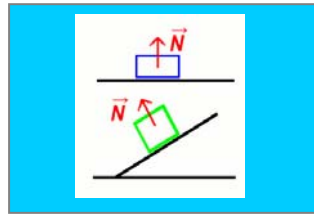
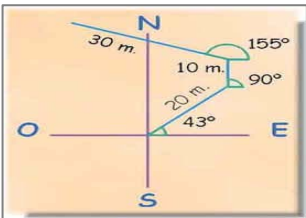


# Física I



**COLEGIO DE BACHILLERES  
DEL ESTADO DE SONORA**

**Director General**

Lic. Bulmaro Pacheco Moreno

**Director Académico**

Lic. Jorge Alberto Ponce Salazar

**Director de Administración y Finanzas**

Lic. Oscar Rascón Acuña

**Director de Planeación**

Dr. Jorge Ángel Gastélum Islas

**FÍSICA I**

Módulo de Aprendizaje.

Copyright ©, 2006 por Colegio de Bachilleres  
del Estado de Sonora

todos los derechos reservados.

Tercera edición 2008. Impreso en México.

**DIRECCIÓN ACADÉMICA**

Departamento de Desarrollo Curricular

Bld. Agustín de Vildósola, Sector Sur

Hermosillo, Sonora. México. C.P. 83280

Registro ISBN, en trámite.

**COMISIÓN ELABORADORA:**

**Elaboración:**

Aída Orozco Silva

Marco Antonio Valenzuela Almada

Marco Antonio Rendón Ramos

**Corrección de Estilo:**

Lucía Ordoñez Bravo

**Supervisión Académica:**

Eva Margarita Fonseca Urtusuastegui

**Segunda Revisión Académica:**

Alberto Llénez Peralta

Eleazar Herrera Araujo

José Luis López Hernández

Jaime Flores Hurtado

Rosa Amalia Rosales Green

**Edición:**

Bernardino Huerta Valdez

**Coordinación Técnica:**

Martha Elizabeth García Pérez

**Coordinación General:**

Lic. Jorge Alberto Ponce Salazar

Esta publicación se terminó de imprimir durante el mes de agosto de 2009.

Diseñada en Dirección Académica del Colegio de Bachilleres de Estado de Sonora  
Bld. Agustín de Vildósola; Sector Sur. Hermosillo, Sonora, México

La edición consta de 9,960 ejemplares.

# Ubicación Curricular

**COMPONENTE:  
FORMACIÓN BÁSICA**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:  
CIENCIAS NATURALES**

*Esta asignatura se imparte en el tercer semestre, no tiene antecedente, la asignatura consecuente es Física II y se relaciona con Matemáticas III y Geografía.*

**HORAS SEMANALES: 5**

**CRÉDITOS: 10**

## **DATOS DEL ALUMNO**

Nombre: \_\_\_\_\_

Plantel: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

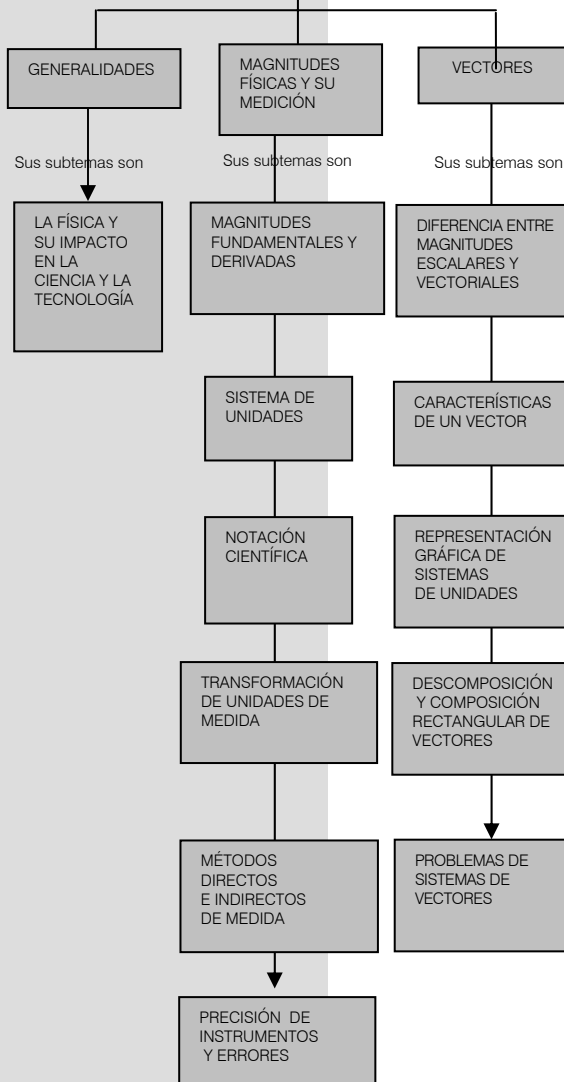
\_\_\_\_\_

# FÍSICA I

Está integrada en tres unidades

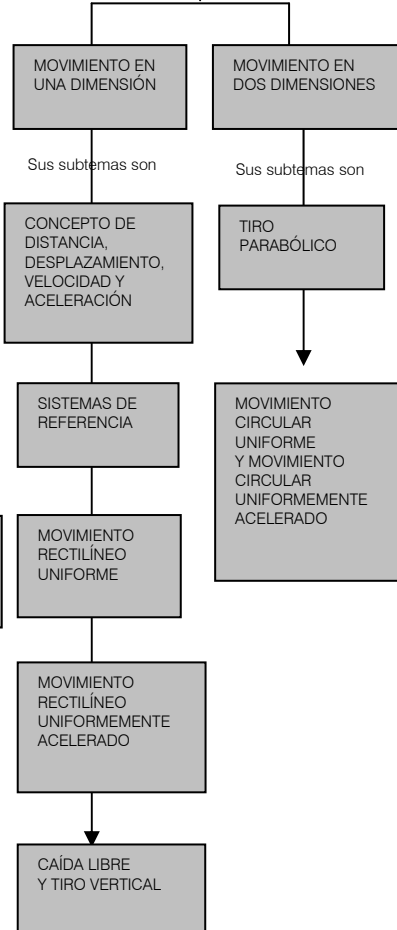
## UNIDAD I INTRADUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FÍSICA

Aborda los siguientes temas



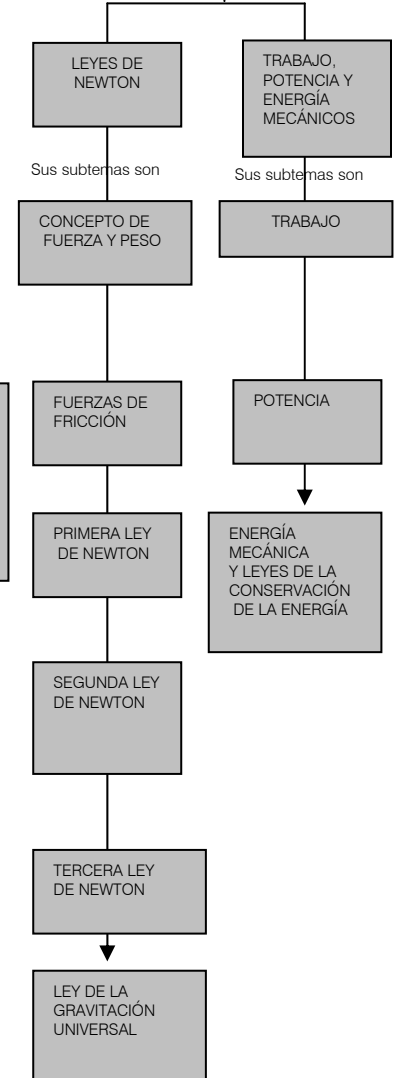
## UNIDAD II MOVIMIENTO

Aborda los siguientes temas



## UNIDAD III LEYES DE NEWTON, TRABAJO Y ENERGÍA

Aborda los siguientes temas



# Índice

Recomendaciones para el alumno.....	7
Presentación .....	7
RIEMS.....	8
<b>UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FÍSICA.....</b>	<b>11</b>
1.1. Generalidades .....	13
1.1.1. La física y su impacto en la ciencia y la tecnología.....	14
1.1.2. Los métodos de investigación y su relevancia en el desarrollo de la ciencia .....	15
1.2. Magnitudes físicas y su medición.....	16
1.2.1. Magnitudes fundamentales y derivadas.....	16
1.2.2. Sistema de Unidades.....	17
1.2.3. Notación Científica y prefijos .....	19
1.2.4. Transformación de unidades de medida.....	20
1.2.5. Métodos directos e indirectos de medida .....	22
1.2.6. La precisión de instrumentos en la medición de diferentes magnitudes y tipos de errores .....	22
1.3. Vectores.....	23
1.3.1. Diferencia entre magnitudes escalares y vectoriales .....	23
1.3.2. Características de los vectores.....	25
1.3.3. Representación gráfica de sistemas de vectores.....	27
1.3.4. Descomposición y composición rectangular de vectores por métodos gráficos y analíticos.....	27
1.3.5. Operaciones de sistemas de vectores .....	29
<i>Sección de tareas</i> .....	33
<i>Autoevaluación</i> .....	47
<i>Ejercicio de reforzamiento</i> .....	51
<b>UNIDAD 2. MOVIMIENTO .....</b>	<b>53</b>
2.1. Movimiento en una dimensión.....	55
2.1.1. Sistemas de referencia absoluto y relativo .....	55
2.1.2. Distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.....	55
2.1.3. Movimiento rectilíneo uniforme .....	60
2.1.4. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.....	63
2.1.5. Caída libre y tiro vertical .....	65
2.2. Movimiento en dos dimensiones .....	70
2.2.1. Tiro parabólico horizontal y oblicuo .....	70
2.2.2. Movimiento circular uniforme y uniformemente acelerado .....	73
<i>Sección de tareas</i> .....	77
<i>Autoevaluación</i> .....	95
<i>Ejercicio de reforzamiento</i> .....	99

**UNIDAD 3. LEYES DE NEWTON, TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA..... 101**

3.1.	Leyes de Newton.....	102
3.1.1.	Concepto de fuerza, tipos de ella y peso de los cuerpos.....	102
3.1.2.	Fuerzas de fricción estática y dinámica.....	106
3.1.3.	Primera ley de Newton .....	108
3.1.4.	Segunda ley de Newton .....	111
3.1.5.	Tercera ley de Newton .....	115
3.1.6.	Ley de la gravitación universal.....	118
3.2.	Trabajo, energía y potencia mecánicos.....	120
3.2.1.	Trabajo mecánico.....	120
3.2.2.	Potencia mecánica.....	123
3.2.3.	Energía mecánica.....	124
<i>Sección de tareas .....</i>		<i>129</i>
<i>Autoevaluación .....</i>		<i>147</i>
<i>Ejercicio de reforzamiento.....</i>		<i>151</i>
 <i>Claves de respuestas.....</i>		 <i>153</i>
<i>Glosario .....</i>		<i>154</i>
<i>Bibliografía General .....</i>		<i>156</i>

# Recomendaciones para el alumno

El presente Módulo de Aprendizaje constituye un importante apoyo para ti, en él se manejan los contenidos mínimos de la asignatura de Física I.

No debes perder de vista que el Modelo Académico del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora propone un aprendizaje activo, mediante la investigación, el análisis y la discusión, así como el aprovechamiento de materiales de lectura complementarios; de ahí la importancia de atender las siguientes recomendaciones:

- Maneja el Módulo de Aprendizaje como texto orientador de los contenidos temáticos a revisar en clase.
- Utiliza el Módulo de Aprendizaje como lectura previa a cada sesión de clase.
- Al término de cada unidad, resuelve la autoevaluación, consulta la escala de medición del aprendizaje y realiza las actividades que en ésta se indican.
- Realiza los ejercicios de reforzamiento del aprendizaje para estimular y/o reafirmar los conocimientos sobre los temas ahí tratados.
- Utiliza la bibliografía recomendada para apoyar los temas desarrollados en cada unidad.
- Para comprender algunos términos o conceptos nuevos, consulta el glosario que aparece al final del módulo.
- Para el Colegio de Bachilleres es importante tu opinión sobre los módulos de aprendizaje. Si quieres hacer llegar tus comentarios, utiliza el portal del colegio: [www.cobachsonora.edu.mx](http://www.cobachsonora.edu.mx)

## Presentación

En el Módulo de Aprendizaje de Física I, se desarrollan contenidos que te permiten adquirir conocimientos y habilidades básicas que te ayudan a conocer un poco los fenómenos que se presentan en nuestra vida diaria, para ello se incluyen tres unidades las cuales consideran los siguientes:

Unidad 1, introducción al conocimiento de la física, donde se ven generalidades de la física, así como, magnitudes físicas, medición y vectores.

Unidad 2, movimiento de los cuerpos, donde se desarrollan los temas de movimiento en una dimensión y movimiento en dos dimensiones.

Unidad 3, en esta unidad se considera la primera, segunda y tercera ley de Newton, trabajo, potencia y energía, con el propósito de que puedas interpretar las leyes de la mecánica, así como la de la gravitación universal.

Además para complementar la información incluida en el módulo, te invitamos a que realices las actividades que en él se incluyen, tales como ejercicios en clase, tareas, contestar la autoevaluación y ejercicios de reforzamiento.

# RIEMS

## Introducción

El Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora, en atención a los programas de estudio emitidos por la Dirección General de Bachillerato (DGB), ha venido realizando la elaboración del material didáctico de apoyo para nuestros estudiantes, con el fin de establecer en ellos los contenidos académicos a desarrollar día a día en aula, así como el enfoque educativo de nuestra Institución.

Es por ello, que actualmente, se cuenta con los módulos y guías de aprendizaje para todos los semestres, basados en los contenidos establecidos en la Reforma Curricular 2005. Sin embargo, de acuerdo a la reciente Reforma Integral de Educación Media Superior, la cual establece un enfoque educativo basado en competencias, es necesario conocer los fines de esta reforma, la cual se dirige a la totalidad del sistema educativo, pero orienta sus esfuerzos a los perfiles del alumno y profesor, siendo entonces el camino a seguir el desarrollo de las competencias listadas a continuación y aunque éstas deberán promoverse en todos los semestres, de manera más precisa entrará a partir de Agosto 2009, en el primer semestre.

## Competencias Genéricas

CATEGORIAS	COMPETENCIAS GENÉRICAS
I. Se autodetermina y cuida de sí.	1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
	2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
	3. Elige y practica estilos de vida saludables.
II. Se expresa y comunica	4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.
	5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
III. Piensa crítica y reflexivamente	6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.
	7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
IV. Aprende de forma autónoma	8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.
V. Trabaja en forma colaborativa	
VI. Participa con responsabilidad en la sociedad	9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.
	10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.
	11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.



# Competencias Disciplinarias Básicas

## Ciencias experimentales

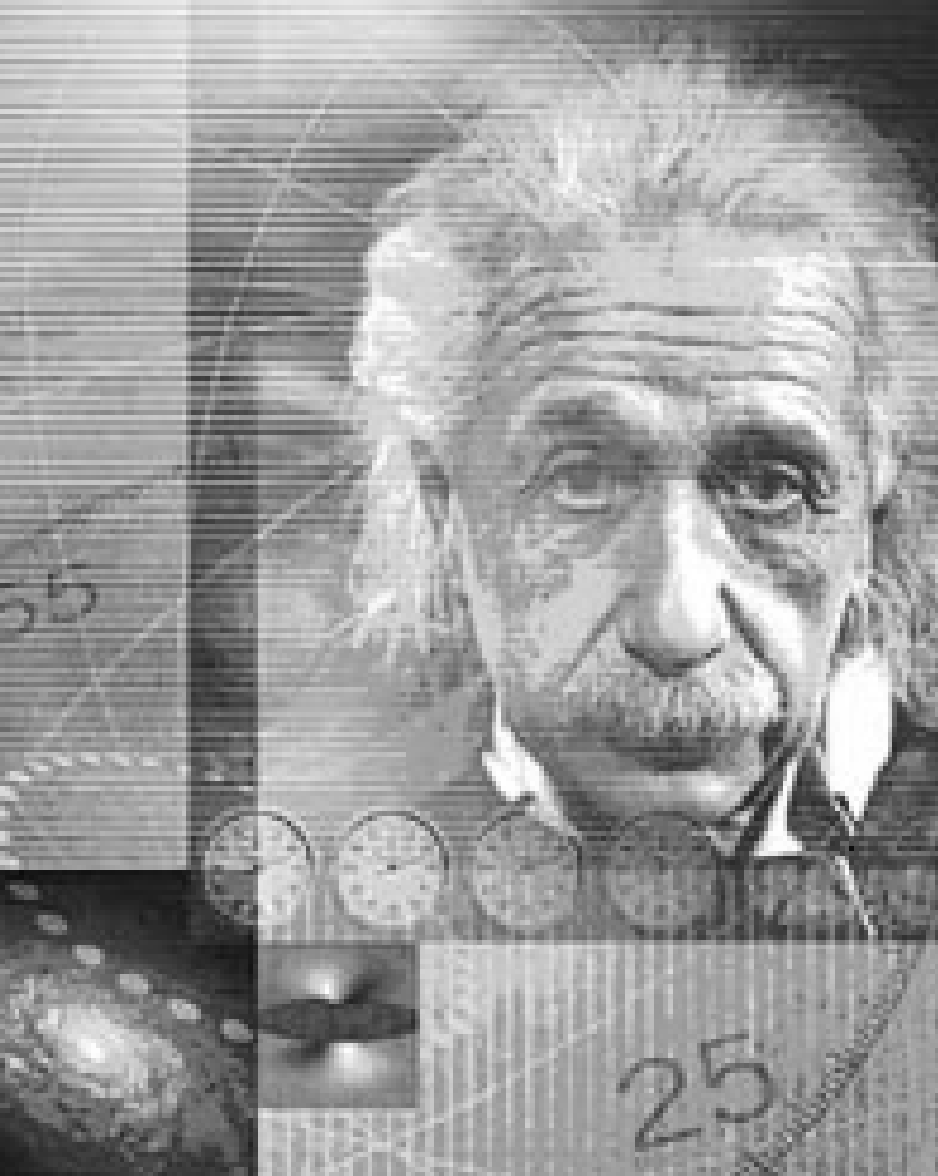
1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
7. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
8. Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
11. Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de riesgo e impacto ambiental.
12. Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece.
13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.
14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

## Competencias docentes:

1. Organiza su formación continua a lo largo de su trayectoria profesional.
2. Domina y estructura los saberes para facilitar experiencias de aprendizaje significativo.
3. Planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias, y los ubica en contextos disciplinares, curriculares y sociales amplios.
4. Lleva a la práctica procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera efectiva, creativa e innovadora a su contexto institucional.
5. Evalúa los procesos de enseñanza y de aprendizaje con un enfoque formativo.
6. Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo.
7. Contribuye a la generación de un ambiente que facilite el desarrollo sano e integral de los estudiantes.
8. Participa en los proyectos de mejora continua de su escuela y apoya la gestión institucional.







Albert Einstein es para la física del siglo XX la figura más sobresaliente.  
Su trabajo altero para siempre la manera como vemos el mundo actual.  
([mepr.org.br/ciencia.htm](http://mepr.org.br/ciencia.htm))  
México. 1951

*“Los conceptos y principios fundamentales de la ciencia son  
invenciones libres del espíritu humano”*  
([frasedehoy.com](http://frasedehoy.com))

# Unidad 1

## Introducción al conocimiento de la Física

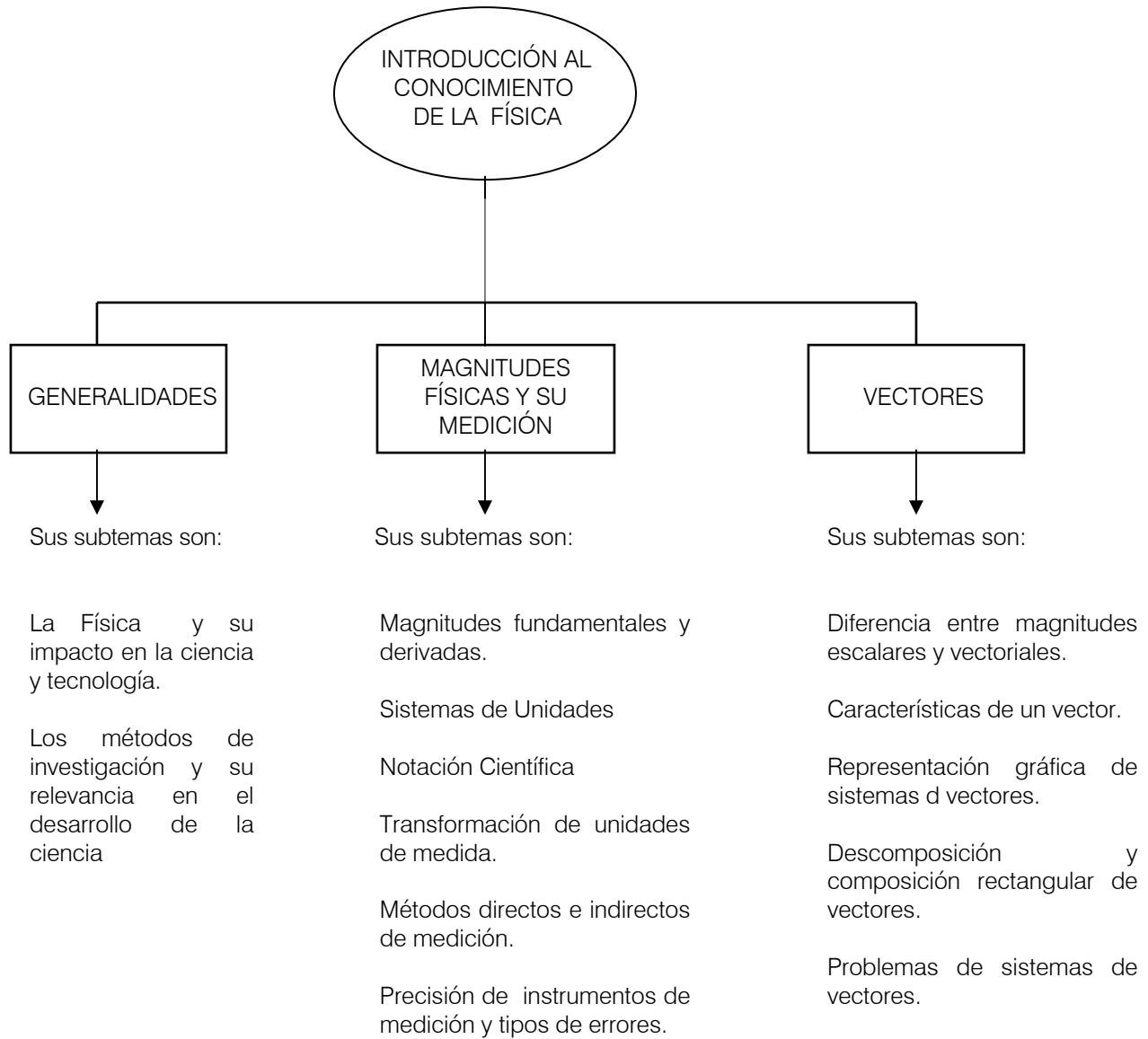
### Objetivo:

#### *El alumno:*

Resolverá ejercicios de medición y aplicación de las magnitudes fundamentales, derivadas, escalares y vectoriales de la Física, con base en la aplicación del método científico en la observación, explicación y ejercitación de técnicas de medición y representación de sistemas de vectores inmersos en situaciones de la vida cotidiana, mostrando actitudes de interés científico.

### Temario:

- Generalidades.
- Magnitudes físicas y su medición.
- Vectores.

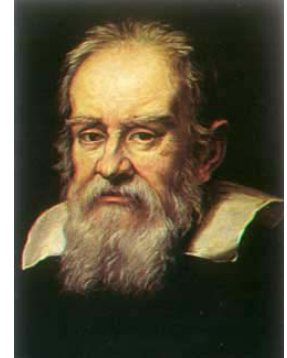


# 1.1. GENERALIDADES

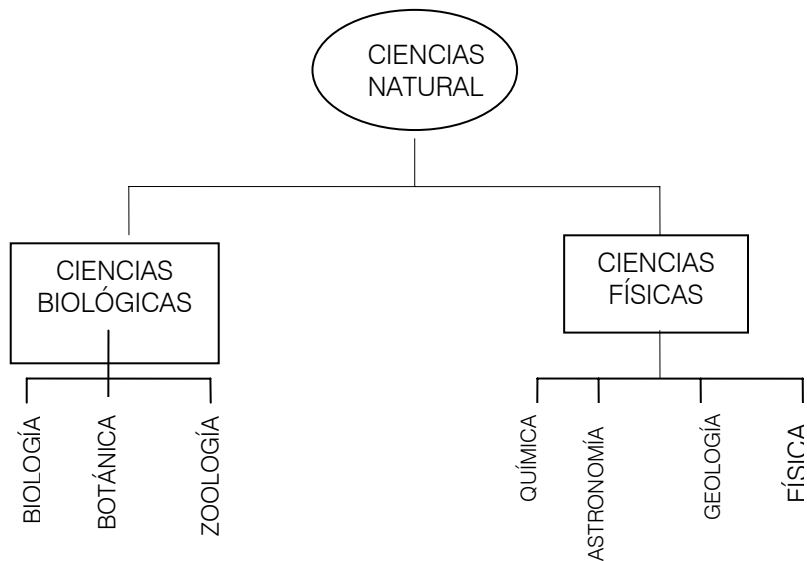
Alguna vez te has imaginado como sería tu vida si no existiera la televisión, radio, teléfono, automóvil, computadoras, Internet, etc., ¿quizás para ti parezcan muy naturales porque estás acostumbrado a estos y muchos avances tecnológicos pero, ¿alguna vez te has preguntado sobre su origen? ó ¿alguna vez te has preguntado a qué se deben los huracanes, sismos, etc.?

La finalidad de pedirte que pensaras en algunos adelantos tecnológicos y fenómenos naturales es hacerte reflexionar sobre el trabajo que ha realizado una gran cantidad de hombres, los cuales se han preocupado en generar el conocimiento que permita la creación de satisfactores tecnológicos que eleven la calidad de vida y la comprensión de la naturaleza.

Las ciencias naturales nos permiten comprender lo que sucede en el vasto Universo, aquí está incluida la Física, que de las ciencias físicas es la más importante porque proporciona los conocimientos fundamentales que auxilian en el conocimiento de otras ciencias.



“En lo tocante a la ciencia, la autoridad de un millar no es superior al humilde razonamiento de un hombre” Galileo Galilei (es.wikiquote.org)



Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Qué estudian las Ciencias Naturales?
2. ¿Qué estudian las ciencias biológicas?
3. ¿Qué estudian las ciencias físicas?

## EJERCICIO 1



“La Física es la ciencia que estudia las propiedades de la materia, la energía, el espacio y sus interrelaciones, apoyándose en la experimentación de los fenómenos naturales” (Lozano, 2005).

La física por lo tanto es una ciencia experimental cuyo objetivo principal es el estudio de los fenómenos físicos de la naturaleza, por ejemplo: la luz, la energía, la caída libre de los cuerpos, la electricidad, etc.

**EJERCICIO 2**



De las situaciones que se presentan a continuación, ¿en cuáles hay cambios en la materia?

- a. Una regla frotada con cabello atrae pequeños trozos de papel.
- b. La quema de un trozo de madera.
- c. La oxidación de un clavo.
- d. La caída libre de una moneda.
- e. Un eclipse de sol
- f. La digestión de los alimentos.

1. Investiga como se define materia.

---

---

2. ¿En cuáles casos no cambio la materia?

---

---

3. ¿Cuáles casos crees que son fenómenos físicos?

---

---

4. ¿Cómo defines un fenómeno físico?

---

---

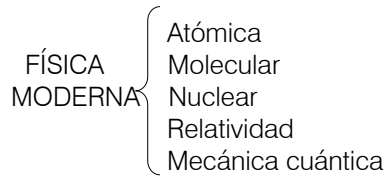
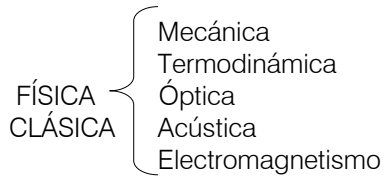
**TAREA 1**



**Página 33.**

**1.1.1. La Física y su impacto en la ciencia y la tecnología**

Por su importancia y gran aplicación en muchas áreas del saber humano, la física es una ciencia que en los últimos 400 años ha tenido un gran avance científico y ello nos ha beneficiado con un gran desarrollo tecnológico; la ciencia avanza y trae como consecuencia que nuevos retos se presenten al ser humano; la gran cantidad de fenómenos físicos existentes y los que van apareciendo ha llevado a que la física se divida como se muestra a continuación.



Contesta las siguientes preguntas y al final las comentas con tus compañeros y profesor.

1. ¿Te ha servido la física en tu vida personal? ¿Por qué?
2. Escribe al menos tres aplicaciones de la física en tu vida personal:
3. Escribe un fenómeno físico del que hayas escuchado que se han hecho investigaciones.
4. ¿Sabes de alguna investigación de un fenómeno físico que se este realizando actualmente?

**EJERCICIO 3**



**1.1.2. Los métodos de investigación y su relevancia en el desarrollo de la ciencia**

Desde tiempos remotos el hombre ha buscado diferentes formas de controlar y aprovechar el medio ambiente, por lo que se ha dado a la tarea de inventar aparatos que faciliten sus labores. La ciencia en su concepto más elemental surge cuando el hombre primitivo empieza a construir sus utensilios y a observar los fenómenos naturales, y entiende de manera vaga e informal las leyes que los rigen.

La ciencia racional nace con los griegos, ellos trataron de explicar los fenómenos naturales sin basarse en dioses. A comienzos del siglo V a. de C. los filósofos griegos trataron de explicar de qué estaban formados las cosas en el universo. El inconveniente de estos filósofos fue que se interesaron más en la teoría que en la experimentación de los fenómenos; fue hasta el siglo XII cuando empiezan a llegar a Europa los escritos de los griegos y los aceptan como dogmas hasta el siglo XVI. Galileo Galilei fue uno de los primeros científicos europeos que sostuvo que la generación de conocimiento se debe basar más en la observación y experimentación, entre las muchas contribuciones de Galileo, la más importante es el desarrollo del método científico experimental.

**Algunos de los pasos del método científico son:**

- 1) Definición del problema: el planteamiento del problema debe ser claro y preciso, se establece considerando la información obtenida a través de la observación de los fenómenos relacionados con él y de la investigación bibliográfica acerca del fenómeno a investigar.
- 2) Desarrollo de la hipótesis de trabajo: una hipótesis es una explicación tentativa del fenómeno e incluye las variables cualitativas o cuantitativas así como la relación que guardan con el fenómeno.
- 3) Diseño del experimento: se trata de repetir el fenómeno cuantas veces sea necesario bajo condiciones controlables y se seleccionan los pasos o el modelo que se va seguir, así como los instrumentos que utilizará.
- 4) Análisis de resultados: con los datos obtenidos en el paso anterior se construyen tablas y gráficas que contestan las preguntas realizadas en el planteamiento del problema.

**TAREA 2**



**Página 35.**



**Ciencia:**

Exploración de los objetos y fenómenos del universo material, para desarrollar explicaciones ordenadas de estos objetos y fenómenos; además de que las explicaciones deben ser comprobadas.

(Avila, R., 2005)

- 5) Obtención de conclusiones: de acuerdo con el análisis de resultados, en este paso se acepta o rechaza la hipótesis inicial.
- 6) Elaboración de principios y leyes: una vez comprobada la hipótesis de acuerdo a los resultados experimentales esta se toma como principio o ley.

En paso principal del método científico que es la experimentación implica la realización de mediciones de las variables cuantitativas.

Actualmente no puede hablarse de un método científico único, debido a la gran diversidad de la ciencia, existen muchos métodos científicos, aunque todos coinciden en algunos aspectos como son la investigación organizada y el combinar experimentos sistemáticos con mediciones cuidadosas; otros aspectos que también son importantes y que dependen de cada investigador son la genialidad, imaginación, suerte y mucha paciencia.

**TAREA 3**



Página 37.

# 1.2. MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDICIÓN



Una cantidad física es todo aquello susceptible de ser medido y su magnitud está constituida por un número y una unidad.

## ¿Por qué es necesario medir?

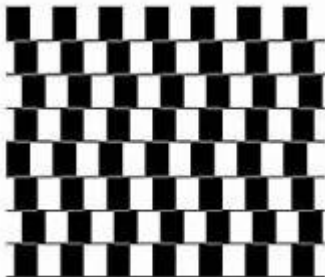
Si bien es cierto que nuestros sentidos nos brindan información del medio circundante, también lo es el hecho de que éstos nos engañan en algunas ocasiones, por ejemplo: en tiempo de frío sentimos más helados los objetos metálicos que los de madera, aunque ambos estén expuestos a la misma temperatura; o bien, cuántas veces hemos sido engañados por ilusiones ópticas, por lo tanto no podemos confiar en nuestros sentidos como instrumentos precisos y exactos al momento de cuantificar cantidades físicas, sino que debemos utilizar los instrumentos de medición adecuados, así como las unidades de medida apropiadas a cada fenómeno.

**EJERCICIO 4**



Utilizando un metro de madera o una cinta métrica, una báscula y un reloj, efectúa las siguientes mediciones y posteriormente contesta las preguntas.

- a) Mide tu peso.
  - b) Mide la estatura de un compañero.
  - c) Mide el tiempo que tarda una moneda en caer 1.5m de altura.
1. ¿Qué cantidades físicas estás midiendo?
  2. ¿Qué unidades de medida estás utilizando?
  3. ¿Qué hiciste para medir?
  4. Por lo tanto ¿Qué es medir?



¿Las líneas horizontales son paralelas?

### 1.2.1. Magnitudes fundamentales y derivadas

Las **magnitudes fundamentales** son las que sirven de base a los sistemas de medida y no se definen con base en otras.

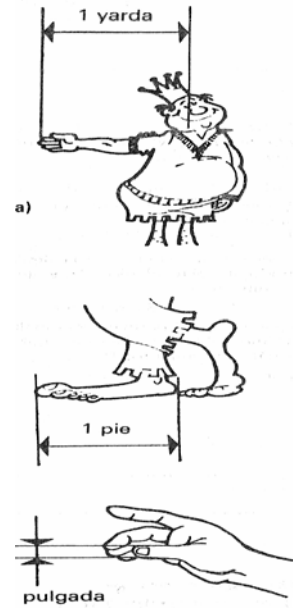
Las **magnitudes derivadas** se obtienen cuando multiplicamos o dividimos las fundamentales. Ejemplo: velocidad (m/s), aceleración (m/s<sup>2</sup>), fuerza (Kgm/s<sup>2</sup>), potencia (Kgm<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>), etc.



1.2.2. Sistemas de unidades

Los primeros esfuerzos por crear y establecer un sistema de unidades se convirtió en un proceso azaroso, convencional y confuso. Algunas unidades como el pie, la yarda, la pulgada, el codo, etc. provenían de alguna parte del cuerpo del soberano de la nación lo que dificultaba las transacciones comerciales entre los pueblos. Entre los siglos II A. de C. y IV D. de C. se realizó el primer esfuerzo por crear un sistema de unidades más sólido, se establecen la libra y el pie como unidades de peso y longitud. Posteriormente entre los siglos V al XV d. de C. vuelve a surgir la confusión hasta que en el año 1790 la Asamblea Constitucional de Francia convoca a los científicos con el objetivo de crear y unificar los sistemas de unidades a nivel mundial. Para empezar era necesario establecer unidades patrón o estándares para determinadas magnitudes.

A continuación realiza lo siguiente:



En equipo construyan, con los materiales que deseen una unidad patrón para medir longitud, masa y tiempo.

**EJERCICIO 5**



1. ¿Cuál es tu unidad patrón de longitud?

---



---

2. ¿Cuál es tu unidad patrón de masa?

---



---

3. ¿Cuál es tu unidad patrón de tiempo?

---



---

4. ¿Cómo defines una unidad patrón?

---



---

Utilizando estas unidades patrón realicen las siguientes mediciones:

a) El largo del pizarrón \_\_\_\_\_

b) La masa de una mochila \_\_\_\_\_

c) El tiempo que tarda un compañero en medir el largo del pizarrón. \_\_\_\_\_

¿Qué puedes concluir de esta actividad?

---

Una vez que la Asamblea Constitucional de Francia convocó a los científicos para uniformar criterios, los hombres de ciencia estructuraron el primer sistema de unidades, mismo que a lo largo del tiempo ha sufrido cambios, debido a que los científicos deben estar actualizados y atentos a cualquier cambio en la sociedad.

A continuación se muestran los cambios que han sufrido los sistemas de unidades.

SISTEMA	AÑO	MAGNITUDES Y UNIDADES FUNDAMENTALES	OBSERVACIONES
Métrico Decimal	1795	Longitud: Metro Peso: Kilogramo peso Volumen: litro	- Es decimal - Utiliza prefijos para múltiplos y submúltiplos
Cegesimal C.G.S.	1881	Longitud: centímetro Masa: gramo Tiempo: segundo	- Su nombre está compuesto por la primera letra de la unidades fundamentales
M.K.S.	1935	Longitud: metro Masa: Kilogramo Tiempo: segundo	- Su nombre está compuesto por la primera letra de sus unidades fundamentales.
Sistema Internacional  S.I.	1960	Longitud: metro Masa: Kilogramo Tiempo: segundo Corriente Eléctrica: Ampere Temperatura: grado Kelvin Intensida Luminosa: La candela Cantidad de Sustancia: el mol	- Posee las características del sistema métrico decimal. - Está basado en el M.K.S. - Usa notación científica.



Las pesas egipcias cubren la norma "deben" usada para oro y otros metales preciosos (sciencemuseum.org.uk).

Por sus claras ventajas, el Sistema Internacional es el más aceptado en el mundo aunque en Estados Unidos y algunos países de habla inglesa todavía se sigue trabajando con el sistema Inglés cuyas unidades se han redefinido en función a las unidades del sistema Internacional. La desventaja más notoria de este sistema es que no existe una relación sencilla entre sus unidades.

Unidades del sistema Inglés: longitud (pie), masa (libra masa) y tiempo (segundo).

**TAREA 4**





**EJERCICIO 7**



En forma individual expresar en notación científica las siguientes cantidades escritas en notación decimal y viceversa, y posteriormente entrégalo a tu profesor para su revisión.

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1) 560000=        | 6) 7834.56 =               |
| 2) 9720000000000= | 7) $4.5 \times 10^6$ =     |
| 3) .0000058=      | 8) $3.4 \times 10^{-4}$ =  |
| 4) .07605=        | 9) $6.45 \times 10^3$ =    |
| 5) 8965=          | 10) $2.5 \times 10^{-8}$ = |

Para multiplicar o dividir cantidades en notación científica sólo debes aplicar las leyes de exponentes.

Ejemplo:

$$(4.2 \times 10^9)(3.6 \times 10^{-4}) = 15.12 \times 10^{9-4} = 15.12 \times 10^5 = 1.512 \times 10^6$$

$$\frac{6.5 \times 10^6}{9.8 \times 10^{14}} = .66326 \times 10^{6-14} = .66326 \times 10^{-8} = 6.6326 \times 10^{-9}$$

**TAREA 5**



Página 41.

Las calculadoras con notación científica pueden facilitarte el trabajo, pregunta a tu profesor(a) como debes proceder.

**1.2.4. Transformación de unidades de una medida**

Aunque el Sistema Internacional es el más aceptado, es importante que aprendas a expresar la misma cantidad en los diferentes sistemas. Para convertir unidades vamos a utilizar el principio de cancelación como se muestra a continuación:

Convertir 60 Km/h a m/s

- a) Primer paso: escribe la cantidad y abre un factor de conversión por cada unidad que vas a cambiar y en el factor acomoda las unidades, recuerda que vas a utilizar el principio de cancelación, por lo tanto la unidad que vas a cancelar la debes invertir en el factor, es decir, si inicialmente está en el numerador, dentro del factor la deberás poner en el denominador y viceversa.

$$60 \frac{\text{Km}}{\text{h}} \left( \frac{\text{m}}{\text{Km}} \right) \left( \frac{\text{h}}{\text{s}} \right) =$$

- b) Segundo paso: Identifica las equivalencias para este par de unidades y escríbela en el factor de conversión. Escribe las equivalencias, una para cada factor es suficiente y acomódalas en los factores de conversión.

$$60 \frac{\text{Km}}{\text{h}} \left( \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ Km}} \right) \left( \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) = \frac{60000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 16.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1Km = 1000m                      1h = 3600 seg

Puedes obtener las equivalencias de la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 1: equivalencias entre unidades

LONGITUD					
	centímetro	metro	Kilómetro	Pulgada	Pie
centímetro	1	.01	$1 \times 10^{-5}$	0.3937	0.03281
metro	100	1	.001	39.37	3.281
Kilómetro	$1 \times 10^5$	1000	1	$3.937 \times 10^4$	3281
pulgada	2.54	0.0254	$2.54 \times 10^{-5}$	1	0.0833
pie	30.48	0.3048	$3.048 \times 10^{-4}$	12	1
Milla t.	$1.609 \times 10^5$	1609	1.609	$6.3346 \times 10^4$	5280

MASA					
	Gramo	Kilogramo	Slugg	Libra masa	Onza
gramo	1	.001	$6.85 \times 10^{-5}$	.0022	0.0357
Kilogramo	1000	1	0.0685	2.2	35.71
Slugg	$1.46 \times 10^4$	14.6	1	32.098	521.43
Libramasa	454	0.454	0.0031154	1	16.2
Onza	28	.028	.0019178	.0617	1

TIEMPO					
	segundo	minuto	hora	día	Año
segundo	1	0.01667	$2.78 \times 10^{-4}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$3.17 \times 10^{-8}$
minuto	60	1	0.01667	$6.94 \times 10^{-4}$	$1.9 \times 10^{-6}$
hora	3600	60	1	0.04167	0.0001141
día	86400	1440	24	1	0.002738
Año	$3.156 \times 10^7$	$5.26 \times 10^5$	8766	365.27	1

Realiza las siguientes conversiones, de manera individual y entrégaselo a tu profesor(a) para su revisión

- 50 cm a pie
- 25 Kg a Slugg
- 80 mi/h a pie/s
- 6 m/s a km/h
- $1.43 \text{ m/s}^2$  a  $\text{km/h}^2$
- $15 \frac{\text{Kg m}}{\text{s}^2}$  a  $\frac{\text{gr cm}}{\text{s}^2}$

#### EJERCICIO 8



#### TAREA 6



Página 43.

### 1.2.5. Métodos directos e indirectos de medida

#### EJERCICIO 9



Realiza de manera individual, las siguientes mediciones y contesta las preguntas, y posteriormente coméntalo con tus compañeros de clase y con tu profesor.

- a) Utilizando una cinta métrica mide la altura de un compañero de equipo.
- b) Con una báscula mide el peso de un compañero.
- c) Mide el área del pizarrón.
- d) Calcula el volumen de una piedra.

1. ¿Cuáles medidas las obtuviste de manera directa con un instrumento de medición?

---

---

2. ¿En cuáles casos tuviste que aplicar alguna fórmula o pasos intermedios?

---

---

3. ¿Cómo defines un método directo de medida?

---

---

4. ¿Cómo defines un método indirecto de medida?

---

---



Flexómetro  
(spin.com.mx)

Cuando obtenemos el resultado de una medición obtenemos en forma directa al utilizar un instrumento de medición, como por ejemplo: medir la masa de un objeto utilizando una balanza o medir su temperatura con un termómetro, etc. estamos aplicando métodos directos de medida; si por el contrario, tenemos que utilizar pasos intermedios para obtener una medida, como por ejemplo calcular el volumen de un cuerpo irregular o el área de un lugar, estamos aplicando métodos indirectos.

### 1.2.6. La precisión de los instrumentos en la medición de diferentes magnitudes y tipos de errores

#### 1) Instrumentos de medición

Un instrumento de medición es un aparato que nos permite medir en forma apropiada una cantidad física. Hay una gran variedad de ellos y es recomendable utilizar uno que se ajuste perfectamente a nuestra necesidad, por ejemplo: si vamos a medir longitudes podemos utilizar una cinta métrica, flexómetro o regla, pero si deseamos medir el espesor de una moneda, lo indicado es utilizar el calibrador palmer, etc.



Calibrador Vernier  
(micromex.com.mx)

## 2) Errores en la Medición

- Errores Circunstanciales, estocásticos o aleatorios: se presentan al azar de una medida a otra, siempre producidos por factores incontrolables, por ejemplo cambios en el medio ambiente.
- Errores Sistemáticos: este tipo de errores deforman una medida o serie de medidas, proporcionando datos que siempre aumentan o disminuyen las medidas efectuadas porque los instrumentos no están bien contruidos, hay un error de paralaje ó el instrumento utilizado no es el correcto.

## 3) Tipos de errores

- Error Absoluto: es la diferencia entre una medición (M) y la media aritmética de las mediciones (m), que se considerará como exacta.

$$e = M - m$$

- Error Relativo: se representa con la letra griega épsilon ( $\epsilon$ ) y se define como el cociente del error absoluto y la media aritmética o valor exacto (m).

$$\epsilon = \frac{e}{m}$$

- Error porcentual: es el error relativo dado como porcentaje.

**Ejemplo 1.** Utilizando una cinta métrica se midió el largo de la cancha de basketball y la medida obtenida fue de 26.8m aunque se sabe que la medida exacta es de 26m. Determinar.

- El error absoluto

$$e = 26.8\text{m} - 26\text{m} = 0.8\text{m}$$

- El error relativo

$$\epsilon = \frac{0.8\text{m}}{26\text{m}} = .03076$$

- El error porcentual

$$0.03076 \times 100\% = 3.076\%$$



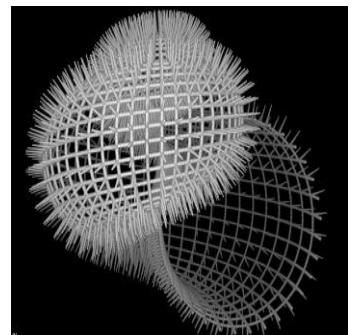
Micrómetro  
o calibrador palmer  
([web.unicam.it/.../lab-cam/micrometro.htm](http://web.unicam.it/.../lab-cam/micrometro.htm))

# 1.3. VECTORES

## 1.3.1. Diferencia entre magnitudes escalares y vectoriales

En el tema anterior tratamos sobre como medir cantidades físicas y cómo expresar el resultado de esta medición. En general hay dos tipos de cantidades físicas: las cantidades escalares y las cantidades vectoriales.

Algunos ejemplos de cantidades escalares son: el número de alumnos de tu grupo, tu temperatura, tu edad, etc.; también las puedes expresar con su magnitud: 50 alumnos, 36 grados, 16 años, etc.



Campo de vectores normal a la superficie de una caracol de mar. (divulgamat.net)

A continuación se te muestra un ejemplo de cantidad vectorial, trata de identificar sus características.

Si una persona está jugando fútbol y desea anotar gol, deberá calcular la fuerza mínima que debe aplicar a la pelota para que entre a la portería; pero supongamos que a esta persona después de conocer la fuerza que debe aplicar y la distancia a la que se encuentra la portería y el portero, le tapan los ojos, ¿sabrá hacia dónde patear?, la respuesta es no, pues sabrá con que fuerza patear la pelota pero no sabrá hacia donde ¿qué falta? Le falta la ubicación de la portería y del portero para aplicar correctamente su fuerza al patear y poder anotar un gol.

**EJERCICIO 10**



De manera individual contesta las siguientes preguntas, y posteriormente entrégalo a tu profesor para su revisión.

1) ¿De qué cantidades físicas trata el ejemplo de cantidad escalar?

---

---

2) ¿Qué característica identificas en estas cantidades escalares?

---

---

3) ¿De qué cantidad física trata el ejemplo de cantidad vectorial?

---

---

4) ¿Qué características identificas en el ejemplo de cantidad vectorial?

---

---

5) ¿Cómo defines una cantidad escalar?

---

---

6) ¿Cómo defines una cantidad vectorial?

---

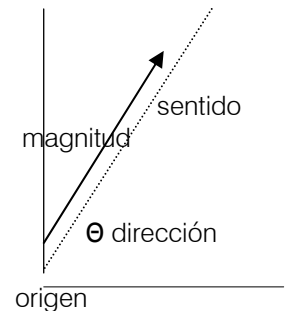
---



### 1.3.2. Características de los vectores

Un vector se representa gráficamente con una flecha ( $\rightarrow$ ) y algebraicamente con una letra en negrita ( $\mathbf{A}$ ) o con una flechita arriba ( $\vec{A}$ ). En un vector podemos encontrar los siguientes elementos

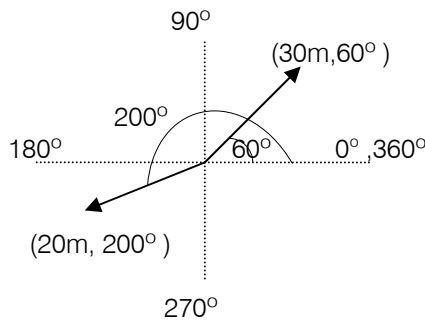
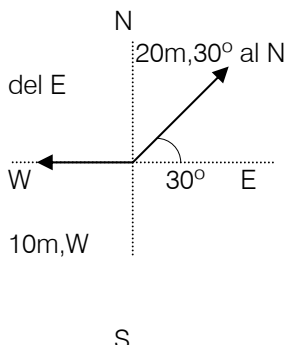
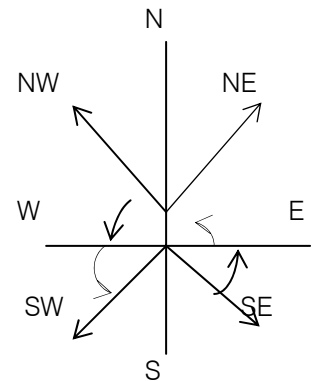
- 1) Punto de aplicación : es el origen del vector
- 2) Intensidad, módulo o magnitud: es el valor del vector, representado por la longitud de la flecha, la cual es dibujada a escala.
- 3) Dirección: la determina la línea de acción del vector y se determina respecto a un sistema de referencia, por lo regular se da en grados.
- 4) Sentido: hacia donde apunta la cabeza de la flecha



Se suele representar la magnitud de una cantidad vectorial con la misma letra que se usa para el vector, encerrada en barras verticales.

$$\text{Magnitud de } \mathbf{A} = |\mathbf{A}|$$

La dirección de un vector se indica respecto a un sistema de referencia; un sistema que se usa es el de los puntos cardinales y un segundo sistema que en nuestro curso será de gran utilidad es el plano de coordenadas cartesianas; en este sistema los ángulos se miden en contra del movimiento de las manecillas del reloj a partir de la posición del eje X positivo y la dirección se representa con la letra  $\Theta$  (theta).



A continuación y de manera individual resuelve lo que se te indica, y posteriormente entrégalo a tu profesor(a) para su revisión. En un plano puedes graficar los tres primeros vectores y en el otro plano los tres restantes.

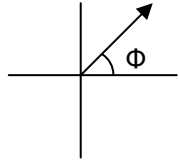
- I.- Traza los siguientes vectores utilizando una escala apropiada.
  - 1) Un vector  $d = 20\text{m}$  a  $60^\circ$  al N del W
  - 2) Un vector  $F = 12\text{ N}$  a  $40^\circ$  al S del E
  - 3) Un vector  $P = 30\text{ Kgf}$  hacia el S
- II.- Traza los siguientes vectores utilizando la escala que consideres apropiada.
  - 1)  $200\text{N}$  a  $120^\circ$
  - 2)  $500\text{m}$  a  $250^\circ$
  - 3)  $125\text{ m/s}$  a  $40^\circ$

#### EJERCICIO 11



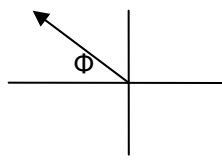
Habrán ocasiones en que no se te proporcionará directamente la dirección y sí el ángulo agudo  $\Phi$  (Phi), que es el ángulo que forma el vector con el eje X. A continuación se muestra como obtener la dirección en los cuatro cuadrantes.

I CUADRANTE



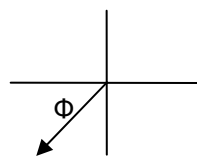
$$\theta = \Phi$$

II CUADRANTE



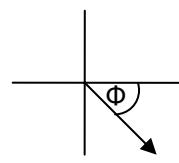
$$\theta = 180^\circ - \Phi$$

III CUADRANTE



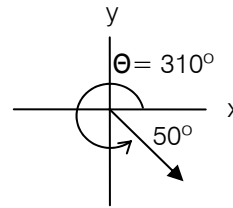
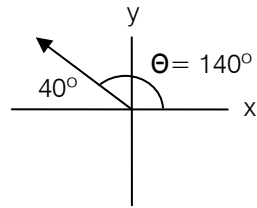
$$\theta = 180^\circ + \Phi$$

IV CUADRANTE



$$\theta = 360^\circ - \Phi$$

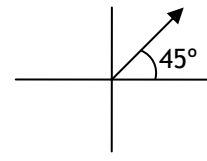
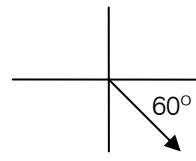
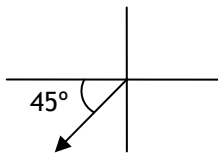
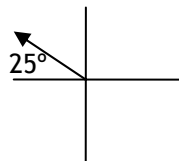
Ejemplo: determinar la dirección de los siguientes vectores.



**EJERCICIO 12**

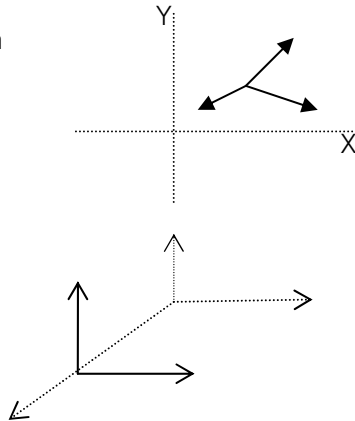


De forma individual determina la dirección de los siguientes vectores y posteriormente, entrégalo a tu profesor(a) para su revisión.

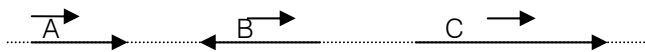


### 1.3.3. Representación gráfica de sistemas de vectores

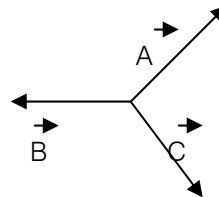
**Vectores coplanares:** se localizan en un mismo plano



**Vectores colineales:** son los que se encuentran en la misma línea de acción



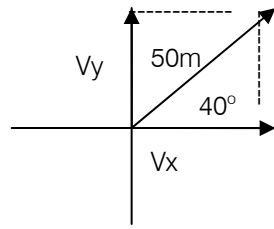
**Vectores concurrentes o angulares:** son vectores cuya dirección se corta o cruza en un solo punto.



### 1.3.4. Descomposición y composición rectangular de vectores por métodos gráficos y analíticos

Para componer o descomponer un sistema de vectores podemos aplicar métodos gráficos y el método analítico. La ventaja del método gráfico es que nos permite visualizar las cantidades vectoriales aunque tiene la desventaja que no suele ser muy preciso.

**Ejemplo 1.** Determinar por el método gráfico las componentes rectangulares de un vector de 50m a  $40^\circ$



$V_x$  = componente Horizontal  
 $V_y$  = componente Vertical

**PROCEDIMIENTO:**

Con una escala apropiada traza el vector (en este caso puede ser 1cm--- 10m, esto significa que la longitud del vector es de 5 cm) y con el transportador mide un ángulo de  $40^\circ$  desde el eje horizontal.

Partiendo del extremo del vector traza líneas punteadas hacia los ejes X y Y; donde se intersectan quedan los extremos de las componentes  $V_x$  y  $V_y$

Para encontrar el valor de ellas sólo mídelas y obtén su valor según tu escala.

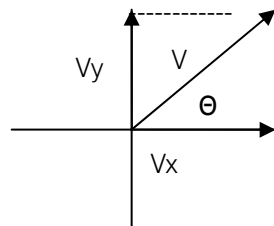
El método analítico tiene las ventajas de ser más preciso, útil y rápido porque se utilizan procedimientos trigonométricos.

**Descomposición de un vector en sus componentes rectangulares.**

Se llaman componentes de un vector aquellos que lo sustituyen en la descomposición. Se llaman componentes rectangulares si forman un ángulo de  $90^\circ$ .

**Ejemplo 2:** Determinar por el método analítico las componentes rectangulares del ejercicio anterior.

Las componentes rectangulares de un vector se pueden calcular en términos de su magnitud ( $V$ ) y su dirección  $\theta$ .



Para obtener las componentes se utilizan las siguientes funciones trigonométricas.

$$\cos \theta = \frac{V_x}{V} \qquad \text{Sen } \theta = \frac{V_y}{V}$$

Despejando:

$$V_x = V \cos \theta \qquad V_y = V \text{Sen } \theta$$

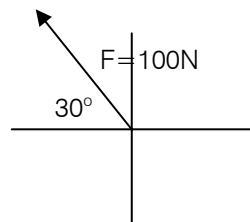
Por lo tanto, para calcular las componentes rectangulares del ejercicio anterior por el método analítico sólo aplicamos las fórmulas anteriores.

$$V_x = (50\text{m})(\cos 40^\circ) = 38.3 \text{ m}$$

$$V_y = (50\text{m})(\text{Sen } 40^\circ) = 32.13\text{m}$$

**Ejemplo 3:** Determinar las componentes rectangulares de una fuerza de 100N a  $30^\circ$  al N del W

Para que se te facilite el trabajo dibuja un plano y ubica tu vector.



$$V_x = (100\text{N})(\cos 150^\circ) = -86.6 \text{ N}$$

$$V_y = (100\text{N})(\text{Sen } 150^\circ) = 50\text{N}$$

El hecho de que la componente horizontal ( $V_x$ ) nos quede negativa significa que está ubicada sobre el eje X negativo.

De forma individual determina el signo de las componentes en los cuatro cuadrantes y posteriormente entrégalo a tu profesor(a) para su revisión

	I	II	III	IV
V <sub>x</sub>				
V <sub>y</sub>				

**EJERCICIO 13**

De manera individual determina las componentes rectangulares de siguientes vectores por el método gráfico y analítico, y posteriormente entrégalo a tu profesor para su revisión

- 1) Una fuerza de 200N a 45°
- 2) Un desplazamiento de 60m a 164°
- 3) Una velocidad de 85 km/h a 70° al S del E
- 4) Una aceleración de 5m/seg<sup>2</sup> a 60° al S del W

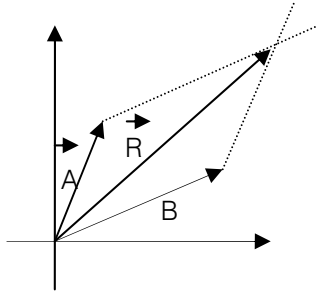
**EJERCICIO 14**

### 1.3.5. Operaciones de sistemas de vectores

#### Adición de vectores por el método gráfico

Al sumar dos o más cantidades vectoriales obtenemos un vector equivalente llamado resultante, el cual produce los mismos efectos que todos juntos. Si deseamos hacerlo gráficamente contamos con tres métodos los cuales se muestran a continuación.

1) **Método del paralelogramo:** se utiliza para sumar dos vectores concurrentes coplanares. El procedimiento se ilustra a continuación.



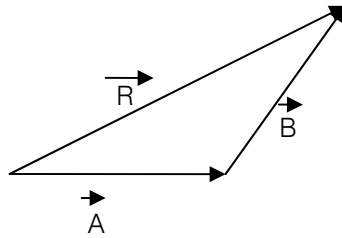
$$R = A + B$$

#### Procedimiento:

Se trazan los vectores utilizando una escala apropiada.

A continuación utilizando tus escuadras traza una paralela al vector A a partir de B y una paralela al vector B, a partir de A. La resultante es la línea que une el origen con el punto donde se intersecan las paralelas.

- 2) **Método del triángulo:** se aplica para dos vectores concurrentes y coplanares.



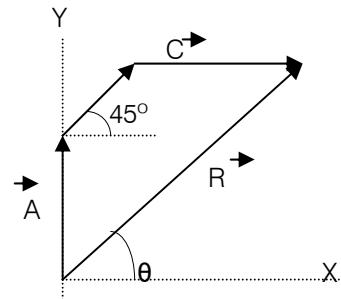
**Procedimiento:**

Se trazan los vectores utilizando una escala apropiada.  
 Traza el vector B en el extremo de A. Une el origen con el extremo del vector B.  
 Para calcular la resultante mide la longitud y determina su valor según tu escala.  
 También se puede llevar el vector A al extremo de B y se obtiene el mismo resultado.

- 3) **Método del polígono:** se utiliza para sumar dos o más vectores concurrentes y coplanares.

Lee el siguiente problema.  
 Observa el dibujo donde se aplica el método del polígono y posteriormente contesta las preguntas del recuadro.

Un barco recorre 50Km al Norte durante el primer día de viaje, 30 Km al Noreste el segundo día y 60 Km hacia el Este el tercer día. Encontrar la magnitud del desplazamiento y la dirección.



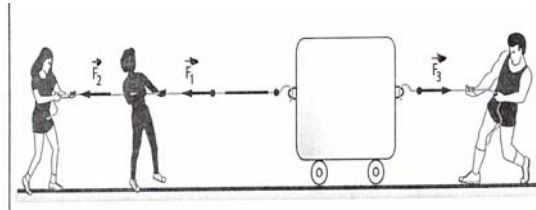
- 1) ¿Cómo se ubican los vectores? \_\_\_\_\_
- 2) ¿Cómo se obtiene la resultante? \_\_\_\_\_
- 3) Resuelve este problema aplicando una escala de 1:10
- 4) ¿Crees que el resultado cambie si se invierte el orden en que se acomodan los vectores? \_\_\_\_\_
5. Comprueba tu respuesta anterior

**SUMA DE VECTORES POR EL MÉTODO ANALÍTICO.**

- a) **Suma de vectores colineales:** la resultante se obtiene sumando algebraicamente los módulos de los vectores, teniendo en cuenta el signo de X o Y.

**Ejemplo:** En el dibujo que se muestra a continuación, las mujeres jalan el carro con una fuerza  $F_1 = 300\text{N}$  y  $F_2 = 250\text{N}$  mientras que el joven lo jala con una fuerza  $F_3 = 500\text{N}$  ¿Hacia dónde se moverá el carro?.

$R = F_1 + F_2 + F_3$   
 $R = -300\text{N} - 250\text{N} + 500\text{N}$   
 $R = -50\text{N}$   
 El signo menos indica el sentido.



2) **Suma de vectores perpendiculares:** para obtener la suma de este tipo de vectores se realiza lo siguiente.

Para obtener la magnitud (aplicamos el teorema de Pitágoras)

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

Para determinar la dirección

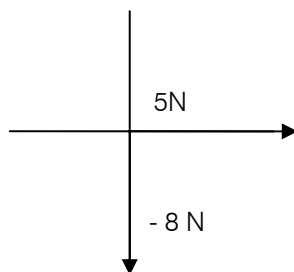
$$\tan \theta = \frac{B}{A}$$

Si el vector A o B es negativo, es más fácil determinar el ángulo agudo  $\phi$ . Entonces la fórmula se convierte en:

$$\tan \phi = \left| \frac{B}{A} \right|$$

Los signos de los vectores A y B, determinan el cuadrante donde está la resultante y de esta forma calculamos la dirección

**Ejemplo:** ¿Cuál es la resultante de una fuerza de 5 N dirigida hacia la derecha y una de 8N dirigida hacia abajo?



$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$R = \sqrt{(-5\text{N})^2 + (-8\text{N})^2}$$

$$R = 9.43 \text{ N}$$

$$\tan \phi = \left| \frac{-8\text{N}}{5\text{N}} \right|$$

$$\phi = 57.99^\circ$$

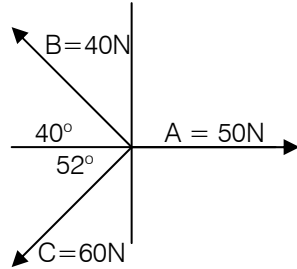
$$\theta = 360^\circ - 58^\circ \text{ (IV Cuadrante)}$$

$$\theta = 302^\circ$$

**c) Suma de vectores concurrentes y coplanares.**

El procedimiento se muestra con un ejemplo.

Ejemplo 1: Tres sogas están atadas a una estaca y sobre ella actúan tres fuerzas como se indica en la figura. Determinar la fuerza resultante.



**PROCEDIMIENTO:**

- 1) Se determinan las componentes rectangulares de cada vector.
- 2) Se obtiene una resultante de las componentes horizontales (Rx) y una de las verticales (Ry).

Tabla de componentes

Vector	$\theta$	Vx	Vy
A=50N	0°	Ax=50N	Ay= 0
B=40N	140°	Bx=- 30.64N	By= 25.71N
C=60N	232°	Cx=- 36.93N	Cy=-47.28N
		Rx=- 17.57N	Ry=-21.57N

- 3) Se calcula la magnitud de de la resultante aplicando el teorema de Pitágoras.

$$R = \sqrt{(R_x)^2 + (R_y)^2} \quad R = \sqrt{(-17.57N)^2 + (-21.57N)^2} \quad R = 27.82N$$

- 4) Se determina el ángulo agudo  $\phi$ .

$$\tan \phi = \left| \frac{R_y}{R_x} \right| = \left| \frac{-21.57 N}{-17.57 N} \right|$$

$$\phi = 50.835^\circ$$

- 5) Se determina la dirección de la resultante (observa los signos de Rx y Ry para saber en que cuadrante queda R); en este caso las dos son negativas, por lo tanto:

$$\theta = 180^\circ + \phi \quad \theta = 180^\circ + 50.835^\circ = 230.835^\circ$$























## TAREA 5

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Efectúa las operaciones que se indican y posteriormente entrégalo a tu profesor(a) para su revisión.

a) Convierte los siguientes números escritos en notación decimal a notación científica.

1) 50 000=

6) 435000000=

2) 840=

7) 84056000=

3) .0093=

8) 284.6=

4) 2497.87=

9) .043=

5) .725=

10) .000087=

b) Convierte los siguientes números a notación decimal.

1)  $3 \times 10^6 =$

6)  $2.15 \times 10^{-1} =$

2)  $4.5 \times 10^3 =$

7)  $8.456 \times 10^2 =$

3)  $8.63 \times 10^5 =$

8)  $1.23 \times 10^{-2} =$

4)  $2.945 \times 10^{-5} =$

9)  $9.45 \times 10^{-3} =$

5)  $1.83 \times 10^{-4} =$

10)  $8.2 \times 10^{-6} =$

c) En los siguientes problemas, reduce y expresa el resultado como un solo número escrito en notación científica.

1)  $(6\ 000)(84\ 000\ 000) =$

2)  $(3 \times 10^{-4})(2 \times 10^{-6}) =$

3)  $(9 \times 10^9)(3 \times 10^{-6})(6 \times 10^{-3}) =$

4)  $(4 \times 10^{-4})(3 \times 10^{-6})^2 =$

5)  $\frac{(9 \times 10^9)(8 \times 10^{-9})^2}{4 \times 10^{-3}} =$

6)  $\sqrt{[(5 \times 10^6)(8 \times 10^{14})]} =$

7)  $6 \times 10^5 + 7 \times 10^4 =$

8)  $9.54 \times 10^{-6} - 4.2 \times 10^{-5} =$














**AUTOEVALUACIÓN**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Lee cuidadosamente y responde los siguientes cuestionamientos, rellenando el círculo de la opción correcta.

1. Es un ejemplo de fenómeno físico.
  - A La respiración.
  - B La oxidación.
  - C La caída libre de los cuerpos.
  - D La combustión.
  
2. Rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos que se mueven a velocidades pequeñas comparadas con la velocidad de la luz.
  - A Mecánica clásica.
  - B Mecánica cuántica.
  - C Relatividad.
  - D Termodinámica.
  
3. Esta unidad patrón es igual a la longitud de la trayectoria de una onda luminosa en el vacío en un tiempo de 1 \_\_\_\_ seg.  
299 792 458
  - A Kilogramo.
  - B Segundo.
  - C Metro.
  - D Candela.
  
4. Al expresar la suma de  $4.8 \times 10^{-3}$  miligramos y  $9.2 \times 10^5$  nanogramos en miligramos, obtenemos:
  - A  $9.248 \times 10^{-4}$ .
  - B  $4.8092 \times 10^{-3}$ .
  - C  $9.248 \times 10^{-1}$ .
  - D  $9.2 \times 10^5$ .
  
5. Una llave gotea agua a razón de 1 gota cada 1.5 segundos. Un centímetro cúbico contiene 20 gotas. ¿Cuál será el volumen del agua desperdiciada en decímetros cúbicos en media hora?.
  - A  $001 \text{ dm}^3$ .
  - B  $06 \text{ dm}^3$ .
  - C  $6 \text{ dm}^3$ .
  - D  $6 \text{ dm}^3$ .

6. Dadas las potencias  $7 \times 10^4$ ,  $3 \times 10^{-5}$ ,  $2 \times 10^{-3}$  y  $10^3$  es correcto afirmar que:
- Ⓐ  $2 \times 10^{-3} < 3 \times 10^{-5} < 10^3 < 7 \times 10^4$ .
  - Ⓑ  $7 \times 10^4 > 10^3 > 2 \times 10^{-3} > 3 \times 10^{-5}$ .
  - Ⓒ  $10^3 > 3 \times 10^{-5} > 2 \times 10^{-3}$ .
  - Ⓓ  $3 \times 10^{-5} < 7 \times 10^4 < 10^3$ .
7. Son las unidades fundamentales de longitud, masa y tiempo del S I.
- Ⓐ Pie, libra masa, segundo.
  - Ⓑ centímetro, gramo, segundo.
  - Ⓒ Pie, Slugg, segundo.
  - Ⓓ Metro, Kilogramo, segundo.
8. Un camión viaja a 90Km/h, mientras que un automóvil lo hace a 25 m/s ¿Cuál se mueve más rápido?
- Ⓐ Camión
  - Ⓑ Automóvil
  - Ⓒ Los dos viajan con la misma rapidez.
  - Ⓓ No podemos saberlo.
9. Una masa de hielo de 920 Kg ocupa un volumen de  $1 \text{ m}^3$  y 1 g de agua ocupa un volumen de  $1 \text{ cm}^3$ . ¿Cuál ocupa mayor masa por unidad de volumen?
- Ⓐ Agua.
  - Ⓑ Hielo.
  - Ⓒ Tiene la misma densidad.
  - Ⓓ No se puede determinar.
10. Este tipo de error es originado cuando la persona que está realizando la medición no está ubicada en forma perpendicular al plano de la graduación del instrumento de medición.
- Ⓐ Aleatoria.
  - Ⓑ Estocástico.
  - Ⓒ Circunstancial.
  - Ⓓ Paralaje.
11. ¿Qué instrumento de medición utilizarías para medir con la mayor precisión el diámetro de un tubo de ensayo?
- Ⓐ Calibrador Vernier.
  - Ⓑ Regla graduada de madera.
  - Ⓒ cinta de costura.
  - Ⓓ Flexómetro.



12. Un estudiante sale del Cobach y camina 500m hacia el Este y después 800m hacia el Sur ¿Qué tan lejos se encuentra en línea recta de la escuela?
- Ⓐ 1300 m, 32° al S del W.  
Ⓑ 943.4m, 58° al S del W.  
Ⓒ 1300m, 32° al S del E.  
Ⓓ 943.4m, 58° al S del E.
13. Un río fluye hacia el Sur a 30Km/h. Una lancha se puede mover a 60Km/h en aguas tranquilas; Si la lancha cruza este río hacia el Oeste ¿Qué tan rápido se mueve la lancha y en que dirección?
- Ⓐ 67Km/h a 206.6°.  
Ⓑ 67Km/h a 26.6°.  
Ⓒ 67Km/h a 63.4°.  
Ⓓ 67Km/h a 243.4°.
14. Calcula la resultante de las siguientes fuerzas aplicando el método analítico:  $F_1=250\text{N}$  a  $30^\circ$ ,  $F_2= 330\text{N}$  a  $300^\circ$  y  $F_3 = 500\text{N}$  a  $250^\circ$ .
- Ⓐ 664.8 a  $71.5^\circ$   
Ⓑ 664.8 N a  $108.5^\circ$ .  
Ⓒ 664.8 N a  $288.5^\circ$ .  
Ⓓ 664.8N a  $341.5^\circ$ .

### ESCALA DE MEDICIÓN DEL APRENDIZAJE

- Si todas tus respuestas fueron correctas: **excelente**, por lo que te invitamos a continuar con esa dedicación.
- Si tienes de 8 a 9 aciertos, tu aprendizaje es **bueno**, pero es necesario que nuevamente repases los temas.
- Si contestaste correctamente 7 ó menos reactivos, tu aprendizaje es **insuficiente**, por lo que te recomendamos solicitar asesoría a tu profesor.

*Consulta las  
claves de  
respuestas en la  
página 153.*





**EJERCICIO DE  
REFORZAMIENTO 1**

Nombre \_\_\_\_\_  
 No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** De forma individual resuelve los siguientes problemas y entrégalo a tu profesor(a) para su revisión.

1. Una cancha de fútbol tiene 328 pies de largo y 197 pies de ancho. ¿Cuánto mide el largo y ancho de la cancha en metros, kilómetros, centímetros, megametros y millas?
2. La longitud de un libro es de 25.5 cm y su anchura es de 180mm. Expresa el área superficial del libro en pies cuadrados y metros cuadrados.
3. En una carretera federal se lee que el límite de la rapidez establecido es de 80Km/h. ¿ A cuánto equivale esta rapidez en metro sobre segundo, pie sobre segundo y milla sobre hora?
4. Un objeto experimenta un desplazamiento de 80 Km en una dirección de  $30^\circ$  con respecto a la horizontal. Calcular sus componentes rectangulares por el método gráfico y analítico.
5. ¿Cuál es la resultante de sumar una fuerza de 200N hacia el Norte y 300N hacia el Oeste? Utiliza los métodos gráfico y analítico para determinar la resultante.
6. Se tiene dos fuerzas  $F_1 = 50\text{N}$  y  $F_2 = 30\text{N}$ , determina la resultante de ambas fuerzas en los siguientes casos aplicando el método analítico.
  - a) Las fuerzas tiene la misma dirección ( $\theta = 0^\circ$ )
  - b) Las fuerzas tienen dirección horizontal y sentidos opuestos ( $F_1$  apunta a  $180^\circ$ ).
  - c) Las fuerzas son perpendiculares, la dirección de  $F_1$  es  $0^\circ$ .
  - d)  $F_2$  forma un ángulo de  $130^\circ$  con  $F_1$ ,  $F_1$  está a  $40^\circ$  con respecto a un eje horizontal.
- 6.- Luis, Laura y Diana están jalando una mochila; Luis jala con 550N hacia el Este, Laura con 350N a  $40^\circ$  al N del W y Diana con 400N hacia el Sur. ¿Cuál será la fuerza resultante y hacia dónde se moverá la mochila? Obtén la magnitud y dirección de la resultante aplicando el método gráfico del polígono y el método analítico.





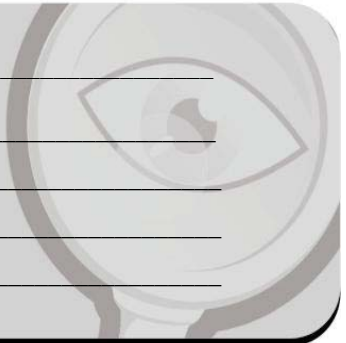
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



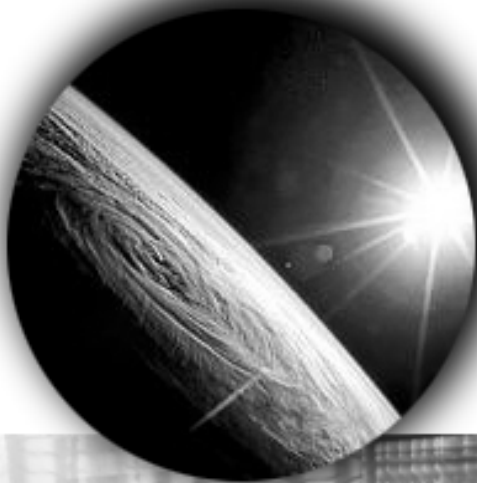
# Unidad 2

## Movimiento



Si volteamos a nuestro entorno podemos ver que estamos rodeados de personas, objetos y animales, que están en reposo o en movimiento. Según nuestra apreciación, podemos afirmar que un edificio o un árbol están en reposo respecto a nosotros, o podemos decir que un auto se mueve, que una hoja del árbol cae, o podemos sentir, cuando estamos dentro del elevador del edificio, que se mueve y nos lleva de un piso a otro y en realidad nosotros nos movemos junto con él respecto al edificio.

Así pues podemos darnos cuenta que nuestra vida diaria y el Universo están ligados a un constante movimiento. En esta unidad enfocaremos nuestro estudio a la descripción del movimiento.



### **Objetivos:**

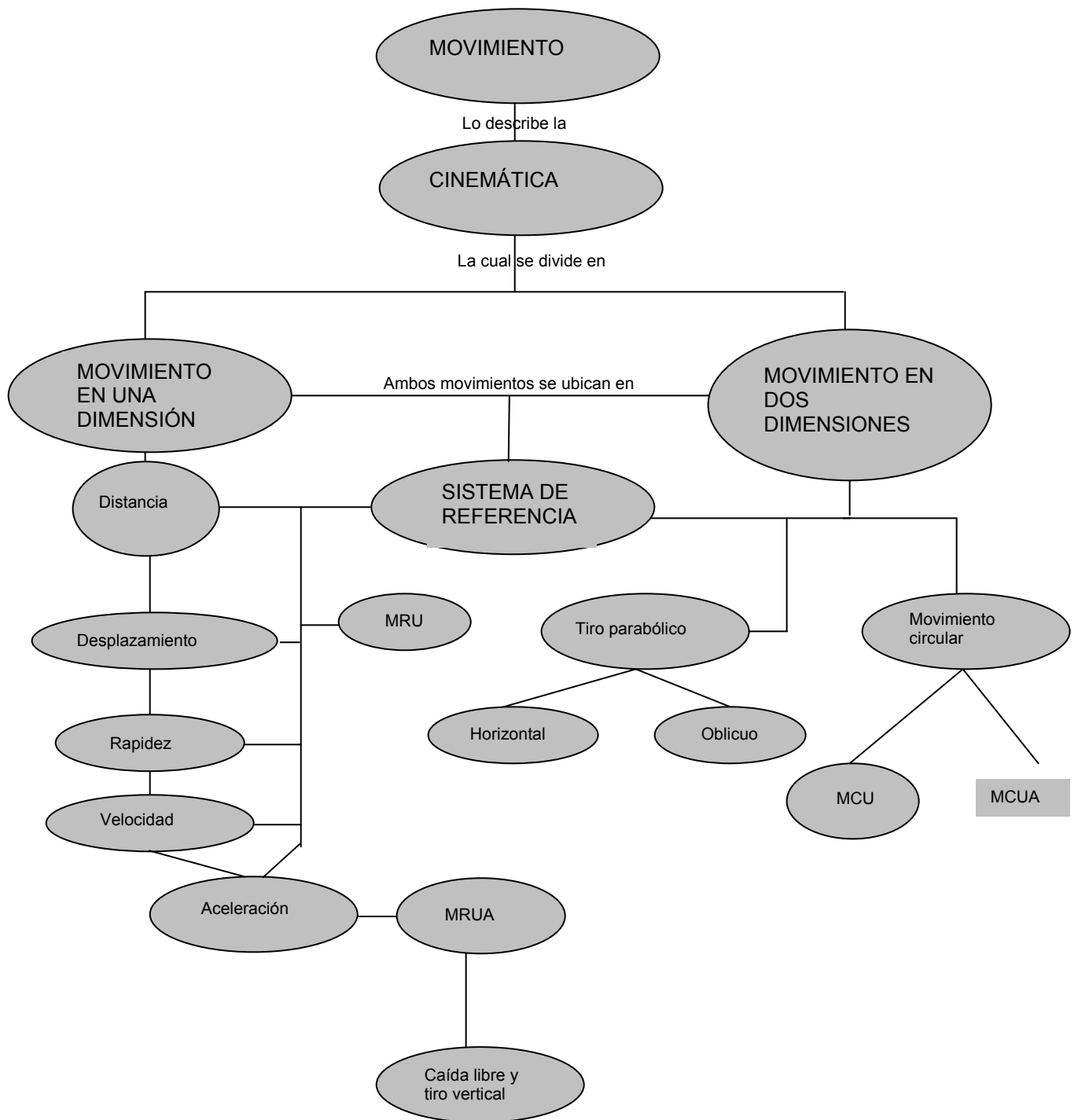
#### *El alumno:*

Realizará predicciones respecto al comportamiento de cuerpos móviles en una y dos dimensiones, por medio de la observación sistemática de las características de los patrones de movimiento que se muestran en ambos tipos, mostrando objetividad y responsabilidad.

### **Temario:**

#### **CINEMÁTICA:**

- Movimiento en una dimensión.
- Movimiento en dos dimensiones.



## 2.1 MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN

¿Qué haces por la mañana?, Habrás pensado, me levanto, me baño, me cambio y voy a desayunar, si es que me alcanza el tiempo, luego me dirijo al colegio. Todo esto implica movimiento: al cepillarte los dientes, al peinarte, al ponerte tu ropa y luego cuando te diriges al colegio puede ser que lo hagas en un transporte o caminando; como sea que lo hagas, realizas un cambio de posición, pues bien, ese cambio de posición lo ubicamos con respecto a un sistema de referencia lo definimos como **movimiento**, donde la posición es el lugar en el que se encuentra el objeto, respecto a un punto de referencia, en un momento determinado.

La rama de la física que se encarga del estudio del movimiento es la mecánica, la cual se divide en dos subramas: cinemática y dinámica; la primera *describe los diferentes tipos de movimiento sin detenerse a analizar el porque ocurren*, y la segunda *analiza el porque ocurren*.

### 2.1.1. Sistemas de referencia absoluto y relativo

Si tu posición en éste momento es la de estar sentado o parado en el salón de clases, estas en reposo, lo mismo puedes decir de un libro sobre el mesabanco o del pizarrón en la pared se encuentran en reposo y si vez pasar un camión dices que se encuentra en movimiento porque automáticamente tomas a la tierra como tu sistema de referencia sin darte cuenta, pero los asientos del camión se encuentran en reposo con re pero tu y la tierra se mueven respecto al sol, y el sol respecto a la galaxia; esto nos permite entender que el movimiento puede ser descrito de diferentes maneras dependiendo del sistema de referencia en el que se le ubique.

El sistema absoluto, considera como referencia a un punto u objeto fijo, mientras que el sistema relativo, considera un punto u objeto móvil. Imagina que te encuentras en la siguiente situación: Vas de viaje en automóvil y te rebasa un autobús, en ese instante, un agente federal de caminos estacionado al lado de la carretera (sistema absoluto), determina a través de su pistola radar que tú velocidad es de 90 km/h. y la del autobús de 95 km/h. Para ti como sistema relativo la velocidad del camión es de 5 km/h.



Figura 2.1

Para nuestro estudio de cinemática, los cambios de posición serán ubicados en un sistema de coordenadas cartesianas. Así el movimiento en una dimensión se orienta a lo largo de uno de los ejes, quedando referenciadas la posición inicial y final respecto al origen del sistema.

### 2.1.2. Distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración

El movimiento puede describirse en parte especificando qué tan lejos viaja un objeto al cambiar de posición, es decir, qué distancia recorre. **Distancia (d)**. Se define como la longitud del trayecto recorrido por un objeto al moverse de un lugar a otro. Así, si consideramos tu casa como tu posición inicial y al colegio como posición final, el camino que recorres (que puede ser diferente de un día a otro) es la trayectoria y su longitud es la distancia. La distancia es una cantidad escalar que no tiene dirección sólo magnitud y su unidad en el sistema internacional es el metro y en el sistema inglés el pie (ft) pero se expresa también en kilómetros, millas, centímetros, yardas, etc.

**Desplazamiento (s).** Es la longitud de la recta dirigida de un punto a otro. En el movimiento el desplazamiento es la recta que une a la posición inicial con la final. Se clasifica como vector y su magnitud puede ser igual o menor a la de la distancia, pero con dirección. Se expresa en m, ft, km, mi, etc. y una dirección.

Ver figura 2.2

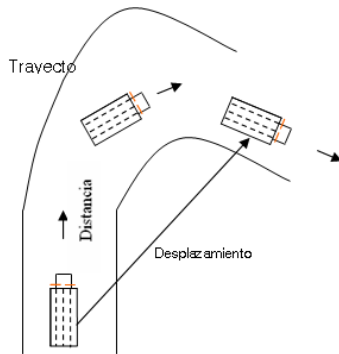


Figura 2.2

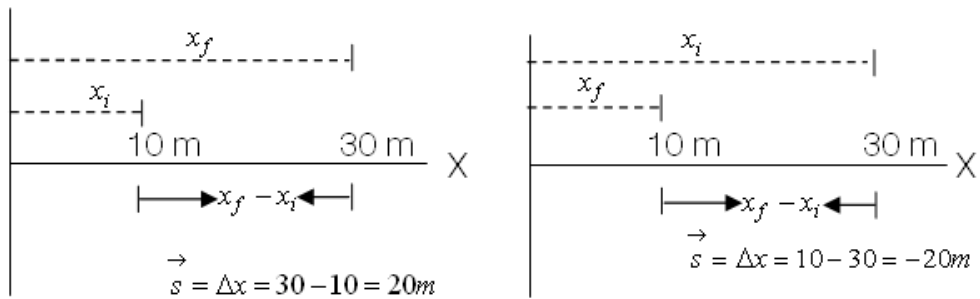
El movimiento en una dimensión se refiere a un movimiento horizontal (orientado en el eje X) ó a un movimiento vertical (orientado en el eje Y). Así al ubicar el movimiento a lo largo del eje X la posición inicial se denota por  $x_i$  y la final por  $x_f$  de ésta manera, el desplazamiento lo podemos expresar.

$$\vec{s} = \Delta x = x_f - x_i$$

Ecuación 2.1

Donde la letra griega delta ( $\Delta$ ), indica diferencia entre dos cantidades.

Gráfica 2.1 Ejemplo 2.1



Es importante aclarar que en el movimiento en una dimensión ubicado a lo largo de uno de los ejes de coordenadas, las operaciones con vectores, se realizan de una manera muy sencilla como lo muestra el ejemplo anterior.

**EJERCICIO 1**



**Resuelve los siguientes ejercicios y comenta tus resultados con tus compañeros y profesor.**

1. La posición inicial, final y desplazamiento de una partícula son.
  - a)  $X_i = 20$ ,  $X_f = 6$  ¿Cuánto se desplazó?
  - b)  $X_i = 10$ ,  $\Delta X = -15$ , ¿Cuál es la posición final de la partícula?
2. Un deportista trota de un extremo a otro de una pista recta de 80m.
  - a) ¿Cuál es su desplazamiento de ida?
  - b) ¿Cuál es su desplazamiento de regreso? (tomando como dirección negativa de regreso)
  - c) ¿Cuál es su desplazamiento en el trote total?



**Rapidez media** ( $\bar{r}$ ) Es la distancia que recorre un objeto dividida entre el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia, como la distancia y el tiempo son cantidades escalares, también lo es la rapidez, la cual se expresa en m/s (SI), ft/s (S, Inglés), km/h., mi/h. etc. y nos indica únicamente lo rápido que se mueve el objeto.

$$\bar{r} = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

**Velocidad media** ( $\bar{v}$ ): Es el cociente del desplazamiento  $\Delta x$  de la partícula entre el intervalo de tiempo total  $\Delta t$ , a diferencia de la rapidez, la velocidad es un vector, se expresa en m/s, ft/s, etcétera y una dirección. En el sistema de coordenadas el signo del desplazamiento establece la dirección de la velocidad.

Ver figura 2.3.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{x_f - x_i}{t} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

La cual despejada para posición final queda  $x_f = x_i + \bar{v}t$ , donde  $\bar{v}t$  es el incremento o decremento del desplazamiento según sea el signo de la velocidad media.

En la descripción del movimiento la velocidad da información referente a la rapidez y dirección del movimiento del objeto. Si la trayectoria es en línea recta y la dirección no cambia, la rapidez y la velocidad son iguales, pero si se invierte la dirección, la velocidad se considera negativa, ver Fig. 2.3

A la razón de cambio de la velocidad y el tiempo, se le define como **aceleración media** ( $\bar{a}$ ), la cual también es un vector y nos indica la rapidez con que cambia la velocidad, se expresa en unidad de longitud por unidad cuadrada de tiempo, m/s<sup>2</sup>, ft/s<sup>2</sup>, y la dirección del vector aceleración será la misma que la dirección de cambio de velocidad resultante.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{v_f - v_i}{t} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Donde  $v_i$  y  $v_f$ , son la velocidad inicial y final respectivamente.

Despejada para velocidad final queda  $v_f = v_i + \bar{a}t$ , donde  $\bar{a}t$  es el incremento o decremento de la velocidad según sea el signo de la aceleración.

En esta sección se describirán los diferentes tipos de movimiento rectilíneo, esto es, movimiento con: **rapidez media, velocidad media, velocidad constante, aceleración media y aceleración constante.**

Figura 2.2

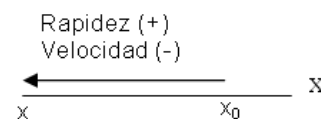
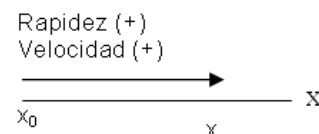


Figura 2.3

**RAPIDEZ MEDIA.**

Cuando un objeto experimenta un cambio de posición en línea recta puede ser que recorra distancias iguales en la unidad sucesiva de tiempo, esto es, a una **rapidez constante**. Aunque frecuentemente el objeto no se mueve con rapidez constante, esto es, recorre distancias diferentes en intervalos de tiempos iguales, y así la distancia total recorrida por un objeto durante un período de tiempo es a menudo el resultado de una rapidez media.

**Ejemplo 2.2.** Si la distancia entre una ciudad A y una ciudad B es 140km. y un automóvil la recorre con una rapidez promedio de 25 m/s ¿cuál es el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia en segundos?

Razonamiento. Conocemos la rapidez media y la distancia, el tiempo se obtiene de la ecuación 2.2 despejada para tiempo.

$$\text{Esto es, } t = \frac{140000m}{25m/s} = 5600s$$

**EJERCICIO 2**

**Resuelve los siguientes problemas en equipo de tres integrantes y comenten sus resultados con su profesor.**

1. Durante una carrera de los 400m, a un corredor le tomo 52s. en llegar a la meta. ¿Cuál es su rapidez media, en (a) m/s y (b) ft/s?
2. Un electrón recorre un tubo al vacío de 2m de largo en  $2.2 \times 10^{-3}$  segundos. ¿Cuál es su rapidez media en km/h?
3. El tiempo necesario para que la luz del sol llegue a la tierra es de 8.3 min. y su rapidez media es de  $3.0 \times 10^8$  m/s. ¿Qué tan lejos se encuentra la tierra del sol, en km?
4. Tu viajas en una carretera recta y plana a 90km/h y otro automóvil te rebasa, si el velocímetro del otro auto marca 110km/h ¿Cuál es la rapidez del otro auto relativa a ti?



Figura 2.4

Si hacemos un análisis más detallado del movimiento tomando un intervalo de tiempo muy pequeño, cercano a cero,  $\Delta t \rightarrow 0$  la rapidez media se convierte en rapidez instantánea, la cual nos da información más precisa de lo rápido que se mueve el objeto en un instante dado. En un automóvil es la lectura de lo que llamamos erróneamente velocímetro, porque esa lectura indica la rapidez del auto, en el momento en el que lo observas.

**Velocidad media.**

Si al describir el movimiento de un objeto se establece su posición inicial y final, entonces se sabe hacia que dirección se mueve, esto es, su desplazamiento. Sin embargo, cuando realizamos un viaje de una ciudad A a una ciudad B, la mayoría de la veces el trayecto tiene tramos curvos (cambios de dirección) Fig. 2.4, tramos rectos, casetas de cobro (velocidad cero), etc. todo esto ocasiona que hagamos el recorrido con diferentes velocidades. Pero en la velocidad media de todo el recorrido se considera únicamente la diferencia de la posición inicial y la posición final, el desplazamiento A – B, dividido por el intervalo de tiempo que dura el recorrido.

**Ejemplo 2.3.** Una camioneta se encuentra en el kilómetro 70 de una carretera recta y plana al inicio de la observación, media hora después, en el kilómetro 20.

- ¿Cuál es su velocidad promedio?
- ¿Si transcurren 42 minutos desde el inicio de la observación, cuál es su posición en km?

Razonamiento: La velocidad promedio y la posición se obtienen de la ecuación 2.3

- Dado.

$$x_i = 70km$$

$$x_f = 20k$$

Solución  $\bar{v} = \frac{20km - 70km}{0.5h} = -100km/h$

- Ahora se conoce, además de la posición inicial, la velocidad promedio y el tiempo.

Solución  $x_f = 70km - 100km/h(0.7h) = 0$

**Resuelvan los siguientes problemas en equipo de tres integrantes y comenten sus resultados con otros equipos.**

- La posición inicial de una partícula es  $x = -3m$  y se mueve con una velocidad media de 4 m/s durante 2 segundos. ¿En qué posición se encuentra al cabo de dicho intervalo de tiempo?
- Un automóvil de carreras logra la mitad de su recorrido en una pista circular de 1312ft de radio en 20 segundos. ¿Cuál es su velocidad media en m/s?
- Un automovilista conduce 100millas de una ciudad a otra, a través de una carretera recta y plana en 1.3h y de regreso lo hace en 1.7h. ¿Cuál es su velocidad media en: a) la ida, b) el regreso, c) el viaje redondo?

**EJERCICIO 3**



**TAREA 1**



*Página 77.*

Gráfica Desplazamiento-tiempo para movimiento rectilíneo no uniforme

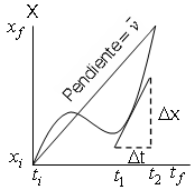


Figura 2.5. La pendiente de la recta que une los puntos  $(x_i, t_i)$   $(x_f, t_f)$  es la velocidad media

Al igual que la rapidez, cuando  $\Delta t$  se aproxima a cero, obtenemos la velocidad instantánea ( $v$ ) la cual nos indica la rapidez y dirección del movimiento del objeto en un instante dado y es igual a la pendiente de la recta tangente a la curva en un punto. Ver figura 2.5

### 2.1.3. Movimiento rectilíneo uniforme

Este tipo de movimiento implica **Velocidad constante**, esto es que el objeto efectúe desplazamientos iguales en la unidad sucesiva de tiempo.

**Ejemplo 2.4** Si un automóvil se mueve en una carretera plana y recta y si su velocímetro indica 80km/h, al cabo de una hora habrá recorrido 80km, en dos 160km, en 3.0h 240km,

El análisis gráfico nos permite ver de una manera más detallada lo que el texto del problema nos dice.

Así el análisis gráfico del ejemplo 2.4 se muestra en la gráfica 2.3



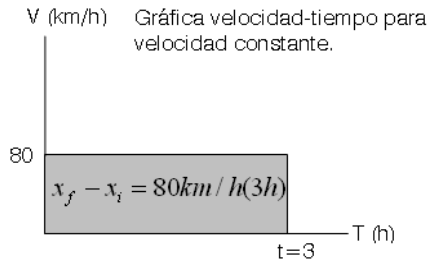
Grafica 2.3 (a)



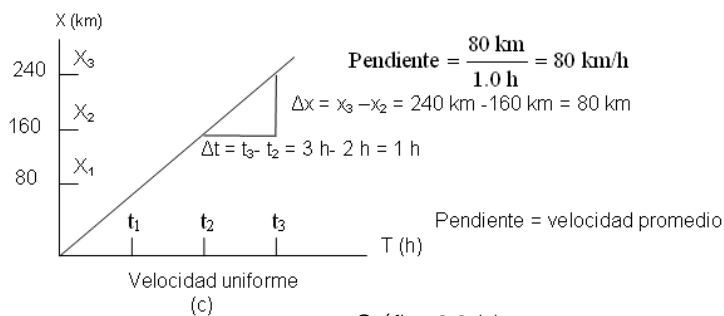
Figura 2.6

$\Delta x$ (km)	$\Delta t$ (h)	Tiempo	$\Delta x/\Delta t$
80	1.0	80 km/1.0 h = 80 km/h	
160	2.0	160 km/2.0 h = 80 km/h	
240	3.0	240 km/3.0 h = 80 km/h	

Tabulación 2.3 (b)



Gráfica de posición contra tiempo para el automóvil que se mueve uniformemente en la dirección  $x$  positiva, de esta manera  $\bar{v} = v$  instantánea, en cualquier instante.



Gráfica 2.3 (c)

En la figura 2.3 (c), la gráfica nos muestra que el valor numérico de la pendiente,  $\Delta x/\Delta t$ , es la magnitud de la velocidad promedio y además por ser positiva, nos indica que  $x$  aumenta con el tiempo, así que el movimiento es en la dirección positiva de  $x$ .

Si el objeto regresa a su punto de partida, lo hace siguiendo una dirección negativa en  $X$ , y su posición contra tiempo queda como se muestra en la gráfica 2.3 (d).

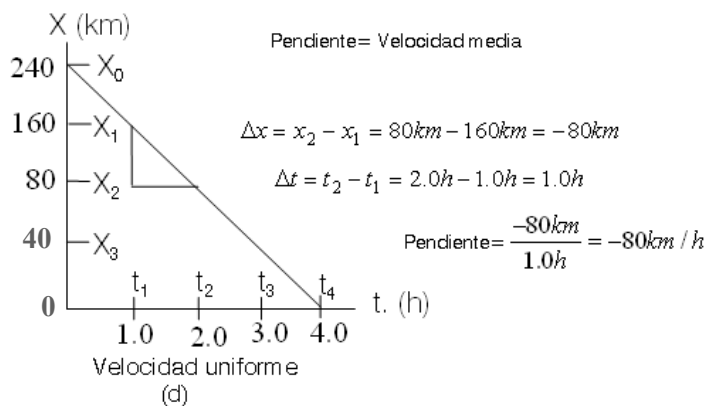


Figura 2.7

Una pendiente negativa indica que  $x$  disminuye con el tiempo, así que el movimiento es en la dirección  $x$  negativa.

De la ecuación 2.3 para  $X$  tenemos que si  $x_f = 240 \text{ km}$  de la gráfica, entonces.

$$x_f = 240 \text{ km/h} + (-80 \text{ km/h})(3.0 \text{ h}) = 0 \text{ km}$$

Cuando un objeto cambia su velocidad, puede ser que dicho cambio se deba a una variación de la magnitud, a una variación de la dirección ó a ambas cosas, cualquiera que sea el motivo, la variación de la velocidad en el tiempo, origina una aceleración y viceversa. La variación de la velocidad por un cambio en la dirección se analizará en el tema 2.2

## TAREA 2



Página 79.

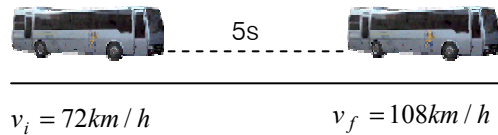


Figura 2.8

### Aceleración media

Pero, ¿cómo es en realidad tu ir y venir a la escuela?, consideremos el supuesto de que lo haces en automóvil. Tu viaje inicia en una velocidad cero, luego aumenta, disminuye y así hasta que llegas a tu casa o al colegio, y así la variación de la velocidad de tu trayecto es resultado de una aceleración media.

Ejemplo 2.5. Un autobús se mueve con una velocidad de 72km/h en el instante en el que se inicia la observación, cuando han transcurrido 5s, su velocidad es de 108km/h ¿Cuál es su aceleración media en  $\text{m/s}^2$ ?

Razonamiento. Para calcular la aceleración media hacemos uso de la ecuación 2.4. ¿Los datos están en el mismo sistema de unidades?

A éste resultado debes llegar.  $\bar{a} = \frac{30 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$

#### EJERCICIO 4



**Resuelvan los siguientes problemas en equipo de tres integrantes y comenten sus resultados con su profesor**

1. Una lancha se mueve a 18 m/s en el momento en que se apaga el motor, si el roce con el agua le produce una desaceleración media de 3  $\text{m/s}^2$ , ¿en cuánto tiempo llega al reposo?
2. Un auto deportivo puede acelerar de 0 a 50 mi/h en 4 s. ¿Cuál es la magnitud de la aceleración media en  $\text{m/s}^2$ ?
3. Un avión necesita 10 s para despegar de la pista y una aceleración media de 20  $\text{m/s}^2$ . ¿A qué velocidad despega en km/h, si parte del reposo?

#### TAREA 3



Página 81.

Al igual que la velocidad instantánea, la aceleración instantánea, es la aceleración en un instante dado.

En los casos de aceleración constante, la aceleración media es igual a la aceleración instantánea.  $\bar{a} = a$  y la ecuación 2.4 queda.  $v_f = v_i + at$

### 2.1.4. Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado

Cuando un objeto recibe una aceleración constante, cambia uniformemente su velocidad, esto es, aumenta o disminuye la misma cantidad en la unidad sucesiva de tiempo. Imagina que un objeto se mueve a 10 m/s y recibe una aceleración constante de 6 m/s<sup>2</sup> durante 4 segundos, al primer segundo su velocidad será de 16 m/s, luego 22 m/s, 28 m/s y 34 m/s.

Si queremos obtener el promedio de estas velocidades

$$\left(\frac{10 + 16 + 22 + 28 + 34}{5}\right) = 22 \text{ m/s.}$$

En matemáticas 1 se ven series aritméticas y el promedio se obtiene sumando el último término con el primero y dividiendo el resultado entre dos,  $(34 + 10)/2 = 22$ . Cuando el movimiento es uniformemente acelerado, la velocidad promedio se obtiene de la siguiente forma.

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} \quad (\text{Únicamente aceleración constante})$$

Ecuación 2.5

#### Ejemplo 2.6

Una lancha que parte del reposo, en un estanque de agua tranquila, acelera uniformemente en línea recta a razón de 4 m/s<sup>2</sup> durante 5 segundos. ¿Qué distancia recorre en ese tiempo?

Razonamiento. Hasta ahora sólo tenemos una ecuación para el cálculo de la posición, la ecuación 2.3  $x_f = x_i + \bar{v}t$ , pero no conocemos la velocidad

promedio, luego entonces de la ecuación 2.5  $\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$ , pero no conocemos la

velocidad final, entonces,  $v_f = v_i + at$  ahora si,

Como parte del reposo  $v_i = 0$ ,  $a = 4 \text{ m/s}^2$   $t = 5 \text{ s}$

Solución  $v_f = 0 + (4 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s})$   $v_f = 20 \text{ m/s}$

Luego calculamos  $\bar{v} = \frac{20 \text{ m/s} + 0}{2}$   $\bar{v} = 10 \text{ m/s}$

Y por último calculamos la posición final de la lancha  $x_f = 0 + 10 \text{ m/s}(5 \text{ s}) = 50 \text{ m}$ .

Este problema se soluciono utilizando tres ecuaciones ya que no pudimos aplicar directamente la ecuación 2.3, ni la 2.5,

Como puedes observar  $x_i = 0$ , ya que el problema no refiere una posición inicial.

Si unimos ecuaciones por medio de sustituciones algebraicas, podemos obtener otras ecuaciones para la posición final de un objeto con movimiento uniformemente acelerado.

Si  $\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$  la sustituimos en la ecuación 2.3, tenemos

$$x_f = x_i + \left(\frac{v_f + v_i}{2}\right)t \quad (\text{Únicamente aceleración constante})$$



Figura 2.9

Ecuación 2.6

Al sustituir  $v_f = v_i + at$  en la anterior nos queda la ecuación de la siguiente forma,  $x_f = x_i + \frac{(v_i + v_i + at)}{2} t$  acomodando y sumando términos semejantes.

**Ecuación 2.7**  $x_f = x_i + v_i t + \frac{at^2}{2}$  (Únicamente aceleración constante)

Así el ejemplo 2.4 se resuelve de una manera fácil empleando la ecuación

$$x = 0m + (0m/s)(5s) + \frac{(2m/s^2)(5s)^2}{2} = 50m$$

Por último es posible obtener una ecuación para la velocidad final que no contenga un intervalo de tiempo (Opcional: Se deja al alumno y profesor la demostración de la siguiente ecuación)

**Ecuación 2.8**  $v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$  (Únicamente aceleración constante)

Ejemplo 2.7. Un avión aterriza a 300 k/h y llega hasta el reposo por efecto de una desaceleración de 10 m/s<sup>2</sup>. ¿Qué distancia necesita para quedar inmóvil?

Razonamiento. Como no se proporciona el tiempo de frenado la distancia se calcula de la ecuación 2.8 despejada para desplazamiento, ya que en este caso desplazamiento y distancia son iguales por no existir referencia de la posición inicial ni final.

$$x_f - x_i = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} \quad \text{Dado. } v_i = 300km/h \left( \frac{1000m}{1km} \right) \left( \frac{1h}{3600s} \right) = 83.33m/s \quad v_f = 0m/s$$

$$a = -10m/s^2$$

$$\text{Solución. } x_f - x_i = \frac{(0m/s)^2 - (83.33m/s)^2}{2(-10m/s^2)} = 347.19m$$





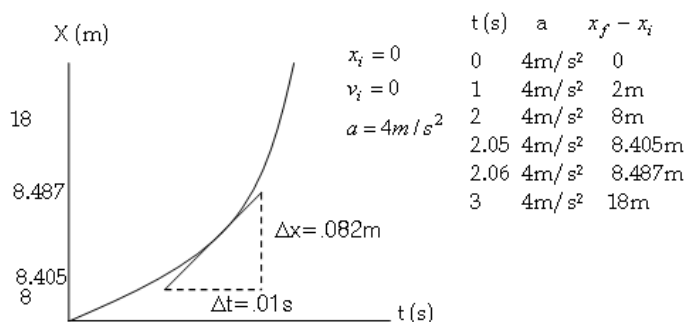
**EJERCICIO 5**



Resuelve los siguientes problemas y comenta tus resultados con tu profesor.

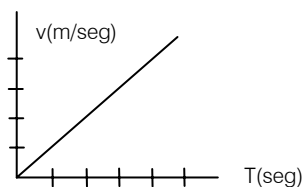
1. Un aeroplano parte del reposo y recibe una aceleración uniforme de  $4\text{m/s}^2$  durante 30 s antes de abandonar la tierra. ¿Cuál es su desplazamiento durante los 30 s?
2. Un conductor de una camioneta que va a  $90\text{km/h}$  aplica los frenos y el vehículo desacelera uniformemente a  $5\text{ m/s}^2$  en una distancia de 30m. (a) ¿Qué rapidez tiene la camioneta en  $\text{km/h}$  al término de esa distancia? (b) ¿Cuánto tiempo transcurre?
3. Una partícula se mueve a  $10\text{ m/s}$  cuando su posición inicial es  $x=3\text{m}$ , en ese instante recibe una aceleración uniforme de  $3\text{ m/s}^2$  hasta llegar a  $x= 33\text{m}$ . (a) ¿Cuál es su velocidad final? (b) ¿En que tiempo logró el cambio de posición?

Gráfica Distancia-Tiempo para aceleración constante



Como se puede observar la gráfica distancia-tiempo par aceleración constante es brazo de una parábola, la cual se genera de la cuadrática  $x_f = x_i + at^2$ .

La pendiente de la recta tangente a la curva cuando  $\Delta t$  se hace tan pequeño, casi cero, nos da la rapidez instantánea



Gráfica 2.4

Gráfica de velocidad contra tiempo para movimiento con aceleración constante.

**2.1.5. Caída libre y tiro vertical**

En ausencia de la resistencia del aire, uno de los casos de aceleración constante es cuando dejamos caer un objeto cerca de la superficie de la Tierra, esté se mueve verticalmente hacia abajo por influencia de la gravedad terrestre.

Al emplear la expresión “caída libre” no se hace referencia exclusivamente a un objeto que se soltó desde el reposo. Un objeto que cae libremente es cualquiera que se mueve con libertad bajo la influencia de la gravedad, sin importar su movimiento inicial, esto es, los objetos que se lanzan hacia arriba o hacia abajo y los que se sueltan desde el reposo, todos experimentan una aceleración dirigida hacia abajo independientemente de su movimiento inicial.

(Serway R. y Beichner R. 2002, quinta edición en español)

**TAREA 4**



Página 83.



Figura 2.10

La magnitud de la aceleración de caída libre se denota por la letra  $g$  cuyo valor cerca de la superficie terrestre es de  $9.8 \text{ m/s}^2$ , el cual puede variar con la altitud y la latitud, pero para efectos prácticos de nuestro estudio lo consideraremos constante, esto es, todos los casos que en este módulo se analicen serán considerados cerca de la superficie terrestre. Este tipo de movimiento también es rectilíneo y uniforme acelerado, por lo tanto se pueden aplicar todas las ecuaciones que se desarrollaron en la sección anterior.

Es de suma importancia aclarar que al ubicar éste movimiento en un sistema de coordenadas cartesianas, la dirección de los vectores implicados en él es de gran relevancia para el manejo correcto de las ecuaciones. Como la gravedad produce una aceleración orientada en la dirección  $y$  negativa su valor es,  $-9.8 \text{ m/s}^2$ , de la misma manera un desplazamiento y una velocidad hacia abajo deberán considerarse negativos.

Al dejar caer un objeto o lanzarlo verticalmente hacia abajo o hacia arriba, **se escoge el punto inicial del movimiento como origen, de modo que  $y_i = 0$** . Aunque no todo el tiempo tiene que ser así, cuando se lanza el objeto hacia arriba desde el techo de un edificio por ejemplo,  $y_i$  se puede considerar igual a la altura del edificio si se quiere calcular la altura máxima desde el suelo.



Para saber más y  
enriquecer el tema,  
visita el sitio:  
[http://www.educaplus.org/  
movi/4\\_2caidalibre.html](http://www.educaplus.org/movi/4_2caidalibre.html)

Al efectuar los cambios en las ecuaciones el signo de  $g$  ya se incluye, por lo que su valor al hacer la sustitución, será  $9.8\text{m/s}^2$ , y las ecuaciones quedan de la siguiente manera.

$$\Delta y = y_f - y_i \quad \text{Ecuación 2.9}$$

$$v_{yf} = v_{yi} - gt \quad \text{Ecuación 2.10}$$

$$y_f = y_i + v_{yi}t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{Ecuación 2.11}$$

$$v_{yf}^2 = v_{yi}^2 - 2g(y_f - y_i) \quad \text{Ecuación 2.12}$$

$$y_f = y_i + \frac{(v_{yf} + v_{yi})t}{2} \quad \text{Ecuación 2.13}$$

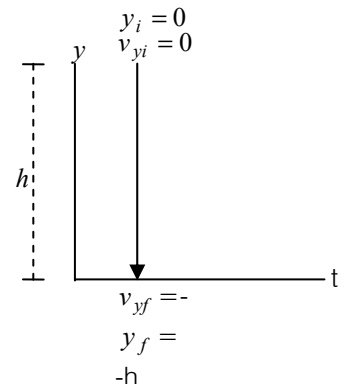


Figura 2.11

La palabra altura nos sugiere una posición elevada del objeto respecto a algo, en el caso concreto de un objeto que cae hasta el suelo el desplazamiento tiene signo negativo (dirección), pero su magnitud es simplemente la altura, en cualquier otro punto de su caída, la altura es la diferencia entre la altura original y lo que se ha desplazado.

Cuando un cuerpo se deja caer, su posición inicial y velocidad inicial, son cero e incrementan su magnitud conforme pasa el tiempo pero en sentido negativo.

### Cuerpo que se deja caer

Todo cuerpo que se deja caer inicialmente tiene velocidad cero, y posición inicial cero, luego incrementa su desplazamiento y velocidad en cuanto a magnitud, pero con signo negativo, el cual establece la dirección de los vectores desplazamiento y velocidad. Ver Fig. 2.11

Ejemplo 2.8 Se deja caer una piedra desde una altura de de 100m, ¿Qué tiempo le toma a la gravedad hacer que la piedra llegue al suelo? Razonamiento. El cálculo del tiempo se efectúa con la ecuación 2.11 despejada

para  $t$  cuando la velocidad inicial es cero. 
$$t = \sqrt{\frac{2(y_f - y_i)}{-g}}$$

Dado.  $v_i = 0$

$$y_i = 0$$

Puesto que  $\Delta y = -100\text{m}$ , despejando de  $\Delta y = y_f - y_i$

$$y_f = -100\text{m}$$

Solución. 
$$t = \sqrt{\frac{2(-100\text{m} - 0)}{-9.8\text{m/s}^2}} = 4.517\text{s}$$

Considerando los datos del ejemplo anterior, en que posición se encuentra la piedra en  $t=2.5\text{s}$ .

Razonamiento. El desplazamiento de la piedra es hacia abajo por efecto de la gravedad y se obtiene de la ecuación 2.11

Dado.  $y_i = 0$ ,  $v_{yi} = 0$   $t=2.5\text{s}$

$$\Delta y = 0 + 0 - \frac{9.8\text{m/s}^2 (2.5\text{s})^2}{2} = -30.625\text{m}$$

por lo tanto su posición respecto al suelo es  $100\text{m} - 30.625\text{m} = 69.375\text{m}$

Para saber más y enriquecer el tema, visita el sitio <http://fisica-isi.8k.com/cinematica/graves/graves.htm>



Figura 2.12

Torre de pisa en la cual Galileo Galilei realizó sus experimentos de caída libre con objetos de diferente peso, observando que caían al mismo tiempo.

**Ejercicio 6**



Y si queremos conocer el instante  $t$  en cual el objeto se ha desplazado  $-20m$ .

$$-20m = 0 + 0 - \frac{9.8m/s^2}{2} t^2$$

Ordenando la ecuación nos queda  $4.9t^2 - 20m = 0$  La

cual se puede resolver despejando  $t$  ó por fórmula general de las ecuaciones cuadráticas. Ver fig. 2.12

$$t = \pm \sqrt{\frac{20}{4.9}} = 2.02s$$

El tiempo nunca se considera con valor negativo así que  $-$

$2.02s$  se descarta.

**Resolver los siguientes problemas en equipo de tres integrantes y comentar sus resultados con otros equipos.**

- Desde un risco muy alto se deja caer una piedra. a) ¿Cuál es su velocidad después de 4 s de caída libre? b) ¿Cuál es su posición en ese intervalo de tiempo?
- Desde lo alto de un edificio de 80m de altura se dejan caer un lápiz y una piedra. a) ¿Llegan al suelo en tiempos diferentes? b) ¿Si llegan al mismo tiempo, en qué tiempo lo hacen?
- De un cuerpo que se ha dejado caer se sabe que su desplazamiento es  $\Delta y = -44.1m$  (a) ¿En que instante de su caída se encuentra? (b) ¿Si llega al suelo en 4.5 s, de qué altura se soltó?

**Cuerpo que se lanza verticalmente hacia abajo**

En este otro caso, la velocidad inicial es diferente de cero y es negativa.

Ejemplo 2.9. Se lanza una piedra verticalmente hacia abajo con una velocidad de 12 m/s. ¿Cuáles son su velocidad y posición al cabo de 1s?

Razonamiento. La velocidad se calcula de la ecuación 2.10 y la posición de la ecuación 2.11

Dado,  $y_i = 0$   $v_{yi} = -12m/s$  y  $t_1 = 1s$ ,

Solución

$$v_y = -12m/s - 9.8m/s^2(1s) = -21.8m/s$$

$$y = 0 - 12m/s(1s) - \frac{9.8m/s^2(1s)^2}{2} = -16.9m$$

Si queremos conocer el instante en el que el objeto se ha desplazado  $\Delta y = -20m$ ,

la ecuación queda  $-20m = 0 - 12 \frac{m}{s} t - \frac{9.8m/s^2}{2} t^2$  que haciendo un reacomodo

queda  $4.9t^2 + 12t - 20 = 0$  la cual por fórmula general

$$t = \frac{-12 \pm \sqrt{12^2 - 4(4.9)(-20)}}{2(4.9)} \quad t_1 = \frac{-12 + 23.15}{9.8} = 1.13s$$

Nota.  $t_2 = -3.58s$  el cual se descarta pues el tiempo nunca puede ser negativo.



Ecuación cuadrática

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Fórmula general

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Resuelve los siguientes problemas y comenta con tus compañeros de clase tus resultados.

- Del ejemplo anterior, encuentra la velocidad y posición de la piedra en los instantes:  $t=2s$ ,  $t=3s$ ,  $t=4s$ .
- Se lanza una piedra verticalmente hacia abajo desde una altura de 150m con una velocidad de 10 m/s. a) ¿Cuál es el tiempo para  $\Delta y = -150m$ ? b) ¿Cuál es la velocidad promedio entre  $t=2s$  y  $t=3s$ , de su caída libre?

### EJERCICIO 7



### Cuerpo que se lanza verticalmente hacia arriba

En este movimiento la velocidad inicial es diferente de cero y positiva ya que es en dirección  $y$  positiva, al igual que el desplazamiento. Ejemplo 2.10

Desde el suelo se lanza verticalmente hacia arriba una pelota con una rapidez de 29.4 m/s. Analicemos su trayectoria en diferentes instantes de tiempo para calcular: a) el tiempo que tarda en alcanzar su máxima altura respecto a la posición de lanzamiento, b) la posición de la pelota en su máxima altura, c) tiempo de vuelo, d) los instantes de tiempo en los que la pelota se encuentra en  $y=25m$ .

Razonamiento. La velocidad del objeto cuando alcanza su máxima altura es cero. El tiempo que tarda en subir es sin duda alguna el mismo que le toma en llegar de nuevo al suelo.

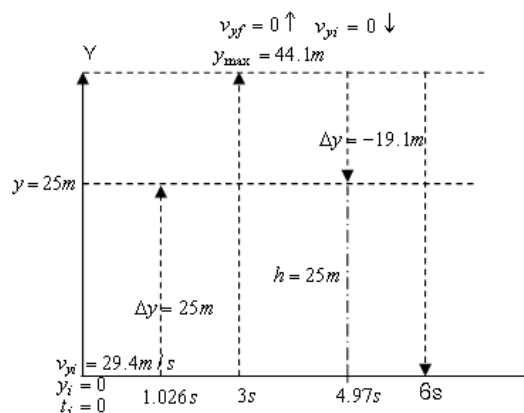


Figura 2.13

Dado.

$$v_{yi} = 29.4 \text{ m/s} \quad v_{yf} = 0 \quad y_i = 0$$

Solución.

- a) Despejando la ecuación 2.10 para tiempo cuando la velocidad final es

$$\text{cero. } t = \frac{29.4 \text{ m/s}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 3 \text{ s}$$

- b) De la ecuación 2.11

$$y_{\text{max}} = 0 + 29.4 \text{ m/s}(3 \text{ s}) - \frac{9.8 \text{ m/s}^2 (3 \text{ s})^2}{2} = 44.1 \text{ m}$$

- c)  $t_t = 2(3 \text{ s}) = 6 \text{ s}$

- d) De la ecuación 2.11  $25 \text{ m} = 0 + 29.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} t - \frac{(9.8 \text{ m/s}^2)}{2} t^2$  acomodando la

$$\text{ecuación } 4.9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} t^2 - 29.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} t + 25 \text{ m} = 0 \quad t = \frac{29.4 \pm \sqrt{29.4^2 - 4(4.9)(25)}}{2(4.9)}$$

$$t_1 = 4.97 \text{ s} \quad t_2 = 1.026 \text{ s}$$

En 4.97s la pelota ya viene de bajada y en 1.026 s va de subida.

### TAREA 5



Página 85.

**EJERCICIO 8**



Resuelve los siguientes problemas y comenta tus resultados con tu profesor.

1. Si lanzas verticalmente hacia arriba una piedra con una rapidez de 87.7mi/h, sin considerar la altura de la cual la lanzas, a) ¿cuánto tiempo tarda en alcanzar la máxima altura? b) ¿cuál es la altura máxima que alcanza? c) ¿cuál es el tiempo de vuelo?
2. Una pelota es lanzada verticalmente hacia arriba desde una altura de 5m con una velocidad de 24.5m/s, a) ¿en cuánto tiempo alcanza la altura máxima? b) ¿cuál es la altura máxima respecto al suelo? c) cuando viene para abajo y se ha desplazado -30.625m, ¿en qué instante de su tiempo de vuelo se encuentra y a qué velocidad?

## 2.2. MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES

Este tipo de movimiento se orienta en los dos ejes, pues es un movimiento tanto horizontal como vertical al mismo tiempo.

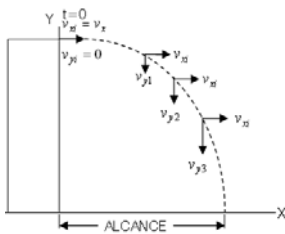


Figura 2.14

### 2.2.1. Tiro parabólico horizontal y oblicuo

En ésta sección vamos a analizar este movimiento en dos casos.

**PRIMER CASO.** Cuando se lanza un cuerpo horizontalmente desde cierta altura.

**SEGUNDO CASO.** Cuando se lanza un cuerpo en un ángulo por encima de la horizontal.

En cualquiera de los casos, se aplicarán las ecuaciones del movimiento rectilíneo horizontal y vertical, especificando con x ó con y los parámetros de dichas ecuaciones que así lo requieran.

En el primer caso la velocidad con que se lanza un cuerpo esta orientada a lo largo del eje X y su velocidad en Y es cero inicialmente, veamos la figura. 2.14 Despreciando la resistencia del aire, conforme pasa el tiempo la velocidad en X permanece constante y la velocidad en Y se incrementa en valores negativos como ya vimos en la sección anterior. El tiempo que tarda en caer hasta el suelo es el mismo que si soltáramos el objeto, esto es, si despejamos para t de la ecuación 2.11 cuando  $v_{yi} = 0$

$$t = \sqrt{\frac{2(y_f - y_i)}{-g}}$$

La velocidad en Y se obtiene de  $v_y = v_{yi} - gt$ . La distancia horizontal se obtiene de la ecuación  $x_f - x_i = v_{xi}t$  donde  $x_i = 0$

#### Ejemplo 2.11

Se lanza una piedra horizontalmente desde una altura de 60m con una velocidad de 20m/s.

- a) ¿Cuánto tiempo tarda en llegar al suelo? b) ¿Cuál su velocidad tanto en Y como en X, en  $t = 2s$ ? c) ¿Cuál es su alcance?

Dado.  $y_i = 0, v_{xi} = 20m/s, v_{yi} = 0, \Delta y = -60m$

$$a) t = \sqrt{\frac{2(-60m)}{-9.8m/s^2}} = 3.5s$$



Para saber más y enriquecer el tema, visita el sitio:  
<http://fisica-isi.8k.com/cinematica/parabolico/parabolico.htm>

- b) Para  $t=2s$   $v_y = 0 - 9.8m/s^2(2s) = -19.6m/s$   
 $v_x = 20m/s$   
 c)  $x_f - 0 = 20m/s(3.5s) = 70m$

**Formen equipos de tres y resuelvan los siguientes problemas, comenten sus resultados con otros equipos.**

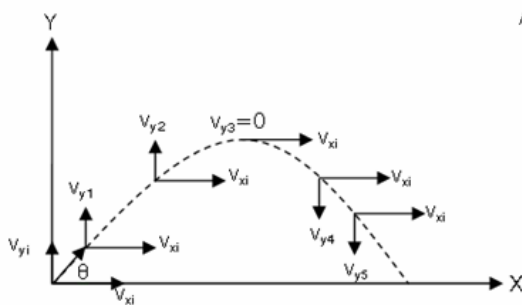
- Una flecha es disparada horizontalmente con una velocidad de 200m/s, desde una altura de 1.77m, a) ¿qué tiempo permanece en el aire? b) ¿con qué velocidad llega al suelo tanto en Y como en X? c) ¿cuál es su alcance?
- Desde la orilla de un puente de 6.5m de altura se lanza horizontalmente una piedra con una velocidad de 100.8km/h, a) ¿qué tiempo permanece en el aire? b) ¿cuál es la distancia horizontal que recorre?

**EJERCICIO 8**



**PROYECTILES LANZADOS EN UN ÁNGULO POR ENCIMA DE LA HORIZONTAL.**

En éste tipo de movimiento, la velocidad con que es lanzado el proyectil, tiene componentes tanto horizontal como vertical.  
 Ver grafica 2.5



Al inicio del lanzamiento

$$v_{yi} = v_i \sin \theta$$

$$v_{xi} = v_i \cos \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{v_{yi}}{v_{xi}} \right)$$

Las componentes de la velocidad se pueden calcular por las ecuaciones:

$v_{yi} = v_i \sin \theta$  Ecuación 2.15

$v_{xi} = v_i \cos \theta$  Ecuación 2.16

Grafica 2.5

$t_s = \frac{v_{yi}}{g}$  Esta ecuación nos permite calcular el instante en el que el proyectil alcanza su máxima altura. Ecuación 2.10

$t_b = \sqrt{\frac{2(y_f - y_i)}{-g}}$  Con esta ecuación podemos calcular el instante para cualquier posición de su trayecto en caída libre. Ecuación 2.11

$v_y = v_{yi} - gt$  De ésta manera podemos calcular la velocidad vertical del proyectil en cualquier instante de su trayecto. (Tú le puedes poner un número o letra al subíndice de la velocidad según sea necesario) Ecuación 2.10

La posición horizontal del proyectil en cualquier instante se obtiene de la ecuación.

$x = x_i + v_{xi}(t)$  Puesto que la aceleración  $a_x = 0$  Ecuación 2.7

Por otra parte la posición vertical del proyectil en cualquier instante se obtiene de la ecuación.

$y = y_i + v_{yi}(t) - 4.9t^2$  Ecuación 2.11

## Ejemplo 2.12

Un proyectil es disparado desde el suelo con una velocidad inicial de 220m/s en un ángulo de 38°.

Las componentes de la velocidad tanto horizontal como vertical son:

$$v_{xi} = 220m/s(\cos 38^\circ) = 173.36m/s$$

$$v_{yi} = 220m/s(\sin 38^\circ) = 135.44m$$

El tiempo que tarda en alcanzar su máxima altura.

$$t = \frac{135.44m/s}{9.8m/s^2} = 13.821s$$

La altura máxima o desplazamiento vertical máximo es

$$y_{\max} = 0 + 135.44m/s(13.821s) - 4.9(13.821)^2 = 935.99m$$

El punto de máxima altura del trayecto tiene coordenadas

(2396, 936), y es el vértice del trayecto parabólico que describe el proyectil.

El desplazamiento vertical máximo del proyectil (935.99m) es lo mismo que se desplaza al caer hasta el suelo pero con signo negativo, esto es,  $\Delta y = -935.99m$ .

El tiempo que tarda en llegar al suelo es  $t = \sqrt{\frac{2(-935.99m)}{-9.8m/s^2}} = 13.821s$

Su alcance es  $x_f - 0 = 173.36m/s(13.821s) = 4792.01m$ .

Si queremos saber la posición del proyectil en el instante  $t=9s$ , o en cualquier otro instante de su recorrido, usamos las ecuaciones 2.7 y 2.11. Así.

$$x_f = 0 + 173.36m/s(9s) = 1560.24m$$

$$y = 0 + 135.44m/s(9s) - 4.9(9)^2 = 822.11m$$

La posición del proyectil a los 9s de su lanzamiento es

(1560.24, 822.11).

Cuando el proyectil es lanzado desde una altura, la posición inicial vertical es diferente de cero y la tenemos que considerar en la ecuación 2.11

## Ejercicio 10



Formen equipos de tres y resuelvan los siguientes problemas, comenten con su profesor sus resultados.

- Un proyectil se dispara con una velocidad inicial de 432km/h en un ángulo de 36°. a) ¿Qué tiempo tarda en alcanzar su máxima altura? b) A los 6 segundos de su lanzamiento, ¿cuál es su desplazamiento vertical y horizontal? c) ¿Cuál es su velocidad tanto en X como en Y a los 8s? d) ¿Cuál es su alcance?
- Una flecha es disparada en un ángulo de 30° con una velocidad inicial de 100m/s desde una altura de 4m, a) ¿en qué tiempo llega a su máxima altura? b) ¿cuál es su máxima altura respecto al suelo? c) ¿qué tiempo tarda en llegar al suelo? d) ¿con que velocidad llega al suelo?

## TAREA 6



Página 87.



### 2.2.2. Movimiento circular uniforme y uniformemente acelerado

Si al cambiar de posición un cuerpo describe una trayectoria circular, su movimiento se denomina movimiento circular.

Si nos ponemos a pensar en cuantos lugares naturales u objetos creados por el hombre se da el movimiento circular, podemos darnos cuenta que nosotros mismos como parte de la tierra giramos junto con ella como un todo alrededor de su eje, que los electrones giran alrededor del núcleo atómico, que un CD del cual escuchas tu música favorita también se encuentra sujeto a este tipo de movimiento.

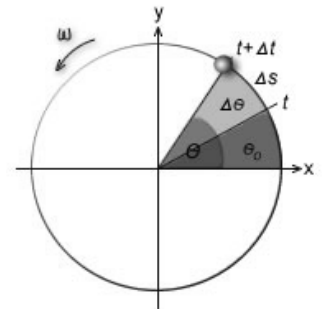
¿Te gustaría saber con qué velocidad se mueve la luna alrededor de la tierra?

¿Con qué velocidad se mueve un punto de la parte externa de un CD?

¿Si la primera pista del CD tiene la misma velocidad que la última pista?

El movimiento circular es también un movimiento en dos dimensiones que puede ser descrito tanto con cantidades orbitales o tangenciales, como con cantidades angulares, las cuales se relacionan a través de las ecuaciones que se manejan en este tipo de movimiento como se muestra a continuación.

En la figura se muestra como se da la rapidez angular  $\omega$ , la distancia angular inicial  $\theta_0$ , la distancia angular final  $\theta$ , el desplazamiento angular  $\Delta\theta$  y el desplazamiento orbital  $\Delta s$



	Movimiento circular	
Movimiento circular variado	Movimiento circular uniforme	Movimiento circular uniformemente acelerado
$\theta$ distancia angular	$T = \frac{1}{f}$ periodo	$\theta = n^\circ \text{ rev} \left( \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \right)$ ó
$s = r\theta$ distancia tangencial	$f = \frac{1}{T}$ frecuencia	$\theta = \bar{\omega} t$ distancia angular (aceleración constante)
$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ desplazamiento angular	$\omega = \frac{2\pi}{T}$ $a = 2\pi f$ rapidez angular en una vuelta (f en Hz.)	$\bar{\omega} = \frac{\omega_2 + \omega_1}{2}$ rapidez angular promedio (aceleración constante)
$\bar{\omega} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t}$ rapidez angular media	$v = \frac{2\pi r}{T}$ , $v = 2\pi r f$ rapidez orbital para una vuelta (f en Hz.)	$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t}$ aceleración angular
$\bar{v} = \frac{s}{t}$ , $\bar{v} = R\bar{\omega}$ rapidez orbital media	$a_c = \frac{v^2}{r}$ , $a_c = r\omega^2$ $a_c = 4\pi^2 r f^2$ Aceleración centrípeta (f en Hz.)	$\theta = \omega_1 t + \frac{\alpha t^2}{2}$ distancia angular (aceleración constante)
Sugerencia: despeja cada ecuación para cada uno de sus parámetros con la ayuda de tu profesor	Sugerencia: despeja cada ecuación para cada uno de sus parámetros con la ayuda de tu profesor	$\omega_2^2 = \omega_1^2 + 2\alpha\theta$ (aceleración constante)
		$a_t = r\alpha$ aceleración tangencial
		$a = \sqrt{(a_c)^2 + (a_t)^2}$ aceleración total

Cuadro 2.1

## Movimiento circular variado

Una partícula que se mueve en una trayectoria circular, recorre tanto distancias orbitales como angulares y ambas se relacionan por  $s = r\theta$ .

Ejemplo 2.13 Una persona recorre 1300m sobre una pista circular de 300m de radio. ¿Qué ángulo recorre en a) radianes b) grados?

Razonamiento. Como nos dan la distancia orbital y el radio  $\theta = \frac{s}{r}$

Dado que:  $s=1300m$  y  $r=300m$  entonces

$$a) \theta = \frac{1300m}{300m} = 4.333rad \text{ (observa las unidades)}$$

$$b) \theta = 4.333rad(57.23) = 247.0977^\circ \quad 1rad = 57.23^\circ$$

Cuando un cuerpo se mueve en una pista circular y lo hace tanto con rapidez orbital media, como con rapidez angular media, es porque recorre distancias orbitales y angulares distintas en intervalos de tiempo diferentes, esto es análogo con lo que sucede en el movimiento rectilíneo variado.

Ejemplo 2.14 Un automóvil en cierto instante de su recorrido se encuentra en el punto A de una pista circular de 400m de radio y ha recorrido una distancia angular de 1.5 radianes respecto a su punto de partida, después se encuentra en el punto B habiendo recorrido 7.5rad respecto al punto de partida.

- ¿Qué desplazamiento angular ha realizado?
- Si dicho desplazamiento lo realiza en 2 minutos, ¿cuál es el promedio de su rapidez angular?
- ¿Cuál es la longitud del arco AB?
- ¿Cuál es el promedio de su rapidez tangencial?

Tomando en cuenta que en el punto A ya ha recorrido una distancia angular  $\theta_1 = 1.5rad$  y que en B  $\theta_2 = 7.5rad$ , la diferencia entre estas dos distancias es el desplazamiento angular, el cual si lo divides entre el tiempo (en segundos), obtienes la rapidez angular, la cual al multiplicarla por el radio te da la velocidad tangencial, y si ésta la multiplicas por el tiempo en segundos encuentras la longitud del arco AB (s) en metros.

Las respuestas a las cuales debes llegar son.

- a) 6rad    b) 0.05rad/s    c) 2400m    d) 20m/s



### EJERCICIO 11



Resuelve los siguientes ejercicios y comenta con tus compañeros de clase.

- Un automóvil de carreras realiza 5 vueltas en un circuito circular de 600m de radio en 6 minutos, (a) ¿Cuál es la distancia angular total que recorre? (b) ¿cuál es su rapidez angular media? (c) ¿cuál es su rapidez tangencial media?
- Un atleta trota en una pista circular de 200m de radio, en cierto instante de su recorrido se encuentra en el punto A, y 8min después se encuentra en el punto B; si de A a B hay 1000m, (a) ¿cuál es su desplazamiento angular entre el punto A y el B, (b) si dicho desplazamiento lo hace en 8 minutos, ¿cuál es su rapidez angular media? (c) ¿cuál es su rapidez tangencial media?

### Movimiento circular uniforme

Se llama **periodo** al tiempo necesario para que una partícula realice una vuelta completa (una revolución), así por ejemplo el periodo del movimiento rotacional de la tierra es de 24 horas y el de traslación 365.25 días.

**Frecuencia** es el número de vueltas por unidad de tiempo; si un CD gira a 500 r.p.m (revoluciones por minuto) cuando esta a su rapidez operativa, al dividir  $500/60$  obtendrás revoluciones por segundo, esto es, **la frecuencia en hertz**, que es la unidad de frecuencia en el SI.

La frecuencia y el periodo se relacionan de manera inversa como se muestra en el cuadro 2.1.

Ejemplo 2.15 Si el disco duro de una computadora a su rapidez operativa realiza 6,000 revoluciones por minuto, (a) ¿en un segundo cuantas revoluciones realizará? (b) ¿en qué tiempo realizará una? c) ¿si un punto situado en la parte exterior del disco se encuentra a 5.5cm del centro, qué rapidez angular y tangencial tendrá? d) ¿para otro punto ubicado a 3cm del centro, la rapidez angular y tangencial será igual que para el primer punto?

Tomando en cuenta que un minuto tiene 60 segundos, el disco duro realiza 6,000 revoluciones en 60 segundos, por lo tanto en un segundo ¿realiza?

Una vez que tienes el número de revoluciones en un segundo (Hz.), al dividir 1 entre hertz obtienes el tiempo en el cual realiza una revolución (periodo).

En cada vuelta se genera una distancia angular  $\theta = 2\pi rad$ , si la divides entre el periodo obtienes la rapidez angular, y si la rapidez angular la multiplicas por el radio, obtienes la rapidez tangencial. Si haces lo mismo para el segundo punto, podrás comparar la rapidez angular y tangencial con la del primero.

Las respuestas a las cuales debes llegar son:

a) 100hz b) 0.01s c) 628.32rad/s y 34.557m/s d) 628.32rad/s y 18.849m/s observa que tanto el punto más alejado como el más cercano al centro tienen la misma rapidez angular, esto se debe a que cualquier punto del disco duro realiza las mismas vueltas en el mismo intervalo de tiempo.

### Resolver los siguientes problemas en equipo de tres integrantes y muestren su resultado a su profesor

- Una rueda de 0.75m de radio gira con rapidez uniforme a razón de 140rpm, (a) ¿cuál es su frecuencia en hz? (b) ¿cuál es su periodo de revolución en segundos? (c) ¿con qué rapidez angular gira? (d) ¿con qué rapidez tangencial gira un punto de su periferia? (e) ¿qué aceleración centrípeta tiene dicho punto?
- Las aspas de un ventilador a su rapidez operativa realizan 8 vueltas cada segundo, ¿cuál es la aceleración centrípeta de un punto marcado en una de las aspas cuya distancia radial es 30cm?

### Movimiento circular uniformemente acelerado

El punto en el borde de un CD cuya distancia al centro es 5.5cm, acelera uniformemente desde el reposo y realiza 2.5 vueltas en 0.6 segundos para alcanzar su rapidez operativa, (a) ¿cuál es su rapidez angular operativa inicial? (b) ¿cuál es su aceleración angular? (c) ¿cuál su aceleración tangencial?

#### TAREA 7



Página 89.



La tierra recorre una distancia angular  $\theta = 2\pi rad$  cada 24 horas, esto es, se mueve con una rapidez angular constante  $\omega = .2618 rad/h$ . Un punto ubicado en el ecuador al nivel del mar tiene una rapidez tangencial de 1669.7971km/h, ¿Podrías calcular el radio terrestre?

#### EJERCICIO 12



#### TAREA 8



Página 91.

RAZONAMIENTO. El punto inicia con una rapidez de cero y aumenta paulatinamente, lo que da lugar a una rapidez angular media, la cual depende la distancia angular, donde  $\theta_2 = 2.5 \text{ rev} \left( \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \right) = 15.708 \text{ rad}$ , entonces la rapidez

angular media es  $\bar{\omega} = \frac{15.708 \text{ rad}}{0.6 \text{ seg}} = 26.18 \text{ rad/s}$  y por lo tanto la rapidez

angular operativa es  $a_2 = 2(26.18 \text{ rad/s}) = 52.36 \text{ rad/s}$ , la aceleración angular, que depende la variación de la rapidez angular es  $\alpha = \frac{52.36 \text{ rad/s}}{0.6 \text{ seg}} = 87.266 \text{ rad/s}^2$ , ésta aceleración multiplicada por el radio, nos

proporciona la aceleración tangencial  $a_t = .055 \text{ m}(87.266 \text{ rad/s}^2) = 4.8 \text{ m/s}^2$

Nota, estas aceleraciones existen hasta que el CD logra su rapidez operativa, de ahí en adelante el movimiento es circular uniforme y la única aceleración que sigue existiendo es la centrípeta, esto es  $a_c = \frac{v^2}{r}$ . Si su periodo es

$T = \frac{2\pi \text{ rad}}{\omega} = 0.12 \text{ seg}$  y su frecuencia es  $f = \frac{1}{T} = 8.333 \text{ Hz}$ , (d) ¿con qué

velocidad orbital gira dicho punto? y (e) ¿qué aceleración centrípeta tiene? Como su velocidad tangencial es  $v = 2(3.1416)(0.055)(8.333) = 2.88 \text{ m/s}$ ,

entonces  $a_c = \frac{(2.88 \text{ m/s})^2}{0.055 \text{ m}} = 150.878 \text{ m/s}^2$  dirigida hacia el centro de la trayectoria circular.

#### TAREA 9



Página 93.

#### EJERCICIO 13



Resuelve los siguientes ejercicios y comenta tus respuestas con tus compañeros de clase

- Al aterrizar un helicóptero, sus hélices giran a 4800rpm, (a) ¿cuál es su frecuencia en hz? (b) en ese instante ¿cuál es su rapidez angular? (c) si tardan 10s en llegar al reposo ¿cuál es su aceleración angular? (d) ¿Qué distancia angular recorre en ese lapso de tiempo? (e) ¿Cuántas vueltas dan para llegar al reposo?
- Un CD acelera uniformemente desde el reposo a razón de  $0.458 \text{ rad/s}^2$  durante 0.6 seg para alcanzar su rapidez operativa.
  - ¿Qué distancia angular recorre hasta llegar a su rapidez constante?
  - Calcule la rapidez angular operativa
  - ¿Cuál es la rapidez tangencial operativa, en un punto ubicado a 5 cm del centro?

**TAREA 1**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

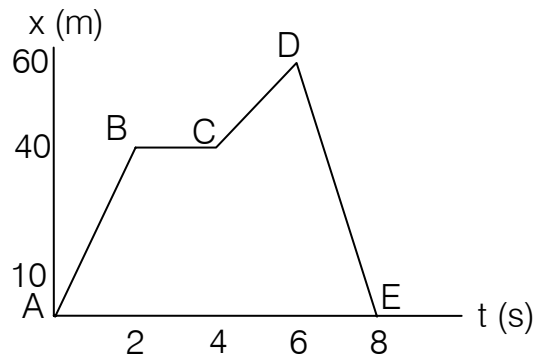
Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y entrégalos a tu profesor.

1. Un autobús viaja en una carretera recta y plana con una rapidez media de 80k/h, ¿qué distancia recorre en 30 minutos?
2. La velocidad media de un avión es de 50m/s al pasar por los 400m de la pista, ¿en qué tiempo llega a los 600m?
3. Si una partícula se encuentra en  $x=36\text{m}$  y 5s después en  $x=16\text{m}$ , ¿cuál es su velocidad media?
4. Una partícula se mueve a lo largo del eje X con una velocidad media de 18m/s en  $t=0$ , luego en  $t=3\text{s}$  su posición es 84m, ¿En qué posición se encontraba en  $t=0$ ?
5. Un automóvil se encuentra en el kilómetro 50 de una carretera recta y plana, si su velocidad media es de 133.33km/h, ¿en que posición se encuentra 20 minutos después?
6.
  - a) ¿Qué magnitud tiene el desplazamiento de un automóvil que recorre media vuelta de una pista circular de 160m de radio?
  - b) Si la mitad del recorrido de ida lo realiza en 20s, ¿cuál es su rapidez media?
  - c) Si la otra mitad la recorre en 17s, ¿cuál es su rapidez media en el viaje redondo?
  - d) ¿Cuál es su velocidad media en el viaje redondo?



7. Observa la siguiente gráfica y determina la velocidad media entre: A-B, B-C, C-D y D-E




Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



c) Construye la gráfica velocidad contra tiempo para cada inciso anterior.



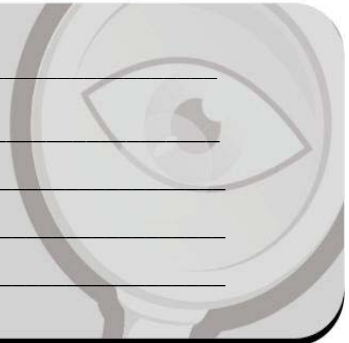
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**TAREA 3**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y entrega tu tarea a tu profesor.

1. Un automóvil se mueve a 30km/h sobre una carretera recta y plana cuando recibe una aceleración media de  $4\text{m/s}^2$  durante 5s, ¿cuál es la velocidad al cabo de los 5s, en m/s?
2. Un autobús viaja en una carretera recta y plana a 95km/h en el momento en el que aplica el freno durante 8s para reducir su velocidad a 55km/h, ¿qué aceleración media se produce por dicha variación de la velocidad en ese intervalo de tiempo?
3. Una partícula se mueve a 18m/s, en  $t=0$ , en  $t=2\text{s}$  su velocidad es 24m/s, en  $t=3$  su velocidad es 22m/s. Encuentra la aceleración media en los intervalos de tiempo, a)  $[0- 2]$  b)  $[2- 3]$
4. Una lancha se mueve a 15m/s sobre el agua tranquila de un lago en el instante en que se apaga el motor, si dura moviéndose con la aviada 5 segundos hasta llegar al reposo, ¿qué aceleración se produce por el roce con el agua?



5. Un automóvil viaja en una carretera recta y plana a  $16\text{m/s}$  en ese instante recibe una aceleración de  $3\text{m/s}^2$  y cambia su velocidad a  $25\text{m/s}$ , ¿en qué tiempo cambia su velocidad?



Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## TAREA 4

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

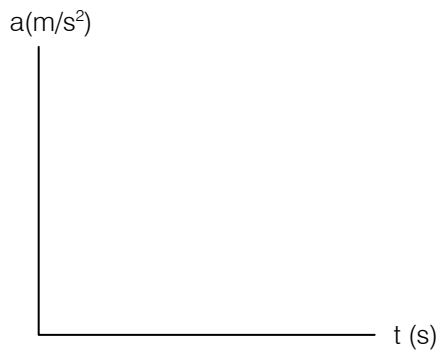
Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y entrega tu tarea a tu profesor.

1. Una partícula se mueve a  $8\text{m/s}$  cuando se encuentra en  $x=10\text{m}$ , recibe una aceleración constante de  $2\text{m/s}^2$  hasta llegar a  $x=40\text{m}$ , a) ¿Cuál es su velocidad al término de dicho desplazamiento? b) ¿Qué tiempo ocupa en dicho cambio de velocidad?
2. Una lancha parte del reposo cuando se encuentra a  $25\text{m}$  de la orilla,  $5\text{s}$  después se halla a  $75\text{m}$  de la orilla. a) ¿Qué aceleración recibe? b) ¿Cuál es su velocidad al término de dicho tiempo?
3. Un automóvil viaja por una carretera recta y plana a  $108\text{km/h}$  cuando recibe una aceleración de  $-5\text{m/s}^2$  durante  $3\text{s}$ . a) ¿Cuál es la velocidad al cabo de dicho intervalo de tiempo? b) ¿Cuánto se desplaza?
4. Una partícula se encuentra en  $x=12\text{m}$  y se mueve a  $16\text{m/s}$ ,  $2\text{s}$  después su velocidad es  $20\text{m/s}$ , ¿en qué posición se encuentra a los  $2\text{s}$ ?
5. Un autobús se desplaza en línea recta a  $72\text{km/h}$  cuando incrementa su velocidad a razón de  $3\text{m/s}^2$ . a) ¿qué velocidad adquiere  $2\text{s}$  después? b) ¿cuál es su velocidad media en el intervalo de tiempo  $[2 - 3]\text{s}$ ?
6. Un automóvil que viaja a  $20\text{mi/h}$  tiene  $2\text{s}$  para detenerse al llegar a un semáforo en rojo, si la máxima desaceleración que le producen sus frenos es de  $4\text{m/s}^2$ . ¿Logrará detenerse antes de llegar al semáforo?



7. Un avión parte del reposo e incrementa su velocidad a razón de  $5\text{m/s}^2$  durante 5s. construye una gráfica, aceleración contra tiempo.



Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## TAREA 5

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y entrega tu tarea a tu profesor.

1. Se deja caer una piedra desde una altura de 50m.
  - a) ¿Qué tiempo permanece en el aire?
  - b) ¿Cuál es su desplazamiento en  $t=2s$ ?
  - c) ¿Cuál es su velocidad media en  $t=3s$ ?
  
2. Un objeto que se soltó desde el reposo tarda 4s en llegar al suelo.
  - a) ¿De qué altura se soltó?
  - b) ¿Con qué velocidad llega al suelo?
  
3. Se lanza verticalmente hacia abajo una pelota con una velocidad de 8m/s desde una altura de 60m.
  - a) ¿Qué tiempo tarda en llegar al suelo?
  - b) ¿Cuál es su velocidad media en  $t=1.5s$ ?
  - c) ¿Cuánto se ha desplazado en  $t=1.5s$ ?
  - d) ¿Cuál es su posición en  $t=1.5s$ ?
  
4. Se lanza una piedra verticalmente hacia abajo y 2s después su velocidad es -29.6m/s
  - a) ¿Con qué velocidad fue lanzada?
  - b) Si tarda 3.5s en llegar al suelo, ¿con qué velocidad llega?
  - c) Si la velocidad media es la semisuma de la final y la inicial, ¿de qué altura se lanzó?
  
5. Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba con una velocidad de 30m/s.
  - a) ¿Qué tiempo requiere para alcanzar su máxima altura?
  - b) ¿Cuál es la máxima altura que alcanza?
  - c) ¿Cuánto tiempo permanece en el aire?
  - d) ¿Para qué instantes de tiempo el objeto se encuentra en  $y=20m$ ?
  
6. Desde el techo de un edificio de 10m de altura se lanza una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad de 15m/s.
  - a) ¿Qué tiempo tarda en alcanzar su máxima altura?
  - b) ¿Qué altura alcanza respecto al suelo?
  - c) ¿Cuál es el tiempo de caída libre?
  - d) ¿Con qué velocidad llega al suelo?





Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**TAREA 6**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y entrega tu tarea a tu profesor

1. Se dispara una flecha horizontalmente desde una altura de 5m con una velocidad de 50m/s, encuentra:
  - a) Tiempo que permanece en el aire.
  - b) Velocidad tanto en X como en Y, al llegar al suelo.
  - c) Alcance máximo
  
2. Si 2s después de que se dispara un proyectil horizontalmente con una velocidad inicial de 40m/s, llega al suelo.
  - a) De qué altura se disparó?
  - b)Cuál es la posición del proyectil en  $t=1.5s$
  
3. Un avión vuela en línea recta a una altura de 300m con una velocidad constante de 288km/h, en ese instante suelta una bomba, si no se considera la resistencia del aire
  - a) ¿Qué tiempo tarda en llegar al suelo?
  - b) ¿Cuál es su velocidad tanto en X como en Y tres segundos después que se soltó?
  - c) ¿Cuál es su alcance?
  
4. Un misil se dispara en un ángulo de  $40^\circ$  por encima de la horizontal y con una velocidad de 110m/s.
  - a) ¿Cuáles son las componentes de la velocidad?
  - b) ¿Qué tiempo le toma en alcanzar la altura máxima?
  - c) ¿Qué coordenadas tiene el proyectil en su máxima altura?
  
5. Un desafío a la muerte. Un motociclista realiza un salto para librar una zanja de 30m de longitud, para lo cual se coloca una rampa ascendente de  $36^\circ$  en un extremo de la zanja, si la máxima velocidad con la cual sale es de 18m/s, ¿logra o no librar la zanja?

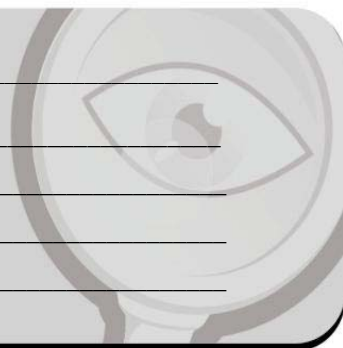




Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_







## TAREA 7

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y preséntaselos a tu profesor

1. Una persona corre una distancia de 1.2km en una pista circular de 400m de radio. ¿Qué distancia angular cubre en (a) radianes (b) en grados?
2. Si una partícula A recorre  $140^\circ$  en 1.5seg, y si una partícula B recorre  $3\pi$ rad en 5seg, ¿cuál de las dos tiene mayor rapidez angular?
3. Un automóvil parte del reposo y recorre 1.2rad hasta llegar al punto A en una pista circular de 500m de radio, luego pasa por el punto B de la pista habiendo recorrido 6rad desde su punto de partida, (a) ¿qué desplazamiento angular cubre entre los puntos A y B? (b) ¿cuál es la longitud del arco AB, esto es la distancia tangencial s?
4. Si el automóvil del problema anterior logra ese desplazamiento en 1.2min, (a) ¿con qué rapidez angular media lo hace? y (b) ¿cuál es su rapidez tangencial media?
5. Una partícula se mueve en una pista circular de 15cm de radio con una rapidez tangencial media de 8m/s, (a) ¿cuál es su rapidez angular media? y (b) ¿qué distancia angular y tangencial recorre en 5seg?





Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**TAREA 8**

Nombre \_\_\_\_\_


No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y preséntaselos a tu profesor

1. Un CD gira con rapidez angular constante y realiza 500 rpm, (a) ¿cuál es su periodo de revolución en segundos? y (b) ¿cuál es su frecuencia en hertz?
2. La luna da una vuelta alrededor de la tierra en 27.3 días, en una órbita casi circular de  $3.78 \times 10^5$  km de radio, (a) ¿con qué rapidez tangencial en km/día lo hace? (b) ¿cuál es su rapidez angular en rad/h? (c) ¿cuál es su aceleración centrípeta?
3. Un automóvil se mueve con una velocidad uniforme 13 m/seg al entrar en una curva plana circular de 500m de radio, ¿qué aceleración centrípeta debe producir la fricción estática que se da entre las llantas y el pavimento para que no derrape?
4. La última pista de un CD se encuentra a 5.5cm de su centro y la primera a 2.5cm, si a su rapidez operativa gira a 500rpm, (a) ¿cuál es su periodo en segundos? (b) ¿qué rapidez angular tiene cada pista? (c) ¿con qué rapidez tangencial se reproduce cada pista? (d) ¿cuál es la aceleración centrípeta de cada pista?





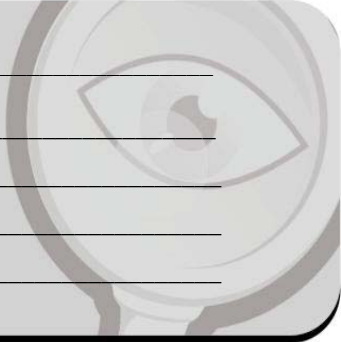
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## TAREA 9

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_


Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y preséntaselos a tu profesor.

- Una rueda de la fortuna de 30m de diámetro acelera uniformemente desde el reposo y en 12seg alcanza su rapidez tangencial operativa de 2.5m/s, (a) ¿cuál es su rapidez angular? (b) ¿cuáles son, su aceleración angular y aceleración tangencial? (c) una vez que alcanza su rapidez operativa, ¿qué tipo de aceleración tiene y cuál es su magnitud?
- La tina de una lavadora automática tiene 30cm del eje de rotación a su pared interior, cuando inicia la última fase de su función de exprimir gira a razón de 120rpm y llega al reposo en 50 segundos, (a) ¿cuál es su rapidez angular inicial? (b) ¿cuál es su rapidez angular media? (c) ¿qué distancia angular recorre en ese lapso de tiempo? (d) ¿cuántas vueltas da hasta llegar al reposo? (e) ¿a qué ritmo de desacelera?
- Un neumático se coloca en una maquina de balanceo y realiza 3.5 vueltas en 1.2s desde el reposo hasta alcanzar su operatividad máxima, (a) ¿cuál es su rapidez angular media? (b) ¿cuál es su rapidez angular operativa? (c) ¿cuál es su aceleración angular?

¿Cuál es su operatividad máxima?





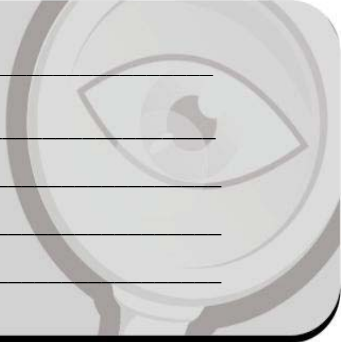
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_




**AUTOEVALUACIÓN**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Lee cuidadosamente y responde los siguientes cuestionamientos, rellenando el círculo de la opción correcta.

- Si una partícula se encuentra en  $x=25\text{m}$  y se mueve con una velocidad media de  $3\text{m/s}$  en dirección negativa de  $X$  durante  $5\text{s}$ , su posición final es:
  - A  $x=40\text{m}$
  - B  $x=10\text{m}$
  - C  $x=8\text{m}$
  - D  $x=12\text{m}$
- Si un automóvil se encuentra en el kilómetro 25 de una carretera recta y plana y 18 minutos después en el kilómetro 52, su velocidad media es:
  - A  $90\text{km/h}$
  - B  $110\text{km/h}$
  - C  $80\text{km/h}$
  - D  $100\text{km/h}$
- Una lancha se mueve en línea recta a  $10\text{m/s}$  y recibe una aceleración de  $2.5\text{m/s}^2$  hasta alcanzar los  $25\text{m/s}$ , el tiempo de aceleración es:
  - A  $5\text{s}$
  - B  $4.8\text{s}$
  - C  $6\text{s}$
  - D  $3.7\text{s}$
- En una carrera de lanchas a remo el equipo del cobach se encuentra a  $15\text{m}$  de la meta y con una velocidad de  $8\text{m/s}$ , en ese momento acelera uniformemente durante  $1.7754\text{s}$  hasta llegar a la meta. La aceleración que le producen a la lancha es:
  - A  $505\text{m/s}^2$
  - B  $702\text{m/s}^2$
  - C  $604\text{m/s}^2$
  - D  $403\text{m/s}^2$
- Se lanza una piedra verticalmente hacia abajo desde un puente con una velocidad de  $11\text{m/s}$ ,  $3\text{s}$  después llega al agua. La altura de la cual se lanzó es:
  - A  $69.2\text{m}$
  - B  $73\text{m}$
  - C  $77.1\text{m}$
  - D  $75.3\text{m}$

6. Desde el techo de un edificio de 12m de altura se lanza un proyectil verticalmente hacia arriba con una velocidad de 58.8m/s. La máxima altura respecto al suelo es:
- Ⓐ 156.4m
  - Ⓑ 176.4m
  - Ⓒ 188.4m
  - Ⓓ 146.4m
7. Un avión vuela horizontalmente a una altura de 196m con una velocidad de 180km/h, cuando deja caer un proyectil. La velocidad del proyectil tanto en X como en Y en el instante  $t = 4s$  después que se soltó es:
- Ⓐ 180km/h, -39.2m/s
  - Ⓑ 180km/h, 49.2m/s
  - Ⓒ 50m/s, -39.2m/s
  - Ⓓ 50m/s, -49.2m/s
8. Un proyectil se lanza en un ángulo de  $37^\circ$  por encima de la horizontal desde una altura de 10m, con una velocidad de 115m/s. Su posición cuando  $v_y = 0$  es el punto cuyas coordenadas son:
- Ⓐ (548.605, 767.269)
  - Ⓑ (648.605, 254.332)
  - Ⓒ (772.269, 648.605)
  - Ⓓ (648.605, 672.269)
9. Una partícula recorre una distancia angular de 1.7rad, si la distancia radial es de  $2.3 \times 10^{-3}m$ , ¿qué distancia orbital recorre?
- Ⓐ 0.00320m.
  - Ⓑ 0.00391m.
  - Ⓒ 0.00289m.
  - Ⓓ 0.00350m.
10. Un automóvil de carreras arranca y recorre 1.3rad al pasar por el punto A de una pista circular de 500m de radio, luego pasa por el punto B habiendo recorrido 6 radianes desde su punto de partida, ¿qué desplazamiento angular y tangencial cubre de A a B?
- Ⓐ 4.7rad. y 2350m.
  - Ⓑ 4.2rad. y 1350m.
  - Ⓒ 5.0rad. y 3350m.
  - Ⓓ 3.8rad. y 1250m.
11. Un atleta recorre 1200m de una pista circular de 300m de radio en 2min, (a) ¿cuál es el promedio su rapidez tangencial y angular?
- Ⓐ 8m/s y 0.0288rad/s
  - Ⓑ 11m/s y 0.0366rad/s
  - Ⓒ 10m/s y 0.0333rad/s
  - Ⓓ 12m/s y 0.0444rad/s



12. Una estación espacial se encuentra en órbita circular alrededor de la tierra a una altura de  $6.0 \times 10^3$  km. Si el radio terrestre es de  $6.38 \times 10^3$  km y la estación le da una vuelta a la tierra en 80 min, ¿qué rapidez orbital y aceleración tangencial tiene la estación?
- Ⓐ 875.32 km/min y  $76.366 \text{ km/min}^2$   
Ⓑ 972.32 km/min y  $76.366 \text{ km/min}^2$   
Ⓒ 872.32 km/min y  $31.465 \text{ km/min}^2$   
Ⓓ 1072.32 km/min y  $92.881 \text{ km/min}^2$
13. Las hélices de un helicóptero aceleran uniformemente desde el reposo hasta alcanzar su rapidez operativa y realizan 35 vueltas en 50 seg, ¿cuál es: su rapidez angular media, su rapidez angular operativa y su aceleración angular, en ese lapso de tiempo?
- Ⓐ 4.398 rad/s, 8.796 rad/s y  $0.1759 \text{ rad/s}^2$   
Ⓑ 1.352 rad/s, 3.0476 rad/s y  $0.175 \text{ rad/s}^2$   
Ⓒ 2.885 rad/s, 2.7699 rad/s y  $0.275 \text{ rad/s}^2$   
Ⓓ 1.688 rad/s, 3.055 rad/s y  $0.125 \text{ rad/s}^2$

### ESCALA DE MEDICIÓN DEL APRENDIZAJE

- Si todas tus respuestas fueron correctas: **excelente**, por lo que te invitamos a continuar con esa dedicación.
- Si tienes de 8 a 9 aciertos, tu aprendizaje es **bueno**, pero es necesario que nuevamente repases los temas.
- Si contestaste correctamente 7 ó menos reactivos, tu aprendizaje es **insuficiente**, por lo que te recomendamos solicitar asesoría a tu profesor.

*Consulta las  
claves de  
respuestas en la  
página 153.*




**EJERCICIO DE  
REFORZAMIENTO 1**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Analiza bien los datos, esto es, lo que se te da y lo que se te pide para así escoger la ecuación apropiada para la solución del problema.

1. Un automóvil viaja a una rapidez media de 100km/h. ¿Qué distancia recorre en 25 minutos? ¿Esta distancia es la magnitud del desplazamiento del automóvil? Explica
2. Una persona conduce 210km de una ciudad a otra en 2.3h y de regreso lo hace en 2.0h.
  - a) ¿Cuál es la rapidez media de ida y vuelta?
  - b) ¿Cuál es su velocidad media en el viaje redondo?
3. Una partícula se encuentra en  $x=5\text{m}$  y su velocidad media es 11m/s, ¿Cuál es su posición 3s después?
4. Un autobús viaja a 60km/h, en ese instante recibe una aceleración media de  $5\text{m/s}^2$  durante 4s, ¿cuál es su velocidad final?
5. Un avión aterriza con una velocidad de 120km/h exactamente sobre los 300m de la pista, y llega al reposo exactamente cuando su posición es los 700m.
  - a) ¿Qué aceleración recibe desde que aterriza hasta que llega al reposo?
  - b) ¿Qué tiempo tarda en llegar al reposo?
6.
  - a) ¿Cuál es la posición de una partícula que al inicio de la observación se mueve a 5m/s y se encuentra en  $x=6\text{m}$ , si recibe una aceleración de  $3\text{m/s}^2$  durante 4s?
  - b) ¿Cuál es su desplazamiento?
  - c) ¿Es la magnitud del desplazamiento igual a la distancia? Explique.
7. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba, 5s después alcanza su máxima altura 122.5m.
  - a) ¿Con qué velocidad se lanzó?
  - b) ¿Para qué instantes de tiempo se encuentra en  $y=50\text{m}$ ?
  - c) ¿Con qué velocidad llega al suelo?



8. Una piedra se lanza verticalmente hacia abajo con una velocidad de 11m/s, 3s después llega al suelo.
  - a) ¿Cuál es la magnitud de su desplazamiento en los 3s?
  - b) ¿De que altura se lanzó?
  - c) ¿Cuál es su posición en  $t=2s$ ?
  
9. Un proyectil es lanzado horizontalmente con una velocidad de 252km/h a una altura de 15m.
  - a) ¿Qué tiempo tarda en llegar al suelo?
  - b) ¿Cuál es su desplazamiento vertical y horizontal en  $t=1.2s$ ?
  - c) ¿A qué altura se encuentra en  $t=1.2s$ ?
  - d) ¿Cuál es la coordenada su posición en  $t=1.2s$ ?
  
10. Un misil se dispara en un ángulo de  $42^\circ$  y con una velocidad de 125m/s desde una altura de 2m, encuentra.
  - a) Las componentes de la velocidad.
  - b) Tiempo para alcanzar su máxima altura.
  - c) Coordenadas del punto en la altura máxima.
  - d) Desplazamiento vertical y horizontal en  $t=9s$ .
  - e) Coordenadas del punto en el cual se encuentra en  $t=9s$ .
  - f) Alcance.
  
11. Un automóvil se encuentra en el punto A de una pista circular de 450m de radio y ha recorrido una distancia angular de 1.5rad, luego pasa por el punto B habiendo recorrido 7.5rad con respecto a su punto de partida.
  - a) ¿Qué desplazamiento angular efectúa entre A y B?
  - b) ¿Cuál es su rapidez angular media si dicho desplazamiento lo realiza en 1.5min?
  - c) ¿Con qué rapidez tangencial se desplaza?
  - d) ¿Cuál es la distancia tangencial entre A y B?
  
12. Las hélices de un helicóptero aceleran uniformemente desde el reposo y realizan 30 vueltas en 45seg para alcanzar su rapidez operativa.
  - a) ¿Qué distancia angular recorre en ese lapso de tiempo?
  - b) ¿Cuál es su rapidez angular media?
  - c) ¿Cuál es su rapidez operativa al cabo de los 50seg?
  - d) ¿Cuál es su aceleración angular?
  - e) ¿Cuál es su aceleración tangencial si la longitud de cada hélice es de 5m?



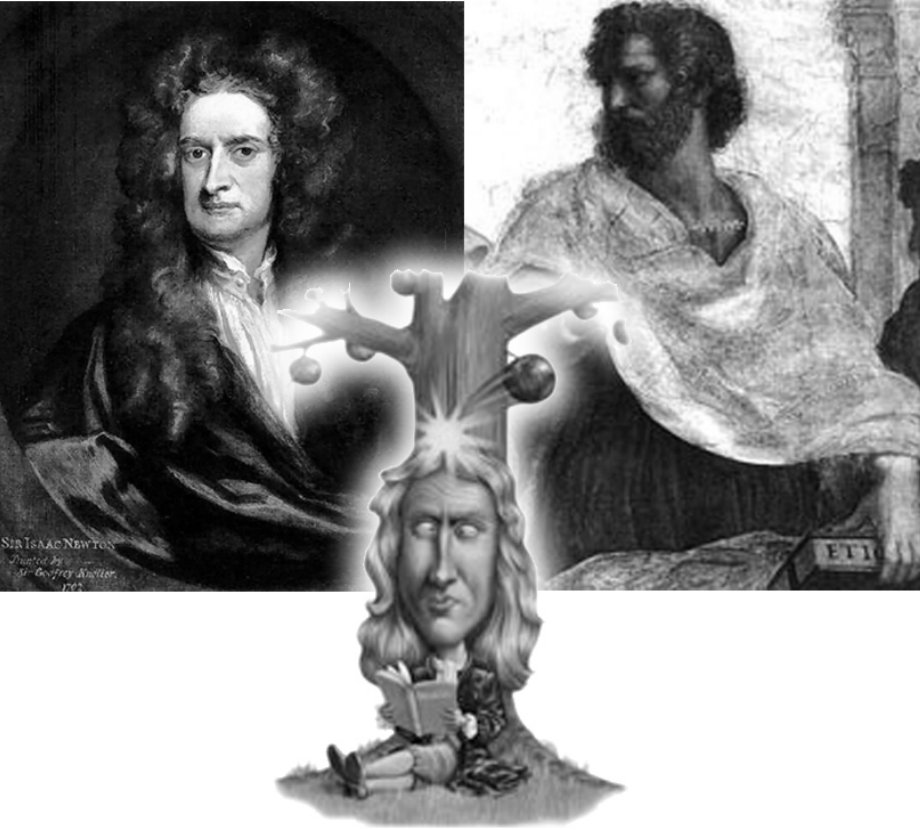
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# Unidad 3

## Leyes de Newton, Trabajo, Potencia y Energía

### Objetivos:

#### El alumno:

Resolverá ejercicios prácticos relacionados con las Leyes de Newton, Trabajo, Potencia y Energía mecánicos, por medio del empleo de sus conceptos y sus modelos matemáticos, aplicados de manera científica en múltiples fenómenos físicos observables en su vida cotidiana.

### Temario:

- Leyes de Newton,
- Trabajo, Potencia y Energía mecánica.

Cuestiones tan comunes como la Energía y su idea cotidiana intuitiva, tan cercana a la concepción formal en la Física, parecen señalarnos un rumbo definitivo: tenemos la obligación de cultivarnos no sólo humanísticamente, sino también científicamente, porque vienen los días en que el desconocimiento de las leyes de la naturaleza, será considerado como característica distintiva de los hombres incultos.

# 3.1 LEYES DE NEWTON

Durante más de dos mil años, desde el siglo IV a.c. hasta bien entrado el siglo XVII d.c., el sólido cuerpo de conocimientos elaborado laboriosamente por el sabio macedonio Aristóteles dominó la forma de pensar en el mundo occidental.

El Renacimiento Cultural europeo había dado ya a la humanidad inteligencias que, trabajando en los márgenes del pensamiento vanguardista de la época, socavaban vigorosamente los cimientos del ya anacrónico tipo de ciencia que estaba por derrumbarse.

El pensamiento aristotélico, representando en realidad una obra colosal de la mente humana, había dejado la puerta entreabierta para que genios de la talla de Galileo Galilei (1564-1642) e Isaac Newton(1642-1727) pudieran penetrar y cuestionarlo con éxito en sus puntos más débiles, apartando del camino las piedras con las que habían tropezado hasta entonces las mentes más lúcidas y abriendo para siempre la brecha que habrían de seguir los hombres que empezaban a conocer las nuevas formas de pensar que estaban llegando con los nuevos tiempos.

## TAREA 1



Página 129.

La forma en que Aristóteles obtuvo sus conocimientos, consistió básicamente en observar y razonar sobre lo observado, pero, menospreciando las actividades experimentales que podrían ayudarlo a responder racionalmente a muchas de las preguntas que le planteaba la naturaleza, cometió algunos errores conceptuales, ya históricos.

### 3.1.1. Concepto de fuerza, tipos de ella y peso de los cuerpos

En la naturaleza todos los cuerpos interactúan con otros cuerpos de su entorno.

Debido a esas interacciones entre los cuerpos, puede ocurrir que cambien la forma en que se mueven, o bien que, sin que resulten afectados sus movimientos, cambien sus dimensiones o sus formas.

Se dice en esos casos, que se ha ejercido una **fuerza**.

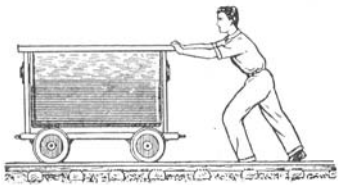


Fig. 1.

La fuerza aplicada por este hombre sobre el carro minero puede ponerlo en movimiento, detenerlo, o hacerlo moverse de una forma diferente. Fig. 1.

Considerando lo anterior, decimos que:

**Una fuerza es una cantidad vectorial que, ejercida por un cuerpo sobre otro, le produce cambios en su estado de movimiento o en su forma.**



El peso de este hombre deforma al pequeño puente.

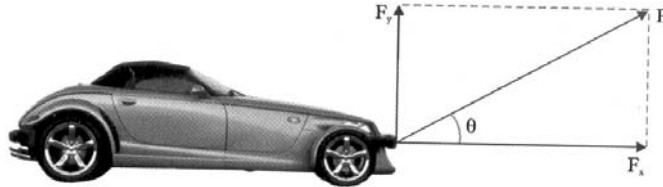




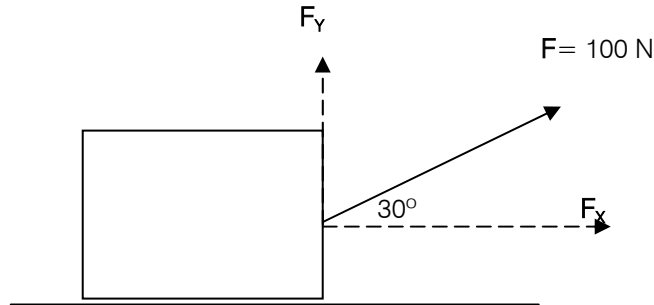
Las componentes de una fuerza pueden sustituirla, pues el efecto que producen al actuar de manera simultánea, es el mismo que el de aquella.

Las fuerzas, igual que los desplazamientos, las velocidades y las aceleraciones que ya conociste en las unidades anteriores de este curso, son cantidades vectoriales, puesto que, además de un valor o magnitud, tienen una dirección y un sentido de acción.

Como cualesquiera otras cantidades vectoriales, las fuerzas pueden descomponerse en sus componentes. El auto de la figura siguiente, por ejemplo, está sometido a una fuerza de tracción  $F$ , cuyas componentes horizontal y vertical se muestran. La acción simultánea de las dos componentes, produciría en el auto el mismo efecto físico que la acción de la fuerza  $F$ .



**Ejemplo** Sobre un bloque de construcción que reposa en el suelo se ha aplicada la fuerza  $F$ .



a) ¿Qué valor tiene la componente horizontal  $F_x$ ? ¿Cuál es su efecto?

$$F_x = F \cos 30^\circ$$

$$F_x = (100 \text{ N}) \cos 30^\circ = 86.6 \text{ N}$$

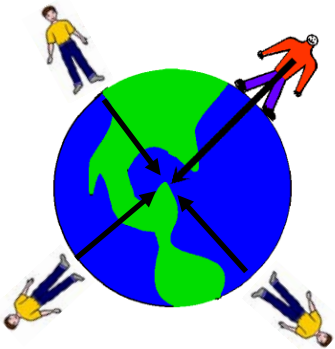
El efecto de esta componente es tirar del bloque hacia la derecha.

b) ¿Qué valor tiene la componente vertical  $F_y$ ? ¿Cuál es su efecto?

$$F_y = F \sin 30^\circ$$

$$F_y = (100 \text{ N}) \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$$

El efecto de esta componente es tirar del bloque hacia arriba.



El peso de un cuerpo es la fuerza con la que la Tierra lo atrae hacia su centro.



## El peso es una fuerza

Debido a nuestro permanente contacto cotidiano con el **peso** de los cuerpos, estamos muy familiarizados con él. Ese peso es la **fuerza** con la que la Tierra los atrae gravitacionalmente. Normalmente, en los cálculos numéricos se le nombra con la letra **w** (minúscula), como una herencia de los viejos textos escritos en lengua inglesa.

*El peso de un cuerpo es la fuerza gravitacional con la que la Tierra u otro astro lo atrae hacia su centro.*

## Fuerzas de contacto y fuerzas de acción a distancia

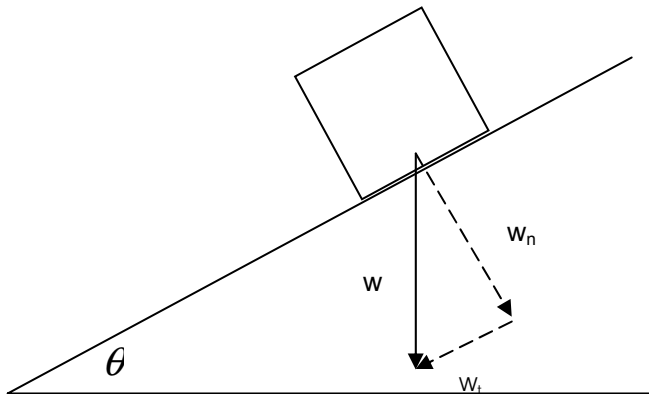
En este punto nos colocamos voluntariamente en el centro de una vieja disputa entre los creadores de la ciencia física. La cuestión es que durante algunos años los físicos discreparon en cuanto a la posibilidad de que un cuerpo fuese capaz de ejercer una fuerza sobre otro cuerpo, distante del primero, y a través de la nada.

Se ha considerado que:

- Fuerzas de contacto son aquellas que se ejercen dos cuerpos directamente, es decir, entrando en contacto.
- Fuerzas de acción a distancia son aquellas que se ejercen dos cuerpos sin que haya contacto directo entre ellos.

Responde las siguientes preguntas y compara tus respuestas con las de tus compañeros.

Un bloque de construcción, de peso  $w$  se mantiene en reposo en el extremo superior de una rampa.



- ¿Cuál es la expresión matemática para calcular las componentes  $w_n$  y  $w_t$ ?
- ¿Cuál es el efecto de cada una?

### TAREA 2



Página 131.

### EJERCICIO 2



**EJERCICIO 3**



Identifica algunos casos de tu vida cotidiana que correspondan a Fuerzas de Contacto y a Fuerzas de Acción a Distancia



**3.1.2. Fuerzas de fricción estática y dinámica**

Quizás hayas conocido algunas cosas sobre las fuerzas de fricción. Normalmente casi nadie las menciona, pero la vida cotidiana sería imposible sin ellas.

Piensa por ejemplo en lo que sientes cuando sacas tu mano por la ventanilla de un auto que se mueve rápidamente por una carretera. ¡La fuerza que mueve tu mano hacia atrás es una fuerza de fricción!

Las fuerzas de fricción te permiten caminar, mantener el nudo de tus zapatos, rayar con tu lápiz sobre tu cuaderno, entre muchas otras cosas.

**EJERCICIO 4**



Explica las formas en las que la fricción beneficia o perjudica al hombre y entrega tu trabajo al profesor.

**Las fuerzas de fricción aparecen en la naturaleza en oposición a los movimientos.**

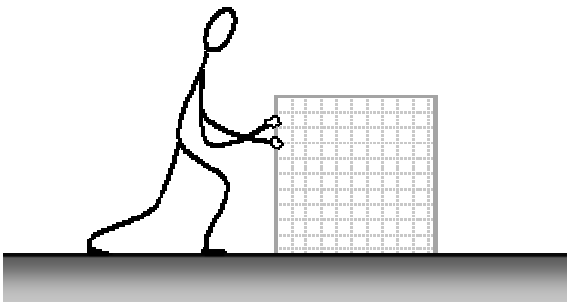
Normalmente, la operación de los mecanismos es entorpecida por las fuerzas de fricción, y para disminuir sus efectos nocivos se usan lubricantes, como los aceites y el grafito.

La fricción puede ser:

**Fricción Seca.** Cuando un sólido se desliza o intenta deslizarse sobre otro. Por ejemplo cuando empujamos una caja que se encuentra sobre el piso.

**Fricción Viscosa.** Cuando un sólido se mueve en contacto con un fluido (gas o líquido), o viceversa. Por ejemplo, un paracaidista que cae o el caso del agua moviéndose en el interior de una tubería.

**Fricción de Rodadura.** Cuando una rueda al tratar de deslizarse sobre una superficie esta provoca una fuerza que la hace girar. Por ejemplo cuando andamos en bicicleta obteniéndose una ventaja de este movimiento.



Al empujar una caja podremos moverla o no, al entrar en juego las fuerzas de fricción

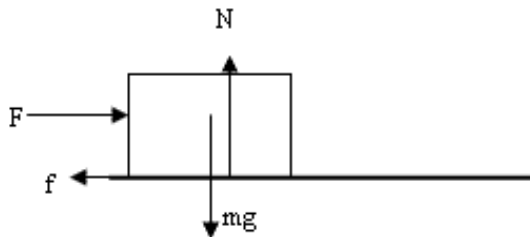
En este curso pondremos nuestra atención sólo en la fricción seca.

Si pensamos en una situación como la que se presenta en la figura siguiente, que representa una caja de madera colocada sobre el piso y a la cual se intenta mover empujándola con una fuerza  $F$ , estaremos de acuerdo en que, una de las cosas que pueden ocurrir, es que la caja no se mueva.

Esto se debe a que ha aparecido la fuerza de fricción  $f$  que ha logrado impedir ese movimiento.

Se dice aquí que  $f$  es una **fuerza de fricción estática** y se le nombraría  $f_e$ .

Pudo también suceder que la fuerza  $F$  fuera capaz de lograr que la caja se moviera. En este caso la fuerza de fricción no sería capaz de impedir el movimiento y se dice que es una fuerza de **fricción cinética**. A la fuerza de fricción cinética se le nombrará  $f_c$ .



En la figura anterior, como se te aclarará un poco más adelante, el producto  $mg$  es el peso  $w$  de la caja, que en este caso presiona a la superficie del suelo.  $N$  es la fuerza con que el suelo sostiene a esa caja. Es perpendicular a la superficie de contacto y es llamada **fuerza normal**.

Las fuerzas de fricción dependen de la magnitud de las fuerzas normales  $N$ , perpendiculares a la superficie de contacto. Dependen, además, del tipo de material de las superficies en contacto, al cual se le asigna un valor numérico que se determina en laboratorio y que es siempre un valor comprendido entre cero y uno, al cual se le llama coeficiente de fricción. Además, la fricción seca no depende del área de las superficies en contacto.

Dependiendo de que haya movimiento o no, el coeficiente de fricción puede ser estático  $e$  o cinético  $c$ . El coeficiente de fricción estática normalmente supera al coeficiente de fricción cinética.

Para cada situación, la fuerza de fricción estática puede empezar en cero y alcanzar un valor máximo que se determina con la siguiente ecuación, obtenida experimentalmente:

$$f_{e\max} = e N$$

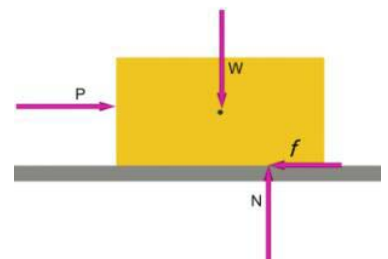
### TAREA 3



Página 133.



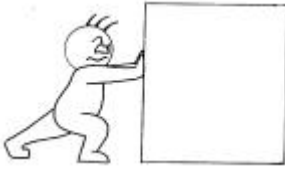
Galileo Galilei (1564-1642).



Al iniciarse el movimiento, la fuerza de fricción disminuirá, tomando un valor prácticamente invariable y calculable a partir de la siguiente ecuación:

$$f_c = \mu_c N$$

### 3.1.3. Primera Ley de Newton



El cajón se mueve cuando lo empujamos y se detiene cuando dejamos de hacerlo.

Colocándonos en una perspectiva histórica apropiada, tendremos en cuenta que las enseñanzas Aristotélicas aún ejercían influencia importante en los siglos XVI y XVII. Era la época en que Galileo, inteligente y provocador, escudriñaba tales enseñanzas.

Aristóteles había enseñado que, para que un cuerpo se moviera, precisaba de una fuerza impulsora y que, si dicha fuerza dejaba de actuar, el cuerpo se detendría. Algunas experiencias cotidianas parecen apoyar tal enseñanza. Pensemos en un cajón de madera al que logramos cambiar de sitio empujándolo; se detendrá cuando dejemos de empujarlo.

Pero el problema no es tan sencillo.

Utilizando por vez primera el Método Científico, Galileo cuestionaba la enseñanza aristotélica ejemplificando con el movimiento de una esfera que rueda y el de una flecha que vuela impulsada por un arco: ninguna fuerza los empuja hacia adelante mientras se mueven.

Galileo Galilei, pensando de manera distinta a como se había hecho hasta entonces, llegó a la siguiente conclusión:

**Todo cuerpo en reposo necesita una fuerza para ponerse en movimiento y, una vez en movimiento, si no actúa ya sobre él ninguna fuerza, seguirá moviéndose indefinidamente.**

**Llamaremos fuerza neta a la fuerza resultante de dos o más fuerzas que actúan simultáneamente sobre el mismo cuerpo.**

#### EJERCICIO 5



Responde en equipo las siguientes cuestiones y compáralas con tus compañeros de grupo.

¿Cuál es entonces la explicación en el ejemplo de un cajón que se mueve sólo cuando lo empujan? y ¿qué diferencia existe entre el movimiento de ese cajón y el que tienen una pelota y una flecha?



Figura 3.2

**Inercia: calidad de inerte, propiedad del cuerpo a resistirse a cambiar su estado de reposo o movimiento.**

Galileo atribuyó a cada cuerpo una propiedad a la que llamó **inercia**. De acuerdo con ésta, un cuerpo en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, conservará ese estado mientras no actúe sobre él una fuerza que lo obligue a modificarlo.

Es decir, si no existe una fuerza neta actuando sobre un cuerpo, podrá permanecer en reposo o se moverá rectilínea y uniformemente.

Responde en equipo y entrega tu trabajo al profesor.

La moneda en la figura 3.2, tiende a permanecer en su sitio: si retiramos la tarjeta rápidamente, ¿caerá en el vaso?

En la figura 3.3 se dará un golpe al bloque inferior. ¿Qué crees que pase con él? ¿Por qué? ¿Qué pasará con los demás? ¿Por qué?

## EJERCICIO 6



Galileo murió en enero de 1642, año en el que, el 25 de diciembre, nació Isaac Newton. Retomando los trabajos de Galileo, Newton elaboró un formidable cuerpo de conocimientos que aún perdura y al cual se le conoce como Física Newtoniana.

En su famosa obra **Principios Matemáticos de la Filosofía Natural**, Isaac Newton presentó las tres leyes del movimiento que hoy llevan su nombre. La primera de ellas es llamada también Ley de la Inercia:

**Primera Ley de Newton: 'Todo cuerpo mantendrá su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, mientras no sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas externas que se le apliquen'.**

De acuerdo con esta ley, Aristóteles se equivocaba al suponer que un cuerpo necesita una fuerza para mantener su movimiento. Por el contrario, se moverá con velocidad constante si no hay fuerzas actuando sobre el o la fuerza resultante sobre el es cero.

A las preguntas de ¿por qué una caja se detiene si dejamos de empujarla? y ¿por qué una pelota lanzada a rodar por el suelo finalmente se detiene? se da una misma respuesta: las fuerzas de fricción están actuando y acaban gradualmente el movimiento. Pero si no hubiera fuerzas actuando, el movimiento seguiría por siempre, según afirma la Primera Ley de Newton.

Se sabe que Aristóteles no ignoraba la presencia de las fuerzas de fricción, pero suponía que fuerzas de fricción constantes, darían como resultado movimientos uniformes. Como verás un poco más adelante, el gran sabio de Macedonia estaba equivocado.

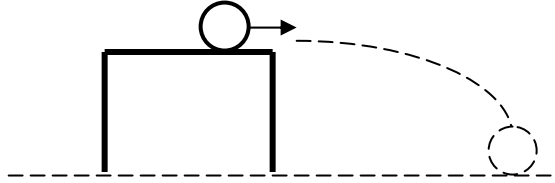


Figura 3.3

**EJERCICIO 7**

**Apoyado por tu maestro, discute y responde a las siguientes preguntas.**

Una esfera de cerámica reposa sobre una mesa horizontal en el momento en que se le da un impulso que la hace rodar sin fricción sobre la mesa, hasta caer por uno de sus bordes.



- a) Mientras reposa, ¿Cuáles fuerzas actúan sobre la esfera? ¿Cómo son esas fuerzas entre sí?

Con esas fuerzas actuando sobre la esfera, ¿podría estarse moviendo? Explica.

- b) Mientras la esfera rueda sobre la mesa, ¿Cuáles fuerzas actúan sobre ella?

¿Cómo son esas fuerzas entre sí?

Con esas fuerzas actuando sobre la esfera, ¿podría estar en reposo? Explica.

- c) Mientras cae, ¿qué fuerzas actúan sobre la esfera? ¿Cómo son esas fuerzas entre sí?

En esas condiciones, ¿podría la esfera estar en reposo? Explica.

¿Podría moverse uniformemente? Explica.

**TAREA 4**

*Página 135.*

**Masa.**

Frecuentemente se define la masa de un cuerpo como la cantidad de la materia que contiene. Aunque el mismo Isaac Newton usó esta definición, se considera que no es muy precisa.

Más precisamente, hoy se afirma que la masa de un cuerpo es una medida de su inercia. Mientras más masa tenga un cuerpo será más difícil cambiar su estado de movimiento. Veamos

Supongamos que tenemos dos carros iguales en su forma y material de construcción, pero las dimensiones de uno son diez veces las del otro. Debemos cambiarlos de lugar empujándolos.

La experiencia diaria nos previene que será más fácil mover el carro pequeño. De igual manera, si estuvieran ambos carros moviéndose con velocidades iguales, sería más fácil de detener el carro pequeño.

Como ya mencionamos, esta propiedad es llamada inercia.

Estaremos de acuerdo en que el carro grande tiene más inercia que el pequeño, porque es más difícil alterar su reposo o su movimiento. Su masa también es mayor que la del carro pequeño.

Se suele definir la masa de un cuerpo como **una medida de su inercia**.

Para medir la masa de un cuerpo, se utilizan unidades como el kilogramo, el gramo y el slug.

$$1 \text{ slug} = 14.59 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Kg} = 1000 \text{ gr}$$

No debemos confundir la masa con el peso. La masa es una propiedad intrínseca y el peso es la fuerza con que esa masa es atraída gravitacionalmente. Por ejemplo, un astronauta conserva su masa en el espacio exterior, aunque allí una báscula señale que no tiene peso.



La masa de un cuerpo pesa seis veces más en la tierra que en la luna.

#### Investiga y entrega tu trabajo al profesor.

Un astronauta en el espacio, necesita diferenciar una esfera de acero maciza de una esfera también de acero, pero hueca. Debido a las condiciones de ingravidez, una báscula sería inútil. ¿Qué podría hacer? ¿Qué explicación daríamos sobre esta solución?

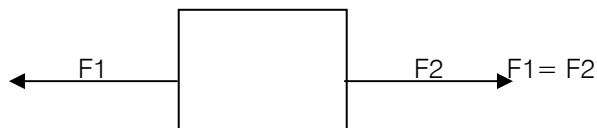
#### EJERCICIO 8



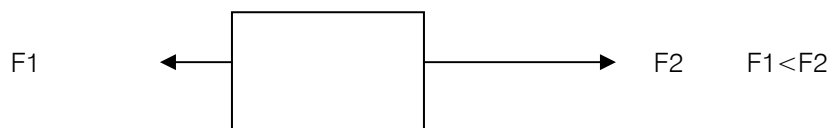
#### 3.1.4. Segunda ley de Newton

Si tomamos en cuenta que la Primera Ley de Newton afirma que, cuando *la fuerza resultante aplicada a un cuerpo es igual a cero*, existe reposo o movimiento rectilíneo uniforme, deberemos preguntarnos qué es lo que sucede en los demás casos, es decir, cuando la fuerza resultante es diferente de cero.

La respuesta es inmediata: no hay reposo ni movimiento rectilíneo uniforme. Solo nos queda una opción: existe un movimiento acelerado.



Fuerza resultante igual a cero: reposo o movimiento rectilíneo uniforme.  
Aceleración igual a cero.



Fuerza resultante diferente de cero: movimiento acelerado.

La Segunda Ley de Newton establece que:

'La aceleración producida por la fuerza resultante  $\vec{F}$  en un cuerpo de masa  $m$ , es directamente proporcional a esa fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo'. Esa aceleración, además, tiene la misma dirección y sentido que la fuerza resultante o total  $\vec{F}$ .

Es decir 
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Tabla de Unidades

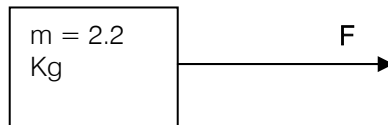
Cantidad	Sistema Internacional	Sistema CGS	Sistema Inglés
MASA	Kg	gr	Slug
ACELERACIÓN	m/s <sup>2</sup>	cm/s <sup>2</sup>	Ft/s <sup>2</sup>
FUERZA	Kgm/s <sup>2</sup>	grcm/s <sup>2</sup>	Slugft/s <sup>2</sup>

A la unidad de fuerza Kgm/s<sup>2</sup> se le da el nombre de Newton. Un Newton es la fuerza que debe aplicarse a un cuerpo de 1 Kilogramo para que su aceleración sea de 1 m/s<sup>2</sup>.

A la unidad de fuerza grcm/s<sup>2</sup> se le llama Dina.

A la unidad de fuerza Slugft/s<sup>2</sup> se le llama libra fuerza.

**Ejemplo 1:** El bloque de la siguiente figura tiene una masa de 2.2 Kg y se encuentra en reposo en el momento en que se le aplica la fuerza **F**, produciéndole una aceleración de 0.6 m/s<sup>2</sup>



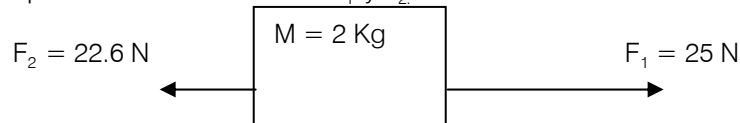
¿Cuánto vale la fuerza **F**?

$$F = ma$$

$$F = (2.2 \text{ Kg})(0.6\text{m/s}^2) = 1.32 \text{ Kg m/s}^2$$

Tomando en cuenta que 1 Kg m/s<sup>2</sup> = 1 N (Newton), podemos decir que F = 1.32 N

**Ejemplo 2:** El bloque de la figura se encuentra en reposo en el momento en que empiezan a actuar las fuerzas **F<sub>1</sub>** y **F<sub>2</sub>**





- a) ¿Se mueve ese bloque? Explica  
Sí. Como la fuerza resultante es 2.4 N hacia la derecha, el bloque no puede continuar en reposo.
- b) ¿Cómo se mueve?  
Se desplaza hacia la derecha con aceleración constante cuyo valor se calcula
- $$a = F / m$$
- $$a = 2.4 \text{ N} / 2 \text{ Kg}$$
- $$a = 1.2 \text{ N/Kg}$$

Como  $\text{N/Kg} = (\text{Kg m/s}^2) / \text{Kg} = \text{m/s}^2$ , la respuesta puede escribirse así:  
 $a = 1.2 \text{ m/s}^2$

- c) ¿Qué significado tiene el resultado obtenido en el inciso anterior?

Significa que ese bloque se desplaza hacia la derecha aumentando el valor de su velocidad en 1.2 m/s cada segundo.

- d) ¿Cuánto vale la velocidad del bloque a los 5 segundos de movimiento?  
Puesto que se trata de un MUA, el movimiento del bloque puede analizarse con las ecuaciones de ese tipo de movimientos:

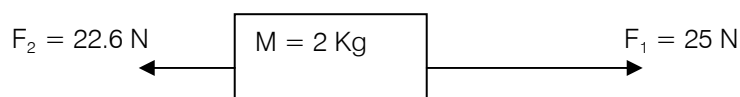
$$V = V_0 + at$$

$$V = 0 + (1.2 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s}) = 6 \text{ m/s}$$

- e) ¿Qué significado tiene el resultado obtenido en el inciso d)?  
Que a los 5 segundos de movimiento el bloque tiene una velocidad instantánea con la que se podrían recorrer 5 m en cada segundo.  
Recordemos que la velocidad del bloque está cambiando constantemente su valor de acuerdo con la aceleración que ha tomado al aplicarse las fuerzas.

Resuelve en tu cuaderno el siguiente problema y muéstralo a tu profesor para su revisión.

El bloque de la figura se mueve hacia la izquierda con velocidad de 3.6 m/s en el instante en que se aplican las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$ .



- a) ¿Qué efecto tiene la fuerza resultante?
- b) ¿En algún momento el bloque se detiene? Si la respuesta es positiva, ¿cuándo lo hace?
- c) ¿Qué velocidad tiene el bloque a los 6 segundos desde que se aplicaron las fuerzas?

### EJERCICIO 9



### El peso y la Segunda Ley de Newton.

Como ya dijimos, el peso de un cuerpo es la fuerza con la que la Tierra lo atrae. Ahora podemos decir algo más: el peso de ese cuerpo es la fuerza con la que la Tierra atrae a su masa y, según la Segunda Ley de Newton, si aprovechamos el hecho de que ya sabemos que, muy aproximadamente, la aceleración que ejerce la fuerza de gravedad de la Tierra sobre cualquier cuerpo colocado en su superficie es  $a = -g = -9.8\text{m/s}^2$ ,

Tendremos lo siguiente:

$$F = ma$$

$$w = -mg$$

donde  $w$ : peso del cuerpo

$m$ : masa de ese cuerpo

$g$ : aceleración de la gravedad

El signo negativo en esta ecuación indica que el peso es una fuerza dirigida hacia el centro de la tierra. Su magnitud se obtiene con el producto  $mg$ .

**Ejemplo 1:** ¿Qué peso tiene una persona de 50 kilogramos?

$$w = (50 \text{ Kg})(9.8\text{m/s}^2)$$

$$w = -490 \text{ Kg m/s}^2 = -490 \text{ N}$$

El signo negativo señala que el peso es una fuerza dirigida hacia abajo y, siempre que lo tengamos presente, podemos prescindir de él. Así, diremos que esa persona pesa 490 N.



El peso depende de la masa y de la aceleración de la gravedad.

**Ejemplo 2:** Un albañil está elevando verticalmente una pieza de construcción de 10 Kg, utilizando una cuerda y desde la azotea de un edificio. Si está ejerciendo una fuerza de tensión constante  $T = 126 \text{ N}$ ,

- a) ¿Qué tipo de movimiento tiene ese objeto?  
Puesto que el peso  $w = (10\text{kg})(9.8\text{m/s}^2) = 98\text{W}$ , es un movimiento uniformemente acelerado hacia arriba, puesto que la fuerza resultante apunta hacia arriba.
- b) ¿Cuánto vale la aceleración con que sube la pieza de construcción?

$$a = F/m$$

$$a = (T - w)/m$$

$$a = (126\text{N} - 98\text{N})/10 \text{ Kg}$$

$$a = 28 \text{ N}/10\text{Kg}$$

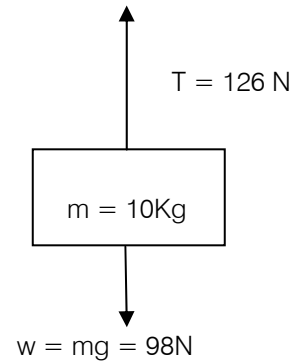
$$a = 2.8 \text{ N}/\text{Kg}$$

$$a = 2.8 (\text{Kg m/s}^2)/\text{Kg}$$

$$a = 2.8 \text{ m/s}^2$$

- c) ¿Qué significado tiene el resultado obtenido?

La velocidad con que ese objeto es subido a la azotea del edificio aumenta su valor en 2.8 m/s cada segundo.



### 3.1.5. Tercera Ley de Newton

Las fuerzas en la naturaleza se generan en pares: cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste otro ejerce también una fuerza sobre el primero.

Por ejemplo, si un libro reposa sobre una mesa, ejerce sobre ella una fuerza igual a su peso y, simultáneamente la mesa ejerce una fuerza de sostén en el libro.

Otro ejemplo: cuando la Tierra atrae a la Luna para mantenerla girando a su alrededor, la Luna atrae también a la Tierra.

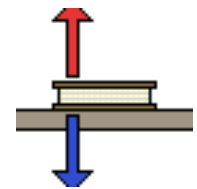
En general, esos pares de fuerzas tienen el mismo valor, están sobre la misma línea, pero apuntan en sentidos contrarios y actúan sobre cuerpos diferentes.

Se llama a veces Acción a cualquiera de las dos fuerzas y Reacción a la otra. La Tercera Ley de Newton establece que

‘Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual en magnitud y en dirección, pero de sentido contrario’.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Donde  $\vec{F}_{AB}$  es la fuerza que ejerce el cuerpo A sobre el cuerpo B y  $\vec{F}_{BA}$  es la fuerza que el cuerpo B ejerce sobre el cuerpo A.



El libro y la mesa ejercen fuerzas de igual valor y de reacción, pero en sentido opuesto.



La tierra y la luna se atraen recíprocamente.

**EJERCICIO 10**

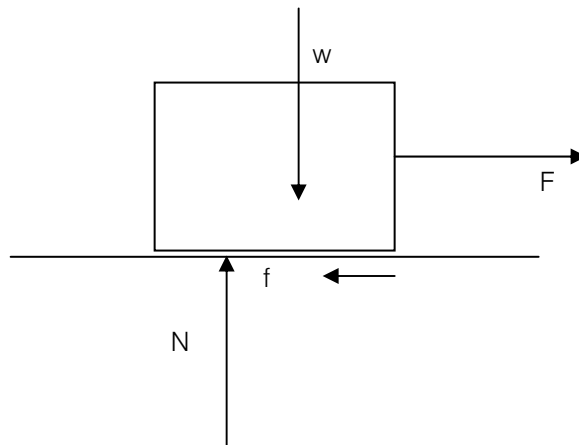
Discute y responde en grupo a las siguientes preguntas y busca respuestas correctas con la guía de tu profesor.

1. De acuerdo con la Tercera Ley de Newton, si la Tierra nos atrae gravitacionalmente hacia su centro, también nosotros atraemos a la Tierra hacia nuestro centro. ¿Es eso verdadero? Explica.
2. Un auto compacto choca con un pesado camión de carga. Si el camión salió sin daños y el auto quedó destruido, ¿es evidente que el camión ejerció mas fuerza sobre el auto, que el auto sobre el camión? Explica.
3. La fuerza gravitacional que se ejercen mutuamente dos cuerpos depende de la masa de esos cuerpos. Sabemos que la masa de la Tierra es 80 veces la de la Luna. Entonces, ¿es incorrecto afirmar que la atracción que la Luna ejerce sobre la Tierra es igual a la atracción que la Tierra ejerce sobre la Luna? Explica.

**Aplicaciones de las Leyes de Newton**

**Ejemplo 1:** Se desea mover una caja de madera de 20 Kg que reposa en el piso tirando de ella con una fuerza  $F$ .

Los coeficientes de fricción estática y cinética entre la madera de la caja y el concreto del piso son  $\mu_e = 0.18$  y  $\mu_c = 0.15$ .



a) ¿Cuál es el peso de la caja?

$$w = mg$$

$$w = (20 \text{ Kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) = 196 \text{ N}$$

b) ¿Cuánto vale la fuerza normal  $N$ ?

De acuerdo con la Tercera Ley de Newton, la fuerza normal  $N$  es la fuerza de reacción de la superficie sobre el cuerpo que en este caso es igual al peso  $w$  y ambas fuerzas tienen el mismo valor. Entonces:

$$N = 196 \text{ N}$$

c) ¿Qué valor máximo puede tomar la fuerza de fricción estática?

$$f_{\text{emax}} = \mu_e N$$

$$f_{\text{emax}} = (0.18)(196\text{N}) = 35.28 \text{ N}$$

d) Si  $F$  vale 20N, ¿se mueve la caja? ¿Cuánto vale entonces la fuerza de fricción?

No se mueve. La fuerza de fricción toma el valor de 20N.

e) Si  $F$  vale 30 N, ¿se mueve la caja? ¿Cuánto vale, entonces, la fuerza de fricción?

No se mueve. La fuerza de fricción toma el valor de 30N.

f) Si  $F$  vale 40N, ¿se mueve la caja? ¿Cuánto vale, entonces, la fuerza de fricción?

Sí se mueve. La fuerza de fricción no puede rebasar el valor de 35.28 N y se inicia el movimiento. La fuerza de fricción ahora es cinética y vale

$$f_c = \mu_c N$$

$$f_c = (0.15)(196\text{N}) = 29.4\text{N}$$

**Ejemplo 2:** ¿Con qué aceleración se mueve la caja del ejercicio anterior al aplicársele la fuerza de 40N?

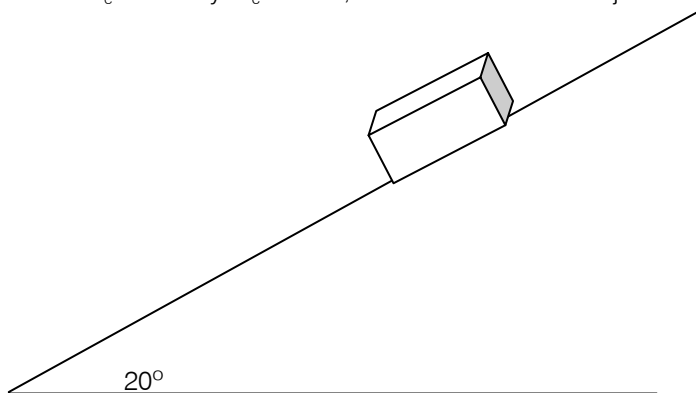
$$a = F/m$$

$$a = (40\text{N} - 29.4\text{N})/20\text{Kg}$$

$$a = 0.53 \text{ m/s}^2$$

Resuelve en equipo y entrega los resultados a tu profesor.

Si el cuerpo de la figura siguiente tiene una masa de 10Kg y los coeficientes de fricción son  $\mu_e = 0.20$  y  $\mu_c = 0.16$ , ¿se desliza hacia abajo?



### EJERCICIO 11



### TAREA 5



Página 137.

### 3.1.6. Ley de Gravitación Universal

La fuerza de atracción gravitacional es la responsable de que tengamos peso, de que todo en la Tierra tenga la tendencia a caer hacia su superficie o de que un cuerpo celeste se mantenga orbitando a otro.

En el siglo XVII, cuando la Ley de Gravitación Universal fue enunciada por Isaac Newton, la tendencia de los cuerpos a caer era considerada como una de sus propiedades y no se ponía en duda tal afirmación. El hecho de que hay cuerpos celestes girando alrededor de otros, era explicado de formas muy variadas y pintorescas.

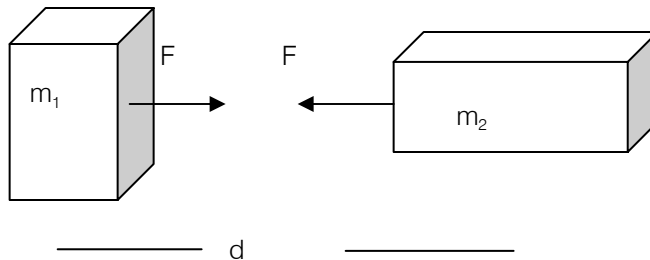


Isaac Newton descubrió la gravitación.

En una época en la que se pensaba aún que las leyes que rigen los movimientos de los cuerpos celestes son distintas de las que rigen los movimientos en la Tierra, Newton opinaba lo contrario al suponer que la caída de una manzana y el giro de la Luna sobre la Tierra obedecen ambos a una misma ley, a la que se le llama Ley de Gravitación Universal y se le enuncia como sigue:

**Todos los cuerpos se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.**

El modelo matemático obtenido por Newton para esta ley es el siguiente:

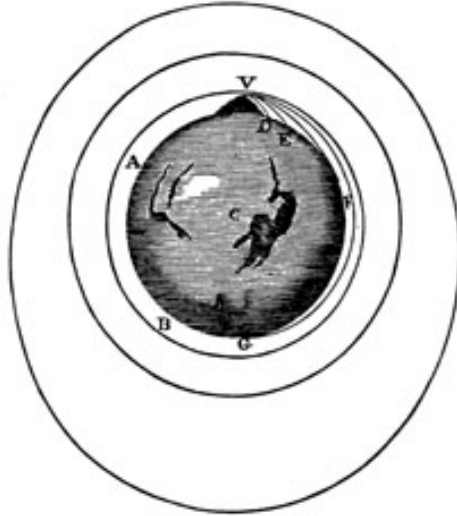


$$F = Gm_1m_2 / d^2$$

El valor de la constante de gravitación sólo fue obtenido unos cien años después de Newton, cuando Henry Cavendish lo obtuvo en laboratorio:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{Kg}^2$$

El carácter universal de esta ley indica su aplicabilidad que no se restringe a la Tierra ni a ningún otro sitio limitado espacialmente: es universal. Newton explicaba la presencia de esta ley en el giro de un astro alrededor de otro:



Comportamientos de los proyectiles lanzados con distintas velocidades.

Newton explicaba con la figura anterior que si nos fuera posible realizar tiros horizontales desde la cumbre de una montaña con velocidades iniciales que aumentaran progresivamente su magnitud, llegaría un momento en el que el objeto lanzado no encontraría suelo donde caer y quedaría girando alrededor de la Tierra. **De acuerdo con esto, un cuerpo que orbita a otro, está constantemente cayendo sobre él sin encontrarlo jamás.**

**Ejemplo.** Dos masas cualesquiera, separadas por una distancia  $d$ , se atraen gravitacionalmente con una fuerza de  $80\text{N}$ .

a) ¿Cuánto vale la fuerza si una de las masas se duplica?

Tenemos que  $F = Gm_1m_2/d^2$

Es decir  $80\text{N} = Gm_1m_2/d^2$

Si una de las masas se duplica, se tiene que

$$F' = G(2m_1)m_2/d^2$$

$$F' = 2(Gm_1m_2/d^2)$$

$$F' = 2(80\text{N}) = 160\text{N}$$

Lo anterior indica que el número por el que se multiplique cada masa será el número por el que se multiplique la fuerza gravitacional.

b) ¿Cuánto vale la fuerza si una masa se duplica y la otra se triplica?

Según el inciso anterior  $F = (80\text{N})(2)(3) = 480\text{N}$

c) ¿Cuánto vale la fuerza si la distancia se duplica?

Aquí se tiene una proporcionalidad inversa con el cuadrado de la distancia.

$$80\text{N} = Gm_1m_2/d^2$$

$$F' = Gm_1m_2/(2d)^2$$

$$F' = Gm_1m_2/4d^2$$

$$F' = \frac{1}{4}Gm_1m_2/d^2$$

$$F' = \frac{1}{4}(80\text{N}) = 20\text{N}$$

Esto indica que habrá que dividir la fuerza entre el cuadrado del número por el que resulte multiplicada la distancia.

d) ¿Cuánto vale la fuerza si cada masa se duplica y la distancia también se duplica?

$$F' = (2)(2)(80N)/4$$

$$F' = 80N$$

**EJERCICIO 12**



Resuelve y compara tus respuestas con la de tus compañeros.

¿Cuánto vale la fuerza gravitacional con que se atraen las masas  $m_1 = 60000\text{Kg}$  y  $m_2 = 90000\text{Kg}$  cuando su separación es 50 cm?

**TAREA 6**



*Página 139.*

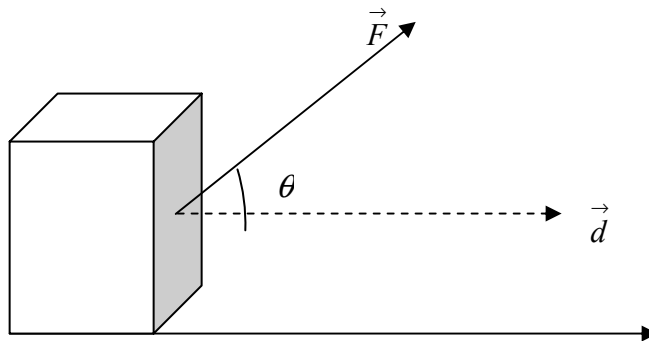
## 3.2. TRABAJO, ENERGÍA Y POTENCIA MECÁNICOS

Desde que el hombre tuvo necesidad de procurar satisfactores para su vida cotidiana, advirtió la necesidad de realizar trabajos que podía realizar en mayor o menor tiempo. Al principio utilizó su fuerza física, pero luego recurrió al trabajo de los animales que logró domesticar. Más recientemente el hombre fue capaz de fabricar máquinas que multiplicaron el trabajo realizado y disminuyeron notablemente el tiempo en que se hacía ese trabajo.

En toda esa lucha por mejorar sus condiciones de vida, el hombre logró establecer un estrecho vínculo entre aquellos trabajos mecánicos que lo beneficiaban y la energía relacionada con ese trabajo: la energía libera trabajo y el trabajo puede convertirse en energía.

### 3.2.1. Trabajo Mecánico

Si una fuerza  $F$  se aplica sobre un objeto y le produce un desplazamiento, dicha fuerza está realizando un trabajo (ver figura).



Si  $\theta$  es el ángulo formado entre la fuerza  $\vec{F}$  y el desplazamiento  $\vec{d}$ , la componente de la fuerza que realiza el trabajo de desplazar al objeto, es aquella que está en la dirección de dicho desplazamiento ( $F \cos \theta$ ), por lo que el **Trabajo** en física se define así:



*“Trabajo es la componente de la fuerza que está en dirección del desplazamiento, por la magnitud de dicho desplazamiento”*

Es decir:

$$W = F d \cos$$

Aunque la fuerza y el desplazamiento son vectores, el trabajo  $W$  es un escalar. Esto se debe a que el producto punto o escalar de dos vectores se define así:

$$A \cdot B = AB \cos$$

En particular, el producto punto entre la fuerza y el desplazamiento es:

$$\vec{F} \cdot \vec{d} = F d \cos , \text{ por lo que el trabajo también puede definirse así:}$$

**Trabajo es el producto punto o escalar de la fuerza y el desplazamiento**

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F d \cos$$

Donde

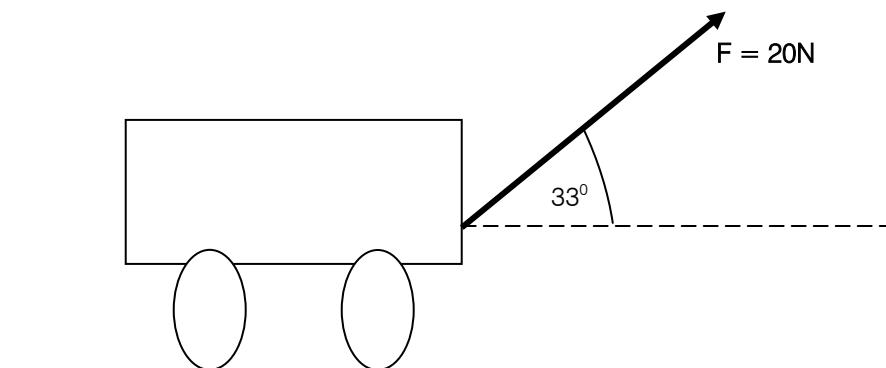
$W$ : trabajo realizado por la fuerza  $\vec{F}$

$F$ : magnitud de la fuerza

$d$ : distancia recorrida por el cuerpo mientras actúa sobre él la fuerza

$\theta$ : ángulo entre la dirección de la fuerza y la dirección del desplazamiento

**Ejemplo 1.** Un pequeño vehículo se mueve 15 m hacia la derecha mientras actúa sobre él la fuerza  $F$  de 20N que se muestra en la figura.



a) ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza  $F$ ?

$$W = F d \cos$$

$$W = (20\text{N})(15\text{m})\cos 33^\circ$$

$$W = 251.6 \text{ N m}$$

El producto (Newton)(metro) es llamado Joule

La respuesta en este caso es entonces 251.6 J

b) Si el carro se hubiera movido 15m hacia la izquierda mientras la fuerza  $F$  se mantiene en su posición, ¿cuánto vale el trabajo que realiza?

$$W = (20\text{N})(15\text{m})\cos 147^\circ = -251.6 \text{ J}$$

Ejemplo 2. Un cuerpo de 60N de peso es elevado desde el suelo hasta una altura de 5 m utilizando una fuerza constante de 100N ejercida verticalmente hacia arriba.

- a) ¿Cuánto vale el trabajo que ejerce la fuerza de 100N?  
 $W = (100\text{N})(5\text{m})\cos 0^\circ = 500 \text{ J}$
- b) ¿Cuánto vale el trabajo que ejerce el peso en ese movimiento?  
 $W = (60\text{N})(5\text{m}) \cos 180^\circ = -300 \text{ J}$
- c) ¿cuál es el trabajo total ejercido por las fuerzas que actúan en ese cuerpo?  
 $W = 500 \text{ J} - 300\text{J} = 200 \text{ J}$



Ejemplo 3. El halterista de la figura ha levantado con velocidad constante la pesa de 1000 N hasta una altura de 2m y deberá sostenerla en esa posición durante cinco segundos.

- a) ¿Cuánto trabajo realizó mientras la levantaba?  
 $W = (1000\text{N})(2\text{m})\cos 0^\circ = 2000\text{J}$
- b) ¿Cuánto trabajo realiza mientras la sostiene en lo alto?

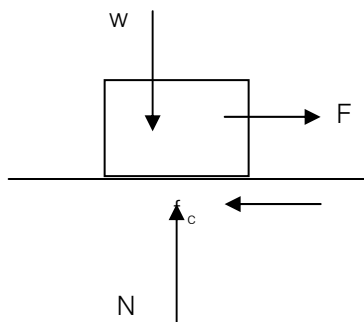
Puesto que la distancia recorrida por la pesa es nula, el trabajo también lo es. Si no hay movimiento, no hay trabajo.

**EJERCICIO 13**



Resuelve en tu cuaderno y entrega resultados a tu profesor.

1. Una caja que tiene una masa de 30 Kg es arrastrada 5m sobre un suelo horizontal, con rapidez constante y mediante una fuerza horizontal también constante. Si el coeficiente de fricción cinética es  $\mu_c = 0.22$ , entonces
  - a) ¿Cuánto vale la fuerza que arrastra la caja?



2. Si queremos que en el problema anterior la fuerza **F** forma un ángulo de  $30^\circ$  con la dirección en que se desplaza la caja, ¿cuánto trabajo hace esa fuerza?

### 3.2.2. Potencia mecánica

De acuerdo con lo aprendido sobre el Trabajo mecánico, el tiempo no interviene en su realización. ¿Lo advertiste?. El mismo trabajo se hace empujando un trineo desde el bosque hasta la casa, en cinco minutos que en tres horas, por ejemplo.

Sin embargo, a veces es importante considerar el tiempo en que el trabajo se realiza. Para determinar la rapidez con que un trabajo se hace, se define una cantidad llamada Potencia:

#### Potencia es la rapidez con la que una fuerza realiza un Trabajo

De acuerdo con esta definición, la Potencia  $P$  de una fuerza que hace un trabajo  $W$  en un tiempo  $t$ , puede calcularse como sigue:

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

Según este modelo matemático, al calcular una Potencia se manejarán unidades de trabajo entre unidades de tiempo. En el Sistema Internacional, dicha combinación de unidades es Joule/seg, a la cual se le llama Watt, unidad que abreviaremos con  $W$ .

$$W = J/s$$

**Ejemplo.** Un obrero de la construcción debe subir una pieza de 15 Kg desde el suelo hasta la azotea horizontal de una casa en construcción, a una altura de 3 m, y con velocidad constante de 30 cm/s.

a) ¿Cuánto pesa esa pieza?

$$w = mg$$

$$w = (15\text{Kg})(9.8\text{m/s}^2) = 147\text{N}$$

b) ¿En cuánto tiempo logra subir esa pieza?

$$v = d/t$$

$$t = d/v$$

$$t = 3\text{m}/0.3\text{m/s} = 10 \text{ s}$$

c) ¿Cuánto vale la fuerza con la que se eleva la pieza?>

De acuerdo con la primera ley de Newton, puesto que la velocidad es constante (no hay aceleración), la fuerza neta sobre el bloque es cero.

El peso es equilibrado por la fuerza que tira hacia arriba. Es decir,  $F = 147\text{N}$

d) ¿Qué tanto trabajo hace esa fuerza?

$$W = (147\text{N})(3\text{m}) \cos 0^\circ = 441 \text{ J}$$

e) ¿Cuál es la potencia de esa fuerza?

$$P = W/t = 441\text{J}/10\text{s} = 44.1 \text{ W}$$

f) ¿Qué significado tiene el resultado obtenido?

Cada segundo, la fuerza que eleva la pieza de construcción hace un trabajo de 44.1 joules

TAREA 7



Página 141.

### 3.2.3. Energía

Puesto que esta palabra es de uso frecuente en la vida cotidiana, su significado ya es entendido intuitivamente. Habrá que precisar, sin embargo, que este concepto se define en Física diciendo que

**Energía es la capacidad para realizar un Trabajo.**

#### TAREA 8



Página. 143.

Es decir, un cuerpo posee energía si es capaz de ejercer una fuerza que afecte el movimiento de otro cuerpo, o el de sí mismo.

La energía tiene múltiples maneras de manifestarse en la naturaleza, y así tenemos por ejemplo, energía eólica, energía química, energía atómica, energía mecánica, energía térmica, energía eléctrica.

#### Energía Mecánica

Puesto que la energía se manifiesta en forma de trabajo, es también un escalar cuyas unidades de medida corresponden a las del Trabajo, que ya estudiaste.

De las diferentes manifestaciones de la energía, analizaremos dos tipos de ella: La energía cinética y la energía potencial.

**La energía cinética** es aquella que un cuerpo posee debido a su movimiento. Depende de su masa  $m$  y del valor de su velocidad  $v$ , de la manera siguiente:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

#### TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA CINÉTICA

Cuando un cuerpo posee energía cinética puede realizar un trabajo (o realizarse sobre él), una vez realizado dicho trabajo, su energía cinética ya no es la misma, es decir, hay un cambio en su energía cinética. El trabajo realizado  $W$  es igual a dicho cambio de energía cinética, como se ve a continuación:

$$W = F \cdot d = m \cdot a \cdot d$$

$$\text{Como } a = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2d}$$

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_o^2 = E_{CA} - E_{CO}$$

$$W = \Delta E_c$$

A esta expresión se le conoce con el nombre de Teorema del trabajo y la energía cinética.

## Ejemplo 1.

Una pelota de 100 gramos se mueve a 12m/s. Obtén su energía cinética  
a) en el Sistema Internacional de unidades

$$E_c = \frac{1}{2} (0.1\text{Kg})(144 \text{ m}^2/\text{s}^2)$$

$$E_c = 7.2 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2$$

$$E_c = 7.2 (\text{Kg m/s}^2)(\text{m})$$

$$E_c = 7.2 \text{ N m} = 7.2 \text{ J}$$

## b) En el sistema CGS

$$E_c = \frac{1}{2}(100\text{g})(1200\text{cm/s})^2$$

$$E_c = 7.2 \times 10^7 \text{ g cm}^2/\text{s}^2$$

$$E_c = 7.2 \times 10^7 (\text{g cm/s}^2)(\text{cm})$$

$$E_c = 7.2 \times 10^7 \text{ Dina cm}$$

$$E_c = 7.2 \times 10^7 \text{ ergs}$$

**Ejemplo 2.** Si la pelota del ejercicio anterior ha de ser detenida por una red en una distancia de 20 cm aplicándole una fuerza constante  $F$  sobre la misma línea de acción en que la pelota se mueve, ¿cuánto vale esa fuerza?

Puesto que la pelota ejerce sobre la red una fuerza  $F$  a lo largo de una distancia de 0.2m, realizará un trabajo sobre ella, aprovechando la energía cinética que ya tiene:

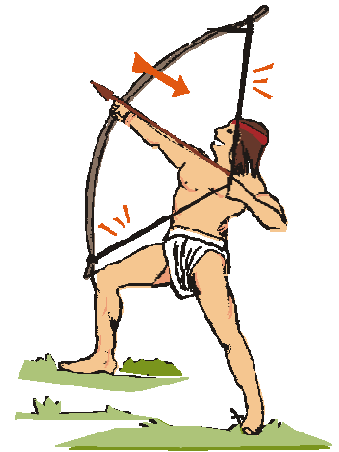
$$\Delta E_c = F d \cos$$

$$7.2 \text{ J} = F (0.2\text{m})(\cos 0^\circ)$$

$$F = 7.2 \text{ J}/0.2\text{m} \quad \text{puesto que } \cos 0^\circ = 1$$

$$F = 36 \text{ J/m}$$

$$F = 36 \text{ N}$$



Un arco tensado almacena energía que puede liberar para impulsar una flecha.

**La energía potencial** es aquella que almacena un cuerpo debido a su posición.

Un arco tensado almacena energía potencial que puede liberar en la distensión.

Un objeto al que se eleva desde el nivel del suelo, posee una energía potencial que puede descargar en su caída. Esta energía, ligada con la fuerza gravitacional, es llamada Energía Potencial ( $E_p$ ) y depende de la masa del cuerpo que la almacena y de la altura a la que se le eleve desde un nivel convencional de referencia, normalmente el suelo:

El nivel de referencia elegido afecta el valor a obtener para la  $E_p$ , como veremos, pero estaremos interesados más bien en la diferencia de energías y ésta no depende de ese nivel.

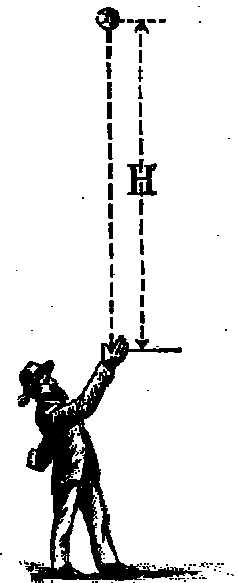
Cuando una fuerza constante  $F$  mueve verticalmente hacia arriba a un cuerpo de masa  $m$  con velocidad constante, sabemos que la fuerza  $F$  tiene la misma magnitud que el peso  $w$  y el trabajo que dicha fuerza hace en una distancia  $h$  es

$$W = w h \cos 0^\circ$$

$$W = mgh$$

Dicho trabajo se almacena en el cuerpo en forma de energía potencial gravitacional y tenemos, por tanto:

$$E_p = mgh$$



Al elevarse un cuerpo almacena energía potencial gravitacional

Así como hay una relación entre el trabajo y la energía cinética, también hay una relación entre el trabajo y la energía potencial, llamada Teorema del trabajo y la energía potencial, que en este caso es:

$$W = - \Delta E_p = -(E_{p_F} - E_{p_o}) = -(mgh_F - mgh_o)$$

$$W = mgh_o - mgh_F$$

A esta expresión se le conoce como Teorema del trabajo y la energía potencial.

**EJERCICIO 14**



Un obrero de la construcción deberá subir una pieza de 15 Kg desde el suelo hasta la azotea de una casa en construcción, a una altura de 3 m, ejerciéndole una fuerza de tracción vertical hacia arriba, igual al peso de esa pieza. ¿Qué energía potencial gravitacional acumula?

Tomando como nivel de referencia el suelo, se tiene

$$\begin{aligned} E_{pg} &= mgh \\ E_{pg} &= (15\text{Kg})(9.8\text{m/s}^2)(3\text{m}) \\ E_{pg} &= 441 \text{ (Kg m/s}^2\text{)(m)} \\ E_{pg} &= 441 \text{ N m} = 441 \text{ J} \end{aligned}$$

La suma de la energía cinética y potencial de un cuerpo constituye su Energía Mecánica:

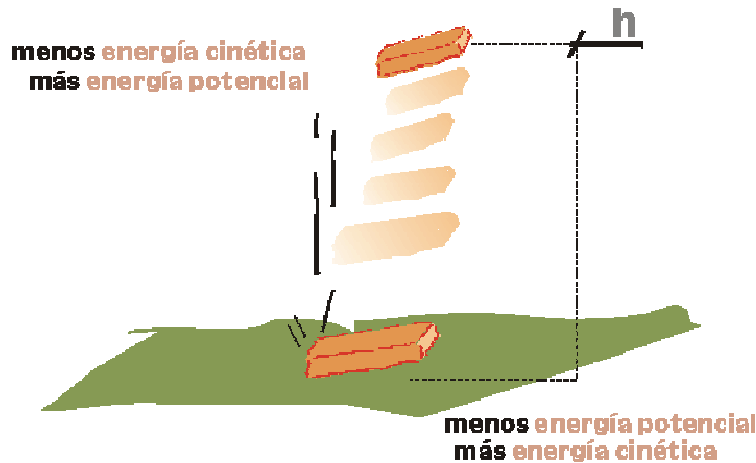
$$\text{Energía Mecánica} \left\{ \begin{array}{l} \text{Energía Cinética} \\ + \\ \text{Energía Potencial} \end{array} \right.$$

$$E_m = E_c + E_p$$

**En ausencia de fuerzas de fricción, la energía mecánica de un cuerpo conserva su valor.**

Si existen tales fuerzas de fricción, parte de la energía que existe inicialmente, se usa para el trabajo que ellas realizan. Ese trabajo se manifiesta como calor, el cual no es recuperable, y de allí el hecho de que, si hay fuerzas de fricción, la energía mecánica no se conserva.

Muy aproximadamente, un objeto que se mueve en la atmósfera terrestre a velocidades pequeñas, conserva su energía mecánica, pues la fricción con el aire es poco importante. Es decir, el aumento en  $E_c$  representa una disminución en  $E_p$ , y también viceversa.



Ejemplo: Desde la azotea de una casa en construcción, un obrero debe bajar bloques de 8 Kg. desde una altura de 3m. Para hacer el trabajo más rápido, el obrero piensa dejar caer cuidadosamente cada pieza, pero tiene la advertencia de sus compañeros de que, si el bloque golpea el suelo con velocidad superior a 6m/s, se romperá.

a) ¿Cuánto vale la energía mecánica de cada bloque sobre la azotea?

$$E_m = E_c + E_p$$

Puesto que en la azotea el bloque aun no está cayendo, su  $E_c$  es nula

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$E_m = 0 + mgh$$

$$E_m = mgh \quad \text{la energía mecánica en la azotea es toda } E_p$$

$$E_m = (8\text{Kg})(9.8\text{m/s}^2)(3\text{m})$$

$$E_m = 235.2 \text{ J}$$

b) Considerando que la energía mecánica se conserva, ¿cuánto vale la velocidad del bloque en el momento en que llega al suelo?

Puesto que la energía mecánica se conserva, se tiene que

$$E_m (\text{azotea}) = E_m (\text{suelo})$$

$$E_c + E_p (\text{azotea}) = E_c + E_p (\text{suelo})$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh(\text{azotea}) = \frac{1}{2}mv^2 + mgh (\text{suelo})$$

$$0 + (8\text{Kg})(9.8\text{m/s}^2)(3\text{m}) = \frac{1}{2} (8\text{Kg}) v^2 + 0$$

$$235.2\text{J} = (4\text{Kg})v^2$$

de aquí

$$v^2 = 235.2 \text{ J}/4 \text{ Kg} = 58.8 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v = 7.66 \text{ m/s}$$

Es decir, si el obrero deja caer el bloque, éste se romperá.

TAREA 9



Página. 145.



















## TAREA 4

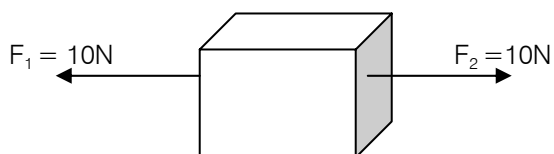
Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

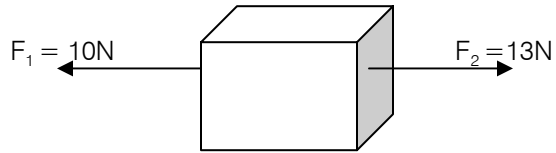
Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Responde a las siguientes cuestiones:

1. Si un cuerpo se mueve con velocidad constante,
  - A) ¿puede asegurarse que alguna fuerza lo está impulsando?
  - B) ¿Puede asegurarse que no está aplicada fuerza alguna sobre ese cuerpo?
  - C) ¿Puede asegurarse que si existe alguna fuerza sobre ese cuerpo, no es la única?
  - D) ¿Puede asegurarse que, si existen fuerzas sobre ese cuerpo, se anulan entre sí, dando como resultante cero?
  
- 2.-Si sobre un cuerpo actúa una fuerza única, ¿cuál de las siguientes opciones es verdadera?
  - A) El cuerpo no se mueve.
  - B) El cuerpo puede no moverse.
  - C) El cuerpo se mueve con velocidad constante.
  - D) El cuerpo se mueve con velocidad variable.
  
- 3.-Si un cuerpo permanece en reposo en el suelo, puede asegurarse que
  - A) No actúa ninguna fuerza sobre él.
  - B) Actúa sobre él una fuerza muy pequeña.
  - C) Actúan sobre él dos fuerzas que se anulan entre sí.
  - D) No actúa una única fuerza sobre él.
  
- 4.-Considera el bloque de la siguiente figura



- A) ¿Se mueve?
  - B) ¿Está en reposo?
  - C) Si se mueve, ¿su movimiento es uniforme?
  - D) Si se mueve, ¿su movimiento es un movimiento uniformemente acelerado?
- 5.- Considera el bloque de la siguiente figura



- A) ¿Se mueve?
- B) ¿Está en reposo?
- C) Si se mueve, ¿su movimiento es uniforme?
- D) Si se mueve, ¿su movimiento es un movimiento uniformemente acelerado?



Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



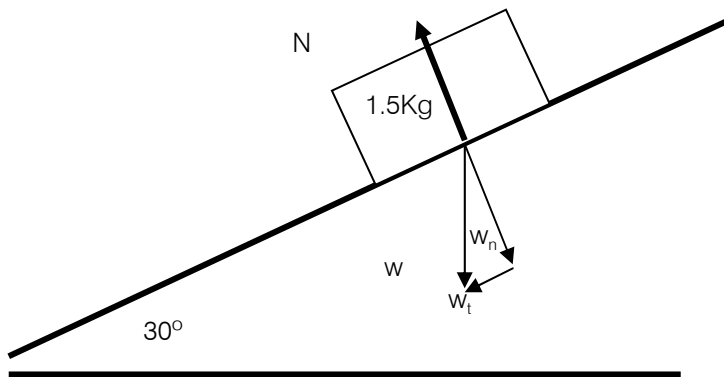


## TAREA 5

Nombre \_\_\_\_\_  
 No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los ejercicios siguientes y entrégalos a tu profesor para su revisión.

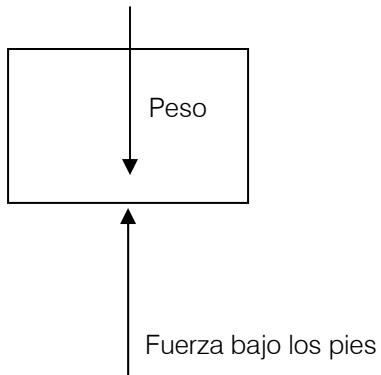
- Un pequeño vehículo de laboratorio tiene una masa de 2 Kg y rueda desde el reposo y sin fricción sobre una superficie horizontal de 10 m, movido por un motor eléctrico que le da una fuerza impulsora constante de 1.4 N.
  - ¿Cómo se mueve?
  - ¿Cuánto vale su velocidad a los 4 segundos de movimiento?
  - ¿Qué distancia ha recorrido en esos 4 segundos?
  - ¿En cuánto tiempo recorre la distancia de 10 m?
- Si el vehículo del ejercicio anterior tiene que vencer una fuerza de fricción de 1 N, responde a las preguntas que se te hicieron.
- Un bloque de 1.5 Kg se desliza desde el reposo y sin fricción desde la parte superior de un plano inclinado  $30^\circ$  y de 6 m de longitud.



- ¿Cuál es el peso del bloque?
  - Tomando en cuenta que  $w_n$  es la componente del peso cuya función es presionar al plano inclinado, ¿qué valor tiene esta componente?
  - Tomando en cuenta que  $w_t$  es la componente del peso cuya función es deslizar bloque hacia abajo del plano, ¿cuánto vale esta componente?
  - ¿cuánto vale la aceleración con que el bloque se desliza?
  - ¿En cuanto tiempo recorre el bloque los 6 m de longitud del plano?
  - ¿Cuánto vale la velocidad con que el bloque llega al nivel del suelo?
- Un hombre de 60 Kg va a usar un elevador que lo va a transportar hacia arriba con aceleración de  $2\text{m/s}^2$ . ¿Cuánto vale la fuerza que ejerce el piso del elevador bajo los pies de ese hombre?
  - Suponer que el elevador en el problema anterior desciende con aceleración de  $3\text{m/s}^2$ . ¿Cuánto vale la fuerza que ejerce el piso del elevador en los pies del hombre?
  - Ahora supón que el elevador está cayendo libremente. ¿Qué fuerza se ejerce en los pies del hombre?
  - Si el elevador va a subir con velocidad constante de 1m/s, ¿cuánto vale la fuerza?
  - Si el elevador baja con velocidad constante de 1 m/s, ¿cuánto vale la fuerza?
  - Si el elevador está en reposo, ¿cuánto vale la fuerza?



10. Entonces, ¿una velocidad constante afecta el valor de la fuerza que se ejerce entre el piso del elevador y el usuario? ¿y una aceleración constante?



Revisión: \_\_\_\_\_  
Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## TAREA 6


Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Investiga la forma en que los físicos lograron determinar la masa de la tierra usando las leyes de newton






Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## TAREA 7


Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Investiga cuáles son las unidades de potencia en los sistemas cgs e ingles, y entrega tu trabajo a tu profesor






Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





## TAREA 8


Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Investiga ejemplos en los que, cada una de las formas de energía recién citadas pueden relacionarse con un movimiento






Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



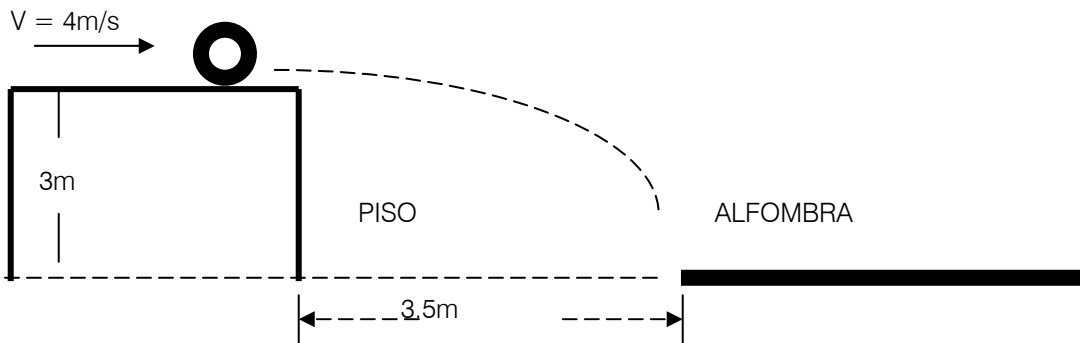




## TAREA 9

Nombre \_\_\_\_\_  
 No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_


**INSTRUCCIONES:** Utiliza la conservación de la energía mecánica para resolver el siguiente problema. Compara tu solución con la de tus compañeros de clase.



Una esfera de cerámica rueda sobre una plataforma horizontal de 3 m de altura, con rapidez constante de 4m/s y cae al suelo por uno de sus bordes.

A 3.5 m de ese borde hay una alfombra y se sabe que la esfera se romperá si golpea el piso con rapidez mayor que 7m/s o si golpea la alfombra con rapidez mayor que 8m/s.  
 ¿Se rompe la esfera?






Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_




**AUTOEVALUACIÓN**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Lee cuidadosamente y responde los siguientes cuestionamientos, rellenando el círculo de la opción correcta.

1. La primera Ley de Newton establece que si no actúa fuerza neta sobre un cuerpo cualquiera, entonces sucederá que:
  - A) Ese cuerpo permanecerá en reposo.
  - B) Ese cuerpo podrá moverse aceleradamente.
  - C) Ese cuerpo se moverá con velocidad constante.
  - D) Ese cuerpo podrá permanecer en reposo o moverse con velocidad constante.
  
2. Según la Segunda Ley de Newton, si un carro de masa  $m$  se mueve con cierta aceleración bajo la influencia de una fuerza neta  $F$  y luego se duplica la fuerza, y la masa se cambia de tal manera que la aceleración resulta dividida entre dos, habrá sucedido que:
  - A) La masa se dividió entre dos.
  - B) La masa se dividió entre cuatro.
  - C) La masa se multiplicó por dos.
  - D) La masa se multiplicó por cuatro.
  
3. Según la tercera ley de Newton sucede que:
  - A) Las fuerzas de acción y de reacción son idénticas.
  - B) Las fuerzas de acción y de reacción actúan sobre un cuerpo y son iguales en magnitud y en dirección, pero de sentidos contrarios.
  - C) Las fuerzas de acción y de reacción actúan sobre cuerpos distintos y son iguales en magnitud y en dirección, pero de sentidos contrarios.
  - D) Puesto que las fuerzas de acción y de reacción tienen sentidos contrarios, se anulan mutuamente.
  
4. La masa de un cuerpo es una propiedad que:
  - A) Es independiente del peso de ese cuerpo.
  - B) Depende del peso del cuerpo.
  - C) Depende del sitio del universo donde se le mida.
  - D) Aumenta su valor si se comprime a ese cuerpo.
  
5. Las fuerzas de fricción entre superficies:
  - A) Son necesariamente benéficas, pues permiten el movimiento sobre la tierra.
  - B) Son necesariamente perjudiciales, pues estorban el funcionamiento de los motores y de otros mecanismos.
  - C) Pueden existir aunque no hay movimiento relativo entre esas superficies.
  - D) No pueden existir si no hay movimiento relativo entre esas superficies.

6. Una fuerza que actúa sobre un cuerpo es:

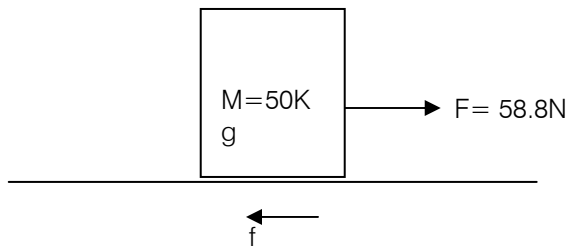
- Ⓐ Una cantidad vectorial que se manifiesta sólo poniéndolo en movimiento.
- Ⓑ Una cantidad escalar que se manifiesta sólo poniéndolo en movimiento.
- Ⓒ Una cantidad vectorial que se manifiesta cambiando el estado de movimiento de un cuerpo o deformándolo.
- Ⓓ Una cantidad escalar que se manifiesta cambiando el estado de movimiento de un cuerpo o deformándolo.

7. Entre dos cuerpos que tienen cierta separación existe cierta fuerza gravitacional.

La fuerza gravitacional conservará su valor si:

- Ⓐ Las masas se duplican y la distancia se cuadruplica.
- Ⓑ Una masa se multiplica por ocho, la otra se duplica y la distancia también se cuadruplica.
- Ⓒ Una masa se cuadruplica y la distancia también se cuadruplica.
- Ⓓ Una masa se divide entre dos, la otra masa se cuadruplica y la distancia se multiplica por dos.

8. Si entre el bloque de la figura y el suelo existen los coeficientes de fricción  $\mu_e = 0.20$  y  $\mu_c = 0.18$ , entonces la fuerza de fricción  $f$ :



- Ⓐ Es estática y vale 98 N.
  - Ⓑ Es estática y vale 58.8 N.
  - Ⓒ Es cinética y vale 88.2N.
  - Ⓓ Es cinética y vale menos de 98N.
9. Un carro de 500 Kg es impulsado por un motor que le proporciona una fuerza de 300 N. Se observa que ese carro se mueve con aceleración de  $0.5 \text{ m/s}^2$ . Puede decirse entonces, que:
- Ⓐ La segunda ley de Newton no se cumplió, pues según ésta, debe obtenerse que  $a = F/m$   
 $a = 300\text{N}/500\text{Kg} = 0.6\text{m/s}^2$
  - Ⓑ La segunda ley de Newton sí se cumple, pero hay que tomar en cuenta la fuerza de fricción, la cual vale 100 N.
  - Ⓒ La segunda ley de Newton sí se cumple, pero hay que tomar en cuenta la fuerza de fricción, la cual vale 50 N.
  - Ⓓ Todo está en orden.
10. Una masa de 20 Kg deberá elevarse verticalmente con aceleración de  $2\text{m/s}^2$  utilizando una cuerda. Para lograr eso, deberá ejercerse una tensión hacia arriba
- Ⓐ Igual al peso de esa masa. Es decir,  $T = 196 \text{ Kg}$
  - Ⓑ Mayor que 196 N, pero menor que 230N
  - Ⓒ Mayor o igual que 230N, pero menor que 250N.
  - Ⓓ Mayor o igual que 250N

## ESCALA DE MEDICIÓN DEL APRENDIZAJE

- Si todas tus respuestas fueron correctas: **excelente**, por lo que te invitamos a continuar con esa dedicación.
- Si tienes de 8 a 9 aciertos, tu aprendizaje es **bueno**, pero es necesario que nuevamente repases los temas.
- Si contestaste correctamente 7 ó menos reactivos, tu aprendizaje es **insuficiente**, por lo que te recomendamos solicitar asesoría a tu profesor.

*Consulta las  
claves de  
respuestas en la  
página 153.*




**EJERCICIO DE  
REFORZAMIENTO 1**

Nombre \_\_\_\_\_

No. de lista \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Resuelve los siguientes problemas y contrasta tus soluciones con las de tus compañeros. Entrégalos a tu profesor.

- Un trineo de 60 Kg es jalado sobre la nieve y desde el reposo en cierto tramo, por un perro que es capaz de ejercer una fuerza de tracción de 100N. El coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la nieve es  $\mu_c = 0.15$ .
  - ¿Con qué aceleración logra el perro mover al trineo en ese tramo?
  - ¿Cuál es la energía cinética del trineo a los 5 segundos de movimiento?
- Un bloque de 6 Kg es colocado en un plano inclinado en  $26^\circ$ . Los coeficientes de fricción estática y cinética valen 0.3 y 0.2 respectivamente.
  - ¿se desliza el bloque?
  - Si se desliza, ¿con qué aceleración lo hace?
- Un carro minero de 100Kg deberá cargarse con 300 Kg de mineral para ser sacado del tiro de la mina con velocidad constante. El coeficiente de fricción cinética entre el carro y los rieles vale 0.1. ¿Cuánto vale la fuerza que tirará del carro?
- Dos masas,  $M_1$  y  $M_2$  tienen una separación de 5m cuando se ejercen una fuerza de atracción gravitacional de 16 N. ¿Qué fuerza se ejercerán cuando la separación sea 10 m y  $M_1$  triplique su valor?
- Un niño que pesa 900 N está preocupado por su peso y desea bajarlo hasta llegar a 660N. ¿Cuántos Kg deberá perder?



- Resuelve usando conservación de la energía mecánica. ¿Hasta qué altura debe elevarse una masa de 2 Kg para que, al dejarse caer libremente desde esa altura, llegue al nivel del suelo con velocidad de 50m/s?

Si la enseñanza aristotélica es verdadera, ¿con qué velocidad llega al suelo, desde la misma altura una esfera de 4 Kg?

Según tú, ¿con qué velocidad llega al suelo la esfera de 4 Kg?





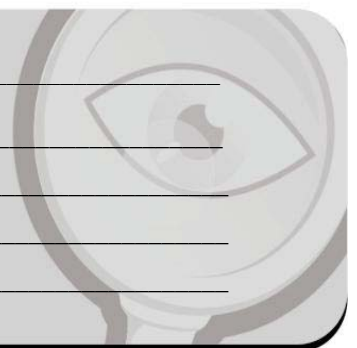
Revisión: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





# Claves de Respuestas
















UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3
1. C	1. B	1. D
2. A	2. A	2. D
3. C	3. C	3. C
4. C	4. A	4. A
5. B	5. C	5. C
6. B	6. C	6. C
7. D	7. A	7. B
8. C	8. B	8. B
9. A	9. B	9. C
10. D	10. A	10. C
11. A	11. C	
12. D	12. B	
13. A	13. A	
14. C		

# Glosario

<b>Abstracta</b>	Que significa alguna cualidad con exclusión del sujeto.
<b>Aceleración</b>	Variación de la velocidad.
<b>Azaroso</b>	Que tiene corre muchos riesgos.
<b>Báscula</b>	Balanza par medir pesos grandes.
<b>Centrípeta</b>	Que está dirigida hacia el centro.
<b>Cinética</b>	Que se refiere al movimiento.
<b>Circundante</b>	Que rodea, que se encuentra alrededor.
<b>Circunstancial</b>	Accidente de tiempo, lugar, modo, etc. Que está unido a la sustancia de algún hecho.
<b>Composición de vectores</b>	Un sistema dado se puede sustituir por otro equivalente con un número menor de vectores.
<b>Convencional</b>	Que resulta o se establece en virtud de la costumbre.
<b>Cualitativa</b>	Circunstancias o caracteres, naturales o adquiridas, que distinguen a las personas o cosas.
<b>Cuantitativa</b>	Relativo a cantidad.
<b>Descomposición</b>	Un sistema dado se puede sustituir por otro equivalente expresado con un mayor número de vectores que el sistema original.
<b>Vectorial</b>	
<b>Directamente proporcional</b>	Dos cantidades son directamente proporcionales, si al aumentar o disminuir una de ellas, la otra también aumenta o disminuye en la misma proporción.
<b>Energía</b>	Capacidad de realizar trabajo.
<b>Estática</b>	Que no se mueve, que permanece en el mismo sitio. Rama de la mecánica que estudia el equilibrio de los sistemas de fuerzas.
<b>Estocástico</b>	Relativo al azar.
<b>Excéntrico</b>	Que está alejado del centro.
<b>Fricción</b>	Fuerza que se opone al movimiento.
<b>Galileo Galilei</b>	Físico, matemático y astrónomo, llevó a la práctica el concepto de método científico experimental propuesto por Bacon, extensible a toda ciencia experimental.
<b>Inversamente Proporcional</b>	Dos cantidades son inversamente proporcionales, si al aumentar una de ellas, la otra disminuye en la misma proporción, y viceversa, al disminuir la primera, la segunda aumenta en la misma proporción.
<b>Proyectil</b>	Cuerpo que después de lanzado en cierta dirección, se mueve sin propulsión, sólo bajo la acción de la fuerza y aceleración de la gravedad terrestre.
<b>Racional</b>	Está referido a la facultad o principio de explicación de la realidad.
<b>Resultante</b>	Es el vector que resulta de la composición de un sistema de vectores.

<b>Satisfactores</b>	Está referido a aquellos que nos sirve para dar solución a dudas o dificultades.
<b>Semisuma</b>	La mitad de la suma.
<b>Técnico</b>	Es lo relativo a las aplicaciones y resultados prácticos de la ciencia.
<b>Variable</b>	Es un dato de un proceso que puede tomar valores diferentes dentro del mismo proceso.
<b>Vasto</b>	Está referido a la amplitud o anchura.

# Bibliografía General

-  ALVARENGA, Beatriz; MAXIMO, Antonio. *Física General con Experimentos Sencillos*. Oxfon. México, 2002.
-  ALVARENGA, Alvarez Beatriz, et. al. *Física 1*. Editorial Harla, México, 1995.
-  AMES, Gerardo; FLORES, Jaime. *Física 1 Módulo de Aprendizaje*. Cobach, México, 2002
-  AVILA, Ramón, et. al. *Física 1 bachillerato*. Editorial ST, México, 2005.
-  BUECHE, F. *Fundamentos de Física*. Editorial Mc Graw Hill, México, 2ª. Ed. en español, 1987.
-  HECHT, Eugene. *Física en perspectiva*. Editorial Addison- Wesley Iberoamericana, U.S.A., 1987.
-  HEWITT, Paul G. *Física Conceptual*. Pearson Educación, México, 9ª. Ed., 2004.
-  LOZANO, Rafael y López Calvario, Julio. *Física 1*. Compañía Editorial Nueva Imagen, México, 2005.
-  PEREZ Montiel, Héctor. *Física 1 para Bachillerato General*. Publicaciones Cultural, México, 2ª. Ed., 2003.
-  PEREZ Montiel, Héctor. *Física General*. Publicaciones Cultural, México, 2ª. Ed. 2000.
-  SEARS, Francis, Zemansky Mark, Young Hugh y Freedman Roger. *Física Universitaria Volumen 1*. Pearson Educación, 9ª. Ed., 1996.
-  SERWAY, Raymond A. *Física Tomo 1*. Editorial Mc Graw Hill, México, 4a. ed., 1996.
-  TIPPENS, Paul. *Física Conceptos y Aplicaciones*. Editorial Mc Graw Hill, México, 6a. ed., 2001.
-  WILSON, Jerry D. *Física*. Pearson Educación, México, 2ª. Ed., 1996.
-  ZITZEWITZ, Paul. *Física 1*. Editorial Mc Graw Hill. 2ª. Ed., México