: es un dispositivo diseñado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia.

Tabla 4.3

Sensor	Presión a la que es sensible
A	152 000 Pa
B	335 000 Pa
C	500 000 Pa

Para identificar los sensores es necesario conocer la dependencia de la presión que ejerce el líquido (presión hidrostática) con la profundidad. Utilizaremos el manómetro. Coloquemos al extremo libre de la manguera una cajita, a la que uno de sus lados se ha cerrado con una fina membrana de goma (fig. 4.32).

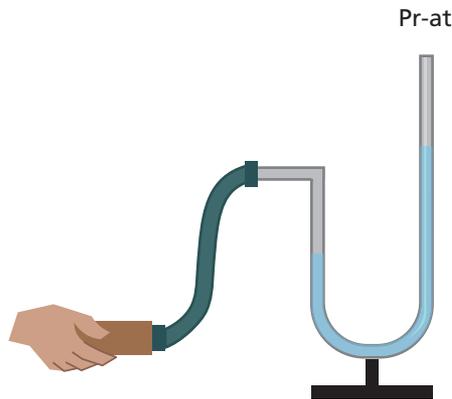


Fig. 4.32

Si oprimos la membrana con un dedo, se produce una diferencia entre el nivel del líquido en las ramas del manómetro. De modo que la columna de líquido de la rama conectada a la cajita desciende, mientras que el líquido de la otra rama asciende.

¿Qué sucederá con las columnas de líquidos en las diferentes ramas del manómetro si colocamos la cajita a diferentes profundidades del agua contenida en un recipiente?

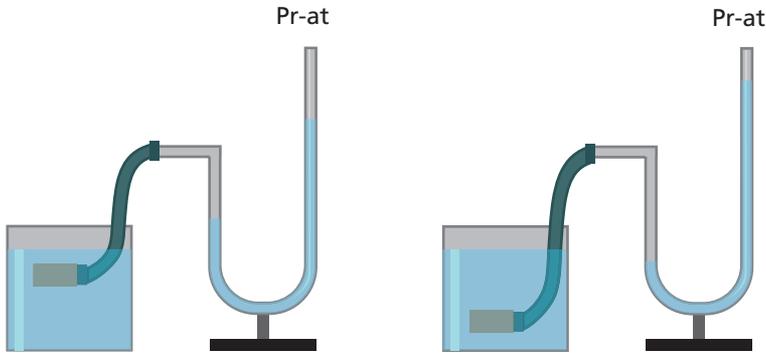


Fig. 4.33 La diferencia de altura en las ramas del manómetro es mayor en el recipiente donde la cajita se encuentra a mayor profundidad

Se observa que el agua también ejerce presión sobre la lámina de goma de la cajita; la diferencia de altura en las ramas del manómetro es mayor en el recipiente donde la cajita se encuentra a mayor profundidad (fig. 4.33).

Este experimento pone de manifiesto que mientras mayor es la profundidad a que se encuentre un cuerpo sumergido en un líquido, mayor es la presión que este ejerce sobre el cuerpo sumergido en él.

Por lo anterior podemos identificar los sensores colocados para el estudio de especies marinas. Los sensores se identifican en la figura 4.34.

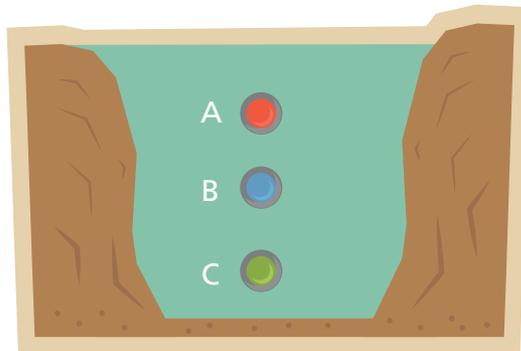


Fig. 4.34 Identificación de los sensores teniendo en cuenta los datos que aporta la tabla 4.3

Para comprobar si la presión hidrostática que actúa sobre un cuerpo depende de la densidad de los líquidos los investigadores planificaron colocar los sensores utilizados en el experimento anterior a la misma profundidad, pero en líquidos con diferentes densidades. Los ubicaron en un lago de agua "dulce" y en el mar. Observaron *que en el mar estos no funcionaban correctamente. ¿A qué se debe lo ocurrido?*

Observemos el comportamiento de la presión cuando los líquidos son distintos y sus densidades diferentes.

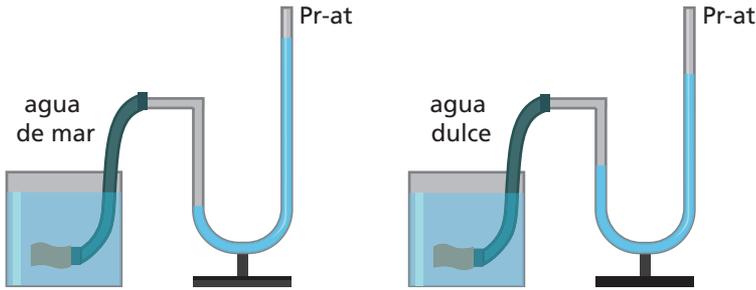


Fig. 4.35 Experimento que ilustra la dependencia de la presión hidrostática de la densidad del líquido

La diferencia entre las columnas de líquido del manómetro es mayor cuando la cajita está sumergida en agua de mar que cuando se sumerge a la misma profundidad en agua "dulce" (fig. 4.35).

Utilizando el manómetro se comprueba que, para profundidades iguales, mientras mayor sea la densidad del líquido, mayor será la presión ejercida por él sobre los cuerpos sumergidos.

Esta es la razón de que los sensores no funcionen correctamente cuando se colocan a una misma profundidad en el mar y en el río.

Aunque sabemos que un solo experimento no basta para hacer las generalizaciones realizadas sobre la dependencia de la presión hidrostática con la profundidad y con la densidad, a lo largo de la historia se han realizado innumerables experimentos similares por diferentes investigadores y siempre se ha obtenido el mismo resultado. Luego podemos considerar como válidas estas afirmaciones.



Reflexiona

¿Incidirá el lugar en que se realice la inmersión sobre la presión hidrostática?

Supongamos que una expedición a la Luna tiene entre sus objetivos investigar la dependencia de la presión hidrostática con la intensidad gravitatoria. Para ello, los cosmonautas midieron en la Tierra la presión hidrostática de un líquido a una determinada profundidad y repitieron el mismo experimento en la Luna. ¿Cuál sería el resultado de su investigación?

producto de tal diferencia de presión la columna de líquido en D se elevaría por encima de los demás. ¿Será correcta esta suposición?

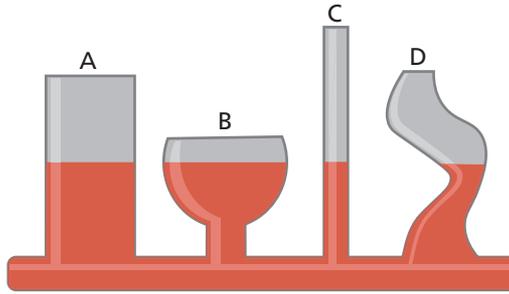


Fig. 4.37 Disposición del líquido en los vasos comunicantes

Al verter agua en los recipientes observamos que no resulta como lo previmos, los niveles en la superficie del líquido en todos los recipientes, son iguales (fig. 4.37).

En la figura 4.38 se muestran cuatro recipientes de diferentes formas con la misma altura de columna líquida. En su interior se ha colocado a una misma profundidad la cajuela con su correspondiente lámina de goma conectada a un manómetro.

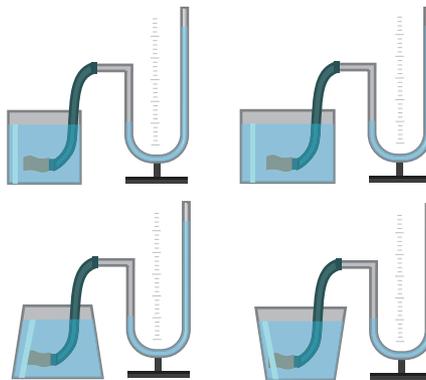


Fig. 4.38 Experimento que ilustra el comportamiento de la presión que ejerce el líquido a determinada profundidad en recipientes de diferentes formas

Los respectivos manómetros indican que la presión que ejerce el líquido sobre el fondo de cada recipiente es igual, a pesar de que sus masas y formas son diferentes. *Este resultado que parece paradójico, se conoce con el nombre de paradoja²² hidrostática.*

²² Paradoja: aseeración que parece contradictoria o absurda, pero que expresa una verdad posible o aparente.

Las experiencias anteriores indican que la presión en un líquido en reposo no depende de su masa, ni de la forma del recipiente que lo contiene, sino de la profundidad.

En general y dando respuesta a la problemática inicial:

Numerosos experimentos confirman que la presión que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en ellos depende directamente de:

- ▶ **La profundidad.**
- ▶ **La densidad del líquido.**
- ▶ **La intensidad gravitatoria.**

La conclusión anterior es válida para los fluidos en general, esto se ha comprobado experimentalmente con líquidos y gases.



Saber más

Es cubana una de las mujeres capaz de bajar a más de 70 m de profundidad a cuerpo libre, gracias a su gran capacidad pulmonar, su nombre es Déborah Andollo (fig. 4.39). Durante su carrera deportiva impuso 16 marcas mundiales en las cuatro modalidades de la inmersión en apnea, una de ellas incluso para ambos sexos.

En julio de 2001 estableció récord mundial absoluto para su época cuando bajó, en la modalidad cuerpo libre a 74 m.



Fig. 4.39 Déborah Andollo en un evento de inmersión en apnea



Física en acción

Construye tu propio "Manómetro de líquido" y realiza las siguientes actividades:

Diseña los experimentos que te permitan comprobar que:

- la presión hidrostática que ejerce el agua contenida en un recipiente es mayor mientras mayor sea la profundidad
- la presión hidrostática del agua es mayor que la del keroseno a iguales profundidades.

Tareas

1. Se tienen dos botellas idénticas. Compara la presión que ejercen los líquidos sobre el fondo de las botellas cuando:
 - a) en ambas se vierte leche, una llena completamente y la otra por la mitad.
 - b) ambas se encuentran llenas de líquidos diferentes, una con agua y otra con alcohol.

2. La figura 4.40 muestra dos recipientes que contienen diferentes líquidos, ($\rho_{\text{líquido 1}} < \rho_{\text{líquido 2}}$). Compara la presión ejercida por el líquido en los puntos:
 - a) A y B
 - b) C y A
 - c) B y D

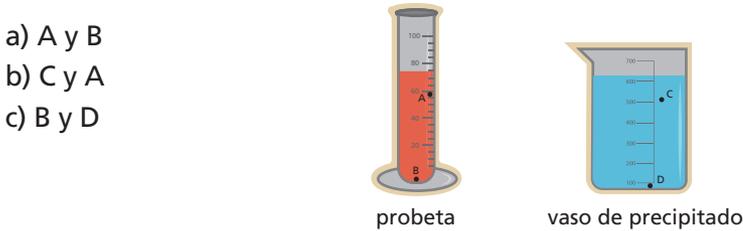


Fig. 4.40 Probeta y vaso de precipitado que contienen líquido

4.6 La presión atmosférica y la ley de Pascal en la vida y la técnica

Reflexiona

Con motivo del Día de la Ciencia en Cuba (15 de enero) en una secundaria básica se realizó un festival y se presentaron numerosos experimentos. El que resultó ganador en el festival fue uno de los equipos de octavo grado que realizó experimentos de hidrostática, entre ellos, los que se exponen en la sección siguiente.

Experimento 1. Retiraron una moneda colocada en el fondo de un plato lleno de agua con la mano sin mojarse los dedos, con solo un vaso y una vela.

Experimento 2. Presentaron un surtidor de agua con un Erlenmeyer, un tapón monohoradado (tapón con un orificio), un tubo fino, un recipiente con agua y una hornilla eléctrica.

Diseña los experimentos anteriores, realízalos y explica cómo funciona cada uno.

Antes de que diseñes, realices y expliques los experimentos de la problemática inicial te propongo encontrar la explicación al siguiente experimento. Si lo logras te será muy fácil explicar los que presentaron los estudiantes en el Día de la Ciencia en Cuba, motivo de la actividad con que iniciamos el epígrafe.



Reflexiona

Si vertemos un poco de agua en un tubo de ensayo, y luego de cerrar su boca con un dedo, lo invertimos e introducimos en un recipiente que contiene agua, al retirar el dedo el agua no sale del tubo de ensayo (fig. 4.41). ¿Cómo se explica esto?



Fig. 4.41 Experimento que ilustra lo que sucede al invertir un tubo de ensayo lleno de líquido coloreado y colocarlo en un recipiente que contiene líquido

Te propongo realizar otro experimento para que comprendas mejor lo que sucede. Se coloca debajo de la campana de una bomba de vacío el conjunto de la figura 4.42. Al extraer el aire de la campana el nivel del agua en el tubo desciende; si de nuevo se deja entrar el aire, el nivel asciende. ¿Qué demuestra esto?

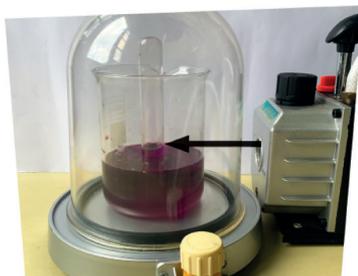


Fig. 4.42 El conjunto empleado en el experimento de la figura 4.41 cuando se coloca en el interior de la campana donde se extrae el aire

Considerando lo observado, podemos afirmar que el nivel del agua en el interior del tubo de ensayo depende de la presión del aire que rodea al conjunto. En condiciones normales es la presión atmosférica.

Ahora estás en condiciones de responder la pregunta relacionada con el experimento representado en las figuras 4.41 y 4.42 . Sobre el agua de la vasija actúa la presión atmosférica que de acuerdo con la ley de Pascal se transmite sin alteración en todas direcciones. Por otra parte, la presión atmosférica que actúa sobre el agua de la vasija y que se trasmite por toda el agua que ella contiene, se equilibra con la resultante de las presiones ejercidas por el aire y la columna de agua contenidos en el tubo de ensayo. Esta es la razón por la que el agua que está en el interior del tubo de ensayo no sale de este.



Saber más

Se ha comprobado experimentalmente que, aun cuando el tubo de ensayo se llene de agua y su longitud sea considerable, al invertirlo en la vasija con agua no sale de este. La presión atmosférica es capaz de compensar la presión ejercida por una columna de agua de poco más de 10 m de altura.

Resuelve la problemática inicial, cuentas con los conocimientos necesarios, debes tener preparados todos los útiles y dispositivos que necesitas para realizar los experimentos y podrás explicarlos satisfactoriamente si tienes presente que los líquidos y gases transmiten las presiones que se ejercen sobre ellos en todas las direcciones y sin alteración (ley de Pascal).

Experimenta y aprende

Experimento 1. ¿Cómo retirar una moneda del fondo de un plato con agua sin mojarnos las manos, utilizando una vela y un vaso? (fig. 4.43).



Fig. 4.43 Materiales necesarios para la realización del experimento 1

Para el diseño debes considerar que es necesario retirar el agua del plato para acceder a la moneda sin mojarse los dedos (fig. 4.44 a); esto es posible si logras que la presión atmosférica que actúa sobre el agua del plato sea mayor que la presión en el interior del vaso. Esta diferencia de presión se logra encendiendo la vela y luego la tapas con el vaso.

Al tapar con el vaso la vela encendida, esta se apaga y comienza a subir el agua (previamente coloreada) por el vaso, quedando la moneda al descubierto y la puedes retirar sin mojar las manos (fig. 4.44 b). ¿Cómo explicar el experimento?



Fig. 4.44 Representación del primer experimento realizado en homenaje por el Día de la Ciencia

Al tapar la vela con el vaso se puede apreciar unas burbujas de aire que salen de este y seguidamente comienza a subir el agua en su interior.

Profundicemos en lo que ocurre durante todo el proceso.

Como estudiaste en el epígrafe 4.1, una de las causas de la presión que ejerce un gas depende de la concentración de partículas que lo componen. En este experimento, el aire se calienta por la acción de la llama, aumenta el número de choques entre las partículas y contra las paredes del recipiente, como consecuencia, aumenta la presión en el interior del vaso. Cuando salen las burbujas de aire del vaso, el número de partículas en su interior disminuye y con esto la presión también lo hace. Por otra parte, sobre la superficie del agua que se encuentra en el plato, actúa la presión atmosférica la cual se transmite por igual en todas las direcciones. Al ser menor la

presión en el interior del vaso, que la presión atmosférica, esta empuja al agua hacia el interior de este.

Experimento 2. ¿Cómo construir un surtidor de agua utilizando un Erlenmeyer, un tapón monohoradado, un tubo de vidrio, un recipiente con agua y una fuente de calor y una pinza?

En estos momentos te encuentras en mejores condiciones para realizar un diseño acertado. Conoces que logrando una diferencia de presión entre el interior del Erlenmeyer y el exterior podrás hacer que el agua contenida en el recipiente fluya por el tubo. ¿Cómo procederías para lograr el surtidor de agua?

Diseño: Dentro del Erlenmeyer se vierte una pequeña porción de agua y se tapa con el tapón monohoradado que tiene acoplado un tubo de vidrio. Se coloca el conjunto encima de la hornilla encendida hasta que el agua comienza a hervir (fig. 4.45 a). Utilizando la pinza se invierte el conjunto de modo que el extremo del tubo penetre en el recipiente con agua (fig. 4.45 b).

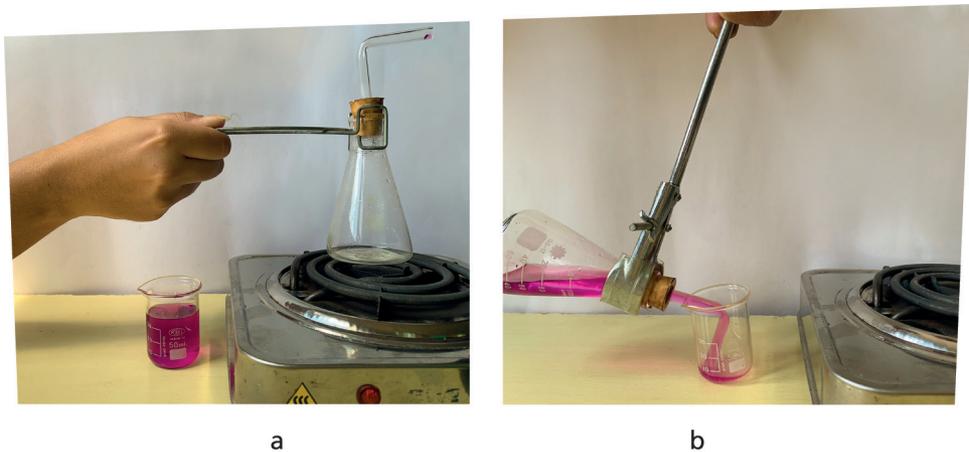


Fig. 4.45 Presentación del segundo experimento realizado por el Día de la Ciencia en Cuba

Inmediatamente después observarás que el agua depositada en vaso de precipitado comienza ascender por el tubo acoplado al tapón, la cual fluye con gran presión al llegar al extremo libre del tubo. A este experimento se le conoce como “El surtidor de agua”.

Física en acción

En casa al retirar una olla de presión del fogón que se encontraba hirviendo, no se puede destapar rápidamente, pues puede provocar un accidente. Investiga en casa el criterio que tienen sobre el porqué ocurre este hecho e intenta dar una explicación con los conocimientos adquiridos hasta el momento. Analiza con tus compañero de aula tus reflexiones sobre este tema.

Tareas

1. Repite varias veces el experimento representado en las figuras 4.41 y 4.42, pero con diferentes cantidades de agua dentro del tubo (tubo no lleno) ¿Qué pasa con el nivel del agua dentro del tubo en estos casos? ¿Depende el nivel del agua dentro del tubo de la presión circundante o de la cantidad de agua que había en el tubo antes de virarlo con la boca dentro del agua del recipiente?
2. ¿Cómo se explica que en la experiencia de la figura 4.41, el agua no salga totalmente del tubo de ensayo?
3. Explica ¿por qué para extraer el contenido a las latas que contienen, por ejemplo, puré de tomate o leche condensada, se le abren dos orificios y no uno solo?
4. ¿Por qué al introducir el extremo de una jeringuilla en agua, al desplazar el émbolo hacia afuera, esta asciende tras él?

4.7 Acción de los fluidos sobre los cuerpos que se encuentran en su interior. Fuerza de empuje

Estudiar sobre la acción que ejercen los fluidos, en particular los líquidos, sobre los cuerpos sumergidos en ellos, te ayudará a encontrar la solución a situaciones cotidianas.

Reflexiona

Te has preguntado ¿por qué te es posible cargar a otra persona con mayor masa que tú, cuando están dentro del mar, mientras que no lo puedes hacer cuando están en la arena? (fig. 4.46).

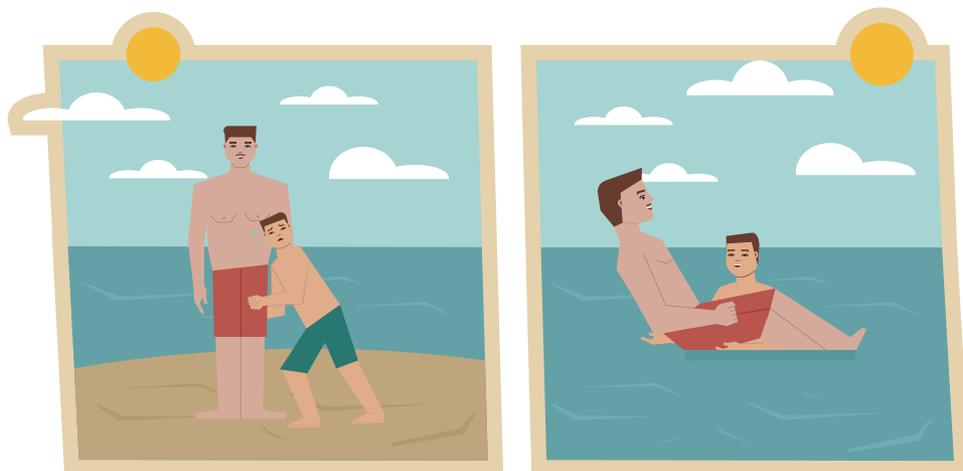


Fig. 4.46 Un niño dentro del agua puede levantar a su papá más fácilmente que fuera de esta

A pesar de ser tan común la situación planteada en la actividad inicial, su respuesta no es tan evidente. Es necesario estudiar cómo actúan los líquidos sobre los cuerpos que se sumergen en ellos.

Si sumergimos una pelota hasta el fondo de un recipiente con agua y la soltamos, esta emergerá (fig.4.47).

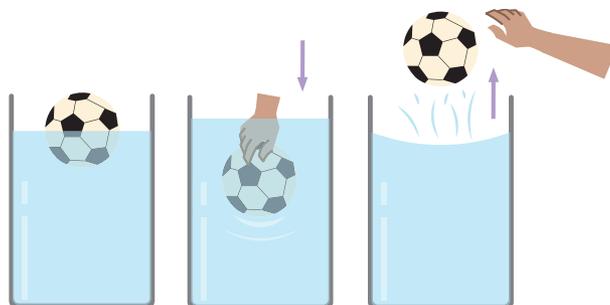


Fig. 4.47 Ilustración de lo que sucede cuando empujamos una pelota hasta el fondo de un recipiente y luego la soltamos

¿Cuál de las siguientes causas consideras sea la que explica este hecho?

- La posición natural de los cuerpos es flotar en la superficie del líquido.
- Los líquidos ejercen una fuerza dirigida hacia arriba sobre los cuerpos que se encuentran sumergidos, total o parcialmente en él.

Comprobemos mediante experimentos las suposiciones anteriores.

Experimenta y aprende

Probemos la suposición a) Coloca en un recipiente con agua una moneda y un corcho.

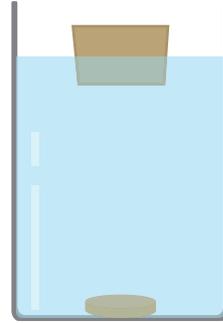


Fig. 4.48 Al colocar una chapa y un corcho en un líquido, la chapa se hunde y el corcho flota

Te percastaste que la moneda se hunde, mientras que el corcho flota en la superficie del líquido (fig.4.48). Lo ocurrido en este experimento te revela que el estado natural de los cuerpos no es flotar en la superficie de un líquido, existen cuerpos que al sumergirlos en un líquido se hunden, como es el caso de la moneda.

Experimenta y aprende

Comprobemos la suposición b). Al parecer, los líquidos empujan a los cuerpos total o parcialmente sumergidos en ellos hacia la superficie. Para comprobarlo realicemos el experimento representado en la figura 4.49. Durante su realización reflexiona en:

- ¿Qué nos indican las lecturas del dinamómetro?
- Compara el resultado de este experimento con el que se obtiene al empujar el cuerpo que cuelga con la mano hacia arriba en el aire.

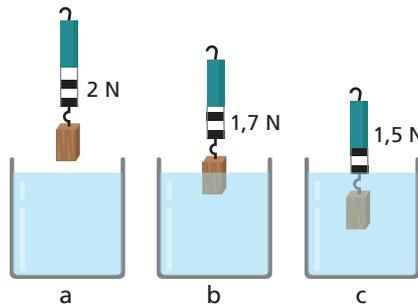


Fig. 4.49 Los dinamómetros indican que colocar un cuerpo en el interior de un líquido, pesa menos que en aire

El dinamómetro nos indica que cuando el cuerpo se sumerge en el líquido su peso disminuye. Igual resultado se obtiene si sobre el cuerpo que cuelga del dinamómetro aplicamos una pequeña fuerza hacia arriba. Por consiguiente, el experimento confirma que sobre cualquier cuerpo dentro de un fluido actúa una fuerza con la misma dirección y sentido contrario a su peso.

Sobre cualquier cuerpo dentro de un fluido actúa una fuerza verticalmente hacia arriba que lo empuja hacia la superficie.

Esta fuerza recibe el nombre de **fuerza de empuje (o fuerza de Arquímedes)**. Hace más de 2200 años el sabio de la antigua Grecia Arquímedes descubrió la existencia de esta fuerza.



Conéctate con la historia

Arquímedes, inventor y matemático griego (287-212 a.n.e), nació en Siracusa, Sicilia (fig. 4.50). En el área de las matemáticas hizo contribuciones con sus estudios sobre volúmenes de figuras sólidas curvas y de áreas de figuras planas, además de las aportaciones con sus obras sobre aritmética y geometría plana y del espacio.

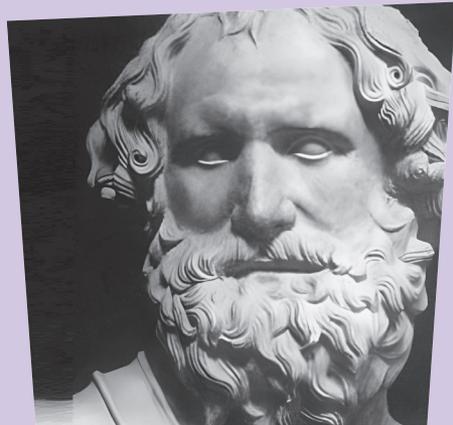


Fig. 4.50 Arquímedes

En mecánica definió la ley de la palanca y se le reconoce el invento de la polea compuesta y el tornillo sin fin. Su aportación más reconocida en esta área fue el descubrimiento de lo que hoy se conoce como principio de Arquímedes, que establece que todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una disminución en su peso igual al peso del volumen del fluido que desplaza.

Conoces que cuando un cuerpo se sumerge en un líquido pesa menos, debido a la acción sobre él de la fuerza de empuje, pero ¿de qué factores depende dicha fuerza?

Ejercicio resuelto

1. En la construcción de un puente que une las dos orillas de un estrecho de mar, se empleó para su base un bloque de hierro que al sumergirlo totalmente en el agua desplazó $0,8 \text{ m}^3$. ¿Calcula el valor de la fuerza de empuje que recibe el bloque?

Solución: En el problema debes calcular la fuerza de empuje que ejerce el agua de mar sobre el bloque. En el texto te especifica que al introducir el bloque en el agua desplaza $0,8 \text{ m}^3$, este valor corresponde al volumen del bloque. Considerando además la densidad del agua de mar y el valor de la intensidad gravitatoria, puedes aplicar la ecuación estudiada para calcular el valor de la fuerza de empuje.

Datos

$$g = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\rho_{\text{agua de mar}} = 1\,024 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{cuerpo}} = 0,8 \text{ m}^3$$

Solución:

$$F_E = g \cdot \rho_l \cdot V_c$$

$$F_E = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1\,024 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,8 \text{ m}^3$$

$$F_E = 8\,028,16 \text{ N} \approx 8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Respuesta: La fuerza de empuje que actúa sobre el bloque es aproximadamente $8\,000 \text{ N}$.



Conéctate con la historia

Arquímedes y la corona de oro

En el siglo III a.n.e, el rey de Siracusa, Hierón II, le planteó un problema a Arquímedes, que parecía imposible de resolver. El rey quería saber si la corona que le había fabricado un artesano era de oro puro o si el oro había sido mezclado con otros materiales más ligeros, como cobre o plata.

En esa época se desconocía cómo calcular el volumen de figuras irregulares. Arquímedes notó que su cuerpo sumergido en una bañera desplazaba agua, y que este volumen desplazado era equivalente al volumen que su cuerpo ocupaba en la bañera, encontrando la manera de resolver el problema. Cuentan que en ese momento salió corriendo y gritando ¡Eureka! (que significa: ¡lo encontré!).

Llenó un recipiente con agua, introdujo la corona y midió el volumen que ocupaba. Como conocía el peso de la corona, tomó el equivalente en oro y al sumergirlo, el volumen que ocupaba resultó menor. La conclusión de Arquímedes fue que el oro había sido mezclado con un metal más ligero (fig. 4.51). ¡La corona era falsa!

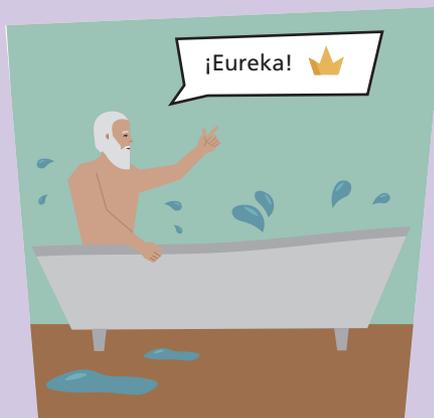


Fig. 4.51 Experimento de Arquímedes

La fuerza de empuje que actúa sobre un cuerpo sumergido en un gas depende de los mismos factores que en los líquidos, así, la expresión para calcular la fuerza de empuje resulta:

$$F_E = g \cdot \rho_g \cdot V_c$$



Física en acción

Comprueba utilizando un pedazo de parafina y un corcho la dirección y el sentido de la fuerza de empuje.

Tareas

1. ¿Por qué existen ciertos cuerpos que no puedes levantar en la arena, y si puedes hacerlo, fácilmente, en el mar? Justifica tu respuesta.
2. ¿Qué fenómenos de la vida cotidiana confirman la idea de que los fluidos empujan hacia arriba lo cuerpos sumergidos en ellos?
3. ¿De qué depende el valor de la fuerza de empuje que actúa sobre un cuerpo sumergido en un líquido? Pon ejemplos de cada caso.
4. El volumen de un pedazo de parafina es de 1 cm^3 ¿Qué fuerza de empuje recibe el cuerpo al introducirlo en un recipiente con agua?

4.8 Ley de Arquímedes. Flotación de los cuerpos

De tu experiencia personal conoces que dentro del agua los objetos parecen perder peso, esto lo comprobaste en el epígrafe anterior.



Reflexiona

¿Por qué un barco de acero flota mientras que un clavo de ese mismo material se hunde?



Fig. 4.52 ¿Por qué un barco de acero flota, mientras que un clavo se hunde?

El experimento ilustrado en la figura 4.49 no solo demuestra que los fluidos ejercen una fuerza dirigida verticalmente hacia arriba llamada fuerza de empuje. En él también se aprecia que mientras mayor es la parte sumergida del cuerpo en el líquido, mayor es la fuerza de empuje que actúa sobre el cuerpo.

El filósofo griego Arquímedes, fue el primero que describió el empuje vertical hacia arriba (fuerza de empuje) ejercido por los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en él. Como resultados de sus investigaciones se formula una de las leyes principales de la hidrostática, la conocida ley de Arquímedes que plantea:

Ley

La fuerza de empuje que actúa sobre un cuerpo parcial o totalmente sumergido en un fluido en reposo es numéricamente igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo. Este es el contenido de la ley de Arquímedes.



Saber más

Un globo aerostático (fig. 4.53) es una aeronave no propulsada cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Arquímedes. Estos globos pueden flotar gracias a la diferencia de densidad del gas dentro del globo con respecto a la densidad del gas exterior del globo.



Fig. 4.53 Globos aerostáticos

La densidad del aire en el interior del globo es menor que la del exterior debido a que unos quemadores calientan el aire en su interior, las moléculas se separan entre sí y ello resulta en una densidad menor. Al ser menos denso, pesa menos que igual volumen de aire exterior y por ello recibe una fuerza de empuje hacia arriba que hace ascender el globo. Para que el empuje sea suficiente se requiere de grandes volúmenes de aire, de ahí su enorme tamaño.

En la práctica también se suele llenar el globo con un gas más ligero que el aire (hidrógeno o helio).

Del capítulo 2 conoces que el peso de un cuerpo coincide en valor, dirección y sentido con la fuerza de gravedad que actúa sobre él, entonces podemos aplicar la ley de Arquímedes y comparar la fuerza de gravedad y la fuerza de empuje, cuando un cuerpo se hunde, flota y emerge a la superficie del líquido.

Condiciones de flotación atendiendo a la fuerza de gravedad y la fuerza de empuje que actúa sobre un cuerpo sumergido en un fluido:

- ▶ Si el valor de la fuerza de gravedad es mayor que la fuerza de empuje, el cuerpo descenderá, se hunde ($F_g > F_E$).
- ▶ Si el valor de la fuerza de gravedad es igual que la fuerza de empuje, el cuerpo puede estar en equilibrio en cualquier punto del líquido ($F_g = F_E$).
- ▶ Si el valor de la fuerza de gravedad es menor que la fuerza de Arquímedes ($F_g < F_E$) el cuerpo subirá, hasta que ambas fuerzas se igualen en valor y se quede a flote.

Detengámonos en el tercer caso. Por ejemplo, cuando introducimos un corcho en agua y lo sujetamos en el fondo, al soltarlo este comienza a subir debido a que la fuerza de empuje es mayor que la fuerza de gravedad que actúa sobre él, pero cuando el corcho llega a la superficie del agua, la parte sumergida del corcho comienza a disminuir y con esto también disminuye la fuerza de empuje, debido a que el volumen de agua que desplaza el corcho, también disminuye. El corcho seguirá subiendo hasta que la fuerza de empuje se iguale a la de gravedad. Logrado el equilibrio el corcho flotará en la superficie, entonces se cumple la condición de flotación establecida en el caso 2.



Reflexiona

Considerando lo planteado anteriormente, compara y representa las fuerzas que actúan sobre la chapa de la botella en los casos representados en la figura 4.54. En la figura a la chapa no se ha deformado y se encuentra en reposo en la superficie del líquido. La figura b, es una chapa similar, pero se ha aplastado y ha hundido. ¿Por qué una flota y la otra se hunde si es el mismo cuerpo?

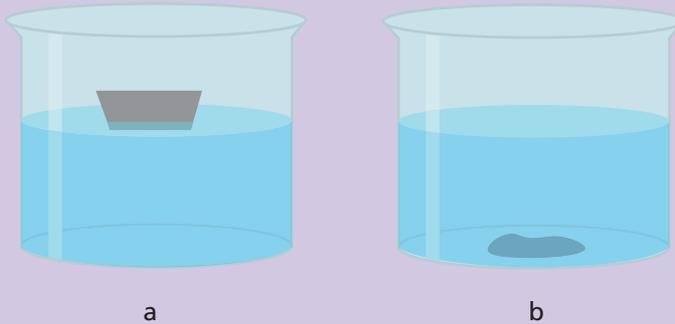


Fig. 4.54 En el recipiente a se muestra una chapa de botella con su forma original y en la b la chapa se ha aplastado

Representemos entonces la dirección y sentido de F_g y la F_E que actúan sobre la chapa de la botella en las posiciones representadas, considerando que en ambos casos el cuerpo es el mismo, pues solo se ha aplastado la chapa. Así, la fuerza de gravedad que actúa sobre la chapa en cada caso, es la misma; pero el volumen de agua desplazada y, por consiguiente, la fuerza de empuje que actúa sobre la chapa es diferente.

En el caso de la figura a el valor de la fuerza de empuje es igual al de la fuerza de gravedad y el cuerpo flota, en el caso de la figura b la fuerza de empuje es menor que la fuerza de gravedad y el cuerpo se hunde (fig. 4.55).

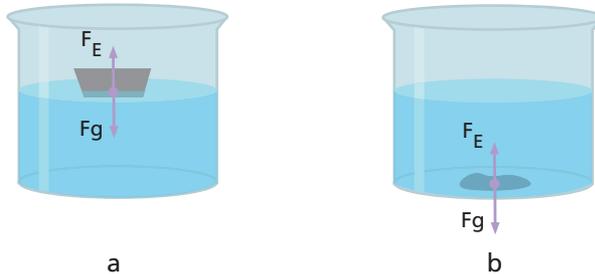


Fig. 4.55 Representación de las fuerzas que actúan sobre la chapa cuando flota y cuando se hunde

► **Flotación de los cuerpos en dependencia de las densidades de los cuerpos y la de los líquidos.**

Al introducir una esfera de parafina en agua notamos que esta flota en ella, sin embargo, cuando la esfera de parafina se introduce en alcohol, se hunde.

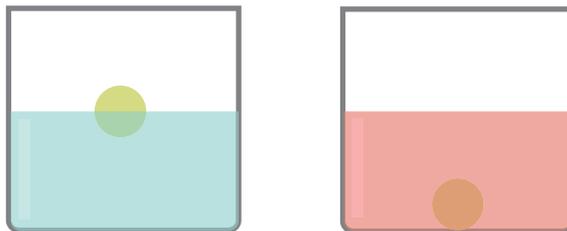


Fig. 4.56 Disposición de una esfera de parafina cuando se introduce en dos recipientes que contienen líquidos diferentes

Si comparamos las densidades de la parafina y del agua podemos comprender el porqué de lo que acontece en el experimento:

$$\rho_{parafina} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{agua} = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{alcohol} = 790 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Cuerpo de parafina en agua

$$\rho_{parafina} < \rho_{agua}$$

$$900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Cuerpo de parafina en alcohol

$$\rho_{parafina} > \rho_{alcohol}$$

$$900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} > 790 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

El análisis realizado anteriormente es uno de los ejemplos que nos permite establecer cuándo un cuerpo flota y cuándo se hunde si está sumergido en un líquido, considerando la densidad del cuerpo y del líquido:

- ▶ Si la densidad de la sustancia de que está hecho el cuerpo sumergido es menor que la del líquido, el cuerpo flota en la superficie.
- ▶ Si ambas densidades son iguales, el cuerpo puede flotar en cualquier parte del líquido totalmente sumergido.
- ▶ Si la densidad de la sustancia de que está hecho el cuerpo es mayor que la del líquido, el cuerpo se hunde.

Las condiciones de flotación enunciadas anteriormente también se cumplen para el caso de dos líquidos, siempre y cuando estos no se mezclen. Un ejemplo de esto se ilustra en la figura 4.57 donde aparece el aceite flotando en el agua. Si comparas los valores de las densidades de estos líquidos comprobarás que la densidad del aceite es menor que la del agua, por eso flota en ella, como ya analizaste en el capítulo anterior.



Fig. 4.57 El aceite flota en el agua pues su densidad es menor que la del agua

Las ideas anteriores tienen una gran importancia práctica, aplicándolas te resultará fácil prever que sucederá cuando lanzas un objeto al agua.

Puedes responder ya la problemática inicial, para ello debes considerar que la fuerza de gravedad que actúa sobre un barco es muy grande, pero también lo es la fuerza de empuje que actúa sobre él pues este desplaza un volumen de agua igual de grande. El barco flota debido a que la fuerza de gravedad a la que está sometido es compensada por la fuerza de empuje que ejerce el agua. Al cargar las bodegas del barco aumenta la fuerza de gravedad, pero simultáneamente aumenta la fuerza de empuje, pues al sumergirse más, el volumen de agua desplazada se hace mayor.

El por qué el clavo se hunde podrás explicarlo con facilidad si tienes en cuenta las condiciones de flotación presentadas en el tema.

¿Sabías qué...?

¿Con qué fin se pintan las franjas en los barcos?

La línea de flotación en los barcos (fig. 4.58), es una línea de color rojo que marca el máximo calado al que se sumerge el barco en el agua, o sea, la mayor profundidad permitida para que este flote.



Fig. 4.58 Línea de flotación de los barcos

En los gases los cuerpos también pueden hundirse, ascender y flotar. Como sabes, la Tierra se encuentra rodeada de gas que constituye su atmósfera; así, la mayoría de los cuerpos que se encuentran sobre la superficie del planeta se “hunden” en este gas debido a que la fuerza de gravedad a que están sometidos es mucho mayor que la fuerza de empuje que el gas ejerce sobre el cuerpo. Por otra parte, si llenamos un globo con hidrógeno se hace muy ligero y asciende, debido a que la densidad del hidrógeno es menor que la del aire atmosférico y, por tanto, la fuerza de gravedad que actúa sobre el globo es menor que la fuerza de empuje que ejerce el aire atmosférico sobre él.

¿Sabías que...?

Globos llenos de hidrógeno “globos sonda” (fig. 4.59) se emplean para investigar las capas altas de la atmósfera, estos son equipados con instrumentos muy ligeros que envían por radio datos útiles sobre la altura de vuelo, la temperatura y la presión del aire.



Fig. 4.59 Globos sonda utilizados para investigaciones atmosféricas



Física en acción

Te invitamos a realizar un experimento que te asombrará.

Materiales

Dos huevos crudos

Sal (6 cucharadas)

2 vasos con agua

- Obtén una mezcla de agua con sal en uno de los vasos.

- Introduce un huevo en cada vaso.

a) Describe lo que observas.

b) ¿Cómo explicas lo observado considerando las condiciones de flotación estudiadas?



Un instante con la tecnología

Consulta el tema Hidrostática que aparece en portal CubaEduca y resuelve los ejercicios de autoevaluación que aparecen en el módulo.

Tareas

1. Diseña una presentación donde describas lo que sucede al sumergir un cuerpo en un líquido y cómo varían los parámetros estudiados. Incluye un ejemplo en el que expliques cómo se aplica en un caso particular de tu experiencia.
2. Representa gráficamente las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que:
 - a) Flota en el agua.
 - b) Ascende hacia la superficie del agua.
 - c) Se hunde en el agua.
3. Explica por qué en el agua de mar se nada más fácilmente que en la de río.

4. Compara el valor de la fuerza de gravedad con la fuerza de empuje del aire en los casos siguientes:
 - a) Un libro que se cae desde cierta altura.
 - b) Un globo lleno de aire flota cuando se suelta desde una altura determinada.
 - c) Un globo lleno de hidrógeno que se suelta.

5. ¿Flotará o se hundirá un cuerpo en un líquido si la densidad de la sustancia de que está confeccionado es menor que la del líquido?

6. La figura 4.60 representa un mismo cuerpo que flota en dos líquidos diferentes.
 - a) ¿Cuál de los líquidos tiene mayor densidad? Explica en qué te basaste para tu selección.
 - b) Compara la fuerza de empuje con la fuerza de gravedad en cada caso.

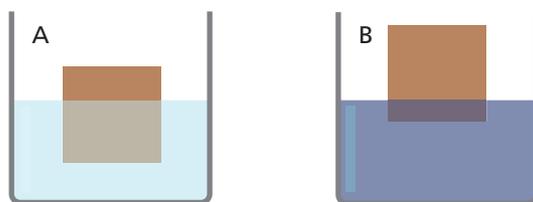


Fig. 4.60 Cuerpo sumergido en dos líquidos diferentes

7. Dibuja esquemáticamente un barco que flota en el agua en los casos siguientes:
 - a) Cuando no tiene carga.
 - b) Cuando está cargado.

Autoevalúate

1. Determina en las afirmaciones siguientes cual es verdadera o falsa. Para ello coloca la V o F según consideres.
 - a) ___ La presión que ejercen los gases sobre las paredes del recipiente que los contiene es producto de los choques de las partículas que lo constituyen.

- b)___ La presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos sumergidos en esta se denomina presión hidrostática.
- c)___ La presión que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en ellos depende de: el volumen del cuerpo sumergido, la profundidad y la intensidad del campo gravitatorio.
- d)___ La fuerza de empuje que recibe un cuerpo sumergido en un líquido depende de: el volumen del cuerpo sumergido, la densidad del líquido y la intensidad del campo gravitatorio.
- e)___ Si la fuerza de gravedad es mayor que la fuerza de Arquímedes, el cuerpo descenderá, se hunde.

2. Cuando tomas un refresco con un absorbente el líquido sube por él porque:
- a)___ La presión atmosférica crece con la altura.
 - b)___ La presión en el interior de tu boca es menor que la atmosférica.
 - c)___ La densidad del refresco es menor que la del aire.
 - d)___ La presión en un fluido es la misma en todas las direcciones.

3. Un recipiente cuenta con un émbolo acoplado tal como se muestra en la figura 4.61 a que puede desplazarse en su interior. Por debajo del émbolo hay gas.

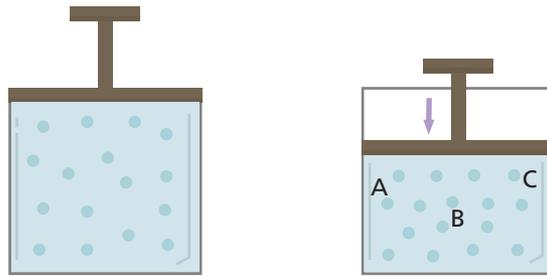


Fig. 4.61

- 3.1 Si el émbolo se desplaza hacia abajo, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas (fig.4.61 b)?
- a)___ La masa del gas disminuye.
 - b)___ La densidad del gas aumenta.
 - c)___ La presión del gas aumenta.

- 3.2 Si sobre el émbolo (ver fig.4.58 b) se ejerce una presión de 10 N/m^2 .
 ¿Cuál de los siguientes valores se corresponde con el incremento de presión que se ejercerá en los puntos A, B y C?
 a) 20 N/m^2
 b) 40 N/m^2
 c) 10 N/m^2

3.3 Explica en qué te basaste para su selección.

4. En una práctica de laboratorio cuyo propósito era estudiar la flotación de los cuerpos, se les entregó a los estudiantes dos cuerpos de volúmenes iguales, uno de los cuerpos era de parafina y el otro de aluminio. A su disposición también contaban con tres recipientes que contenían: agua, aceite y petróleo, respectivamente.

Analiza las situaciones que se plantean a continuación y selecciona las que son correctas. Transforma las ideas incorrectas en correctas y justifique.

- a) Al introducir el cuerpo de parafina en el agua, este flotó; mientras que, al introducirlo en el petróleo, se hundió.
 b) El cuerpo de aluminio flotó cuando se introdujo en el recipiente que contenía aceite.
 c) Cuando se echó en un mismo recipiente agua y petróleo, el agua flotó en el petróleo.
 d) La representación gráfica de las fuerzas (fig. 4.62) que actúan sobre el cuerpo de aluminio cuando se mueve hacia el fondo del recipiente que contiene agua es la siguiente:



Fig. 4.62

Tareas finales del capítulo

1. Confecciona un listado de los conceptos e ideas esenciales estudiadas en este capítulo.
2. ¿Cómo varía la presión de un gas si al recipiente que lo contiene se le acopla otro igual pero vacío?
3. Toma un dardo de los que terminan en una ventosa y comprímelo fuertemente contra una superficie metálica. Tira del dardo intentando separarlo de la superficie. ¿Qué es lo que presiona tan fuertemente el dardo?
4. Se coloca un globo con la boca atada y una pequeña porción de aire en su interior, bajo una campana. Al extraer el aire de la campana con ayuda de una bomba neumática el globo se infla. ¿Cómo explicas este fenómeno?
5. Explica el funcionamiento de: a) el barómetro de mercurio, b) el gotero, c) los procesos de inspiración y expiración de nuestros pulmones.
6. ¿Depende del diámetro del tubo la altura del nivel de mercurio en el experimento de Torricelli?
7. Cuenta la historia que para demostrar la acción que ejercía la presión atmosférica, en 1654 el científico Otto Guericke realizó en Magdeburgo el siguiente experimento: extrajo el aire que había en el interior de una cavidad formada por dos hemisferios de metal apretados uno contra otro, luego utilizó dos tiros de ocho caballos cada uno y se observó que no podían separarlos (fig. 4.63) ¿Cómo explicarías este experimento?



Fig. 4.63 Ilustración de la época, donde se muestra el experimento

CAPÍTULO 5

Energía, su utilización, obtención y transmisión

5.1 Introducción

A lo largo de la historia de la humanidad, el hombre ha buscado respuestas a múltiples interrogantes, encuentra soluciones y lleva a cabo valiosos inventos. Además, ha realizado importantes descubrimientos, diseñado y construido dispositivos capaces de aprovechar los recursos energéticos, como son: la rueda, la máquina de vapor, el motor de combustión interna, los reactores nucleares, los paneles solares, entre otros.

Hasta este momento hemos analizado los movimientos mecánicos y también sistemas de nuestro entorno relativamente simples, como los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos, así como la estructura interna de estos. Ahora, puedes intentar ir más allá y preguntarte: ¿existirá alguna magnitud física o conceptos e ideas comunes a todos los cambios, que permita valorar las transformaciones que ocurren en los cuerpos en sus diversas formas de movimiento mecánico, térmico, electromagnético, atómico o molecular, independientemente de la naturaleza de estos?

La palabra energía se emplea en la actualidad con gran frecuencia y forma parte de nuestro lenguaje común, *crisis energética*, *consumo de energía*, *recursos energéticos*, son expresiones que escuchamos frecuentemente en los noticieros, en la prensa plana, medios de comunicación. Pero no fue hasta después de los años 50 del siglo XIX que apareció este término en la literatura científica. Hoy la energía cobra gran importancia, pues mantener los niveles de desarrollo alcanzados por la sociedad actual requiere de enormes cantidades de energía. La búsqueda de nuevas fuentes de energía resulta decisiva para garantizar nuestra supervivencia (fig. 5.1).



Fig. 5.1

En este capítulo profundizaremos en el estudio de la energía; sus formas básicas y principales fuentes de energía, cómo se utilizan y se trasmite y de qué modo se obtiene. Se analizará cómo podemos contribuir al ahorro de energía y las acciones que realiza nuestro país para contribuir a este ahorro. Comprenderás porqué se afirma que sin energía no existiría la vida en nuestro planeta.

5.1.1 Energía

Si observas con atención la figura 5.2, notarás diferentes sistemas en los cuales ocurren transformaciones en sus propiedades y en el valor de alguna de las magnitudes que los caracterizan (temperatura, velocidad).



Reflexiona

¿Cuál será la causa de estas transformaciones? Todos los cambios ocurridos en estos sistemas, ¿serán iguales?

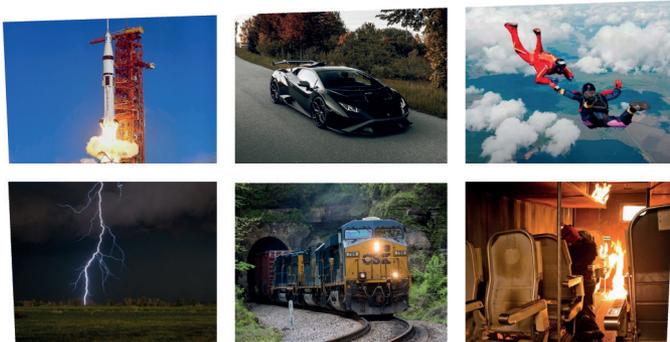


Fig.5.2 Sistemas en los cuales ocurren transformaciones

Para responder estas interrogantes debes recordar que los sistemas se caracterizan por determinadas propiedades y que las variaciones en los sistemas significan cambios en sus propiedades o en las de otros sistemas y para lograrlo se necesita cierta cantidad de energía.

Desde pequeño escuchas frases como esta: “comer bien te da energía”, tu familia te exige alimentarte adecuadamente, pues lo necesitas para caminar, correr, nadar, estudiar, así como para realizar las funciones vitales del organismo que te permitirán tu pleno desarrollo, esta alimentación debe ser balanceada. También conoces que la energía es necesaria para poner en marcha los equipos electrodomésticos, los automóviles, los controles remotos de un televisor, el celular, en las industrias para la obtención de sus productos, entre otros.

La energía está presente en el Sol, en los alimentos, en los combustibles, en las entrañas de la Tierra, en nuestro cuerpo, en las moléculas, átomos y en miles de sistemas que se encuentran en todo el universo. Durante las variaciones que ocurren en los sistemas se producen intercambio de energía.

En la vida cotidiana tienen lugar transformaciones muy diversas, naturales tales como los ciclones, los terremotos, el crecimiento de los seres vivos, la sucesión de estaciones a lo largo del año, las variaciones de temperatura, los cambios de estado de agregación del agua, entre otras transformaciones. Existen otras transformaciones producidas por los seres humanos, como la construcción de viviendas y utensilios domésticos, la elaboración de alimentos, el preparado de las tierras para la agricultura, la transformación y producción de diversos materiales, el empleo de múltiples equipos. A pesar de la diferencia en la naturaleza de estos cambios, el origen de todos estos se asocia a la existencia de la energía.

La energía es una magnitud escalar que sirve de medida general de los distintos procesos y transformaciones que ocurren en los cuerpos y los sistemas.

La energía caracteriza la capacidad de los sistemas para cambiar las propiedades de otros sistemas o las suyas propias.

Si observas detenidamente la figura 5.2 te darás cuenta de que en todos esos sistemas están ocurriendo transformaciones, por lo tanto, necesitan utilizar determinada cantidad de energía para enviar una nave al espacio, mover un auto, o simplemente, al utilizar un horno de microondas o en una fogata para la cocción de alimentos.

La energía con que se lanza una pelota es mayor, mientras mayor sea la velocidad que ella adquiere. La energía utilizada al cocinar (se emplea el calentamiento) será mayor, mientras mayor sea la elevación de temperatura del agua, para lograr la transformación de los alimentos. Similar al ejemplo anterior, mientras mayor sea la energía solar (radiación) “acumulada” en los paneles solares de las zonas montañosas, será mayor el número de equipos eléctricos que se pueden poner en funcionamiento.

Si la *velocidad de escape*²³ de una nave desde la superficie de la Tierra es aproximadamente igual a 40 320 km/h en cambio un automóvil común puede alcanzar velocidades de hasta 180 km/h. Para lograr que una nave llegue al espacio exterior se tiene que alcanzar una velocidad mucho mayor que la del automóvil, y por supuesto aplicar una gran fuerza, que es uno de los factores de los que depende.

¿Existirá entonces alguna relación entre la velocidad y la energía necesaria? Por su puesto, en el primer caso se necesita de mayor energía para lograr mayor velocidad. Lo mismo ocurre si quieres calentar algo rápidamente, que elevas la llama, o, si quieres llegar más rápido a algún sitio, pues apresuras el paso. En ambos casos necesitas de mayor energía para lograr los cambios.

Por lo que podemos concluir que:

Mientras mayores sean los cambios producidos en un mismo sistema, mayor será la energía intercambiada en el proceso.

En un automóvil en movimiento se evidencia que debido a la cantidad de energía transferida cuando ocurre un accidente, no solo ocurren cambios en la forma y la velocidad del auto, sino que también se producen cambios en las personas u otros cuerpos involucrados en la interacción, que trae consigo pérdidas de vidas humanas, que muchas de ellas son evitables si se cumpliera con las leyes del tránsito (fig. 5.3).



Fig. 5.3 Accidente de tránsito por exceso de velocidad

²³ Velocidad de escape: es la velocidad mínima con la que debe lanzarse un cuerpo para que escape de la atracción gravitatoria de la Tierra.

En la actualidad el tema de la energía preocupa mucho a la humanidad, pues está íntimamente relacionado, entre otros, con un problema global como es el de la preservación del medio ambiente y la necesidad de utilizar nuevas fuentes de energía que sean limpias, que no contaminen y que, además, sean renovables. Por otra parte, la energía está presente en todos los cambios que se originan en el universo independientemente de su naturaleza y del modo en que estos se producen.



¡Atención!

La energía se pone de manifiesto mediante los cambios, pero si un sistema no origina transformaciones, no significa que no posea energía. Por ejemplo: los combustibles pueden producir cambios en dependencia de cómo se utilicen, estos tienen una gran cantidad de energía, pero la mayor parte de esta no se pone de manifiesto hasta que combustionan.



Física en acción

De las actividades que realizas diariamente al salir de la escuela o en un fin de semana intenta poner en orden aquellas actividades que realices en la cuales consideras que has necesitado de una mayor energía para lograrlas y argumenta tu selección.

Tareas

1. Menciona los principales cambios que han ocurrido en tu comunidad tanto naturales como producidos por el hombre, que consideres que han requerido de cierta cantidad de energía. Debate sobre la cantidad de energía que consideres que se ha empleado para que ocurrieran.
2. Investiga en qué época se elaboraron las principales ideas acerca de la energía y cuáles fueron los principales científicos vinculados con su desarrollo. Haz un resumen en tu libreta.
3. Indaga y elabora un texto sobre los principales problemas que en la actualidad enfrenta la humanidad relacionados con el tema de la energía.
4. Reflexiona junto con tus compañeros acerca del interés que tiene el estudio del tema de la energía.

5.2 Formas de la energía

Existen tantas formas de energía como tipos de procesos que existen en la naturaleza tales como la energía asociada al movimiento mecánico, a la interacción gravitatoria, a los procesos eléctricos, magnéticos, térmicos, atómicos y nucleares. Centraremos nuestra atención en la forma mecánica de la energía.

5.2.1 Energía mecánica y sus formas

En Ciencias Naturales estudiaste diferentes formas de energía, estas se manifiestan diariamente en la vida, desde los capítulos anteriores se han presentado ejemplos que lo evidencian.



Reflexiona

A tu alrededor ocurren situaciones en las cuales se producen cambios al emplear cierta cantidad de energía. Menciona algunas de estas e intenta identificar distintas formas de energía, teniendo en cuenta su origen.

Es muy común que se confunda las formas con las fuentes de energía. Las formas básicas para obtener energía se deben analizar según el origen de los cambios producidos, uno de ellos se relaciona con el cambio en el estado mecánico de los cuerpos, por ejemplo:

- ▶ Cada vez que un automóvil se desplaza.
- ▶ Cuando empujamos un mueble de un lugar a otro.
- ▶ Nuestro cuerpo al caminar.
- ▶ En las aspas de los molinos de viento.
- ▶ En la corriente de agua.

Otro cambio depende de la posición que ocupa el cuerpo en relación con otros con los cuales interactúa, por ejemplo:

- ▶ Al levantar un objeto y soltarlo en el aire, para verlo caer.
- ▶ En los líquidos que vertimos de una jarra, permitiéndonos servirlos, porque como sabes actúa la fuerza de gravedad.
- ▶ Cuando comprimimos un resorte y recupera su forma original.

- ▶ En los botones o teclas para encender o apagar algunos de los equipos electrodomésticos.
- ▶ En ciertos juguetes.

Los ejemplos mencionados podemos agruparlos atendiendo a su origen:

- ▶ En los cuerpos en movimiento, está presente la **energía cinética**.
- ▶ En todos los sistemas cuyas partes interactúan unas con otras, está presente la **energía potencial**.

La energía cinética y la energía potencial son formas en que se manifiesta la energía mecánica (fig. 5.4).

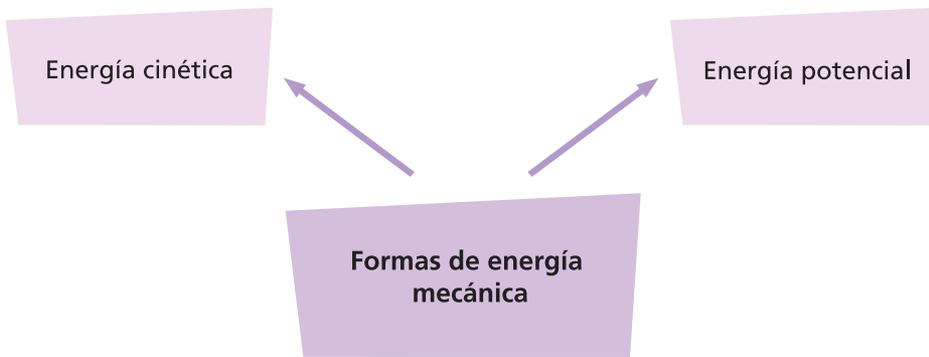


Fig. 5.4 Formas de la energía mecánica



Saber más

Ocurren otros cambios tales como:

- Cuando ingerimos alimentos. En este caso, el organismo humano incorpora la sustancia indispensable en el mantenimiento de los procesos metabólicos, al convertir la energía que contienen los nutrientes en energía biológicamente utilizable; si no lo hacemos, no tendremos energía, pues los azúcares que contienen los alimentos son el combustible bioquímico del proceso de la respiración celular, indispensable para nuestras funciones vitales.

- Al quemar algún combustible (alcohol, queroseno, gas, gasolina) con el fin de elevar la temperatura de los cuerpos o producir cambios en los estados de agregación. La energía está "almacenada" en los combustibles y en el aire (la energía liberada es resultado de la combustión con el oxígeno del aire).

5.2.2. Energía cinética

Analicemos algunos de los múltiples cambios que ocurren en nuestro alrededor.



Reflexiona

En una competencia de atletismo dos ciclistas compiten por el primer lugar ¿de qué magnitudes físicas depende que uno de los atletas invierta mayor energía para ganar la carrera?

Al analizar el origen de estos cambios, podrás llegar a la conclusión de que la capacidad de los sistemas para producir estas transformaciones, se presenta de diferentes formas básicas. Una de esta está asociada al movimiento de los cuerpos, se denomina **energía cinética (Ec)**.

Ejemplos que ponen de manifiesto la energía cinética son (fig. 5.5):

- ▶ Movimiento de una cantidad de aire que se desplaza en la atmósfera dando lugar a los vientos, a las olas del mar.
- ▶ Movimiento del nadador y del agua que se encuentra a su alrededor.
- ▶ Movimiento de las partículas que constituyen los cuerpos.



Fig. 5.5 Ejemplos de energía cinética

Todos los cuerpos que se encuentran en movimiento poseen la capacidad de producir cambios sobre otros cuerpos o en sí mismos.

Las partículas que componen a los cuerpos también poseen esta forma de energía, pues como ya sabes, ellas se encuentran en constante movimiento.

La mayor o menor cantidad de energía cinética que posee un cuerpo que se mueve con respecto al cuerpo de referencia, dependerá de su masa y de la velocidad con que se mueve (mientras mayores sean la masa y la velocidad del cuerpo, mayor será su capacidad para producir cambios). De hecho, mientras mayor sea la velocidad con que se mueve un cuerpo, mayor serán los cambios que sobre él u otros cuerpos se producirán en caso de una interacción. El tren de levitación magnética (fig. 5.6 c) posee más energía que un tren común, suponiendo que tengan la misma masa, pues su velocidad es mucho mayor (puede alcanzar más de 500 km/h).



Cuerpos en movimiento

Fig. 5.6 La energía cinética depende de la velocidad y de la masa del cuerpo



Conéctate con la historia

El término de energía cinética se debe al Willian Thomson(1824-1907), más conocido por el Lord Kelvin, físico británico, es especialmente conocido por haber propuesto la escala absoluta de temperaturas, cuya unidad de medida lleva su nombre, kelvin (K).

Si aplicas fuerzas iguales durante un mismo tiempo a dos carros de mecánica, con masas diferentes (fig. 5.7), ¿qué ocurrirá con la velocidad alcanzada?



Fig. 5.7 Carros de mecánica con masas diferentes

Como aplicamos la misma fuerza en tiempos iguales en ambos casos, a cuerpos de masas diferentes, los carros alcanzan velocidades diferentes (leyes del movimiento).

No será difícil llegar a la conclusión de que la energía cinética depende de la masa del cuerpo y de su velocidad. Para calcular la energía cinética que posee un cuerpo se emplea la ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde m es la masa del cuerpo y v es su velocidad

La unidad básica o fundamental de energía en el sistema internacional de unidades es el joule (J).

$$1,0 \text{ J} = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$



¿Sabías que...?

La unidad de energía lleva su nombre en honor al científico James Prescott Joule (1818-1889), notable físico, quien realizó importantes descubrimientos junto a Lord Kelvin, que sirven de base hoy para los sistemas de refrigeración. El joule, como veremos posteriormente, se relaciona con diferentes magnitudes físicas en dependencia de la forma de energía con la que estemos trabajando.

Ejercicios resueltos

1. Determina la energía cinética respecto al suelo de un ciclista de 70 kg (conjunto ciclista-bicicleta) que se mueve con una velocidad constante de 3,0 m/s.

Solución:

En este caso tienen que calcular la energía cinética conociendo su masa (70 kg) y la velocidad (3,0 m/s) del ciclista.

La ecuación que te permite relacionar estas magnitudes es:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Se sustituye los valores conocidos:

$E_c = \frac{1}{2} \cdot 70 \text{ kg} (3,0 \text{ m/s})^2$ (al sustituir debes tener en cuenta que el valor de la velocidad tiene que estar entre paréntesis incluyendo la unidad de medida)

$$v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} \quad (\text{se despeja la velocidad, se transpone la operación contraria de elevar al cuadrado, como raíz cuadrada para el otro miembro})$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 312\,500 \text{ J}}{1\,000 \text{ kg}}} \quad (\text{se sustituyen las magnitudes conocidas})$$



Recuerda que...

$$J = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 312\,500 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2}{1\,000 \text{ kg}}} \quad (\text{se realiza el análisis de las unidades})$$

$$v = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$v = 25 \text{ m/s}$$

Respuesta: La velocidad del auto por esa carretera es de 25 m/s, es decir recorre 25 metros en un segundo.

Si convertimos el resultado en kilómetros por hora (km/h), como se analizó en el capítulo 2, se multiplica por 3,6 y se obtiene 90 km/h, es decir, recorre 90 kilómetros en una hora.

Cuando un cuerpo tiene energía cinética es capaz de transferir energía a otros cuerpos, desplazándolos (fig. 5.8)

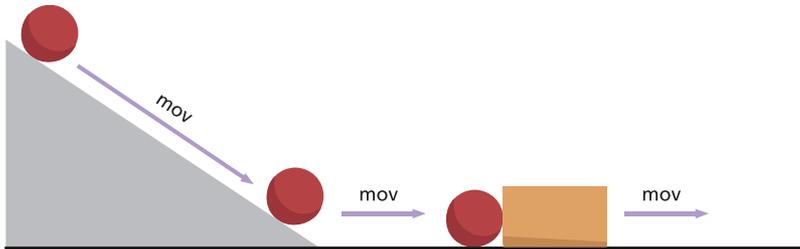


Fig. 5.8 Cuerpo que tiene energía cinética, le transfiere energía a otros cuerpos

La energía cinética está asociada no solo al movimiento de los cuerpos como un todo, sino también al movimiento de las partes o elementos que lo constituyen.

U Física en acción

Observa un automóvil en movimiento e intenta hacer una lista donde menciones las partes de este cuerpo que se mueven, debes tener en cuenta los movimientos que ocurren en su interior y en cada caso debes precisar en relación con qué cuerpo se produce este movimiento, es decir, *cuerpo de referencia*.

Tareas

- Determina, aproximadamente, la energía cinética que poseen los cuerpos siguientes con respecto a la Tierra (auxíliate de los valores de velocidad de la tabla 2.1 del capítulo dos y estima los valores de masa):
 - Quando caminas a la velocidad de un caminante que está paseando.
 - Un corredor de 100 m planos, de alto rendimiento (como los estudiados en el capítulo 2).
 - Un avión hipersónico X-15 tripulado.
- Compara los valores obtenidos de energía y relaciona este valor con los cambios ocurridos en cada caso, ¿a qué conclusión puedes llegar?
- ¿Puede determinado cuerpo poseer energía cinética respecto a unos cuerpos y no poseerla respecto a otros, al mismo tiempo? Argumenta tu respuesta.
- En la figura 5.9 se muestran dos cuerpos que tienen iguales masas y se mueven con velocidades diferentes.
 - ¿En qué caso es mayor la energía cinética? Argumenta tu respuesta.
 - Identifica cuál de las siguientes relaciones matemáticas es correcta:

$$\underline{\quad} E_{c_A} = 4E_{c_B} \quad \underline{\quad} 2E_{c_A} = E_{c_B} \quad \underline{\quad} E_{c_A} = 2E_{c_B} \quad \underline{\quad} 4E_{c_A} = E_{c_B}$$

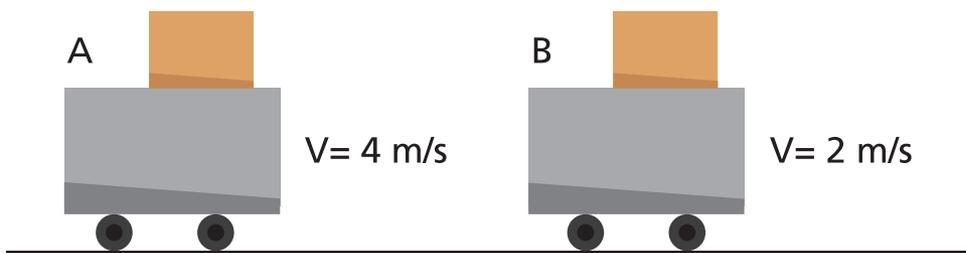


Fig. 5.9 Dos cuerpos de iguales masas y diferentes velocidades

5. Un estudiante con una masa de 45 kg se mueve con una velocidad de 1,5 m/s y otro de igual masa lo hace con una velocidad de 150 cm/s.
 a) ¿En qué caso es mayor la energía cinética? Argumenta tu respuesta.
 b) Determine su valor en cada caso
6. Un cuerpo se mueve con una velocidad de 4,0 m/s, otro con una velocidad de $\frac{3}{4}$ con respecto al primero y el tercero con una velocidad de $\frac{4}{6}$ con respecto al segundo.
 a) ¿Qué cuerpo posee mayor energía cinética, si conoces que las masas de los tres cuerpos son iguales? Argumenta tu respuesta.

5.2.3. Energía potencial

Analicemos otros cambios que ocurren en nuestro Universo.



Reflexiona

En una competencia de clavado dos atletas se colocan en dos trampolines desde diferentes alturas.

¿Cómo se puede calcular la energía involucrada del sistema formado por la Tierra y cada uno de los atletas por separado?

Al analizar la situación anterior podemos decir que esta segunda forma de energía tiene su origen en las fuerzas ejercidas entre dos o más objetos. Cuando la energía potencial sea la asociada a la interacción gravitatoria de los cuerpos como por ejemplo la asociada a un cuerpo en su interacción con la Tierra, la denominaremos **energía potencial gravitatoria (E_{pg})** la cual depende de las fuerzas de interacción y las separaciones entre los cuerpos (fig. 5.10).

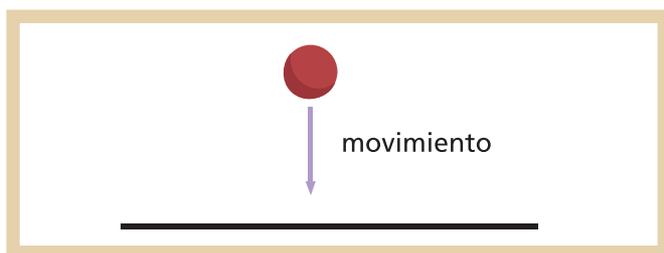


Fig.5.10 Energía potencial gravitatoria

CAPÍTULO 5

Se sustituye los valores en la ecuación:

$$E_{pg} = 2,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 6,0 \text{ m} \quad (\text{se efectúa la multiplicación y se realiza el análisis de las unidades})$$

$$E_{pg} = 117,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$



Recuerda que...

$$J = \text{N} \cdot \text{m}$$

$$E_{pg} \approx 118 \text{ J}$$

$$E_{pg} \approx 1,2 \cdot 10^2 \text{ J}$$

Respuesta: La energía potencial gravitatoria aproximada del fruto de un cocotero con respecto al suelo es de $1,2 \cdot 10^2 \text{ J}$.



Reflexiona

¿Cuáles son los cambios que se producen cuando se emplea cada una de las formas de energía potencial que se ilustran en la figura 5.11?



Gravitatoria



Eléctrica



Elástica



Nuclear



Combustible

Energía potencial → Fuerzas

Fig. 5.11 Cambios producidos por la energía potencial

Esta energía se relaciona con las fuerzas; gravitatoria, como la energía que posee un cuerpo que se encuentre a cierta altura; elástica, como la de la cuerda de un arco que impulsa la flecha; eléctrica, la que posee un peine que es frotado y es capaz de atraer a otros cuerpos ligeros como papelillos; de los combustibles, vinculada a las fuerzas entre moléculas y átomos; nuclear, relacionada con las fuerzas nucleares.

Actividad

1. En una competencia de clavado eres el atleta que te encuentras parado en un trampolín de 10 m de altura. Determina la energía involucrada en este sistema.

Cuando hacemos referencia a la energía que poseen las partículas que componen los cuerpos y sus interacciones se emplea el término **energía interna**. Pudiera decirse que es la energía de un cuerpo o sistema cuando está en reposo relativo y no interactúa con ningún otro cuerpo o sistema.

Las energías cinética y potencial pueden estar asociadas a los cuerpos como un todo único (energía cinética debida a su traslación o rotación, energía potencial gravitatoria o elástica y otras), o ser interna, es decir, estar asociada a los componentes que constituyen los sistemas (de los combustibles, de la pólvora, de una batería, energía nuclear, energía de una persona, entre otras) (fig. 5.12).



Fig. 5.12 Energía interna, asociada a los componentes que constituyen los sistemas

Por ejemplo: Cuando un cuerpo se calienta aumenta su energía interna y en consecuencia se eleva su temperatura.

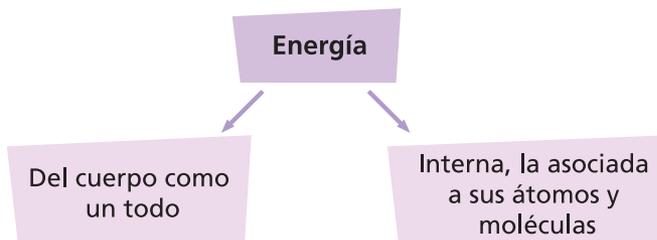


Fig. 5.13 Esquema sobre energía

U Física de acción

Eleva un cuerpo a una altura determinada y determina la energía potencial gravitatoria que se acumula en el sistema, en este caso está formado por el cuerpo y la Tierra como planeta.

Tareas

1. ¿Qué energía potencial gravitatoria posee un rescatista de masa 100 kg que se encuentra en un edificio a una altura de 10 m en relación con la Tierra?
2. Calcula la altura a que se encuentra una persona que trabaja, en lo alto de un poste de la red eléctrica, si su energía potencial gravitatoria es de 3 528 J. Considera que su masa es de 60 kg.
3. Una lámpara de alumbrado público tiene una masa de 12 kg y se encuentra a una la altura de 5,0 m ¿A qué altura habrá que colocar otra lámpara de 16 kg para que posea con respecto al suelo la misma energía potencial que la primera?
4. La figura 5.14 muestra tres lámparas iguales que cuelgan en reposo a diferentes alturas con respecto al suelo. Obsévala y responde:

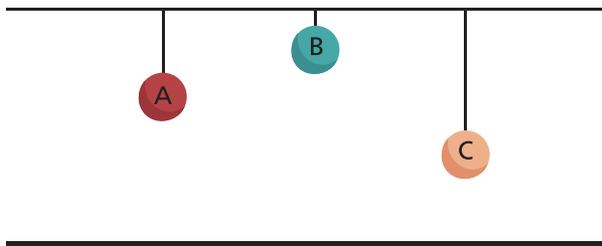


Fig. 5.14 Lámparas de igual masa a diferentes alturas del suelo

- a) ¿Qué forma de energía mecánica poseen los cuerpos respecto al suelo? Explica.
- b) ¿Cuál de los tres posee mayor energía mecánica respecto al suelo? Argumenta.
- c) Determina la energía mecánica respecto al suelo que posee el cuerpo C, si este tiene una masa de 2,5 kg y se encuentra a una altura de 2,0 m.

5. Estima la energía potencial gravitatoria aproximada de un clavadista que está a punto de efectuar su salto en la plataforma de 10 m, si su masa es de 54 kg.
6. Enlaza las diferentes situaciones con las energías mecánica que poseen.

Situación

Formas de energía

Un ómnibus moviéndose por una superficie horizontal.

- Potencial gravitatoria

Los rayos del Sol provocan el quemado de la piel de las personas en la playa.

- Cinética

Una antena de televisión en lo alto de un edificio.

Un tren moviéndose en un tramo recto de la vía.

5.2.4. Transformación y conservación de la energía

Intenta identificar las formas de energía mecánica que presenta el sistema pelota-Tierra, después de ser pateada por un futbolista.



Reflexiona

¿Se pudiera determinar la rapidez o valor máximo de la velocidad que alcanzó la pelota (fig. 5.15), en el preciso instante de tocar el suelo (5), si se conoce la altura máxima (3) que alcanza?

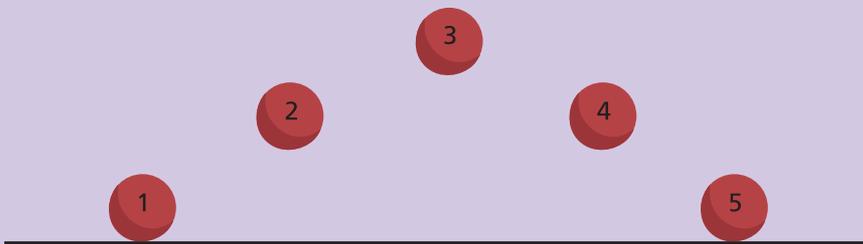


Fig. 5.15

Para responder esta interrogante realicemos la actividad siguiente.

Experimenta y aprende

Mide con una balanza la masa de una pelota, anota su valor.

Deja caer la pelota, desde una altura de 1,5 m (fig. 5.16). Determina:

- La energía que tiene la pelota cuando se encuentra en la posición uno, en el preciso instante de soltarla, calcúlala.
- La energía que tiene la pelota en la posición tres, en el preciso instante de tocar el suelo, podrías determinar su valor. ¿Qué suposiciones se tuvieron que hacer?
- La velocidad que tiene la pelota en el preciso instante de tocar el suelo.
- ¿Qué transformación de energía ocurre al pasar de la posición uno a la dos?

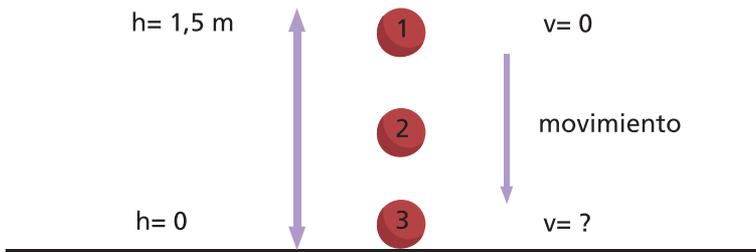


Fig. 5.16

En la posición uno (fig. 5.16) el sistema pelota-Tierra, presenta energía potencial gravitatoria (E_{pg}), pues se encuentra a cierta altura con respecto al suelo; en esa posición alcanza su máxima altura y para calcular el valor se utiliza la ecuación $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$

En la posición tres, el sistema presenta energía cinética, pues alcanza su máxima velocidad; la energía se ha transformado de energía potencial gravitatoria cuando estaba en su máxima altura, a energía cinética cuando alcanza su máxima velocidad, porque en su caída va perdiendo altura y ganando en velocidad. Lo mismo ocurre al interactuar con el suelo (energía interna, la pelota se deforma), rebota y la energía se transforma de energía cinética a energía potencial gravitatoria, porque la energía cinética es máxima y la potencial es cero. A medida que la pelota sube va perdiendo velocidad y, como consecuencia, la energía cinética va disminuyendo, mientras

cantidad de aire, comunicándole movimiento, además cada vez que choca con el suelo, se comprime y después se dilata, esto significa que la energía cinética total de las moléculas que forman la pelota varía. Esto quiere decir que parte de la energía reaparece.

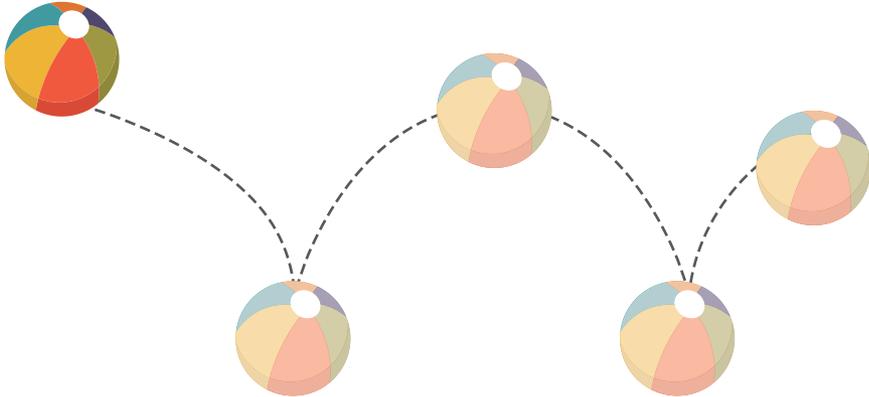


Fig. 5.17 Pelota que rebota al ser lanzada hacia el piso (*Dribling*)

El ejemplo anterior muestra las transformaciones de energía y además la transmisión de parte de estas a otros cuerpos, en este caso al aire. Por lo que un cuerpo que se deja caer desde cierta altura respecto al suelo tiene inicialmente determinada energía potencial, pero puede evidenciarse que cuando llega al suelo esta se transforma en energía interna del cuerpo y del suelo. La energía no ha desaparecido, se conserva, pero no puede ser utilizada para elevar de nuevo el cuerpo a la misma altura.

Pensemos, por ejemplo, en un árbol de mango, el árbol absorbe luz (energía) de la radiación solar, convirtiendo la energía luminosa en energía interna, (energía potencial química almacenada en enlaces químicos), cuya energía es utilizada para producir hojas, ramas y frutos. Cuando un mango, "lleno" de energía interna, se cae del árbol al suelo, su energía de posición (almacenada como energía potencial gravitatoria) se transforma en energía cinética, la energía del movimiento, a medida que cae, el mango golpea el suelo, la energía cinética se transforma en calor (energía térmica) y sonido (energía sonora).

Cuando alguien se come el mango, ese organismo transforma la energía química almacenada en el mango en el movimiento de sus músculos o para realizar otras funciones.

Para resolver esta actividad es necesario conocer la masa y la altura a la que se eleva el cuerpo con respecto a su posición de equilibrio (*posición más cercana a la superficie de la Tierra*, que es donde se supone está colocado el péndulo) para calcular la energía potencial gravitatoria respecto a dicha posición. Considerando que toda la energía potencial se transforma en cinética, cuando pasa por la posición de equilibrio, se calcula el valor de la velocidad.



Reflexiona

Hemos visto a través de innumerables ejemplos, que la energía (capacidad para producir cambios) pasa de un cuerpo a otro, cambia de forma de cinética a potencial y viceversa, de interna a cinética y así sucesivamente se transmite de unos cuerpos a otros, pero se conserva, entonces, ¿por qué se habla de "producción" de energía y de "gasto" de energía?

En efecto, los términos utilizados no son rigurosamente correctos, porque cuando se habla de producción de energía, en realidad lo que se tiene en mente es la *transformación de energía de formas menos aprovechables a otras más aprovechables*.

Así, la energía potencial de un embalse, o la radiación solar, generalmente no son utilizables directamente, para ello requieren ser previamente transformadas (casi siempre tecnológicamente en la actualidad).

Por su parte, *gasto de energía* se utiliza para significar que la energía directamente aprovechable se ha transformado en formas menos aprovechables.

Si se realiza un análisis podemos darnos cuenta que, durante el uso de un automóvil, la energía del combustible empleada en elevar la temperatura de las piezas del motor, del aire circundante, de las bandas y las pastillas de freno, no ha desaparecido; pero difícilmente pueda ser aprovechada. En estos casos se dice que la energía se degrada (ha perdido su calidad, su utilidad).



Física en acción

Lanza verticalmente hacia arriba una pelota y luego la coges de nuevo al caer (fig. 5.19).

- a) Describe las transformaciones de energía que tienen lugar desde que lanzas una pelota hasta que la coges nuevamente en la mano.
- b) Determina la energía potencial gravitatoria que alcanza la pelota en su máxima altura (estima los valores de las magnitudes involucradas en la actividad realizada por ti).

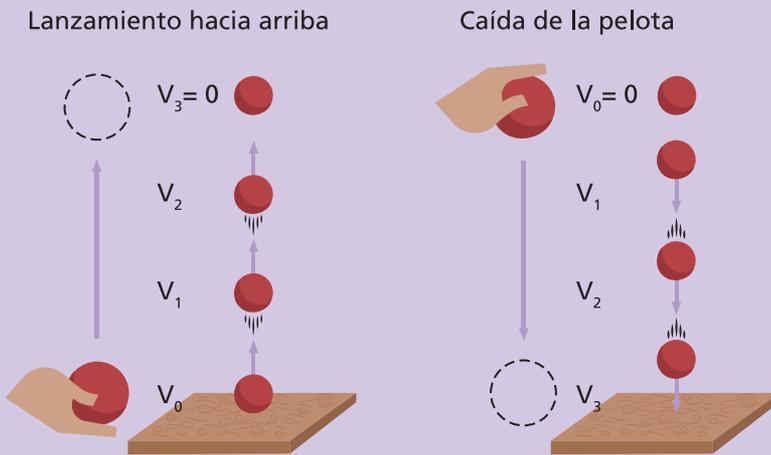


Fig. 5.19

Tareas

- 1. Una piedra que tiene una masa de 2,0 kg, cae desde una altura de 30 m con respecto a la superficie de la Tierra.
 - a) Calcula la energía potencial gravitatoria de la piedra a esa altura.
 - b) ¿Cuál es el valor de la energía cinética de la piedra un instante antes de llegar al suelo?
 - c) Cuando la piedra se encuentre a 15 m del suelo, ¿cuáles son los valores de sus energías, potencial gravitatoria y cinética?

2. Explica, desde el punto de vista de la energía, por qué en una pendiente el consumo de combustible de un camión es mayor durante la subida que durante la bajada.
3. Estima la energía cinética mínima que se requiere para poner en órbita una nave espacial si para poner un cuerpo en órbita alrededor de la Tierra se requiere una velocidad mínima de unos 8,0 km/s y tiene una masa aproximada de 2 454 kg.
4. El chofer de un auto en marcha frena bruscamente hasta detenerse, al ver a un peatón.
 - a) ¿Cuál fue la transformación de energía que experimenta el auto al frenar bruscamente hasta detenerse?
 - b) ¿Qué sucedió con la energía mecánica del auto hasta detenerse?
5. ¿Por qué podemos desplazarnos significativamente más rápido en bicicleta que corriendo, si en ambos casos la energía cinética se obtiene a cuenta de nuestros músculos?
6. Eleva un cuerpo a cierta altura sobre el suelo. ¿Cómo podrías calcular:
 - a) La energía potencial gravitatoria respecto al suelo.
 - b) El valor de la velocidad del cuerpo cuando llega al suelo después de dejarse caer? Reflexiona acerca de las suposiciones que has tenido que realizar para resolver el problema.
7. Analiza la forma de energía mecánica que tienen las gotas de rocío que cuelgan de las ramas o de las hojas de los árboles con respecto al suelo:
 - a) Cuando están en las ramas o en las hojas.
 - b) Durante la caída de estas.
 - c) En el instante en que tocan el suelo.
 - d) La transformación de energía que se produce al caer las gotas hasta tocar el suelo.
8. ¿Con qué velocidad aproximada llega al suelo una pelota de béisbol que un muchacho dejó caer desde una altura de 2,0 m?

una maza contra una pared y la destruye, en todos estos casos en los cuerpos ocurren cambios en sí mismos o en otros cuerpos.



Fig. 5.20 Levantamiento de pesas.



Reflexiona

En cada uno de los ejemplos anteriores se aplica una fuerza y se involucra cierta cantidad de energía. ¿Consideras que la energía se ha transformado y se trasmite a otros cuerpos? ¿Qué nombre recibe la vía por la que se transforma y se transmite la energía?

Para dar respuesta a estas interrogantes realicemos la actividad siguiente.

Experimenta y aprende

Coloca un cuerpo de madera encima de un plano de madera, pon el cuerpo en movimiento horizontal con el dinamómetro (fig. 5.21).

Trabajo: es el proceso en el cual se transmite y transforma la energía con la aplicación de fuerzas.

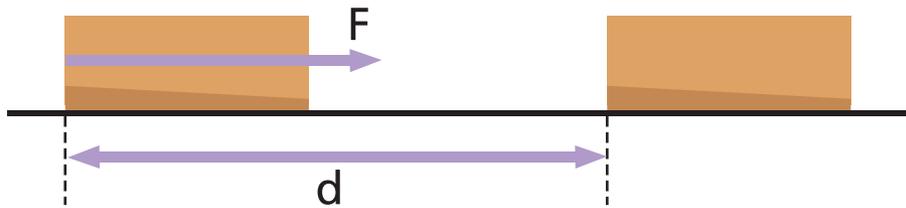


Fig. 5.22 Cuerpo que se mueve bajo la acción de una fuerza y como resultado se desplaza

Se realiza trabajo cuando producto de la acción de una fuerza un cuerpo se desplaza cierta distancia. Para calcular el trabajo mecánico se utiliza la ecuación: $W = F \cdot d$

Donde W representa el trabajo mecánico, que proviene del vocablo "work" (trabajo) en idioma inglés, F indica el valor de la fuerza aplicada y d , la distancia recorrida por el cuerpo en la dirección de la fuerza. La unidad de medida del trabajo mecánico (W) es el joule (J), un joule equivale a un newton por metro.



Atención

El concepto de trabajo en física no coincide exactamente con el del trabajo en la vida cotidiana, sus diferencias radican en dos elementos fundamentales: 1) en física no se tiene en cuenta la ganancia de dinero, 2) puede realizar trabajo no solo el hombre, sino incluso los cuerpos inanimados, para ello únicamente se requiere que se produzcan cambios de posición mediante la aplicación de fuerzas.



Reflexiona

¿Por qué en una bicicleta se alcanza mayor rapidez, utilizando la misma energía que al caminar?

Son múltiples los ejemplos que evidencian la estrecha relación entre el trabajo y la energía. Desde la antigüedad estos términos se han relacionado con la aplicación de fuerzas. Son ejemplos de esto, el empleo desde

épocas muy remotas de máquinas simples, para aumentar o disminuir la fuerza aplicada, o variar su dirección. Desde sus orígenes, los seres humanos se han servido de máquinas y dispositivos capaces de realizar un trabajo con mayor facilidad aplicando de forma adecuada una o varias fuerzas.

Las máquinas simples son partes fundamentales de maquinarias mucho más complejas. Además, en la vida cotidiana tienen grandes aplicaciones. Ejemplos: las poleas, las palancas, los tornillos, los planos inclinados; son muy utilizados en la construcción de diferentes maquinarias más complejas, ejemplo de esto lo constituyen las grúas. Las partes que constituyen las tijeras, los alicates y otras herramientas, son palancas y su principio de funcionamiento es el de este tipo de máquina simple (fig. 5.23).



Fig. 5.23 Aplicaciones de los mecanismos simples.



Saber más

La palanca (fig. 5.24 a), es una barra rígida que se apoya en un punto denominado punto de apoyo. En uno de los extremos de la barra se coloca el cuerpo que se quiere mover y en el otro extremo se aplica la fuerza para levantarlo. La polea fija (fig.5.24 b) consta de una rueda que puede girar alrededor de un eje fijo que pasa por su centro, con la cuerda se logra levantar el cuerpo con mayor facilidad.

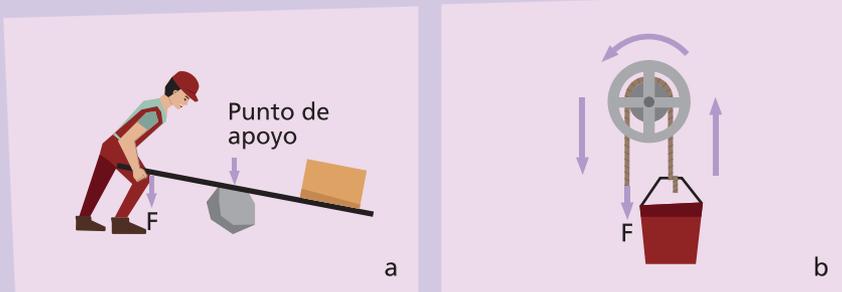


Fig. 5.24 a) palanca; b) polea fija

Ejercicio resuelto

1. ▶ Calcula el trabajo mecánico realizado por las fuerzas aplicadas y por consiguiente las variaciones de energía, en las situaciones siguientes:
- a) Se aplica una fuerza horizontal de 3,0 N sobre un taco de madera que logra deslizarse 2,0 m con fricción despreciable, sobre una mesa horizontal.

Solución:

Debes calcular el trabajo mecánico que se realiza sobre el taco de madera y conoces la fuerza (3,0 N) que se aplica sobre el taco y la distancia recorrida (2,0 m) que realiza debido a esta fuerza aplicada. La ecuación que relaciona todas estas magnitudes es:

$$W = F \cdot d \quad (\text{se sustituyen las magnitudes conocidas})$$

$$W = 3,0 \text{ N} \cdot 2,0 \text{ m} \quad (\text{se efectúa el producto})$$

$$W = 6,0 \text{ J}$$

Respuesta: El trabajo mecánico realizado sobre el taco de madera es de 6,0 J.

- b) Se levanta un elevador cargado de materiales de la construcción con 6 300 kg de masa desde el piso hasta una altura de 10 m.

Solución:

En este caso se conoce la masa (6 300 kg) y su altura con respecto al piso que es la distancia recorrida por el elevador (10 m); además, se conoce que la fuerza que se aplica hasta una determinada altura es numéricamente igual a la fuerza de gravedad que se ejerce sobre el elevador. Para calcular el trabajo conocemos la ecuación:

$$W = F \cdot d$$

Debemos, primero, calcular el valor de la fuerza que actúa sobre el elevador con la ecuación (estudiada en el capítulo dos) de la fuerza de gravedad:

$$F_g = m \cdot g \quad (\text{la intensidad de la gravedad se encuentra en la tabla 2.12 del capítulo 2, y es } 9,8 \text{ N/kg})$$

Sustituye los valores conocidos:

$$F_g = 6\,430 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \quad (\text{efectúa el producto y el análisis de las unidades})$$

$$F_g = 63\,014 \text{ N}$$

Con este valor podemos calcular el trabajo:

$$W = F \cdot d \quad (\text{se sustituyen los valores})$$

$$W = 63\,014 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} \quad (\text{se efectúa el producto y se realiza el análisis de las unidades})$$

$$W = 630\,140 \text{ J}$$

$$W \approx 63 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Respuesta: El trabajo mecánico realizado sobre el elevador cargado de materiales de la construcción es de $63 \cdot 10^4 \text{ J}$.

Este inciso se puede resolver por otra vía, sustituyendo la ecuación de la fuerza de gravedad ($F_g = m \cdot g$) en la de trabajo ($W = F \cdot d$), y quedaría:

$$W = m \cdot g \cdot d$$

Cualquiera de las dos vías el resultado será el mismo.

Actividad

1. Estás en condiciones de responder la pregunta al inicio del epígrafe.



Física en acción

Levanta tu mochila desde el piso hasta cierta altura. Determina el trabajo mecánico realizado por ti.

Tareas

1. Analiza si un pesista realiza trabajo mecánico sobre las pesas en cada uno de los casos siguientes:
 - a) Durante el levantamiento de las pesas.
 - b) Al mantener las pesas en lo alto sin moverlas.
 - c) Cuando las pesas caen libremente al suelo.
2. En estos casos, ¿quién realiza el trabajo mecánico?

Analiza cada uno de los casos siguientes:

___ Recoges la mochila en tu casa y la colocas a tu espalda.

- ___ Recuerdas que te faltan varios libros que necesitas para las clases del día, los pones en la mochila y la colocas nuevamente a tu espalda.
- ___ Vas hacia la escuela desde tu casa con la mochila a la espalda.
- ___ La mochila queda en la silla durante el turno de clases.

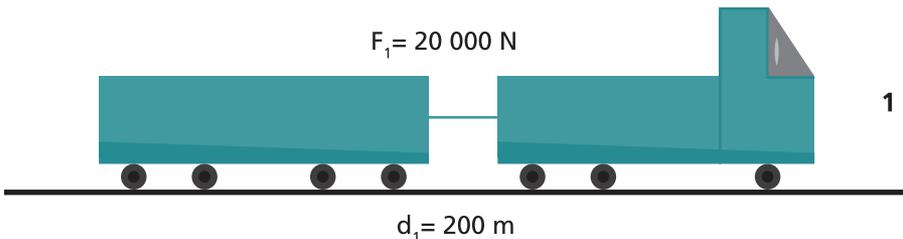
2.1 En cuál de las situaciones anteriores se realiza mayor trabajo mecánico. Justifica tu selección.

3. De los casos que se relacionan a continuación, señala en los que el sistema elegido realiza trabajo mecánico.

- a) Un niño sube a un árbol.
- b) Un tractor tira de un arado y recorre cierta distancia.
- c) Un hombre está parado con un saco al hombro.
- d) Una persona empuja una puerta con el hombro y esta no se mueve.
- e) Un cuerpo está cayendo desde cierta altura.
- f) El agua de un jarro colocado en una hornilla se transforma en vapor a temperatura constante.
- g) Un cuerpo de metal colocado al sol eleva su temperatura.
- h) Un paracaidista cae desde cierta altura con velocidad constante.

4. En una comunidad varios infractores han vertido una cantidad de escombros provocando un vertedero que atenta contra la salud de los habitantes de alrededor. Se activa el consejo de defensa y envían dos camiones que tiran de un remolque cada uno. El primer camión aplica una fuerza de 20 000 N y recorre una distancia de 200 m, otro camión tira con una fuerza de una $\frac{1}{4}$ parte de la del primero y recorre una distancia 4 veces mayor que el primero camión (fig. 5.25).

- a) ¿En qué caso es mayor el trabajo realizado? ¿Por qué?
- b) ¿Qué acciones propones en tu comunidad para evitar que ocurran estos hechos tan lamentables?



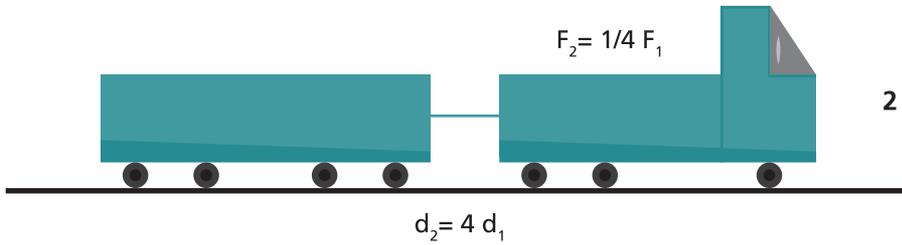


Fig. 5.25 Dos camiones que realizan fuerzas y recorren distancias, con valores diferentes

5. Un grupo de monitores de física ayudan a su profesor y al técnico de laboratorio a mover dos estantes de iguales masas (fig. 5.26). En qué caso realizan mayor trabajo: durante el traslado de uno de los estantes que recorre una distancia de 5,0 m; bajo la acción de una fuerza que se aplica en una misma dirección y sentido siendo su valor de 800 N; o durante el traslado del otro estante que se mueve una distancia de 20 m bajo la acción de esta misma fuerza. Justifique su respuesta.

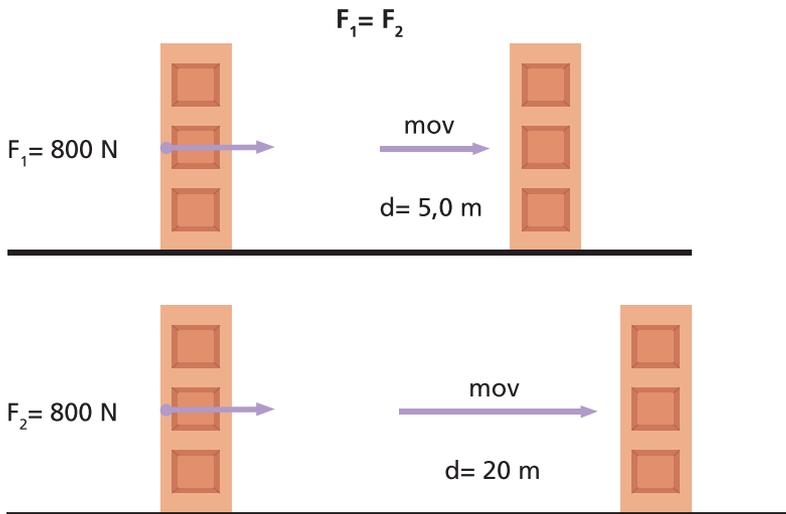


Fig. 5.26 Distancia recorrida por dos estantes bajo la acción de fuerzas aplicadas iguales

6. Una piedra que tiene una masa de 2,0 kg cae desde una altura de 5,0 m. Calcula:
- El valor de la fuerza de gravedad sobre la piedra.
 - El trabajo durante la caída de la piedra.

5.3.2 Calor

En el epígrafe 5.3.1 analizaste algunos casos en los cuales la vía de transformación, no es el trabajo.



Reflexiona

Al intentar precisar mediante qué vía se produce dicho cambio, en los casos donde se calienta un cuerpo, arribarán sin dificultad la conclusión de que esas vías son el calor y la radiación, pero ¿qué es lo que se transmite de un cuerpo a otro, o de una parte a otra del mismo cuerpo, durante el calentamiento de un cuerpo?

Para dar respuesta a esta interrogante se hace necesario recordar las ideas esenciales acerca de la estructura de los cuerpos.



Recuerda que...

Todos los cuerpos están formados por pequeñísimas partículas (átomos, moléculas). Entre dichas partículas existen determinadas separaciones y pueden ejercerse fuerzas de atracción o de repulsión. Ellas están en constante movimiento y mientras mayor sea la temperatura de los cuerpos, mayor es, en promedio, la velocidad de ese movimiento.

Al calentar agua para bañar a un niño recién nacido generalmente en una palangana se vierte el agua caliente y para disminuir su temperatura echamos agua del tiempo hasta que tenga la temperatura adecuada. Por lo que si ponemos en contacto dos cuerpos que tienen temperaturas diferentes, la temperatura de uno disminuye, lo cual significa que sus partículas se mueven más lentamente que antes, y la del otro aumenta, lo que indica que sus partículas ahora se mueven más rápidamente (fig. 5.27).

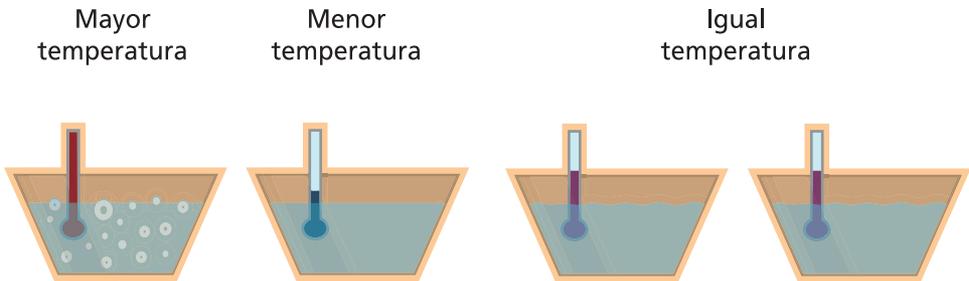


Fig. 5.27 Movimiento de las partículas por la diferencia de temperatura

La energía interna de un cuerpo no depende ni del movimiento del cuerpo como un todo, ni de su posición en relación con otros cuerpos. Esta forma de energía está relacionada con la energía del movimiento de las partículas que componen el cuerpo (energía cinética) y además de la interacción de estas (energía potencial) que constituyen al cuerpo. La energía interna de un cuerpo no es constante: en un mismo cuerpo ella puede variar.

El movimiento desordenado e irregular de las partículas que componen los cuerpos recibe el nombre de movimiento térmico. Los fenómenos térmicos son una manifestación del constante movimiento de las partículas.

Calor es el proceso mediante el cual se transmite energía interna (movimiento de las partículas) de un cuerpo a las partículas de otro, o energía interna de una parte del cuerpo a las partículas de otra parte (fig. 5.28).

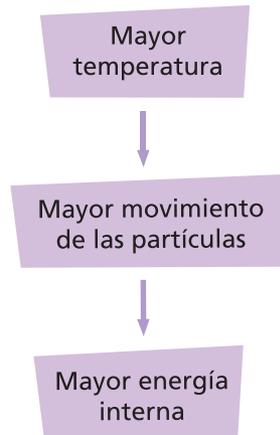


Fig. 5.28 Relación entre la energía interna y el movimiento térmico



Saber más

La fiebre es un mecanismo de respuesta del organismo que permite determinar cuando estamos enfermos. Para medir la temperatura del cuerpo se utiliza el termómetro clínico y de acuerdo con el valor registrado se toman las medidas necesarias para en caso de estar por encima de los estándares médicos bajarla y posteriormente acudir al médico. La temperatura por encima de 42 °C en el ser humano puede ser incompatible con la vida.

El calor es igual a la cantidad de energía térmica en tránsito o en movimiento, mientras que la temperatura indica el grado de movilidad de las partículas que componen el cuerpo, estas son portadoras de energía cinética (térmica).

Al calentar una determinada sustancia puede dar lugar a cambios en la temperatura de los cuerpos (dilatación térmica²⁵), en el estado de agregación de estos o al desplazamiento de los cuerpos, entre otros efectos. Por esta razón se deja cierta separación entre los raíles en las líneas de los trenes (fig. 5.29) y los surcos que se hacen en las aceras al ser fundidas.



Fig. 5.29



Reflexiona

¿De qué factores dependerá la variación de temperatura durante el calentamiento?

Experimenta y aprende

En dos recipientes de 50 mL vierte iguales cantidades de agua. Mide la temperatura en ambos recipientes, compara los resultados. Coloca un mechero de alcohol en cada uno de los recipientes y eleva más la mecha en uno que en otro (fig. 5.30).

²⁵ Dilatación térmica: aumento de volumen, longitud u otra dimensión métrica que sufre un cuerpo o sustancia debido al aumento de temperatura.

CAPÍTULO 5

Si medimos al mismo tiempo la temperatura del agua en ambos recipientes, ¿qué diferencia existe entre las elevaciones de temperatura?

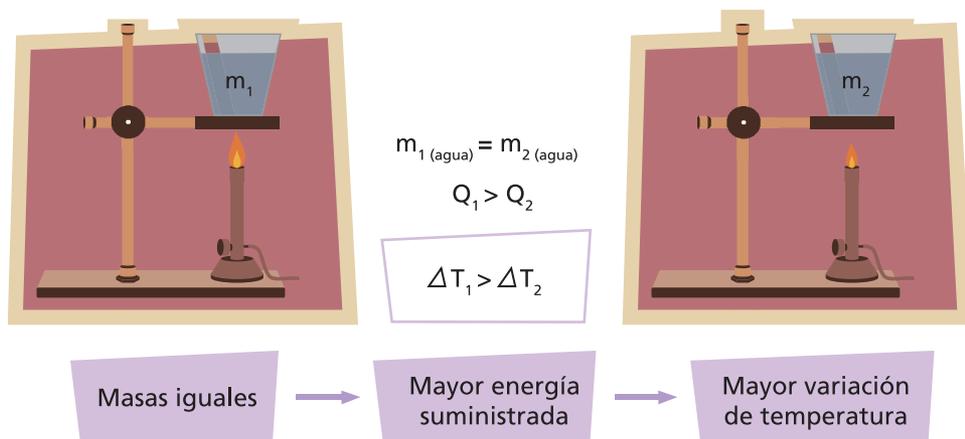


Fig. 5.30 Dos recipientes con la misma cantidad de agua que se le suministra diferentes cantidades de energía

El agua del primer recipiente eleva su temperatura más que el segundo, porque se le suministró mayor cantidad de energía. Para determinar la variación de temperatura del líquido en ambos casos auxíliate de la expresión:

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$$

Nota: Recuerda que el símbolo delta (Δ) se utiliza para indicar un intervalo o variación de una magnitud.

Por lo que podemos afirmar que la variación de la temperatura depende directamente de la cantidad de energía suministrada. ¿Será esta la única dependencia? Realicemos otra actividad.

Experimenta y aprende

En dos recipientes de 50 mL vierte cantidades diferentes de agua donde la masa del primer recipiente sea menor que la del segundo.

Mide la temperatura en ambos recipientes compara los resultados.

Coloca mecheros con igual llama en cada uno de los recipientes (fig. 5.31).

Si medimos al mismo tiempo la temperatura del agua en ambos recipientes, ¿qué diferencias existen entre las elevaciones de temperatura del líquido?

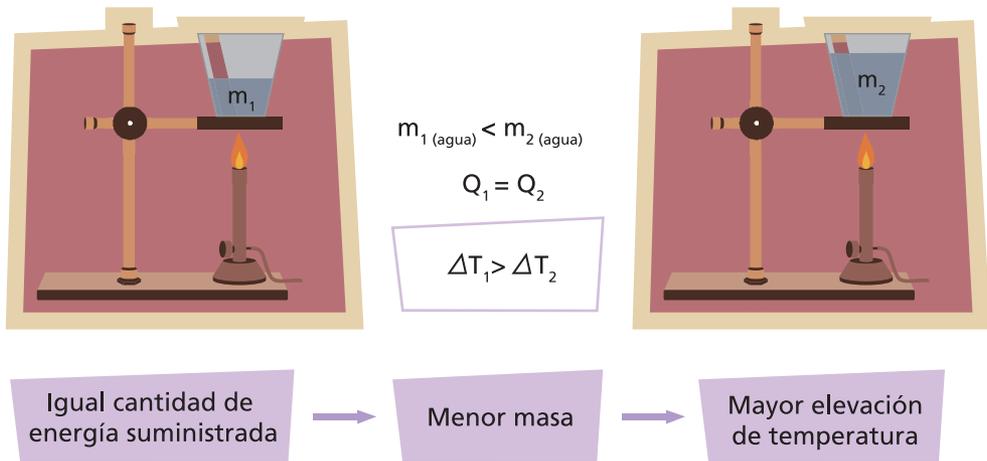


Fig. 5.31 Dos recipientes con diferente cantidad de agua que se le suministra iguales cantidades de energía

El agua del primer recipiente eleva su temperatura más que el segundo, porque tiene menor masa. Determina la variación de temperatura en ambos casos.

Por tanto, la variación de temperatura depende de la *cantidad de energía suministrada* y de la *masa* de la sustancia empleada. A menor masa mayor será la variación de temperatura para una misma cantidad de energía suministrada, durante un mismo tiempo.

Ejemplo: cuando freímos una fritura los bordes se queman más por tener menor masa que en su interior, la cantidad de energía térmica que pasa al interior de la fritura tiene mucho menor efecto que la que atraviesa los bordes.

► **Calor específico**

Experimenta y aprende

En dos recipientes de 50 mL vierte las mismas cantidades de agua y aceite, donde las masas de los recipientes son iguales.

Mide la temperatura del líquido en ambos recipientes, anota los resultados.

Coloca mecheros con igual llama en cada uno de los recipientes (fig. 5.32).

CAPÍTULO 5

Compara la variación de temperatura, al suministrar la misma energía en un mismo tiempo, ¿qué diferencias existen entre las elevaciones de temperatura del líquido?

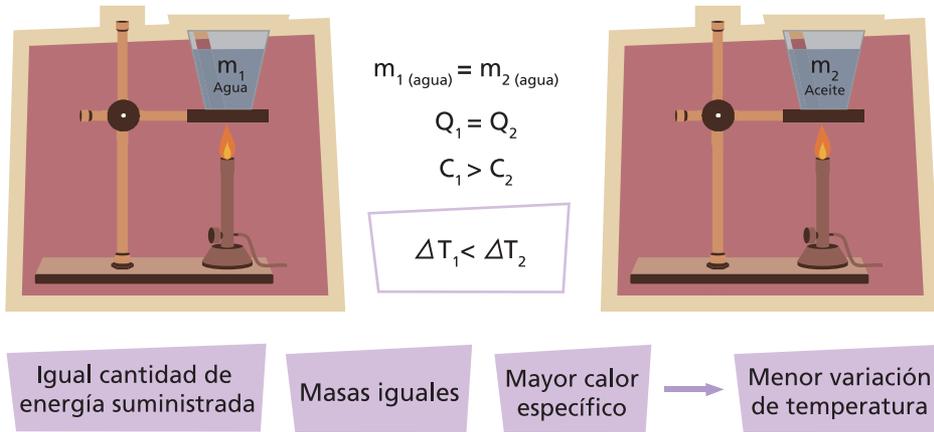


Fig. 5.32 Dos recipientes que contienen diferentes sustancias, con la misma masa y se le suministran igual cantidad de energía

La práctica muestra que, si se calientan iguales masas de agua y de aceite vegetal mediante idénticos calentadores, la elevación de temperatura del aceite es mucho mayor que la del agua.

Esto se debe a la magnitud denominada **calor específico que caracteriza la propiedad de los materiales de variar su temperatura por unidad de masa en mayor o menor grado al recibir energía mediante el calentamiento. El agua es una de las sustancias de la naturaleza que necesita mayor cantidad de energía para variar su temperatura** (tabla 5.1).

Tabla 5.1 Calores específicos

Sustancias	c (kcal/kg °C)	C (J/kg °C)
Agua	1,00	4 200
Queroseno	0,51	2 100
Aceite vegetal	0,48	2 000
Aluminio	0,22	920
Vidrio de laboratorio	0,20	840
Hierro	0,11	460
Cobre	0,09	380
Plomo	0,03	140

De modo que la ecuación general para determinar la cantidad de energía transmitida mediante calentamiento es:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Donde Q representa la cantidad de energía transmitida por calentamiento, c indica el calor específico (*es un coeficiente, el cual depende del material*), m la masa de la sustancia y ΔT , es la variación de temperatura que experimenta el cuerpo:

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$$

En el sistema internacional la energía transmitida o absorbida por un cuerpo se expresa en joule. En la práctica también son utilizadas otras unidades (la caloría y la kilocaloría) que no pertenecen al sistema internacional, pero son muy utilizadas en la actualidad.

La kilocaloría es mil veces mayor que la caloría. Si en la ecuación, $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$, la masa se expresa en gramo, el resultado se obtiene en caloría, en cambio, si se expresa en kilogramo, se obtiene en kilocaloría.



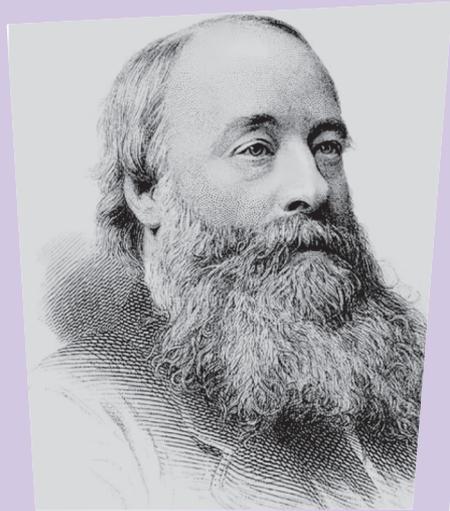
Reflexiona

¿Qué relación existe entre el joule y la caloría?



Saber más

Cuando calculamos o hacemos referencia a la energía transmitida a un sistema mediante cualquiera de las vías, una de las formas de expresar su valor es mediante la misma unidad de la energía, o sea, el joule. El físico británico James Prescott Joule demostró que la energía transferida en un proceso de trabajo tiene una equivalencia en la cantidad de calor transferida o producto de ese proceso (equivalente mecánico del calor) (fig. 5.33). Esto implica que entre la caloría y el joule existe una equivalencia.



Caloría: es la cantidad de calor que hay que transmitir a un gramo de agua pura para variar su temperatura de 3,5 a 4,5 °C (o sea en 1°C en ese intervalo de temperaturas). Se designa con cal.

1 kcal = 1 000 cal

1 cal = 4,19 J \approx 4,2 J

1 kcal = 4 200 J

1 cal: produce igual elevación de temperatura que 4,2 J

0,24 cal: produce igual elevación de temperatura que 1 J

Fig. 5.33 James Prescott Joule y la relación entre la caloría y el joule (equivalente mecánico del calor)

Lo anterior solo se cumple cuando se suministra calor a 1 g de agua en las condiciones ya especificadas.

Los valores de las temperaturas pueden ser expresados en varias unidades de medidas como: el grado Celsius (°C) muy conocido por todos en meteorología, se expresa en kelvin (K) y otra manera es en Fahrenheit (°F), su equivalencia se muestra en la figura 5.34.

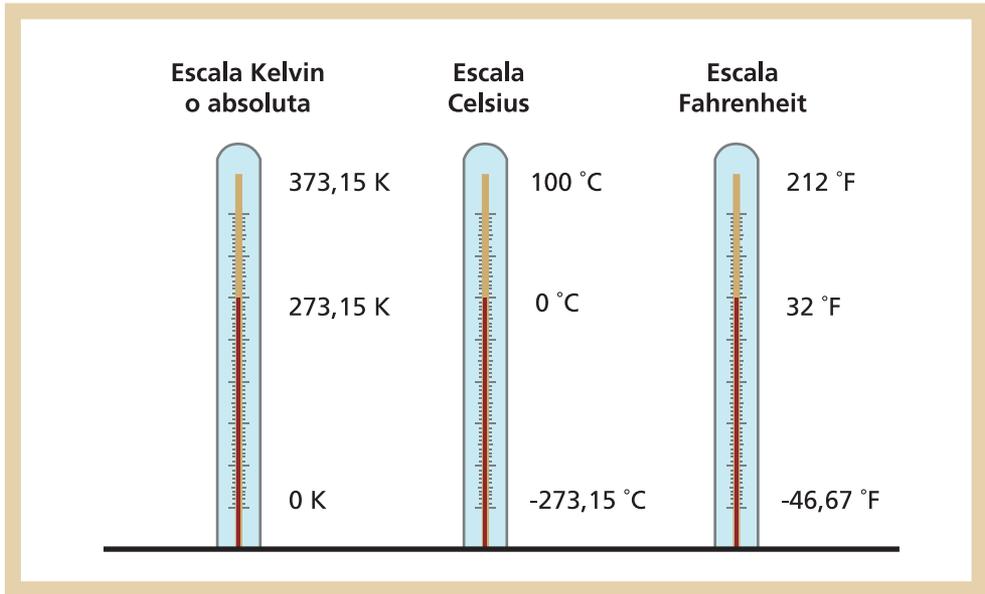


Fig. 5.34 Escalas de temperatura

Ejercicios resueltos

1. Si se conoce que para la unión de las tuberías de cobre para el gas se utiliza un prensado que alcanza una temperatura de 110 °C. Calcula la cantidad de energía necesaria para realizar este prensado si conoces que la masa de la porción de cobre que se quiere prensar es de 0,44 kg y su temperatura inicial es de 22,0 °C.

Solución:

Tenemos que calcular la cantidad de energía que hace falta para elevar la temperatura de la porción de tubo de cobre que se quiere prensar, conoces la masa (0,44 kg), la temperatura inicial (22,0 °C), final (110 °C) y el calor específico del cobre que se encuentra en la tabla 5.1 (0,09 kcal/kg °C). Nos apoyamos en la ecuación:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Conoces que la variación de temperatura se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\Delta T = T_{final} - T_{inicial} \quad (\text{se sustituyen los valores conocidos})$$

$$\Delta T = 110 \text{ °C} - 22,0 \text{ °C}$$

$$\Delta T = 88 \text{ °C}$$

$$Q = 0,44 \text{ kg} \cdot 0,09 \text{ kcal/kg °C} \cdot 88 \text{ °C} \quad (\text{se efectúa el producto y el análisis de las unidades})$$

$$Q = 3,48 \text{ kcal}$$

Respuesta: La cantidad de energía necesaria para realizar este prensado es de 3,48 kcal.

Otra vía puede ser sustituir en la ecuación: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ la ecuación de la variación de temperatura:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

2. Determina (en kilocaloría) aproximadamente, la cantidad de energía que hace falta para elevar la temperatura de 2,0 L de agua de 25 °C hasta que comience a hervir a 100 °C.

a) Expresa en joule la energía transmitida al agua.

Respuesta: La cantidad de energía que hace falta para variar la temperatura 75 °C de 2,0 L de agua es de 150 kcal.

a) Para expresar en joule la energía transmitida al agua debemos multiplicar el resultado por 4 200 J (fig. 5.32).

$$Q = 150 \text{ kcal} \cdot 4\,200 \text{ J}$$

$$Q = 630\,000 \text{ J} = 6,3 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Si comparas este resultado que no es más que la energía que se necesita suministrar a 2,0 L de agua para que hierva, con la cantidad de energía mecánica que se utiliza para elevar un cuerpo de masa 6 300 kg ($\approx 6,3 \text{ T}$) a una altura de 10 m si se aplica una fuerza de 63 000 N, ejercicio resuelto realizado en el epígrafe 5.3.1 notarás que lo resultados son aproximados.



Reflexiona

¿Cuáles son las fuentes principales de la incertidumbre en los resultados?

Como el objetivo es hacer un cálculo aproximado y no exacto, no se considera la energía transmitida a los recipientes ni al aire circundante. Por otra parte, en la determinación de la masa y de la variación de temperatura hay cierta incertidumbre a la hora de realizar las mediciones con los distintos instrumentos. Todo esto constituye fuentes de incertidumbre de los resultados finales.

Los fenómenos relacionados con el calor han interesado a la humanidad desde tiempos muy remotos. Basta pensar en la repercusión que tuvo para el desarrollo de la humanidad el control y manejo del fuego en los hombres primitivos, lo utilizaban para cocinar los alimentos, para fundir los metales y construir instrumentos; posteriormente se utilizó el fuego para realizar trabajos con ayuda de las máquinas de vapor y las turbinas de vapor. Pero no fue hasta el siglo XVII cuando se produjeron notables avances científicos en este campo, gracias a la invención de instrumentos de medida, como el termómetro, y la introducción de magnitudes que permitieron un estudio más sistemático y cuantitativo de los fenómenos térmicos.



Conéctate con la historia

La historia de la física atribuye a Galileo la invención del primer termómetro, llamado termoscopio, en el año 1592; este se basa en la dilatación y contracción del aire con la temperatura. Con este instrumento solo se podía obtener datos cualitativos, ya en 1611 su colega Sanctorius Sanctorius le provee una escala al termoscopio.



Reflexiona

¿Cómo está compuesto un termo?

Para conservar caliente el agua, los alimentos o, a la inversa, proteger el hielo o los helados del derretimiento se utilizan los termos (fig. 5.35). Consta de la botella de vidrio de paredes dobles (3). La superficie interior de las paredes está cubierta de una capa brillante de metal, mientras que del espacio entre las paredes se ha extraído el aire. El espacio al que se le ha extraído el aire entre las paredes impide la transferencia de energía térmica, mientras que la capa brillante obstaculiza la transmisión de energía por radiación a causa de la reflexión. Para proteger el vidrio contra los deterioros, el termo se ubica en el interior de un estuche plástico, o de metal (2). El recipiente se cierra con el tapón (1), que también es de un material mal conductor de la energía térmica.

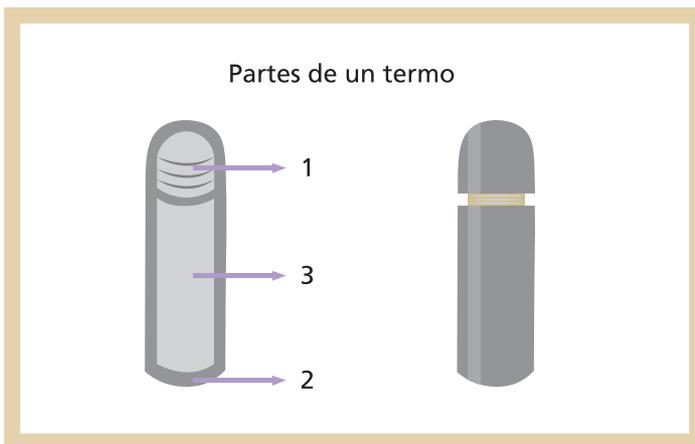


Fig. 5.35 Partes de un termo. 1: tapón; 2: estuche; 3: botella de vidrio de paredes dobles.



Recuerda que...

En Ciencias Naturales, quinto grado, estudiaste que hay varias formas de propagación de la energía que elevan la temperatura de las sustancias:

Conducción: es la forma de propagación de la energía interna a través de las moléculas de una sustancia, de tal forma que las moléculas transmiten la energía sin desplazarse a grandes distancias a partir de las posiciones que ocupan en el cuerpo (figs. 5.36 y 5.37).

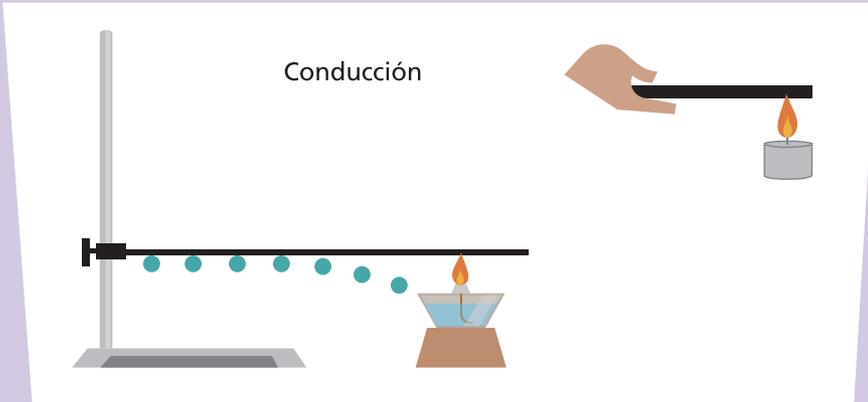


Fig. 5.36 Conducción

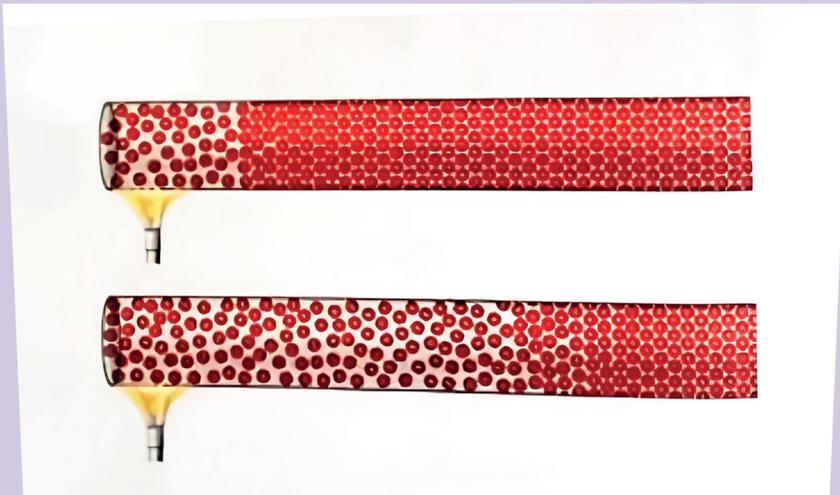


Fig. 5.37 Propagación de la energía térmica por conducción entre los extremos de una varilla

Convección: el fenómeno de la convección ocurre en los líquidos y los gases. Al poner en contacto con una fuente térmica, un recipiente con líquido o con gas, el volumen del fluido aumenta al aumentar la temperatura y con ello su densidad disminuye y asciende; en este movimiento atraviesa las otras capas, cede su energía, disminuye su temperatura (aumenta su densidad) y desciende formándose las corrientes convectivas (fig. 5.38).

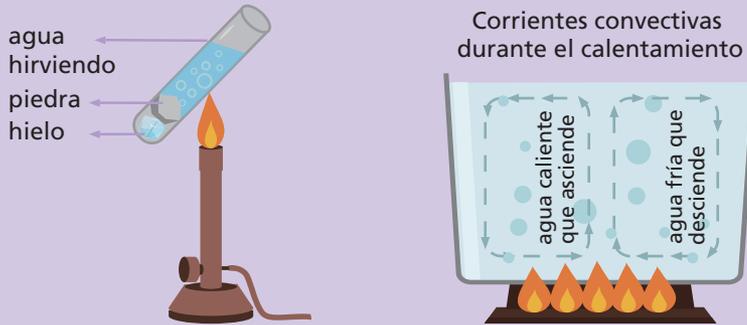


Fig. 5.38 Convección en líquidos y gases

La figura 5.39 muestra las aplicaciones de los fenómenos de conducción y convección.

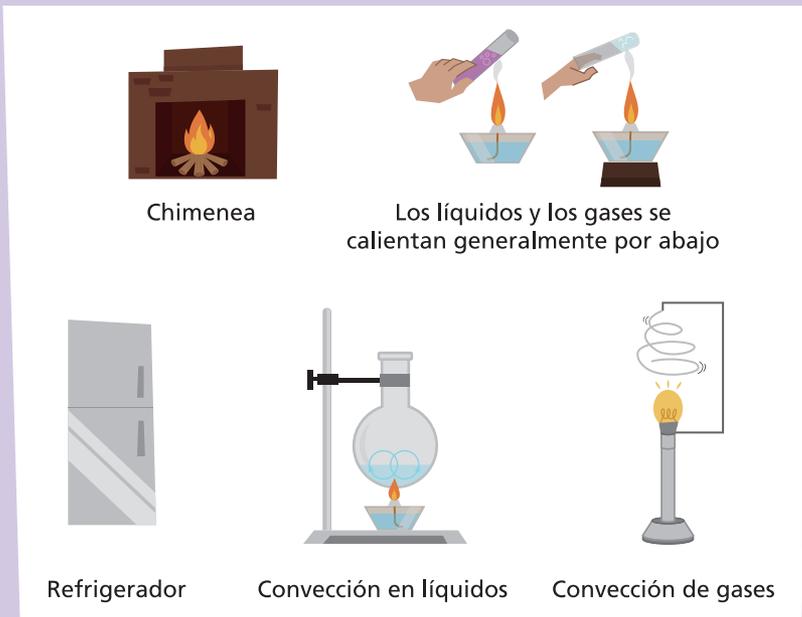


Fig.5.39 Aplicaciones del fenómeno de convección en líquidos y gases



Investiga

Investiga el uso del calorímetro (fig. 5.40).



Fig. 5.40 Calorímetro



Física en acción

Materiales a utilizar: dos globos, agua en un recipiente, una vela y un encendedor.

Procedimiento:

- Uno de los globos lo llenas de aire y el otro con el agua del recipiente.
 - Prende la vela con el encendedor.
 - Coloca el globo con aire encima de la vela (la llama que incida sobre el globo).
 - Observa lo ocurrido.
 - Coloca el globo lleno de agua encima de la vela (la llama que incida sobre el globo).
 - Observa lo ocurrido.
- a) Explica lo ocurrido teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en este epígrafe.

Tareas

1. Explica por qué el agua es el líquido más conveniente para utilizar en el enfriamiento de los motores de los automóviles.
2. Cuelga un cilindro metálico en una banda de papel. Coloca el cilindro así suspendido en la llama de una hornilla y observa lo que ocurre con el papel. Repite la experiencia, pero esta vez utilizando

un cilindro de madera (fig. 5.41) ¿Qué diferencias observas? ¿Cómo se explica lo observado?



Fig. 5.41

3. Determina aproximadamente en kilocalorías, la cantidad de energía que hace falta para:
 - a) Preparar una jarra (1/3 L) de té.
 - b) Preparar un cubo (5,0 L) con agua tibia.
 ¿Cuáles son las fuentes principales de la incertidumbre en los resultados?

4. ¿Cuál de las sustancias relacionadas en la tabla de calores específicos (tabla 5.1) varía su temperatura con mayor facilidad? Argumenta tu respuesta.

5. Se han mezclado 0,8 kg de agua a una temperatura de 25 °C con 0,2 kg de agua hirviendo a presión normal. Al medir la temperatura de la mezcla resultó ser de 40 °C. Calcula la cantidad de energía transmitida mediante calor que cedió al enfriarse el agua hirviendo y la cantidad de calor que recibió al calentarse el agua más fría. Compara y analiza los resultados obtenidos.

6. ¿Cuál fue la variación de temperatura que alcanzó un cuerpo de 5,0 kg de hierro al transmitirle una cantidad de energía de 1 380 000 J, mediante calor?

7. Un cuerpo tiene 0,2 kg de masa y posee una temperatura inicial de 19 °C. Absorbiendo 4,2 kcal, alcanza los 50 °C. ¿Cuál es su calor específico?

8. En una habitación, se tiene un depósito pequeño, con 3,5 L de agua a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Por medio de un calentador se le cede 5,0 kcal en forma de calor. Con tus conocimientos, pudieras determinar la temperatura final que alcanzará el agua.
9. Calcula la cantidad de calor que tiene el agua del radiador de un coche, antes de que se ponga el ventilador en marcha, si la temperatura se eleva desde los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta los $95\text{ }^{\circ}\text{C}$. El volumen de agua es de 3,5 L.
10. En qué fenómeno físico se basa la medición de la temperatura que se realiza:
 - En casa con el termómetro clínico.
 - El que se utiliza en algunos centros para determinar la temperatura solo con colocar el instrumento en lugares específicos del cuerpo (este último utilizado ampliamente en el período de la pandemia).
11. Se quiere determinar el calor específico de un cuerpo de 0,5 kg. Al transmitir el cuerpo una cantidad de energía de 4 600 J al agua del calorímetro, mediante un proceso térmico, se midió la variación de temperatura del agua, que resultó ser de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - a) Auxíliate de la tabla de calores específicos y determina de qué sustancia se trata.
 - b) Si el experimento se repitiera con una masa igual de plomo, al transmitirle a este cuerpo igual cantidad de energía mediante un proceso térmico al agua, ¿la variación de la temperatura en este caso sería mayor, menor o igual a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$? Justifica tu respuesta.

5.3.3 Radiación

Cuando calentamos la comida en el horno de microonda nos percatamos que, a diferencia del trabajo y el calentamiento, la transmisión de la energía no requiere que los cuerpos estén en contacto directo o que se comuniquen mediante algún otro cuerpo, esto ocurre también cuando nos exponemos al sol y sentimos que la temperatura de nuestro cuerpo aumenta.



Reflexiona

¿Cómo ocurre esta transferencia de energía?

Debes haber escuchado que la radiación que procede del Sol es la causante de la mayoría de los cambios que han ocurrido y ocurren en la Tierra, sean naturales o artificiales, pero, ¿cómo puede llegar esta radiación hasta nuestro planeta, si se encuentra tan alejado y nos separa un vacío casi ideal?



Reflexiona

Coloca un termómetro dentro de la campana de vacío y séllala. Sitúa una lámpara cerca de la campana y pon en funcionamiento el bombillo (fig. 5.42). ¿Qué ocurre con la temperatura que registra el termómetro?

Repite la actividad, pero esta vez extrae el aire de la campana y observa el termómetro nuevamente ¿Qué ocurre con la temperatura que registra el termómetro?



Fig. 5.42 La radiación es capaz de propagarse por el vacío.

Una forma en que se propaga la energía es la **radiación**. Esta energía está relacionada con el campo electromagnético. Sus aplicaciones son diversas, como técnica de diagnóstico y terapéutica, en el campo de la medicina; en el funcionamiento de diferentes equipos de uso doméstico, en el radar para la localización de objetos, en el estudio del universo por medio de los radiotelescopios, en las señales de radio y televisión, en la emisión o reflexión por los objetos para ser observados, en los paneles fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica.

Las variaciones de temperatura a lo largo del año, la evaporación del agua para luego caer en forma de lluvia, la formación de los vientos, la fotosíntesis de las plantas, la formación de los combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón), el empleo de paneles solares, tienen su origen en la energía de radiación del Sol.

Las radiaciones se clasifican según los intervalos de frecuencia, como puede verse en la figura 5.43.

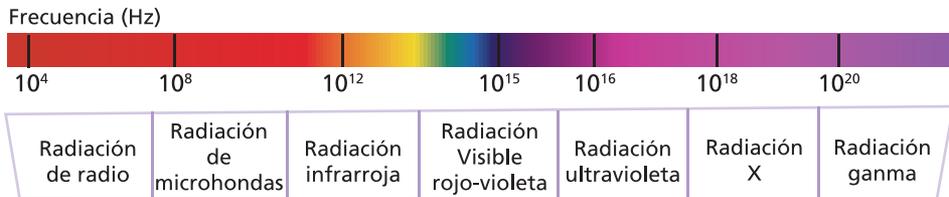


Fig. 5.43 Radiaciones según los intervalos de frecuencia

La radiación, es la tercera vía mediante la cual se transmite energía de un cuerpo a otro, es emitida en un lugar y absorbida en otros. A diferencia del trabajo y el calor, la transmisión de la energía por radiación no requiere que los cuerpos estén en contacto directo o que se comuniquen mediante algún otro cuerpo, en este caso la energía se transmite por ondas electromagnéticas las cuales se clasifican a partir de su forma de generación, en lo que se conoce como espectro electromagnético (fig. 5.43).

La radiación consiste en la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas a través del vacío o de un medio material aproximadamente a una velocidad de 300 000 km/s, los cuerpos irradian energía, incluyendo nosotros mismos (fig. 5.44). Los tipos de radiación dependen de la forma en que se produce la emisión.

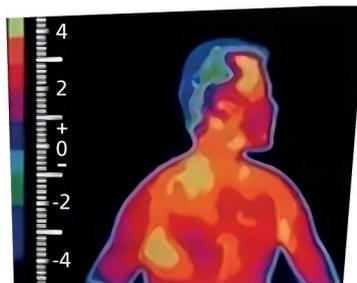


Fig. 5.44 La radiación infrarroja que emite el cuerpo humano se puede registrar en películas especiales

U Física en acción

Con un termómetro clínico toma tu temperatura dentro de tu casa. Sal fuera de casa y trata de coger sol, vuelve a tomarte la temperatura. Compara las dos lecturas realizadas con el termómetro y analiza el resultado obtenido.

Tareas

1. Cuando estamos a la sombra de una nube y de pronto esta deja pasar la luz del Sol, inmediatamente percibimos una sensación de calor en nuestra piel. Analiza en este caso por cuál de las formas de transmisión y transmisión de energía recibimos el calor en nuestra piel.
2. Una técnica de diagnóstico (fig. 5.45) utilizada muy frecuentemente en policlínicos y hospitales, fue posible gracias al descubrimiento de Wilhem C. Röntgen en 1895. ¿Por qué vía se propaga o trasmite la energía en esta importante técnica de diagnóstico? Caracterízala.



Fig. 5.45 Radiografía

3. Investiga sobre la fotosíntesis en las plantas y que repercusión tiene en nuestro planeta y en Cuba.
4. Argumenta la idea de que incluso, la energía eléctrica que utilizamos en algunos hogares procede de la radiación del Sol.
5. Valora la importancia del estudio de este tema para la vida del hombre.

5.4 Obtención y utilización de la energía

Todo en la naturaleza se encuentra en constantes cambios y transformaciones y para que esto suceda es necesario la energía. ¿De qué modo obtener la energía necesaria para producir los cambios incluidos en dichas transformaciones? ¿Cómo utilizarla de modo que satisfaga nuestras necesidades prácticas sin consecuencias negativas en el medio ambiente? Estas y otras interrogantes relacionadas con la obtención y utilización de la energía estudiarás en este capítulo.

5.4.1 Obtención de energía útil



Reflexiona

Diariamente utilizamos la combustión para preparar los alimentos que ingerimos o simplemente calentar o hervir agua, para ello generalmente empleamos la llama originada de la combustión del gas u otro combustible.

¿Es aprovechada toda la energía del combustible para cocinar los alimentos?

Basado en un ejemplo, ¿qué argumentos darías a favor de la ley de conservación y transformación de la energía?

Con el propósito de encontrar la respuesta a las interrogantes anteriores. Analicemos en qué se invierte la energía suministrada por la llama hasta que se cocina una papa en el interior de la cazuela con agua (fig. 5.46).

La energía suministrada por la llama en forma de calor se emplea durante todo el proceso en:

- ▶ Calentar la hornilla y la cazuela.
- ▶ Elevar la temperatura del agua hasta que alcance la temperatura de ebullición y finalmente se logre la cocción de la papa.
- ▶ Elevar la temperatura del aire circundante.



Fig. 5.46 Utilización de la combustión para cocinar alimentos

Del análisis anterior podemos concluir que no toda la energía disponible se emplea para cocinar la papa, que era el propósito final. En el proceso, otra parte de la energía entregada por la llama contribuye al aumento de la temperatura de otros cuerpos, como la hornilla y la cazuela, así como, el aire circundante.

De lo anterior podemos concluir que no toda la energía que se dispone para producir determinados cambios en los sistemas se emplea en estos.

La parte de la energía que provoca los cambios deseados, o sea, para los cuales se dispuso se denomina energía útil. Aquella parte de la energía empleada en producir otros cambios diferentes a los que nos hemos propuesto se denomina energía disipada o degradada.

Analicemos otro ejemplo que corrobora la afirmación anterior.



Reflexiona

Con el propósito de generar electricidad en una termoeléctrica se emplea cierta cantidad de energía que se encuentra en forma potencial en el petróleo. Describe detalladamente en qué se invierte la energía desde su generación hasta que es empleada en los hogares.

La energía útil será aquella parte de toda la energía obtenida de la combustión de petróleo empleada en vaporizar agua para que el vapor a presión mueva las turbina de los generadores y así producir la electricidad que empleamos en nuestros hogares para hacer funcionar los equipos eléctricos. Sin embargo, durante los procesos de generación y transmisión de electricidad la energía se degrada, parte de la energía total del combustible empleado no produce corriente eléctrica, que era el propósito inicial, esta se utiliza en elevar la temperatura tanto de las maquinarias implicadas en el proceso de generación, así como, en calentamiento de las líneas de transmisión utilizadas para hacer llegar la electricidad hasta los hogares (fig. 5.47).

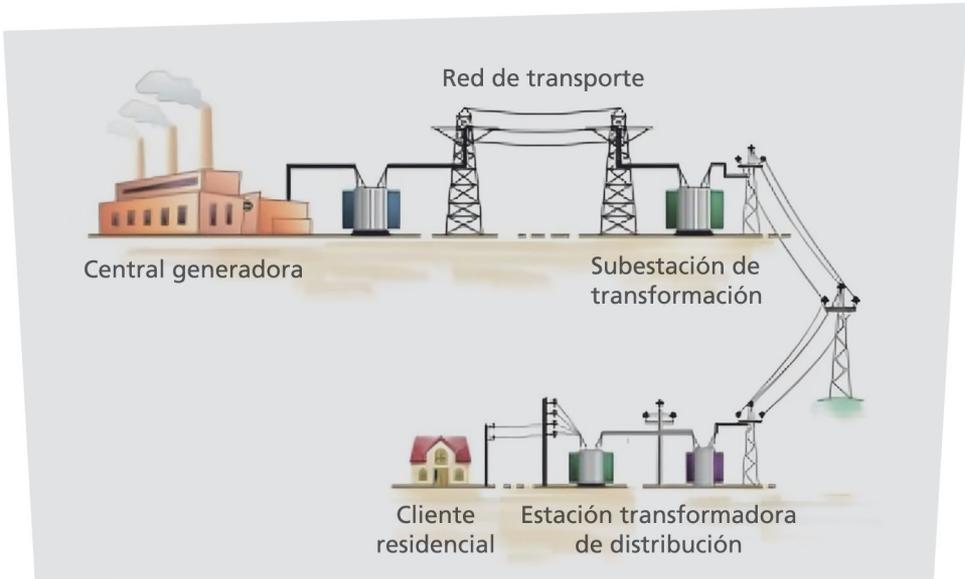


Fig. 5.47 Etapas del proceso de generación y transmisión de electricidad. Independientemente del propósito para lo que se ha empleado cierta cantidad de energía, la energía útil es menor que la energía inicial suministrada al sistema



Saber más

Un hombre común consume diariamente a través de los alimentos unas 3 000 kcal (12 600 000 J) (fig. 5.48). ¿En qué se invierte esa energía?



Fig. 5.48 Energía que consume el hombre

Una parte importante de la energía consumida, alrededor de 1 800 kcal (7 560 000 J), se emplea en el funcionamiento del organismo. Aunque la persona esté descansando necesita energía para: mantener la temperatura de su cuerpo (generalmente esta es superior a la del ambiente y por eso cierta cantidad se disipa al aire circundante), el funcionamiento de los pulmones, el funcionamiento del corazón y hacer circular la sangre, y otras funciones. La otra parte se necesita para la realización de diversas labores: hablar, mover distintas partes del cuerpo, caminar, saltar. Las personas, como otros sistemas analizados anteriormente, tampoco son capaces de transformar toda la energía disponible en energía útil.

A diferencia de los animales con temperatura constante "sangre caliente", otros, como la serpiente que son animales de temperatura variable "sangre fría", no necesitan emplear energía en mantener la temperatura en un valor tan sintonizado como los humanos (un grado por encima o por debajo de los 36,5 °C en una persona puede ser fatal) (fig. 5.49). Por ese motivo estos animales comen con menos frecuencia que los mamíferos.



Fig. 5.49 Serpiente

La figura 5.50 muestra una imagen termográfica de una serpiente sostenida por un humano. Analizando la escala que aparece a la derecha puedes apreciar la diferencia de temperaturas del hombre y la serpiente.



Fig. 5.50 Imagen termográfica de una serpiente sostenida por un humano



¿Sabías que...?

La determinación de la radiación infrarroja se llama termografía, es una técnica en la que una cámara térmica crea una imagen de un objeto a partir de la radiación infrarroja que este emite. La cantidad de radiación emitida aumenta con la temperatura; así, la termografía permite apreciar las diferencias de temperatura que se refleja en falso color, generalmente los más claros son más calientes.

En general, de toda la energía inicial disponible, los sistemas emplean solo una parte de ella en producir los cambios deseados (energía útil), la otra parte se degrada, pues se emplea en producir otros cambios para los cuales no se dispuso la energía inicial.

Actividad

1. Elabora un informe que de respuesta a la problemática inicial.



Física en acción

Esta actividad se debe realizar con los útiles de laboratorio y en presencia de un adulto puede hacerlo en la casa.

Se desea transformar la energía potencial interna del alcohol en energía cinética de determinado cuerpo. Una de las variantes más simples consiste en calentar mediante un mechero de alcohol (o una vela) un tubo de ensayo que contiene un poquito de agua y se ha cerrado con un tapón de goma (fig. 5.51):

¿Qué sucede al cabo de un pequeño intervalo de tiempo?

Describe detalladamente esta experiencia desde el punto de vista de la energía.

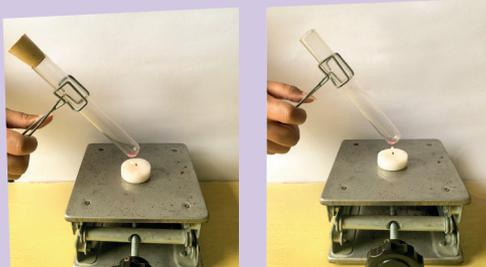


Fig. 5.51 Parte de la energía del vapor es transformada en energía cinética del tapón

Tareas

1. Con frecuencia nuestro propósito es poner en movimiento un dispositivo o una parte de una maquinaria, por ejemplo, al utilizar un generador eólico en la generación de electricidad.
 - a) Describe las transformaciones de energía que se producen en todo el proceso.
 - b) Ejemplifica la idea de que en este proceso se produce disipación de energía.

2. Indaga acerca del principio de funcionamiento de la máquina de vapor, así como sobre la época en que se inventó y la repercusión histórica que tuvo.

5.4.2 Eficiencia energética y potencia



Reflexiona

Se ha comprobado que la eficiencia energética de un bombillo incandescente alcanza solo el 5 %, mientras que la eficiencia del cuerpo humano se estima en un 25 %.

¿Qué significado tienen estos valores de eficiencia energética?

¿Cuál de los sistemas, el bombillo incandescente o el cuerpo humano, tiene mayor potencia?

Para responder las interrogantes anteriores reflexionemos en lo que representan en cada caso los porcentajes de energía útil y la que se disipa (fig. 5.52). Para ello, consideraremos qué parte de la energía suministrada a cada uno de los sistemas, es aprovechada para lograr un efecto útil.



Fig. 5.52 Bombillo incandescente

La eficiencia de una bombilla incandescente es de solo un 5 %; esto significa que de toda la energía disponible al inicio se aprovecha en la iluminación (energía útil) solo el 5 %, el 95 % restante aparece como otra forma de energía o se transfiere a otro sistema (se disipa); o sea, se invierte en el calentamiento del aire circundante, el vidrio de la bombilla, el socket, entre otros cuerpos y no son estos efectos los que se perseguían al encender la bombilla.

La parte de la energía entregada que se disipa al medio circundante, no es posible aprovecharla para lograr el fin propuesto; en estos casos se dice que la energía se ha degradado, pues la parte de la energía que se disipa en forma de calor no puede ser íntegramente convertida de nuevo en la forma que tenía inicialmente.

¿Sabías que...?

En la figura 5.53 encontrarás algunas estimaciones del aporte energético de los alimentos. De 100 unidades energéticas aportada por estos, el cuerpo humano solo aprovecha 25 unidades en la realización de las transformaciones. Esto solo constituye una cuarta parte del total de la energía inicial entregada por los alimentos, el otro 75 % se disipa al medio circundante. En estos casos se dice que la eficiencia energética del cuerpo humano es de 25 %.



Fig. 5.53 Energía útil y disipada en relación a la energía disponible que presentan los alimentos

La eficiencia energética está dada por la relación entre la energía útil de un proceso determinado y la cantidad de energía inicial entregada.

La eficiencia en un determinado proceso energético indica cuánto de la energía disponible para una tarea es realmente la necesaria para ejecutarla. Así, mientras mayor sea la proporción entre la energía útil y la cantidad inicial de energía entregada, mayor será la eficiencia del proceso.

CAPÍTULO 5

La eficiencia energética se expresa en relación porcentual. En la tabla 5.2 se muestran valores aproximados de la eficiencia energética de algunos sistemas.

Tabla 5.2 Valores aproximados de la eficiencia energética de algunos sistemas

Sistema	Eficiencia energética (%)
Primera máquina de vapor	0,2
Máquina de vapor de finales siglo. XIX	17
Cuerpo humano	25
Motor de combustión interna de gasolina	25
Motor de combustión interna diésel	35
Turbina de vapor termoeléctrica	40
Turbina de hidroeléctrica	85
Lámpara incandescente	5-10
Lámpara fluorescente	48
Lámpara LED	>85
Bicicleta	95

Actividad

1. ¿Qué lámpara utilizar?

Apoyándote en los valores de eficiencia puedes analizar la lámpara que debes utilizar (fig. 5.54). En este caso las lámparas LED son las que son más eficientes. Utilizarlas contribuye tanto a tu economía, a la del país y a la protección del medio ambiente.



Incandescente (10%) Fluorescente (48%) Tecnología Led (+85%)

Fig. 5.54 Valores de eficiencia energética de las distintas lámparas

En la eficiencia energética de un determinado proceso también influye la rapidez con que se transfiere la energía. Analicemos la siguiente situación.



Reflexiona

Dos jóvenes suben una escalera, uno emplea menos tiempo en llegar al último peldaño que el otro (fig. 5.55).

Describe la cadena de transformación de energía que se produce hasta llegar al final de la escalera. ¿En cuál de los casos, cuando se sube la escalera corriendo o caminando, las transformaciones se producen en menor tiempo?



Fig. 5.55 Dos jóvenes suben una escalera, uno caminando, otro corriendo

Al subir las escaleras, la cadena de transformación de energía que se produce en ambos casos es la misma. La energía química acumulada en los alimentos se transforma fundamentalmente en cinética y potencial gravitatoria, además de calor, al subir por la escalera. La diferencia entre ambos movimientos radica en que las transformaciones se producen más rápidamente cuando el joven corre escaleras arriba y más lentamente en el que la sube caminando. En estos casos se dice que el joven que corrió por las escaleras desarrolló mayor potencia que el que la subió caminando.

La potencia es la magnitud física que expresa la rapidez con que se transforma y trasmite la energía en un determinado proceso. Expresa la relación entre la energía transformada o transmitida en una unidad de tiempo.

Para calcular la potencia (P) se halla la razón entre la energía transformada o transmitida (E) y el intervalo de tiempo (t) que se invirtió en realizarlas.

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

Conoces que la energía en el sistema internacional (SI) se expresa joule (J) y el tiempo en segundos (s); por tanto, de acuerdo con la ecuación anterior, la potencia se expresaría en joule por segundo (J/s). A esta unidad se le denomina watt (W), en honor al físico inglés James Watt.

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ segundo}}$$

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$



Conéctate con la historia

James Watt (1736-1819) (fig. 5.56), inventor escocés que perfeccionó la máquina de vapor diseñada por el ingeniero inglés Thomas Newcomen (1663-1729) y la hizo más eficiente de forma que se pudo aplicar con éxito a la industria.

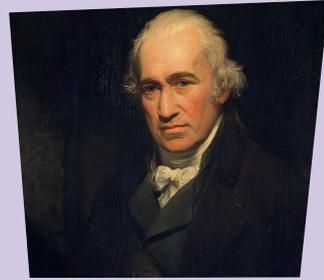


Fig. 5.56 James Watt

En la práctica se utilizan unidades de potencia mayores como son el kilowatt (kW) y el megawatt (MW), que son múltiplos del watt.

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$$

$$1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$$

La información sobre la potencia de un equipo resulta muy útil en la técnica y la vida cotidiana, por ejemplo, en la actualidad se construyen gran variedad de motores, desde el que hace funcionar una máquina de afeitar o una batidora, hasta las poderosas turbinas utilizadas en las centrales eléctricas para generar electricidad; por la importancia práctica de este dato, en los motores, en los equipos electrodomésticos y electromédicos aparecen grabados algunos datos técnicos y entre ellos se informa la potencia de dicho equipo. En la tabla 5.3 se ofrece información sobre la potencia de algunos sistemas.

Tabla 5.3 Valores de potencia de algunos sistemas

Sistema	Potencia media aproximada (W)
Corazón humano a ritmo normal	3
Lámpara fluorescente ahorradora	20
Persona corriendo normalmente	400
Corredor de 100 m planos	1 000
Plancha eléctrica	1 000
Pesista durante un levantamiento	6 000
Motor de automóvil	100 000
Mayores centrales termoeléctricas	1 300 000 000

Ejercicios resueltos

1. Un pesista durante un levantamiento emplea 30 000 J de energía. Si durante todo el proceso demora 5,0 s ¿Cuál es la potencia que desarrolla en el ejercicio?

Solución:

La potencia es la magnitud que caracteriza la rapidez con que la energía se transforma o transmite. Esta es igual a la razón entre la energía trasformada o transmitida y el tiempo en el que se producen las transformaciones. Considerando lo anterior y los datos que nos ofrece el problema podemos calcular la potencia.

Datos

$E = 30\ 000\ \text{J}$

$t = 5,0\ \text{s}$

$P = ?$

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

$$P = \frac{30\ 000\ \text{J}}{5,0\ \text{s}}$$

$$P = 6\ 000\ \text{W}$$

Respuesta: La potencia desarrollada por el atleta es de 6 000 W. Este valor significa que en cada segundo la energía empleada durante el levantamiento es de 6 000 J.

2. La ficha técnica de una plancha indica que su potencia es de 1 000 W. ¿Cuál es el valor de la energía que emplea durante 30 min de funcionamiento?

Solución:

Partiendo de la expresión para calcular potencia, se despeja la magnitud que se desea calcular. La energía se calcula multiplicando la potencia por el tiempo $E = P \cdot t$. En el texto del problema se nos informa sobre el valor de la potencia de la plancha y el tiempo de funcionamiento expresado en minutos.

Teniendo en cuenta que el tiempo debe estar expresado en segundo, debemos convertir esa magnitud: 30 min en segundo.

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$30 \text{ min} = 1\,800 \text{ s}$$

Datos

$$P = 1\,000 \text{ W}$$

$$t = 1\,800 \text{ s}$$

$$E = ?$$

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

Despeje:

$$E = P \cdot t$$

$$E = 1\,000 \text{ W} \cdot 1\,800 \text{ s}$$

$$E = 1\,800\,000 \text{ J} \approx 1\,800 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Respuesta: La energía empleada por la plancha es de $1\,800 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Este valor también puede expresarse en kilojoule dividiendo por 1000 el valor obtenido en joule. De ese modo obtenemos que la energía empleada por la plancha es de 1 800 kJ.

3. Una grúa que desarrolla una potencia de 20 kW se emplea en la construcción de un hotel en la ciudad. Si la energía empleada para levantar ciertos materiales de construcción hasta uno de los pisos altos del hotel es de 400 000 J. ¿Qué tiempo demorará en levantar la carga?

Solución:

En la ecuación de la potencia se relacionan tres magnitudes: potencia, energía y tiempo; considerando la forma en que estas se relacionan es posible despejar el tiempo y proceder a calcularlo; así, la expresión para calcular esta magnitud resulta $t = E/P$. El texto del problema nos informa sobre el valor de la energía utilizada en el proceso y la potencia de la grúa en kilowatt (kW); sin embargo, esta

última magnitud debe estar expresada en watt (W), luego es necesario realizar las conversiones necesarias:

$$1,0 \text{ kW} = 1\ 000 \text{ W}$$

$$20 \text{ kW} = 20\ 000 \text{ W}$$

Datos

$$P = 20\ 000 \text{ W}$$

$$E = 400\ 000 \text{ J}$$

$$t \text{ -?}$$

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

Despeje:

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

$$t = \frac{400\ 000 \text{ J}}{20\ 000 \text{ W}}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

Respuesta: El tiempo empleado por la grúa para levantar la carga es 20 s.



Reflexiona

Habitualmente es común escuchar hablar sobre generación y gasto de energía, pero, si la energía ni se crea ni se destruye, según plantea la ley de transformación y conservación de la energía ¿estarán utilizados estos vocablos rigurosamente? ¿A qué nos referimos realmente cuando los utilizamos?

Como hemos visto a través de innumerables ejemplos, la energía (capacidad para producir cambios) se transmite de un cuerpo a otro, se transforma de un tipo en otro, pero se conserva; así, el empleo de estos vocablos no es riguroso, pues la energía no se puede producir, como cuando confeccionamos un par de zapatos; ni tampoco gastar, como cuando nos comemos el dulce que tenemos.

Precisemos entonces el verdadero significado de estos vocablos (fig.5.57).

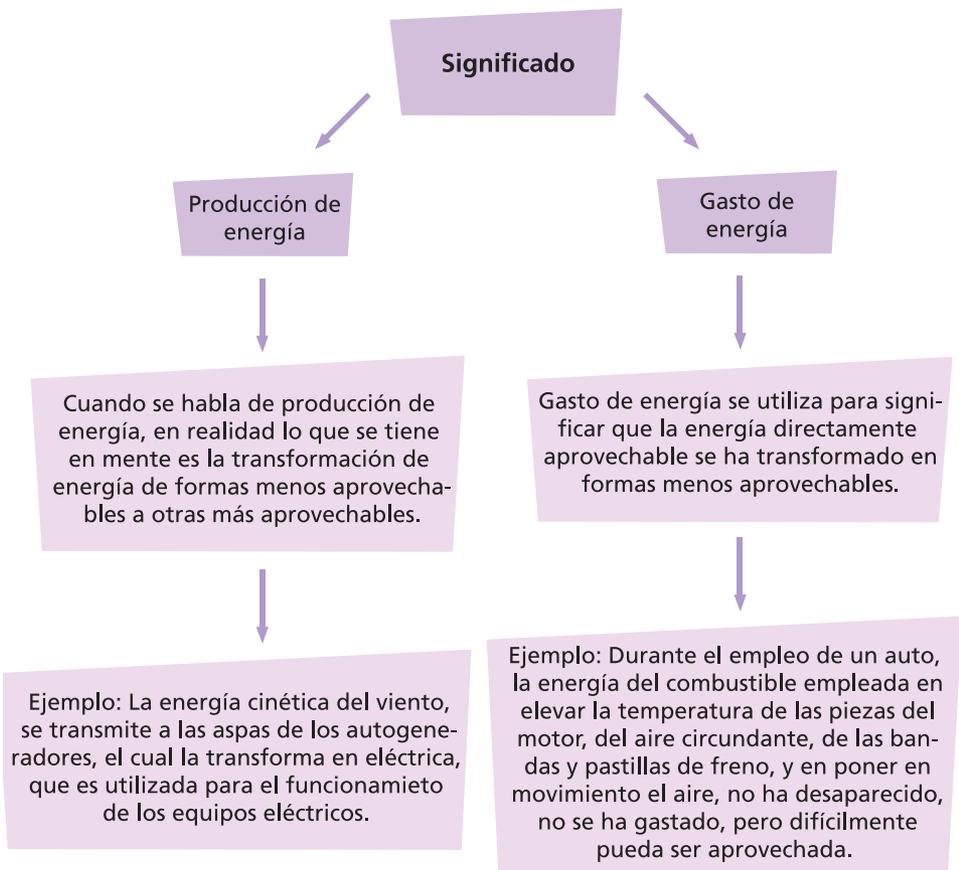


Fig. 5.57 Esquema con los significados de producción y gasto de energía

U Física en acción

Junto con tus compañeros de equipo, diseña un experimento que permita determinar la potencia útil de uno de sus integrantes, o de todos ellos:

- a) Al subir por escaleras lo más rápidamente posible a un cuarto piso.
- b) Al salir corriendo lo más rápidamente posible y alcanzar la velocidad máxima.

Tareas

1. ¿Qué significa que la eficiencia de una bicicleta es del 95 %?
2. ¿A qué llamamos potencia?

3. Consulta la ficha técnica de los electrodomésticos de tu casa y comprueba que la potencia es mayor en aquellos que se utilizan para variar la temperatura (cocinas, calentadores de agua y plancha). Calcula la energía "consumida" en uno de ellos.
4. Con el triunfo de la Revolución se introdujo en la agricultura, específicamente en la cañera, las alzadoras de caña, la que en menos de una hora es capaz de llenar una carreta o un camión, con anterioridad esta operación se realizaba de forma manual. ¿En cuál de los casos se desarrolla más potencia? Argumenta tu respuesta.
5. Indaga para qué potencia están calculados los motores de los automóviles que conoces. Compáralas y ordena los motores en orden creciente de su potencia.

5.4.3 Ahorro de energía y preservación del medio ambiente



Reflexiona

Con el propósito de electrificar las comunidades rurales de nuestro país se construyen minihidroeléctricas en los poblados próximos a caídas de grandes volúmenes de agua.

En el proceso, hasta llegar al consumidor, la energía pasa por la secuencia de transformaciones siguiente:

Energía potencial gravitatoria del agua de una embalse - energía cinética del agua que sale - energía de las turbinas de la central - energía de la corriente eléctrica originada - energía de las aspas de un ventilador (por ejemplo).

¿Será igual la energía inicial empleada que la energía cinética real de las aspas del ventilador?

¿De qué modo parte de la energía se degrada?

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la utilización de esta y otras fuentes de energía que también son usadas como alternativas en los lugares donde la energía eléctrica no llega al consumidor por la red de electrificación?

Al analizar las secuencias de transformaciones de energía presentes en cualquier proceso te podrás percatar que la energía inicial disponible se degrada.

Analicemos el ejemplo de las transformaciones sucesivas de energía que tiene lugar en las hidroeléctricas hasta que finalmente sea utilizada por los consumidores.

Durante el proceso de “generación” de energía en las hidroeléctricas (fig. 5.58), del total de energía potencial gravitatoria del agua que cae, una parte se disipa en forma de calor al hacer girar el rotor del generador, que a su vez entrega parte de ella al ambiente. Una vez transformada en energía eléctrica es necesario transmitirla mediante cables hasta los diferentes consumidores, los cuales, en ocasiones, se encuentran distantes de la hidroeléctrica y en el proceso de transmisión también se disipa en forma de calor una parte de la energía generada por la central.



Fig. 5.58 Secuencia de transformaciones de la energía

Cuando encendemos el ventilador, solo una parte de la energía que finalmente llega al hogar, se transforma en cinética de las aspas, otra parte se disipa al ambiente y a las diferentes partes del motor del electrodoméstico.

Como puedes apreciar durante todo este proceso existe una buena parte de la energía inicial que se disipa. La energía no se ha gastado, se ha transformado de un tipo en otro, pero se conserva. Sin embargo, la energía que se disipa no puede ser reutilizada para la generación de energía eléctrica, se ha degradado.

Para lograr la eficiencia en un proceso es necesario hacer un uso racional de la energía involucrada en él, es preciso disminuir la cantidad de energía que se degrada. De ese modo podemos contribuir al ahorro de energía. Así, las campañas de ahorro de energía deben estar dirigidas en dos direcciones fundamentales (fig. 5.59).

Aumentar la eficiencia

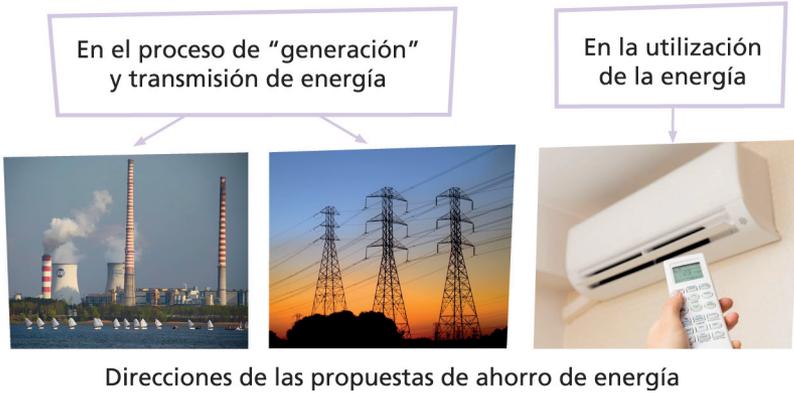


Fig. 5.59 Direcciones de las propuestas de ahorro de energía

De forma particular tú puedes contribuir a ser eficiente en el uso que se le da a la energía, al disminuir la cantidad que se degrada innecesariamente, ya sea, por el empleo ineficiente o innecesario de los equipos, o por el consumo excesivo de los recursos energéticos.

Actividad

1. Analiza la ilustración que aparece en la figura 5.60. Haz una relación de las acciones que en ella se muestran que evidencian un uso inadecuado de energía. Si tú fueras el estudiante que está trabajando por el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), que recomendaciones darías a ese derrochador.



Fig. 5.60 Ejemplos del inadecuado uso de la energía

En la actualidad ahorrar energía no es una opción, debe ser actitud ante la vida. Constituye una prioridad ante un problema medioambiental severo que afecta al planeta. El cambio que está sufriendo el clima de planeta es un hecho y se impone realizar acciones concretas.

Una de las principales causas de este deterioro radica en el uso desmedido de los recursos naturales para mantener su forma de vida actual. Producto de ello hemos contaminado la atmósfera, las aguas, los suelos (fig. 5.61).



Fig. 5.61 Ejemplos de deterioro de los recursos naturales

El ahorro de energía es una de las formas en tú puedes contribuir a la protección del planeta. *Ahorrar energía significa hacer un uso racional, consumir las cantidades de energía imprescindibles para satisfacer nuestras necesidades.*

Consciente de la problemática relacionada con el agotamiento de los recursos energéticos utilizados habitualmente y el problema medioambiental en que nos encontramos, son muchos los países, entre ellos Cuba, que hacen grandes esfuerzos para desarrollar otras fuentes de energía que nos permitan en forma creciente el desarrollo de la sociedad, y a su vez, minimicen los efectos que sobre el medio ambiente traen el uso las fuentes de energía que se utilizan habitualmente.

Sobre el empleo de nuevas fuentes de energía trata la siguiente tarea.



Reflexiona

Una familia de campesinos ha logrado el cultivo de diversos productos como: hortalizas, viandas y granos, así como, algunas cabezas de ganado vacuno y porcino con sus correspondientes establos y corrales. La granja está algo alejada de un río y siempre corre un fuerte viento. La dificultad radica en que se encuentra muy alejada del pueblo más cercano y hasta ella no llega, y no es posible que la haya por el momento, la red de electrificación.

¿Cómo abastecer de agua y electricidad las diversas instalaciones de la granja utilizando los diferentes recursos naturales que posee la granja?

Ayuda a la familia de campesinos a seleccionar las fuentes de energía que pueden utilizar teniendo en cuenta los recursos de la granja (fig. 5.62).



Fig. 5.62 Granja con distintas opciones de fuentes de energía

Si comprendes bien el problema al que se enfrenta la familia de campesinos te habrás percatado que la granja tiene recursos naturales suficientes para emplear otras fuentes de energía, sin embargo, necesitas profundizar en estas.

¿A qué se denominan fuentes renovables de energía? ¿Cuáles son sus ventajas y cuáles sus limitaciones de aplicación en la actualidad?

Las fuentes renovables son aquellas que no se agotan en largo tiempo (radiación solar, vientos, entre otras.), o que pueden ser reemplazadas en un tiempo relativamente corto (bagazo de caña, biomasa, y otros compuestos orgánicos) (fig. 5.63.).



Fig. 5.63 Fuentes renovables de energía



Saber más

En la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación celebrada en el año 2015, se planteó la determinación de elevar en seis veces la participación de las fuentes renovables en la matriz energética de Cuba hacia 2030, lo cual representa elevar hasta el 24 % su presencia en la generación eléctrica nacional.

El cumplimiento de este plan significará la reducción de la emisión de alrededor de seis millones de toneladas anuales de dióxido de carbono (CO²) a la atmósfera, así como de los costos de la producción de energía, un tema necesario para el desarrollo del país.

En la tabla 5.4 aparecen algunas de las fuentes más comunes para la obtención de energía renovables. Encontrarás, además, algunos elementos que las caracterizan.

Tabla 5.4 Fuentes de energía renovables

Fuente	Tipo de energía
Sol	<p>Solar: Si el propósito es producir calor se denomina solar térmica. También se emplea para generar electricidad, en este caso se llama solar fotovoltaica. La energía de la radiación solar puede ser utilizada directamente para: elevar la temperatura del agua que luego es empleada en el aseo, el fregado o la cocción de alimentos; obtener energía eléctrica; el secado de productos agrícolas, etcétera.</p> <p>Para el aprovechamiento de este tipo de energía deben existir niveles elevados de insolación</p>
Viento	<p>Eólica: Es la energía obtenida de la fuerza del viento. Está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan, para su aprovechamiento se instalan los llamados molinos de viento (empleados principalmente para el bombeo de agua en zonas rurales) y los aerogeneradores (para producir electricidad)</p>

¿? ¿Sabías que...?

En 1874 el brillante escritor de ciencia ficción Julio Verne, en su libro titulado "La isla misteriosa" predijo la importancia del agua en la generación de energía lo cual podría constituir una alternativa al uso de los combustibles fósiles utilizados en la actualidad (fig. 5.64).

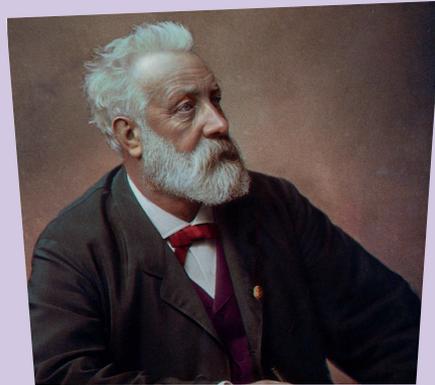


Fig. 5.64 Julio Verne

Al respecto escribió:

"Sí mis amigos, creo que el agua un día será empleada como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, usados juntos o separados constituirán una inagotable fuente de luz y calor, de una intensidad muy superior a la del carbón. Por lo tanto, no hay nada que temer, el agua será el carbón del futuro."

Un serio reto al que se enfrenta la humanidad está relacionado con el empleo de las fuentes de energía y los procesos de transformación a formas útiles. Su solución compete a todos los países y no a unos pocos, pues las fuentes de energía más utilizadas a nivel mundial en la actualidad y la forma en que son utilizadas, tienen un gran impacto ambiental y social, que amenazan la vida en el planeta.

Hoy, la especie humana se encuentra ante la disyuntiva de seguir por la senda del desarrollo mediante la explotación de los combustibles fósiles, o plantearse seriamente la sostenibilidad energética mediante la incesante búsqueda de nuevas fuentes renovables de energía, y el diseño y fabricación de equipos más eficientes.

La marcada dependencia con los combustibles fósiles, principalmente, carbón, petróleo y gas natural, del sistema energético contemporáneo constituye uno de los principales factores que ha contribuido al deterioro ambiental en el que nos encontramos en la actualidad. Estas fuentes *no son renovables*, debido a que se han originado mediante la fotosíntesis que durante millones de años dio lugar al crecimiento de las plantas, y la posterior fosilización tanto de plantas como animales.

Las fuentes no renovables de energía se caracterizan por el consumo de recursos agotables, que a la vez son altamente contaminantes, por lo que no permiten garantizar un desarrollo sostenible. Una de las principales fuentes de contaminación ambiental se produce en el proceso de generación y transmisión de electricidad mediante el empleo de combustibles fósiles y nucleares, pues la quema de estos combustibles provoca el vertimiento de diversas sustancias contaminantes tanto a la atmósfera, como las aguas y al suelo, ocasionando deterioro del medio ambiente (fig. 5.65).



Fig. 5.65 Fuentes no renovables de energía

En el empeño de revertir la crítica situación ambientalista y social en que nos encontramos, muchos países han apostado por el empleo cada vez más creciente de fuentes de energías renovables, cuyo potencial tiene una relevancia creciente de cara a la búsqueda de una concepción energética que nos conduzca a un desarrollo pleno y armónico con el medio ambiente.

No es posible referirse al buen uso de los recursos energéticos sin hacer mención al concepto desarrollo sostenible. La transición hacia un futuro sostenible no es una opción más, constituye una necesidad, si realmente apostamos porque la vida en el planeta prevalezca en todo su esplendor.



Investiga

Realiza una investigación de las obras realizadas en los últimos 10 años en el sector eléctrico. Dé su valoración del significado de estas obras para el desarrollo del país y para la preservación del medio ambiente.

El comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz (fig. 5.66), en el discurso presentado ante la Cumbre de la Tierra realizada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, expresó:

“Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido, sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre.”

“Pensar globalmente, actuar individual, local y globalmente para salvar al planeta por un futuro sostenible.”



Fig. 5.66 Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz en la Cumbre de la Tierra

Actividad

1. Ya estás preparado, aunque debes seguir consultando otras bibliografías que tratan este tema.
Comprueba cuánto has avanzado respondiendo los ejercicios siguientes. Esta actividad te facilitará hacer propuestas concretas a la familia de campesinos para lograr el abastecimiento de agua y de electricidad.
2. ¿Cuáles de las siguientes fuentes de energía recomendarías valorar para resolver el problema de abastecimiento de agua y de electricidad?
a) La radiación solar; b) el viento; c) el agua;
d) la materia orgánica; e) la tierra.
3. ¿Qué tipo de energía renovable podrían obtener al utilizar las fuentes siguientes?

CAPÍTULO 5

- a) Las heces de las vacas se almacenan en un depósito (llamado diges- tor) que se cierra herméticamente, estos desechos se fermentan al transcurrir cierto tiempo y expulsan un gas llamado metano que puede ser utilizado como combustible: _____
- b) Las corrientes de aire que existen de forma casi permanente en buena parte de la granja: _____
- c) La luz solar que baña a todo el terreno de la granja durante la ma- yor parte del día y durante casi todo el año: _____
- d) El agua que cae desde cierta altura hacia un nivel inferior del terre- no: _____

Palabras que se pueden considerar, colócalas en el lugar que correspon- da: hidráulica, solar, biomasa, eólica.

4. ¿Cuáles de las siguientes actividades podrían hacer cuando usan las siguientes fuentes renovables de energía? Enlaza la fuente con el uso que se le puede dar (tabla 5.4).

Tabla 5.4

Actividad	Dispositivo que se va a emplear
Alumbrado de las viviendas	Molino de viento  <p style="text-align: center;">Fig. 5.67</p>
Regar los sembrados	Biodigestor de biomasa que produce gas metano  <p style="text-align: center;">Fig. 5.68</p>

Alumbrado de corrales y establos	Rueda hidráulica	
Mover granos y triturar maíz	Paneles solares	

Fig. 5.69

Fig. 5.70

Tu propuesta de solución puede ser de gran ayuda para la familia de campesinos, te propongo que para concretarlas realices la actividad siguiente.

Actividad

1. Redacta un resumen que dé respuesta la problemática inicial cuando se construyen minihidroeléctricas en los poblados próximos a caídas de grandes volúmenes de agua.

U Física en acción

Junto a los compañeros de equipo confecciona una maqueta de la granja y coloca un modelo de la tecnología que emplearías para lograr que dispongan de electricidad y de agua.

Elabora un resumen de las fuentes de energía que sugieres utilizar y analiza la pertinencia o no de la propuesta a partir de las desventajas que tienen la implementación de cada una de ellas.

Presenta la propuesta de tu equipo a toda la clase.

Un instante con la tecnología

Consulta el tema "Energía" que aparece en portal CubaEduca y resuelve los ejercicios de autoevaluación que ahí aparecen

1.5 Analiza en la situación inicial, cuál será la energía útil y cuál la disipada.

Tareas finales del capítulo

1. ¿Por qué se dice y con razón, que el no engrasar de las maquinarias eléctricas (ventiladores, batidoras, trituradoras, ...) provoca un aumento en el consumo de energía eléctrica de ellas para igual actividad? Explica a partir de los conocimientos obtenidos en el curso de Física.
2. Determina, aproximadamente, la potencia desarrollada por un pesista al levantar las pesas.
3. El chofer de un auto frena bruscamente al ver un peatón. ¿Cuál fue la variación de la energía cinética del auto? ¿Qué sucedió con la energía del auto al detenerse?
4. Intenta esclarecer la relación que tienen los conceptos de trabajo y calentamiento o calor, con el concepto de energía.
5. Utilizando un tubo de ensayo de 25 cm^3 , diseña y lleva a cabo una experiencia para estimar la cantidad de energía suministrada por la llama de un fósforo. ¿A qué altura sobre el piso pudiera elevarse un cuerpo de 20 kg de masa con esa energía? Analiza la experiencia realizada desde el punto de vista energético.
6. Determina, aproximadamente, la cantidad de energía que se requiere para elevar la temperatura de cierta cantidad de aceite vegetal.
7. ¿Qué forma o formas de energía posee la Luna en su interacción con la Tierra?
8. Un auto viaja por una carretera horizontal a velocidad constante. Por lo que en este caso su energía cinética no aumenta.
 - a) ¿En qué se invierte la energía que continuamente se transforma durante la combustión de la gasolina?
 - b) Propón algunas medidas para ahorrar combustible durante la utilización de un auto.

9. ¿Por qué si se calientan iguales masas de agua y de queroseno por medio de idénticos calentadores, la temperatura del queroseno se eleva más que la del agua?

10. Argumenta la importancia que, desde el punto de vista práctico, tienen las formas de energía anteriormente mencionadas: cinética (hidráulica, eólica, etc.), potencial (gravitatoria, elástica, de combustibles convencionales, nuclear, etc.), radiante (solar, ondas de radio y televisión).

11. Diseña y lleva a cabo una actividad, a fin de determinar, aproximadamente, la velocidad con que puedes lanzar una pelota verticalmente hacia arriba. Puntualiza las suposiciones que has tenido que hacer para resolver el problema. Analiza las principales fuentes de incertidumbre en el resultado obtenido.

12. Un estudiante cuya masa es igual a 40 kg, subió a la tercera planta de su escuela que se encuentra a una altura de 900 cm. ¿Cuál será el valor del trabajo realizado por el estudiante?

13. Un caballo tira de una carreta con una fuerza de 1 500 N, si el trabajo realizado fue de 12 000 J. ¿Qué distancia recorrió el caballo?

14. En la clase de Educación Física, un estudiante lanza una pelota de baloncesto y la encesta, si la pelota de caer al piso desde el aro que se encuentra a una altura de 3,05 m y la pelota tiene una masa de 1,5 kg.
 - a) ¿Qué trabajo se realiza hasta llegar la pelota al suelo?
 - b) ¿Quién es el responsable de aplicar esta fuerza?
 - c) ¿Qué velocidad máxima alcanza la pelota de baloncesto un instante antes de tocar el suelo?
 - d) ¿Qué consideraciones fueron necesarias hacer para resolver la tarea?

15. Determina la fuerza aproximada empleada por Usain Bolt para romper el récord de 100 m planos en el 2009, si conoces que el trabajo realizado por él, es de aproximadamente 3 785 J.

FÍSICA

16. Deseamos calentar 5 L de agua a 25 °C hasta 100 °C utilizando un quemador de butano. ¿Cuánta energía se necesita transferirle al agua para que varíe su temperatura?
17. Mezclamos 300 g de agua a 70 °C con 800 g de agua a 30 °C. Si no hay pérdidas de energía, ¿cuál será la temperatura final de la mezcla?
18. Se necesita determinar la temperatura a la que se elevarían 2,5 L de agua, para llevar a cabo una tarea experimental. Si el envase que contiene al agua ha absorbido una energía de 4 500 cal e, inicialmente, se encontraba en una habitación con una temperatura de 20 °C. ¿Cómo la ayudarías para realizar la tarea?
19. Se tienen dos cantidades iguales de agua en recipientes idénticos, inicialmente a igual temperatura, se colocan al fuego y en uno de los recipientes se logra mayor elevación de temperatura que en el otro recipiente, se puede concluir que (marque con una X la respuesta correcta):
- En ambos recipientes se utilizaron cantidades iguales de energía.
 - En el recipiente que se logra menor elevación de temperatura del agua se utilizó mayor cantidad de energía que en el otro.
 - En el recipiente que se logra mayor elevación de temperatura del agua se utilizó mayor cantidad de energía que en el otro.
 - No se utilizó energía en ningún caso para elevar la temperatura del agua en los recipientes.
20. Calcula la energía potencial gravitatoria de un cuerpo seleccionado por ti que se encuentra situado a un metro de:
- La superficie de la Tierra.
 - La superficie de la Luna.
21. ¿A qué altura, sobre la superficie de la Luna, se debe elevar un cuerpo de 1,0 kg para que tenga igual valor de energía potencial gravitatoria que ese mismo cuerpo en la Tierra a 2,0 m de su superficie?
22. ¿En cuánto varía la temperatura de 2,0 L de agua pura si se le transmite mediante calentamiento una cantidad de energía de 93 J?

23. ¿Qué trabajo realizaría, en contra de la fuerza de gravedad, para subir un peldaño de escalera que tiene una altura de 21,1 cm, con velocidad constante? ¿Qué trabajo realizas si subes los 15 peldaños que tiene la escalera?
24. Dos camiones se mueven por una carretera, la masa del camión A es de 10 t y del camión B, 15 t. Analiza y responde:
- ¿Cuál de los dos debe moverse a mayor velocidad para que ambos tengan el mismo valor de energía cinética? Argumenta.
 - Si la velocidad camión A es de 22,2 m/s, ¿cuál será la velocidad del segundo?
 - ¿Cuál es el valor de la energía cinética de los cuerpos?
25. Calcula la energía que actúa sobre un tanque de aluminio que se encuentra en la cuarta planta de un edificio y se conoce que su volumen es de 10 dm^3 .
- Nota:** La altura de cada uno de los pisos es de aproximadamente 3 m.
26. Un hombre demoró 20 s en subir con velocidad constante mediante una soga, una plancha de zinc de 100 cm^3 hasta una altura de 5 m. Calcula la potencia que desarrolló.
27. Un hombre para subir rápidamente por una escalera de 6 m de altura aplica una fuerza de 135 N en 0,5 min. Calcula la potencia desarrollada por él durante su movimiento.
28. Varios entrenadores estudian el movimiento de una pelota lanzada por un pitcher en línea recta, donde su masa es de 1,1 kg. Si se sabe que la pelota recorre aproximadamente 3,5 m en 0,1 s. Si quisieran determinar la cantidad de energía que posee la pelota al trasladarse. ¿Qué procedimientos le sugerirías? Realiza los cálculos correspondientes para determinar este valor y analiza por qué estos resultados son aproximados.
29. En la caja de un bombillo ahorrador Liya, de procedencia china, se lee que su potencia es de 22 W. Interpreta este dato desde el punto de vista físico. ¿Por qué es más recomendable el empleo de este tipo de bombillo en lugar de incandescente?

FÍSICA

30. La potencia media que desarrolla el corazón de una persona en condiciones normales es de 3 W. Haga un cálculo estimado de la energía consumida por este órgano durante la vida de una persona de 75 años de edad. Exprese el resultado en megawatt (MW).
31. Explique basándose en sus conocimientos de física, por qué no se deben introducir en el refrigerador, alimentos cuya temperatura sea superior a la del ambiente.
32. Existen diferentes tipos de centrales que se utilizan en la generación de electricidad. Complete el cuadro.

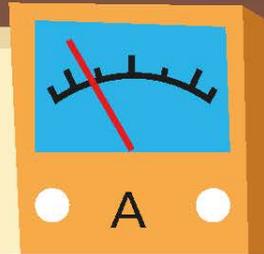
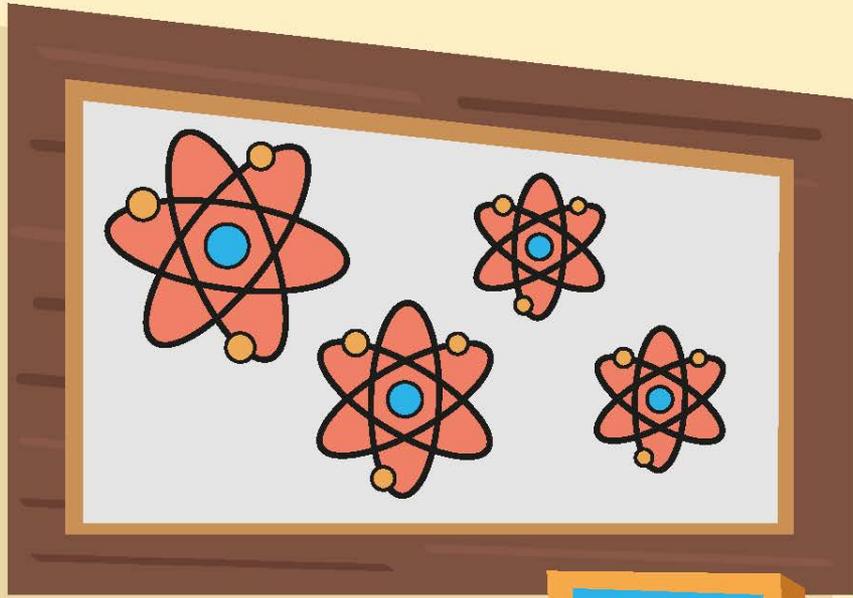
Tipos de centrales	Fuentes de la que proviene la energía	Transformaciones de energía que se producen
Termoeléctrica convencional		
Electronuclear		
Hidroeléctrica		
Parque eólico		
Fotovoltaica		
Mareomotriz		
Geotérmica		

33. ¿Por qué se le llaman combustibles fósiles al carbón mineral, al gas natural y al petróleo?
34. Se conoce que la potencia de un bombillo ahorrador es de 20 W. Si lo comparamos con un bombillo incandescente de 100 W. ¿Cuál es más eficiente? ¿Qué significan los valores de potencia que se ofrecen?

35. Para mejorar la utilización de los equipos e incrementar su eficiencia energética pueden proponerse medidas concretas en el caso del uso de:
- Luminarias.
 - Cocinas eléctricas.
 - Refrigeración.
 - Ventilación y acondicionamiento de aire.
- a) Mencione algunas de las medidas que pueden emplear para ahorrar energía.
36. Observa la figura 5.71. Identifica las diferentes fuentes de energía renovables que en ella están enumeradas.



Fig. 5.71 Fuentes de energía renovables



**EDITORIAL
PUEBLO Y EDUCACIÓN**



9 789591 134839 5