

Contenido

PRESENTACIÓN	V
Tema 1 Introducción a la Física	2
Tema 2 Distancia y desplazamiento	4
2.1 Definición de distancia o trayectoria	4
2.2 Definición de desplazamiento	4
Tema 3 El movimiento de los cuerpos	6
3.1 Historia del movimiento de los cuerpos	6
3.2 Definición de movimiento	6
3.3 Sistema de Referencia Inerciales	6
3.4 Movimiento Relativo	6
3.5 Velocidad y rapidez constante	8
3.6 Velocidad y Rapidez Media	9
3.7 Gráficas de movimiento rectilíneo uniforme	10
3.7.1 Gráfica de distancia en función del tiempo	10
3.7.2 Gráfica de velocidad en función del tiempo	11
Tema 4 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)	19
4.1 La aceleración	19
4.2 Gráficas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	20
Tema 5 Caída Libre de los cuerpos (Movimiento Vertical)	25
5.1 Caída Libre o movimiento vertical	25
Tema 6 Análisis cualitativo del movimiento parabólico	31
6.1 Movimiento Parabólico	31
Tema 7 Fuerzas	34
7.1 Concepto de fuerza	34
7.2 Sistema de referencia inercial	34
7.3 Sistema de referencia no inercial	34
7.4 Leyes de Newton	34
7.5 Primera ley de Newton o Ley de la inercia	34
7.6 Cantidad de movimiento, ímpetu o momentum	35
7.7 Variación de la cantidad de movimiento (Ímpetu)	35
7.8 Tipos de colisiones o choques	36
7.9 Ley de la conservación de la cantidad de movimiento	36
7.10 Segunda ley de Newton o Ley de fuerzas	37

7.11 Fuerza resultante	38
7.13 Fuerzas con fricción o rozamiento	39
7.13 Peso de los cuerpos	39
7.14 Relación entre peso y masa	39
7.15 Tercera Ley de Newton o Ley de acción y reacción	40
7.16 Tipos de fuerzas	41
7.17 Fuerzas en el plano inclinado	42
7.18 Poleas	43
Tema 8 Movimiento Circular Uniforme	53
8.1 El movimiento circular uniforme	53
8.2 Velocidad tangencial o lineal	54
8.3 Aceleración centrípeta.....	55
8.4 Fuerza Centrípeta y fuerza centrífuga	55
Tema 9 Movimiento Planetario.....	60
9.1 Historia del movimiento planetario	60
9.2 Ley de Gravitación Universal de Newton	60
9.3 El campo gravitatorio o campo gravitacional	61
9.4 Leyes de Keppler.....	61
9.5 Movimiento de los satélites en órbitas circulares.....	62
Tema: 10 Trabajo, Energía y Ambiente	69
10.1 Concepto de energía	69
10.4 Energía potencial gravitatoria	70
10.5 Energía Cinética	70
10.6 Energía mecánica	70
10.7 Ley de la conservación de la energía	71
10.8 El Péndulo Simple	72
10.9 Fuerzas conservativas y Fuerzas no conservativas o disipativas.	73
10.10 Ley de Hooke y conservación de la energía mecánica en resortes	74
10.11 Energía potencial elástica.....	74
10.12 Conservación de la energía mecánica en resortes.	75
10.13 Termodinámica.....	76
10.13.1 Concepto de Termodinámica	76
10.13.2 Concepto de Calor.....	76
10.13.3 Concepto de Temperatura	76
10.13.4 Leyes de la Termodinámica	76
10.13.5 Concepto de Entropía.....	76

10.13.6 Formas de transmisión del calor.....	77
10.13.8 La Capa de Ozono	77
Tema 11 Hidrostática	84
11.1 Conceptos importantes	84
11.2 Características de los líquidos y gases	84
11.3 Densidad.....	84
11.4 Presión.....	86
11.4.1 Presión en el interior de un líquido	87
11.4.2 Presión atmosférica	88
11.5 El Principio de Pascal.....	89
11.6 Principio de Arquímedes.....	89
11.7 Ley de Boyle	91
Tema 12 Electrostática	98
12.1 Carga Eléctrica	98
12.2 Cuerpos Electrizados.....	98
12.3 Ley de Coulomb	98
12.4 Campo Eléctrico	99
12.5 Potencial Eléctrico y Diferencia de Potencial	100
12.6 Corriente Eléctrica.....	101
12.7 Materiales Eléctricos	102
12.8 Resistencia Eléctrica	103
12.9 Ley de Ohm.....	103
12.10 Circuitos Eléctricos	105
12.11 Tipos de Circuitos	105
12.12 Circuitos Equivalentes.....	106
Tema 13 Electromagnetismo.....	112
13.1 Los imanes.....	112
13.2 Fuerzas y Campo Magnético	112
13.3 El experimento de Oersted	113
13.4 Generación del campo magnético	113
Tema 14 Óptica	119
14.1 Naturaleza de la Luz.....	119
14.2 El Espectro Electromagnético	119
14.3 Fuentes de luz.....	120
14.4 Reflexión de la luz.....	120
14.5 Imágenes en espejos planos y curvos.....	120

14.6 Espejos curvos o Espejos cóncavos	122
14.7 Espejos convexos	123
14.8 Lentes	123
14.9 Refracción de la luz	124
14.10 Reflexión total interna	124
Tema 15 Ondas.....	130
15.1 Movimiento Ondulatorio.....	130
15.2 Tipos de ondas.....	130
15.3 Partes de una onda.....	130
Tema: 16 Física Moderna.....	136
16.1 Teoría General de la Relatividad.....	136
16.2 Teoría de la relatividad especial.....	136
16.3 Invariabilidad de las leyes de la física.....	136
16.4 Relatividad del tiempo	137
16.5 Ondas y fotones	138
16.6 Dualidad onda - partícula	139
16.7 El Efecto Fotoeléctrico.....	140
16.8 Principio de incertidumbre de Heisenberg	141

PRESENTACIÓN

El siguiente material tiene como objetivo principal el ayudar a mejorar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes en educación diversificada, de los colegios públicos de Costa Rica.

Este formato de enseñanza, ha sido probado por los autores y sus estudiantes a lo largo de cinco años, dando como resultado, una mejor asimilación de los temas en clase y a su vez se logre de una forma satisfactoria, la culminación del programa de estudios de Física, tanto a nivel de décimo como undécimo año.

*El libro **Física Fundamental: Teoría y Ejercicios**, pretende mostrar en forma breve y concisa los principales conceptos teóricos de cada tema, acompañado de una serie de ejemplos, en donde el docente tiene la libertad de realizarlos como mejor considere, esto acompañado con una serie de ejercicios que puedan ser resueltos por los estudiantes sin olvidar que cada ejercicio contiene su respectiva respuesta. También al final de cada tema, se presentan ejercicios de selección única para reforzar todo lo aprendido y mejorar aún más en los educandos su capacidad de razonamiento.*

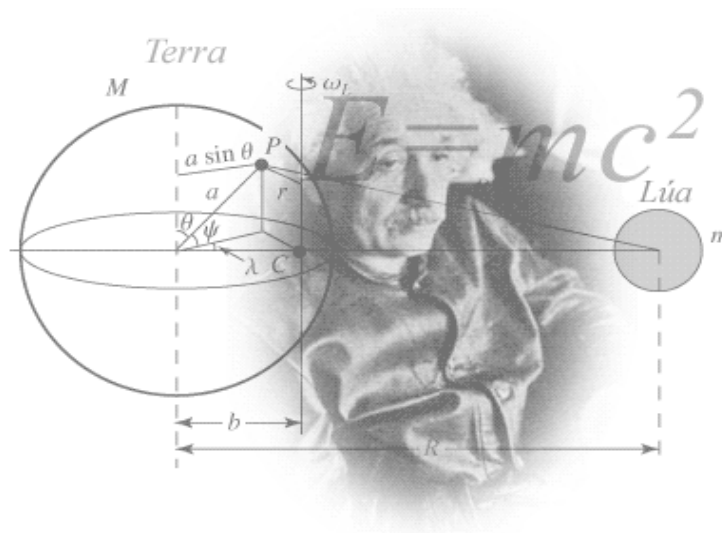
Esta edición 2015 viene actualizada con los nuevos temas que se necesitan para realizar la prueba de bachillerato, por lo que cada año mejoramos nuestra edición. Además presenta al inicio de cada capítulo los objetivos y contenidos del tema a tratar, siendo una herramienta más que aprovecha el estudiante.

Esperamos que sea de mucho aprovechamiento para toda la comunidad estudiantil. Éxitos.

Los Autores

Tema # 1

Introducción a la Física



Objetivos por desarrollar:

- Reconocer el concepto e importancia de la física en las actividades que realiza el ser humano.
- Reconocer el aporte de científicos en la física clásica y la física moderna.
- Reconocer algunas de las ramas de la física clásica y moderna.

Contenidos a desarrollar:

- Concepto e importancia de la física.
- Científicos sobresalientes de la física clásica y la física moderna.
- Ramas de la física clásica y la física moderna.

“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano.”

Isaac Newton

Tema 1

Introducción a la Física

La Física es una ciencia dedicada al estudio de los fenómenos que se presentan en la naturaleza y se encarga de descubrir e interpretar las leyes que los rigen.

La Física se relaciona con otras ciencias para crear nuevas ramas de conocimiento. Por ejemplo, de la unión de la Física con la Biología nace la Biofísica y con la Química, la Fisicoquímica.

Así la física se hace presente en la industria, la Geología, la Biología, la Química, la Astronomía, las Comunicaciones, el campo, las formas de pensar, la medicina y en general en la vida cotidiana.

La Física se clasifica en dos grandes ramas: **Clásica y Moderna**

La **Física Clásica** fue promovida por grandes científicos de renombre como **Galileo Galilei, Johannes Kepler, Nicolás Copérnico hasta la participación de Isaac Newton** hasta finales del siglo. Los aportes brindados por estos científicos brindó la posibilidad de que se crearan algunas ramas de la física como:

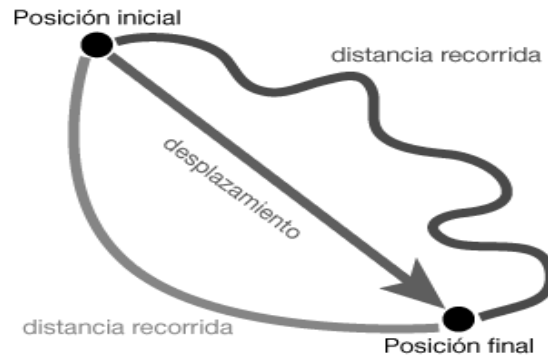
- a) La Mecánica que se encarga del estudio del movimiento.
- b) La Termodinámica, que estudia los fenómenos ligados al calor y la temperatura.
- c) El Electromagnetismo, que estudia los fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo.
- d) La Óptica, la cual se encarga del estudio de la luz
- e) La Acústica, que estudia todos los fenómenos relacionados con el sonido.

La **Física Moderna** surge a partir del siglo XX con los grandes aportes de **Albert Einstein y Max Planck** entre otros, dando origen a las ramas de la física como:

- a) Física Relativista describe la física del movimiento en el marco de un espacio-tiempo plano.
- b) Física Cuántica estudia el comportamiento de la materia cuando las dimensiones de ésta son tan pequeñas más que el átomo.
- c) Física Nuclear estudia las propiedades y el comportamiento de los núcleos atómicos.
- d) Física del Estado Sólido trata sobre el estudio de los sólidos, es decir, la materia rígida o semi-rígida.
- e) Física Atómica estudia las propiedades y el comportamiento de los átomos (electrones y núcleos atómicos).

Tema # 2

Distancia y Desplazamiento

**Objetivos a desarrollar:**

- Diferenciar entre los conceptos de distancia y desplazamiento.
- Realizar problemas a través de situaciones de la vida cotidiana de distancia y desplazamiento.

Contenidos a desarrollar:

- Definición de Física.
- Principales aportes de científicos a la Física.
- Ramas de la Física Moderna y Clásica.

“Nunca he encontrado una persona tan ignorante de la que no pueda aprender algo.”
Galileo Galilei

Tema 2

Distancia y desplazamiento

En física y en especial al tema de movimiento uniforme de los cuerpos, se debe tener muy bien diferenciado dos conceptos claves que son: Distancia y Desplazamiento.

2.1 Definición de distancia o trayectoria

Es una cantidad escalar, se refiere a cuanto espacio recorre un objeto durante su movimiento. Es la cantidad movida. También se dice que es la suma de las distancias recorridas de un móvil.

2.2 Definición de desplazamiento

Se refiere a la distancia y la dirección de la posición final respecto a la posición inicial de un objeto. Al igual que la distancia, el desplazamiento es una medida de longitud por lo que el metro es la unidad de medida. Sin embargo, al expresar el desplazamiento se hace en términos de la magnitud con su respectiva unidad de medida y la dirección. El desplazamiento es una cantidad de tipo vectorial.

Ejemplo 1: Una persona recorre 8m en dirección Norte, luego 12 m en dirección Este y por último 8 m en dirección Sur.

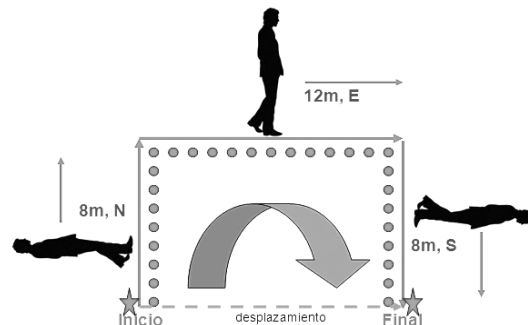


Figura 1.1 Recorrido de una persona

Ejemplo 3: Una niña recorre con su bicicleta 30 m al Oeste, luego 50 m al Este y de último 20 m al Oeste. ¿Cuánto fue la distancia y el desplazamiento realizado por la niña en su bicicleta?

Ejemplo 2: Un auto se dirige 15 km al norte y luego 8 km al este, determine la distancia recorrida y el desplazamiento del auto móvil.

Tema # 3

El Movimiento de los cuerpos



Objetivos a desarrollar:

- Reconocer el desarrollo histórico del movimiento de los cuerpos.
- Realizar problemas de la vida cotidiana sobre el movimiento relativo.
- Realizar problemas de rapidez y velocidad constantes con ejemplos de la vida cotidiana.
- Realizar problemas de rapidez y velocidad media con ejemplos de la vida cotidiana.
- Analizar gráficas de movimiento rectilíneo uniforme.

Contenidos a desarrollar:

- Desarrollo histórico del movimiento de los cuerpos.
- Movimiento Relativo de los cuerpos
- Rapidez y velocidad constante.
- Rapidez y velocidad media.
- Gráficas de distancia en función del tiempo y de velocidad en función del tiempo.

“Para seguir con vida, basta con seguir en la vida, es decir, estar en movimiento, evolucionar.”

Laurent Gounelle

Tema 3

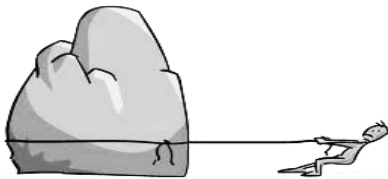
El movimiento de los cuerpos

3.1 Historia del movimiento de los cuerpos

La historia acerca del movimiento de los cuerpos se remota a la antigua Grecia en donde uno de sus principales pensadores Aristóteles decía que todos los movimientos se deben a la naturaleza del objeto en movimiento o el movimiento ocasionado por una acción violenta “Empuje o tracción.” En pocas palabras manifestó que: **“El estado natural de los cuerpos, en relación con la tierra, era el reposo, así, todo movimiento de un cuerpo debía tener una causa y esta era una fuerza.”**

Muchos años después existió un científico italiano llamado Galileo Galilei que logró desacreditar las ideas de Aristóteles y llegó a la siguiente conclusión: **“El estado natural de los cuerpos, es cuando están en movimiento rectilíneo uniforme a menos que exista una fuerza que lo detenga.”** Determinó el concepto de inercia (Propiedad intrínseca de los cuerpos) en el universo.

Posteriormente aparece Isaac Newton, toma las ideas de Galileo Galilei y propone las leyes de movimiento y fuerzas, que veremos más adelante.



Inercia: Capacidad de un cuerpo para mantener su condición de movimiento rectilíneo uniforme o su condición de reposo.

3.2 Definición de movimiento

Se define como el cambio de posición que sufre un cuerpo con respecto a un punto o a un sistema de referencia.

3.3 Sistema de Referencia Inerciales

Un sistema de referencia inercial, es aquel en que la ley de la inercia es válida, y es el lugar donde se percibe el movimiento, para cualquier punto es verdadero dicha percepción.

3.4 Movimiento Relativo

El movimiento relativo corresponde al movimiento de un cuerpo con respecto a otro que se mueve, va a depender del sistema de referencia sobre el cual se percibe dicho movimiento, dicha percepción del movimiento es válida.

Ejemplo 1: Un barco se mueve a 60 km/h al este con respecto a la playa, a su vez una lancha se mueve al lado del barco con la misma velocidad y dirección. En ese mismo instante una persona trota sobre la cubierta del barco a 10 km/h al este. Determine lo siguiente:

- a) La velocidad del barco con respecto a la lancha.
- b) La velocidad de la lancha con respecto a una persona sentada en la playa.
- c) ¿cuál será la velocidad del pasajero con respecto a la lancha? ¿cuál será su velocidad con respecto a la playa?

Ejemplo 2: Un perro corre a 8 m/s hacia el este, detrás de un gato que pretende huir a 6 m/s al este. Determine lo siguiente:

- a) ¿A qué velocidad avanza el perro con respecto al gato?
- b) ¿Cuál es la velocidad del gato con respecto al perro?

Ejemplo 3: Un motociclista viaja hacia al norte a 75 km/h y un ciclista viaja al sur a 40 km/h sobre la misma carretera. Determine lo siguiente:

- a) ¿Qué velocidad lleva el motociclista con respecto al ciclista?
- b) ¿Qué velocidad lleva el ciclista con respecto al motociclista?
- c) Para una persona que se encuentra sentada a lado de la carretera, ¿qué velocidad percibe que lleva tanto el motociclista como el ciclista?

3.5 Velocidad y rapidez constante

Un movimiento con velocidad constante necesariamente debe producirse sólo a lo largo de una trayectoria rectilínea y en una única dirección, ya que posee el vector de desplazamiento, en cambio, una rapidez constante podrá realizarse en cualquier dirección, sólo posee magnitud no dirección.

Nota: No existirá velocidad constante en el movimiento circular, sólo tendrá rapidez constante, ya que su dirección cambia en cualquier punto donde se desee medir.

Fórmulas: $Velocidad = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo}} + \text{dirección}$

$Rapidez = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$

$$\vec{V} = \frac{\vec{d}}{t}$$

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

Otras fórmulas derivadas de las anteriores:

Para calcular el tiempo

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

Para calcular la distancia

$$d = v \cdot t$$

Ejemplo 4: Un ciclista viajó 1600m en un tiempo de 400s hacia el oeste. Determine su velocidad y rapidez constante.

Ejemplo 5: Un autobús viaja hacia el sur en un tiempo de 1,5 h, si viaja a una rapidez de 65 km/h, ¿cuánto fue la distancia y el desplazamiento recorrido?

Ejemplo 6: Un atleta viaja con una velocidad de 8 m/s al oeste, si recorre una distancia de 600 m, ¿Cuánto tiempo tarda en hacer ese recorrido?

3.6 Velocidad y Rapidez Media

Rapidez media: La rapidez media de un cuerpo es la relación entre la distancia que recorre un móvil y el tiempo que tarda en recorrerla. **Nota: El móvil realiza movimientos distintos en diferentes direcciones.**

Velocidad media: La velocidad media relaciona el cambio de la posición con el tiempo empleado en efectuar dicho cambio. **Es el desplazamiento realizado por el móvil en un tiempo determinado.**

Ejemplo 7: Un persona hace su caminata diaria por el parque la Sabana en San José y realiza los siguientes movimientos: 350 m al sur, luego 500 m al norte y de último 100 m al sur. Determine su rapidez media y su velocidad media si tardó 900 s en realizar su caminata.

Ejemplo 8: El Albatros es el ave con mayor envergadura de punta a punta entre sus alas, la longitud entre una punta y otra puede llegar a medir 2,4 m de distancia. Si un Albatros se desplaza sobre el mar en las islas Galápagos 3 km al oeste y luego 4 km al sur, todo en un tiempo de 30 min. ¿Cuál es la rapidez media y velocidad media, en km/h y m/s?

3.7 Gráficas de movimiento rectilíneo uniforme

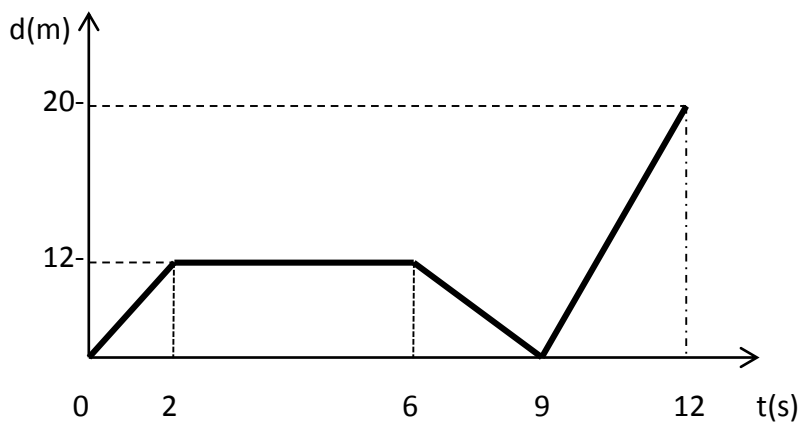
3.7.1 Gráfica de distancia en función del tiempo

Las gráficas son una manera de poder visualizar e interpretar el M.R.U., siempre está orientada sobre dos ejes: El eje “x” es quien va a representar el tiempo transcurrido por el móvil y el eje “y” representa la distancia o el desplazamiento del móvil. En otras palabras toda gráfica va en función de la distancia versus tiempo.

Aspectos para recordar en una gráfica de distancia en función del tiempo:

- En una gráfica de distancia en función del tiempo, la pendiente de la curva representa la rapidez.
- Si la gráfica es creciente el movimiento es en un sentido y su velocidad es positiva, en cambio, si es decreciente es porque su velocidad es negativa y el móvil retrocede.
- Si la gráfica es constante no existe movimiento en ese lapso de tiempo transcurrido.

Ejemplo 9: Analice la siguiente gráfica que representa el recorrido realizado por un atleta que inicio su rutina de ejercicios en su casa e inició su movimiento en dirección hacia el norte:



De acuerdo al gráfico anterior determine lo siguiente:

- | | |
|---|--|
| a) La distancia recorrida a los 9 s. | b) La distancia recorrida los primeros 2 s. |
| c) La distancia recorrida entre los 2 s y 6 s. | d) La distancia total de recorrido. |
| e) La rapidez obtenida en cada intervalo de movimiento. | f) La velocidad obtenida en todo el recorrido. |

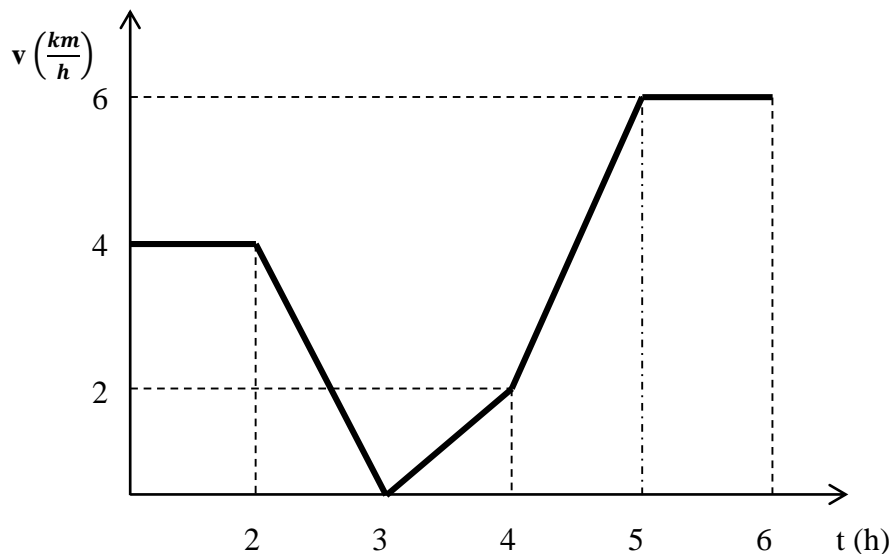
3.7.2 Gráfica de velocidad en función del tiempo

En una gráfica de velocidad en función del tiempo el eje “y” representa la velocidad del móvil en diferentes posiciones y el eje “x” representa el tiempo transcurrido por dicho móvil.

Aspectos para recordar en una gráfica de rapidez o velocidad en función del tiempo:

- Si la gráfica en un intervalo de tiempo es creciente, el móvil cambia su rapidez y ésta aumenta.
- Si la gráfica en un intervalo de tiempo es decreciente, el móvil cambia en su rapidez y ésta disminuye.
- Si la gráfica es constante en un intervalo de tiempo, indica que el móvil mantiene una rapidez uniforme sin presentar cambios en su movimiento.
- El área bajo la curva en un intervalo de tiempo determina la distancia recorrida en dicho lapso de tiempo.

Ejemplo 10. Analice la siguiente gráfica, del recorrido de un repartidor de pizzas en su motocicleta en un día de trabajo.



De acuerdo al recorrido que hace el repartidor determine lo siguiente:

- a) La distancia recorrida en las primeras 2 h.
- b) La distancia recorrida entre las 2 h y 3 h.
- c) La distancia recorrida entre las 3 h y 4 h.
- d) La distancia recorrida entre las 4 h y 5 h.
- e) La distancia recorrida entre las 5 h y 6 h.
- f) La distancia total recorrida.

Práctica**a) Resuelva los siguientes ejercicios sobre movimiento relativo:**

1) Por la autopista a Caldera un auto se dirige hacia Puntarenas a 90 km/h y por la otra vía un camión se dirige a San José a 70 km/h. Explique qué velocidad trae el camión de acuerdo con el conductor que va a Puntarenas en el otro auto.

2) Suponga que dos caballos se dirigen hacia el Norte. El primer caballo trota con una velocidad de 5 m/s y el otro lo hace a 7 m/s. De acuerdo con lo anterior, ¿qué velocidad lleva el primer caballo con respecto al segundo? Si una persona está al lado de la cerca con ¿qué velocidad ve que se mueve cada caballo con respecto a él?

3) Una panga va por un río cuya corriente tiene una velocidad de 5 km/h al Norte. Si la panga se desplaza con una velocidad de 8 km/h al Norte, ¿Con qué velocidad lo observa una persona que se encuentra a la orilla del río?

b) Resuelva los siguientes problemas de rapidez y velocidad

1) Un auto de carreras desarrolla una rapidez de 160 km/h. ¿Qué distancia logra recorrer en media hora (0,5 h)?
R/. 80 Km.

2) Un joven puede recorrer con su bicicleta una distancia de 1500 m en 150 s. ¿Qué rapidez en m/s desarrolla? ¿Cuánto tiempo en segundos le toma recorrer 5 km o 5000 m?
R/. 10 m/s. R/. 500 s.

3) Un atleta de 100 m planos logra recorrer esa distancia en 9,5 s. ¿Con qué rapidez lo logra? Expresa su respuesta en km/h.
R/. 37, 87 Km/h.

4) El Colibrí es una de las aves más rápidas del mundo, si un colibrí se desplaza 200 m al Norte en 7,5 s. ¿qué rapidez en m/s y en km/h desarrolló el colibrí? **R/. 26,66 m/s y 96 Km/h.**

5) En una caminata, un atleta recorre 500 m al Sur en 100 s. ¿Qué velocidad en m/s desarrolla? **R/. 5 m/s, Sur.**

6) Si el atleta del problema anterior se desplaza 1 500m con la misma velocidad, ¿en cuánto tiempo (s) lo logra? **R/. 300s**

7) Un tren bala viaja a una rapidez de 160 km/h. ¿Qué distancia logra recorrer en dos horas y media? **R/ 400Km.**

8) Un joven patinador profesional puede recorrer con sus patines una distancia de 1 200 m en 300 s. ¿Qué rapidez desarrolla? ¿Cuánto tiempo le toma recorrer 3 km? **R/. 4 m/s R/. 750s.**

9) Un atleta masculino de 200 m planos logra recorrer esa distancia en 25 s. ¿Con qué rapidez lo logra? Exprese su respuesta en m/s y km/h. **R/. 8 m/s R/. 28.8 Km/h**

10) Un destacado maratonista es capaz de recorrer 8 km en 0,75 h. ¿qué rapidez en km/h desarrolla este maratonista? **R/ 10, 67Km/h**

c) Resuelva los siguientes problemas de rapidez media y velocidad media

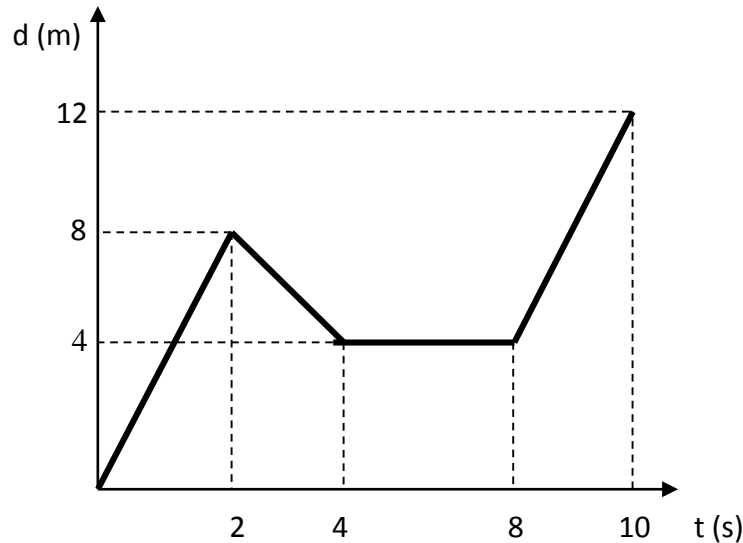
1) Un ciclista recorre 750m al este y luego se dirige al oeste 250m. Si el recorrido lo hace en un tiempo de 6 min. Determine la rapidez media y su velocidad media. **R/. 166.67 m/min R/. 83,33 m/min, Este**

2) Una Hiena camina 25 m al sur, luego 12 m al este, en un tiempo total de 300 s. Determine su rapidez media y su velocidad media y el ángulo de desviación. **R/. 0,12m/s 27,73 m/s, Sureste.**

3) Un peatón realiza el siguiente recorrido: 15 m al Norte, 8 m al este, 15 m al sur y 8 m al oeste, todo en un tiempo de 240 s. Determine su rapidez media y su velocidad media. **R/ 0,19m/s. R/. 0 m/s**

d) Analice las siguientes gráficas

Gráfica # 1

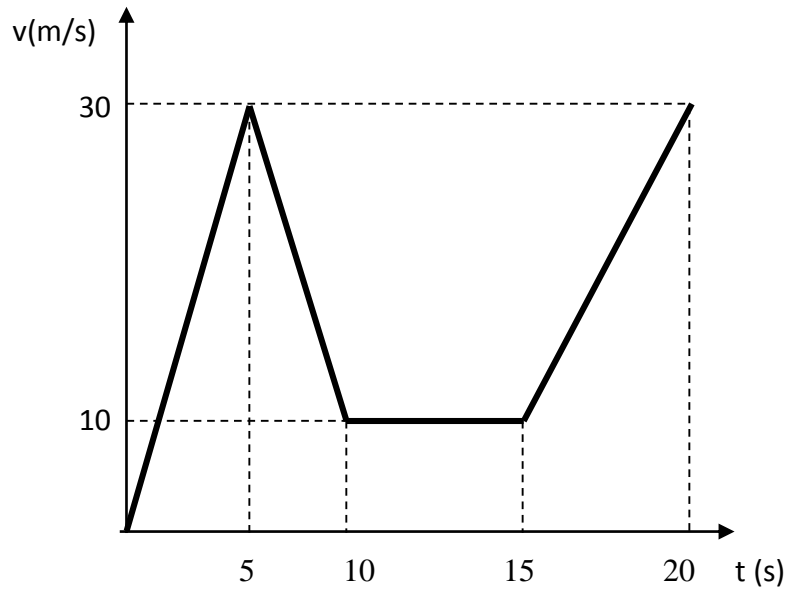


De acuerdo con los datos de la gráfica # 1 determine lo siguiente:

- a) La distancia recorrida a los 2 s _____
- b) La distancia recorrida entre los 2 s y 4 s _____
- c) La distancia recorrida entre los 4 s y 8 s _____
- d) La distancia recorrida entre los 8 s y 10 s _____
- e) La distancia total recorrida hasta los 10 s _____
- f) La rapidez a los 4 s de recorrido _____
- g) La rapidez promedio al final del recorrido _____

Gráfica # 2

Analice la siguiente gráfica del movimiento realizado por un ciclista



De acuerdo con los datos de la gráfica # 1 determine lo siguiente:

- a) La distancia recorrida en los primeros 5 s _____
- b) La distancia recorrida entre los 5 s y 10 s _____
- c) La distancia recorrida entre los 10 s y 15 s _____
- d) La distancia recorrida entre los 15 s y 20 s _____
- e) La distancia total recorrida hasta los 20 s _____

Selección Única

1) Un automóvil se desplaza en forma consecutiva 10 m al Sur y luego 10 m al Este, todo en 5,0 s; la velocidad media del móvil, para el recorrido total es

- a) 4,0 m/s
- b) 2,8 m/s
- c) 4,0 m/s, Sureste
- d) 2,8 m/s, Sureste

2) Un trasbordador espacial, desde su despegue hasta ponerse en órbita, recorre 400 km en 510 s; rapidez media en ese trayecto es

- a) 400 km/s
- b) 0,78 km/s
- c) 1,28 km/s
- d) 204 000 km/s

3) Una carretera rectilínea está orientada de Norte a Sur y sobre ella viaja un auto con una velocidad constante de 20,4m/s hacia el Sur, recorriendo en 8,50 s una distancia de

- a) 2,4m
- b) 173 m
- c) 2,4 m hacia el Sur
- d) 173 m hacia el Sur

4) Un crucero realiza los siguientes desplazamientos consecutivos en el mar: 20 km, norte y 20,0 km, este. ¿Cuál es el desplazamiento resultante que realiza el crucero?

- a) 28,3 km
- b) 40,0 km
- c) 28,3 km, noreste
- d) 40,0 km, noreste

5) Un avión parte del aeropuerto A, vuela 300 km al Este y 300 km al Norte hasta llegar al aeropuerto B. ¿Cuál fue la velocidad media del avión si tardó 1,10 h en el recorrido AB?

- a) 386 km/h.
- b) 545 km/h.
- c) 386 km/h, noreste.
- d) 545 km/h, noreste.

6) Un móvil viaja 100 m al este y luego 175 m en la misma dirección. Si el recorrido total lo hace en 300 s, entonces, la distancia recorrida y la velocidad media del móvil son respectivamente

- a) 175m, este y 0,583 m/s
- b) 175 m y 0,917 m/s, este
- c) 275 m y 0,917 m/s, este
- d) 275m, este y 0,583 m/s

7) Un motociclista realiza dos recorridos consecutivos, uno de 350 m y el otro de 200 m. El primer recorrido lo realiza en 30 s y el segundo en 20 s. La rapidez media del motociclista para el recorrido total es

- a) 22 m/s
- b) 11 m/s
- c) 3,0 m/s
- d) 1,7 m/s

8) Un atleta corre a 5 m/s tras un auto que va a 12 m/s, y ambos se mueven en línea recta hacia el Sur; la velocidad del atleta con respecto al auto es

- a) 7 m/s, norte.
- b) 5 m/s, norte.
- c) 7 m/s, sur.
- d) 5 m/s, sur.

9) Dos ciclistas se dirigen uno hacia el otro por un trayecto rectilíneo. El primero se dirige hacia el Sur a 7,0 m/s y el segundo hacia el Norte a 10 m/s. La velocidad del primero con respecto al segundo es

- a) 17 m/s, norte.
- b) 3 m/s, norte.
- c) 17 m/s, sur.
- d) 3 m/s, sur.

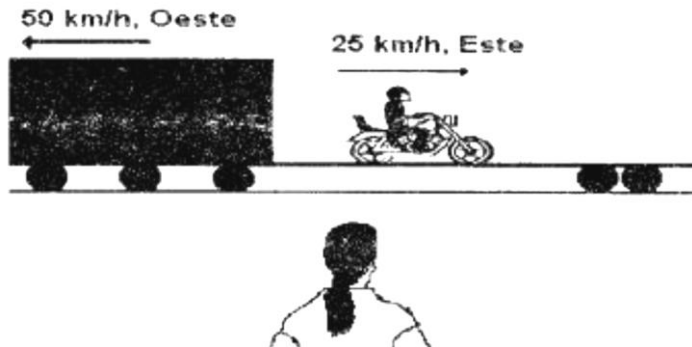
10) Dos vehículos se dirigen uno hacia el otro, el primero se mueve a 60 km/h hacia al Este, y el segundo a 70 km/h hacia el Oeste. La velocidad del segundo respecto al primero es

- a) 10 km/h, este
- b) 10 km/h, oeste
- c) 130 km/h, este
- d) 130 km/h, oeste

11) Un auto A se mueve a 180 km/h hacia el Este, en persecución de otro auto B, el cual se mueve en la misma dirección a 150 km/h. La velocidad del auto B con respecto al auto A es

- a) 30 km/h, Este
- b) 30 km/h, Oeste
- c) 330 km/h, Este
- d) 330 km/h, Oeste

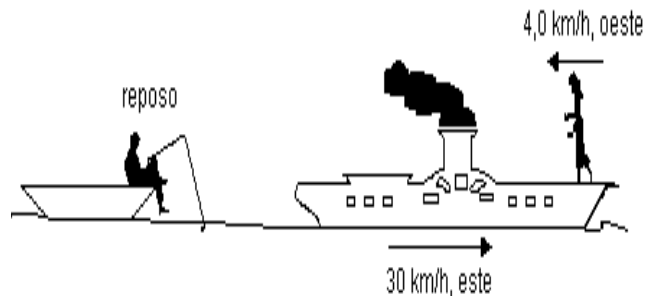
12) A la orilla de la vía férrea una joven es reposo observa pasar el tren que se dirige con velocidad de 50 km/h hacia el Oeste. Sobre la plataforma del tren, un motociclista avanza hacia el Este a 25 km/h con respecto al piso de la plataforma, como se muestra en la figura



¿Cuál es la velocidad del motociclista con respecto a la joven?

- a) 25 km/h, Este
- b) 75 km/h, Este
- c) 25 km/h, Oeste
- d) 75 km/h, Oeste

13) Un pescador sentado en su bote y ambos en reposo, observa que sobre la cubierta de un barco que se aleja de él en línea recta, se mueve una joven en dirección opuesta a la del barco, como ilustra el dibujo.



Si la rapidez del barco es 30 km/h y la de la joven 4,0 km/h, con respecto al pescador, la joven se mueve con rapidez de

- a) 34 km/h
- b) 30 km/h
- c) 26 km/h
- d) 4,0 km/h

Respuestas selección única: 1)D, 2)B, 3)B, 4)C, 5)C, 6)C, 7)B, 8)A, 9)C, 10)D, 11) B, 12) C, 13) C

Tema # 4

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado



Objetivos a desarrollar:

- Realizar problemas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- Analizar gráficas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Contenidos a desarrollar:

- Problemas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- Gráficas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

“Si tuviéramos la velocidad de los caracoles nos irían mejor las cosas”

Anónimo

Tema 4

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

4.1 La aceleración

Un movimiento es acelerado cuando la magnitud de la velocidad o rapidez aumenta o disminuye. La aceleración es una cantidad vectorial, tiene magnitud y dirección. La unidad de medida de la aceleración es metro entre segundo al cuadrado (m/s^2).

Nota: Una aceleración positiva indica que el móvil aumentó su velocidad, si es negativa indica que el móvil disminuye su velocidad.

Fórmulas:

$$a = \frac{V_f - V_i}{\Delta t} \qquad V_f = a \cdot t + V_i \qquad d = \left(\frac{V_i + V_f}{2} \right) \cdot t \qquad d = V_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$
$$d = V_f \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Ejemplos:

- 1) Determine la aceleración de un bus que cambia su velocidad de 72 km/h a 90 km/h en un tiempo de 6 s

- 2) Un motociclista viaja con una rapidez de 25 m/s, en ese momento aplica los frenos y produce una aceleración de -6 m/s^2 . Determine lo siguiente:
 - a) ¿Cuánto tardó en detenerse?

 - b) ¿Qué distancia recorrió hasta detenerse?

- 3) Un auto parte del reposo y acelera a 5 m/s^2 durante 1 minuto. ¿Qué distancia recorre el auto en ese tiempo?

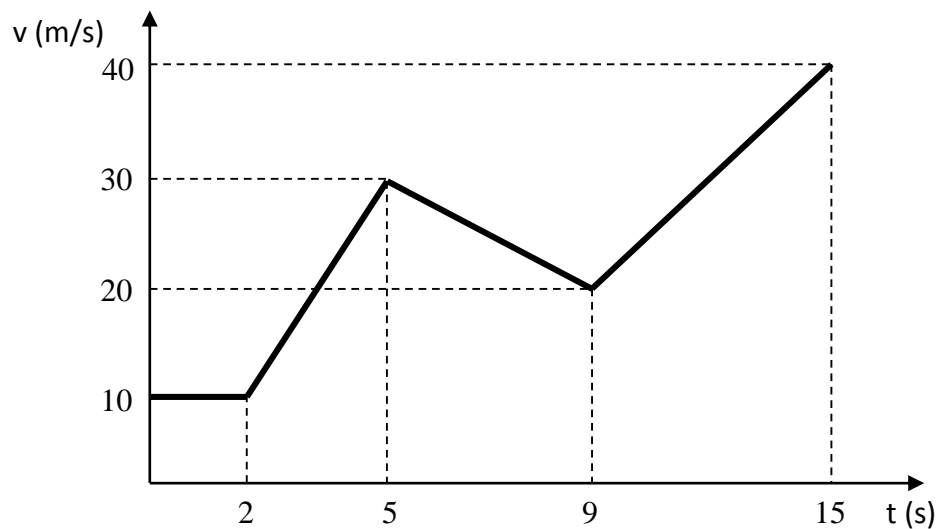
- 4) Calcule la distancia que recorre una motocicleta si aceleró a 4 m/s^2 durante un tiempo de 5s, hasta alcanzar una velocidad de 50 m/s.

4.2 Gráficas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Son gráficas en donde la velocidad está en función del tiempo, y presentan las siguientes características:

- En una gráfica de rapidez en función del tiempo, la pendiente representa la aceleración.
- En una gráfica de rapidez en función del tiempo, el área bajo la curva representa la distancia recorrida.
- La aceleración en este tipo de gráficas es constante, lo único que varía es la velocidad.

Ejemplo 6: De acuerdo a la gráfica adjunta,



determine lo siguiente:

- La aceleración a los 2 s.
- La aceleración entre los 2 s y 5 s.
- La aceleración entre los 5 s y 9 s.
- La distancia recorrida entre los 2 s y 5 s.
- La distancia recorrida entre los 9 s y 15 s.
- La distancia total recorrida por el móvil.

Práctica de aceleración

1-) Un automóvil arranca y en 6s alcanza una velocidad de 10 m/s. ¿qué aceleración le imprime el motor?
R/. 1,67 m/s²

2-) Un niño que corre en sus patines a 4 m/s encuentra en su camino una pendiente y al entrar en ella. Su velocidad cambia a 1 m/s en 2 s. ¿Cuál es su aceleración y que distancia recorrió en ese tiempo?
R/. - 1,5 m/s² R/. 5 m

3-) Un automóvil desacelera a razón de -0.4 m/s². Si necesitó 10 m para detenerse, ¿a qué velocidad avanzaba?
R/. 2,83 m/s

4-) Un tren urbano parte del reposo y acelera uniformemente. En un instante determinado su velocidad es 10 m/s y 50 m más adelante, su velocidad aumenta a 15 m/s. Determine:

a-) La aceleración del tren. **R/. 1,25 m/s²**

b-) El tiempo que necesito para alcanzar la velocidad de 10 m/s. **R/. 8s**

c-) El tiempo en que recorrió 50 m. **R/. 4s**

d-) La distancia que recorrió hasta alcanzar la velocidad de 10 m/s. **R/. 40m**

5-) Un atleta parte del reposo y acelera a razón de 0,5 m/s². Determine su rapidez y la distancia total recorrida cuando hayan transcurrido 4 s.
R/. 2m/s R/. 4m.

6-) Un ciclista se mueve con aceleración constante y cubre la distancia de 60 m entre dos puntos en 6s. Cuando pasa por el segundo punto, su velocidad es de 15 m/s. ¿Cuál fue la velocidad inicial del ciclista y la aceleración desarrollada?
R/. 5 m/s. R/. 1, 67 m/s²

7-) Durante la bajada de un tobogán en un punto **X** una niña lleva una velocidad de 2 m/s, cuando baja 6 m en un punto **Y** lleva una velocidad de 8 m/s. Determine lo siguiente:

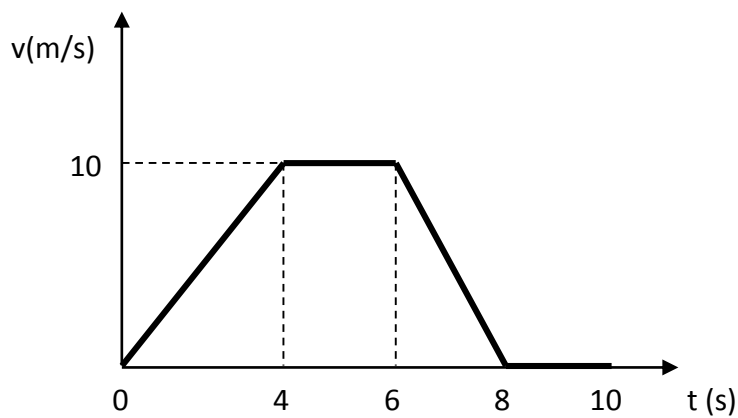
a) ¿Cuánto tiempo duró la niña en recorrer de **X** hasta **Y**?

R/ 1,2 s

b) ¿Cuánto fue su aceleración entre esos dos puntos?

R/ 5 m/s²

8-) De acuerdo a la gráfica adjunta,



Determine lo siguiente:

a) La aceleración en los primeros 4 s.

b) La aceleración entre los 4 s y 6 s.

c) La aceleración entre los 6 s y 8 s.

d) La aceleración entre los 8 s y 10 s.

e) La distancia total recorrida.

Selección Única

- 1) Una leona persigue a una cebra e inicia una carrera rectilínea partiendo del reposo. Para lograr alcanzarla acelera uniformemente y después de recorrer 40,0 m, la magnitud de su velocidad es 8,00 m/s; este recorrido lo realizó en un tiempo de
- 5,00 s
 - 10,0 s
 - 160 s
 - 320 s
- 2) Con velocidad inicial de 40 km/h y aceleración a $-5,0 \text{ km/h}^2$, un móvil tiene, 5,0 h después de iniciado este proceso, una velocidad de magnitud
- 0 km/h
 - 25 km/h
 - 15 km/h
 - 8,0 km/h
- 3) Con rapidez inicial de 2 000 km/h, un móvil con movimiento uniformemente acelerado alcanza en 0,05 h una rapidez de 500 km/h; su aceleración en ese tiempo es
- 1 500 km/h^2
 - 7 500 km/h^2
 - 30 000 km/h^2
 - 40 000 km/h^2
- 4) Un autobús parte del reposo y acelera uniformemente en línea recta a razón de $6,4 \text{ m/s}^2$. Transcurridos 1,25 s desde la partida, el autobús ha recorrido una distancia de
- 4,0 m
 - 5,0 m
 - 6,3 m
 - 32 m
- 5) Un niño realiza un recorrido de 3,0 m en línea recta con movimiento uniformemente acelerado. Si inicia el recorrido con rapidez 1,2 m/s y lo termina con rapidez de 3,5 m/s, entonces, la magnitud de la aceleración del niño es
- $1,8 \text{ m/s}^2$
 - $0,38 \text{ m/s}^2$
 - $0,62 \text{ m/s}^2$
 - $0,88 \text{ m/s}^2$
- 6) Un auto con movimiento uniformemente acelerado recorre un trayecto rectilíneo de 80 m en 7,0 s; al final de ese recorrido la rapidez del auto es 14 m/s. ¿Con qué rapidez inició el recorrido?
- 11 m/s
 - 23 m/s
 - 2,6 m/s
 - 8,9 m/s
- 7) Un atleta recorre una pista recta con velocidad de magnitud 3,00 m/s e inicia un movimiento uniformemente acelerado, para recorrer un tramo de 12,0 m en un tiempo de 2,40 s; cuando le faltaban 2,00 m para completar el tramo, ¿cuál era la magnitud de su aceleración?
- $1,67 \text{ m/s}^2$
 - $7,00 \text{ m/s}^2$
 - $9,50 \text{ m/s}^2$
 - $0,972 \text{ m/s}^2$
- 8) Un ciclista viaja con velocidad constante y empieza a acelerar con magnitud de $0,150 \text{ m/s}^2$ por una carretera recta. Si después de recorrer una distancia de 600m, la magnitud de su velocidad es 14,0 m/s, entonces, la magnitud de la velocidad que tenía el ciclista al iniciar el movimiento acelerado era
- 4,00 m/s
 - 42,9 m/s
 - 16,0 m/s
 - 12,9 m/s

Respuestas Selección Única: 1) b, 2) c, 3) c, 4) b, 5) a, 6) d, 7) a, 8) a

Tema # 5

Movimiento vertical o caída libre de los cuerpos



Objetivos a desarrollar:

- Reconocer las características cualitativas del movimiento parabólico.
- Realizar problemas de caída libre o movimiento vertical, utilizando ejemplos de la vida cotidiana.

Contenidos a desarrollar:

- Características del movimiento vertical o caída libre de un cuerpo.
- Problemas de caída libre o movimiento vertical

"Mide lo que se pueda medir; y lo que no, hazlo medible."

Galileo Galilei

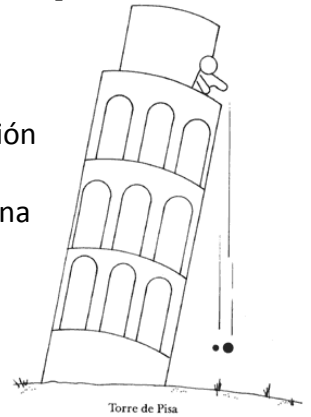
Tema 5

Caída Libre de los cuerpos (Movimiento Vertical)

5.1 Caída Libre o movimiento vertical

En física, se denomina **caída libre** al movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de un campo gravitatorio o gravedad hacia la superficie terrestre. Dicho movimiento vertical es ignorando la resistencia del aire u otra fuerza externa que afecte la caída de un cuerpo.

Uno de los científicos de la física clásica que incursionó en este tema fue **Galileo Galilei**, quien determinó lo siguiente:



“Dos cuerpos cualesquiera, sin importar la diferencia entre sus masas, en el mismo lugar de la tierra, cae con la misma aceleración y en línea recta, si se desprecia la resistencia del aire.”

La aceleración de un cuerpo se denomina gravedad (**g**) y dependiendo del tamaño del cuerpo celeste así será su valor. Muchos años después el científico **Isaac Newton** logró determinar que la gravedad en la tierra tiene un valor promedio de **$g = 9,8 \text{ m/s}^2$** y gracias a sus estudios ahora sabemos también que en la luna su gravedad es de **$g = 1,6 \text{ m/s}^2$** .

De acuerdo con lo anterior se pueden determinar las siguientes características del movimiento vertical:

- A) La caída libre de un cuerpo en movimiento rectilíneo es uniformemente acelerado, o sea en todo momento su aceleración es constante, no así su velocidad.**
- B) Un Cuerpo en caída libre hacia abajo tendrá siempre la misma aceleración, ya sea que parta del reposo o con cierta velocidad inicial.**
- C) Cuando el movimiento vertical es hacia abajo el valor de la aceleración es positiva ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) y si es hacia arriba su aceleración es negativa ($g = - 9,8 \text{ m/s}^2$).**
- D) Si un cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba, se detiene en el punto de máxima altura y su velocidad en ese instante es 0 m/s , no así su aceleración que sigue siendo la misma ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).**
- E) Si el cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba, desde el suelo, tarda lo mismo en alcanzar su máxima altura, que en regresar hasta el punto del cual fue lanzado (El tiempo de subida es el mismo en bajada).**
- F) Si el cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba, la magnitud de la rapidez con que se lanza es la misma con la que regresa al punto de lanzamiento.**

Fórmulas:

$$V_f = V_i + g \cdot t \qquad h = V_i \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \qquad h = V_f \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \qquad h = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2 \cdot g}$$

Simbología: (V_f) Velocidad final (V_i) Velocidad inicial (h) Altura (g) Gravedad

Ejemplo 1: Se deja caer una roca desde una loma y llega al suelo en 5 s. ¿Con qué velocidad llega la piedra al suelo? ¿Desde qué altura cayó?

Ejemplo 2: Desde un precipicio de 250 m de altura sobre el agua, una piedra es dejada caer, 3 s después, ¿a qué altura estará la piedra, con respecto al agua?

Ejemplo 3: Una bala de un revólver es lanzado verticalmente hacia arriba y alcanza una altura máxima en 8 s. Si fue disparada desde el nivel del suelo, determine:

- a) ¿Con qué velocidad salió del revólver la bala?
- b) ¿Qué altura máxima alcanzó, con respecto al nivel del suelo?

Ejemplo 4: Desde el suelo un balón de fútbol es lanzado verticalmente hacia arriba y alcanza una altura máxima de 20 m. La pelota regresa luego al punto de donde fue lanzada. Determine:

- a) El tiempo en que estuvo en el aire
- b) La rapidez con que llega al suelo.
- c) La rapidez 2,5 s después de haber sido lanzada.
- d) La altura que se encuentra 2,5 s después de haber sido lanzada.

Práctica

⇒ Resuelva los siguientes problemas de caída libre de los cuerpos.

1-) Para medir la altura de un edificio, una persona deja caer una piedra desde la azotea y tarda en llegar al suelo 4 s. ¿Cuál es la altura del edificio? ¿Con qué velocidad llega la piedra al suelo?

R/. 78, 40m.

R/. 39, 2 m/s.

2-) Desde lo alto de un edificio en construcción de 75 m de altura, a un operario se les escapa un martillo. ¿Cuánto tarda el martillo en llegar al suelo? ¿Con qué velocidad llega el martillo al suelo?

R/ 3,91s.

R/. 38, 31 m/s.

3-) Se deja caer un objeto desde un globo. Si el objeto tarda 10 s en llegar al suelo. ¿Qué velocidad lleva a los 3 s? ¿A qué altura se encuentra a los 3 s?

R/. 29, 4m/s.

R/. 445.9 m.

4-) Desde el suelo, una bola es lanzada verticalmente hacia arriba y en 3 s, alcanza el punto más alto.

a) ¿Con qué velocidad se lanzó la bola?

R/. 29, 4 m/s.

b) ¿Qué altura alcanzó?

R/. 44,1 m

c) A los 2 s ¿qué velocidad tiene?

R/. 9.8 m/s.

5-) Desde el nivel del suelo, un balón es lanzado verticalmente hacia arriba y 10 segundos después de lanzado, regresa al mismo punto. ¿Qué altura alcanzó? **R/ 122,5 m**

6-) Un Pelicano en el aire sufre un desmayo, después del cual se precipita libremente hacia el suelo; si llega al suelo con una velocidad de 49 m/s, ¿desde qué altura cayó el ave? ¿Cuánto tardó en llegar a la superficie? **R/. 122,5 m. R/. 5 s.**

7-) Un objeto es lanzado verticalmente desde el suelo hacia arriba y alcanza una altura de 19.6 m. ¿Con qué velocidad se lanzó? ¿Cuál es el tiempo de vuelo? **R/. 19,6 m/s. R/. 4 s.**

8-) Desde el décimo piso de un hotel de 50 m de altura, Ericka lanza una bola con una velocidad de 5 m/s hacia arriba. Determine lo siguiente:

a) ¿Cuánto tarda Ericka en recibir la bola? **R/. 1,02 s.**

b) ¿Qué altura máxima alcanzó la bola con respecto del suelo? **R/. 51,28 m**

c) Si la bola no la captura Ericka y continúa hasta el suelo, cuánto fue el tiempo de vuelo de la bola? **R/. 3,74 s**

d) ¿Con qué velocidad llega la bola al suelo? **R/. 31,7 m/s.**

Selección única

1) Para el descenso de una piedra que se deja caer desde una altura h respecto del nivel del suelo, y que cae libremente, se presentan las siguientes afirmaciones.

I. Inmediatamente después de que se deja caer, la aceleración de la piedra es cero.

II. La velocidad de la piedra a la mitad de la altura es menor que la velocidad al llegar al nivel del suelo.

III. El tiempo que tarda la piedra en llegar a la mitad de la altura es mayor que el tiempo en descender desde a la mitad hasta el nivel del suelo.

De ellas, son correctas

- a) I y II.
- b) I y III.
- c) II y III.
- d) I, II y III.

2) Una bola es lanzada verticalmente hacia arriba desde el nivel del suelo, con velocidad de magnitud $42,0 \text{ m/s}$. Alcanza la altura máxima y desciende. Si se suponen condiciones de rozamiento despreciable en todo el movimiento, entonces, la altura con respecto al suelo a la que se encuentra la bola, cuando en su etapa de descenso lleva una velocidad de $20,0 \text{ m/s}$ hacia abajo es

- a) $90,0 \text{ m}$
- b) $69,6 \text{ m}$
- c) $24,7 \text{ m}$
- d) $20,4 \text{ m}$

3) Una piedra es lanzada verticalmente hacia arriba y alcanza una altura máxima de 10 m ; si se desprecia la resistencia con el aire, entonces, la aceleración de la piedra durante la subida

- a) es cero.
- b) aumenta.
- c) disminuye.
- d) es constante.

4) Una naranja cae libremente desde la rama de su árbol tocando el suelo con una rapidez de $7,0 \text{ m/s}$. El tiempo total del descenso de la naranja es

- a) $0,71 \text{ s}$
- b) $1,4 \text{ s}$
- c) $9,8 \text{ s}$
- d) 69 s

5) Para medir la altura de un puente a partir del nivel del agua, se deja caer un ladrillo desde el mismo. Si se desprecia la resistencia del aire y el ladrillo tarda en tocar el agua $4,00 \text{ s}$, la altura del puente es

- a) $19,6 \text{ m}$
- b) $39,2 \text{ m}$
- c) $78,4 \text{ m}$
- d) $82,4 \text{ m}$

6) Analice las siguientes afirmaciones

I. En el movimiento de caída libre, cuando un cuerpo sube, su velocidad va disminuyendo hasta que en el punto de altura máxima su aceleración es cero.

II. Cuando un cuerpo cae libremente, su velocidad aumenta uniformemente en $9,8 \text{ m/s}$ cada segundo.

De ellas,

- a) solo la I es correcta.
- b) solo la II es correcta
- c) ninguna es correcta
- d) ambas son correctas

7) Desde el suelo, se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con rapidez inicial de 30 m/s . Si se desprecia la resistencia del aire, 5 s después de lanzada,

- a) alcanzó su altura máxima y su velocidad es cero.
- b) su movimiento es de bajada y acelera hacia abajo.
- c) alcanzó su altura máxima y su aceleración es cero.
- d) su movimiento es de subida pero acelera hacia abajo.

Respuestas de Selección Única: 1) c, 2) b, 3) d, 4) a, 5) c, 6) b, 7) b

Tema # 6

Movimiento Parabólico



Objetivos a desarrollar:

- Analizar cualitativamente las propiedades y características del movimiento parabólico.

Contenidos a desarrollar:

- Propiedades y características del movimiento parabólico.

“Todo lo que sube tiene que bajar”

Anónimo

Tema 6

Análisis cualitativo del movimiento parabólico

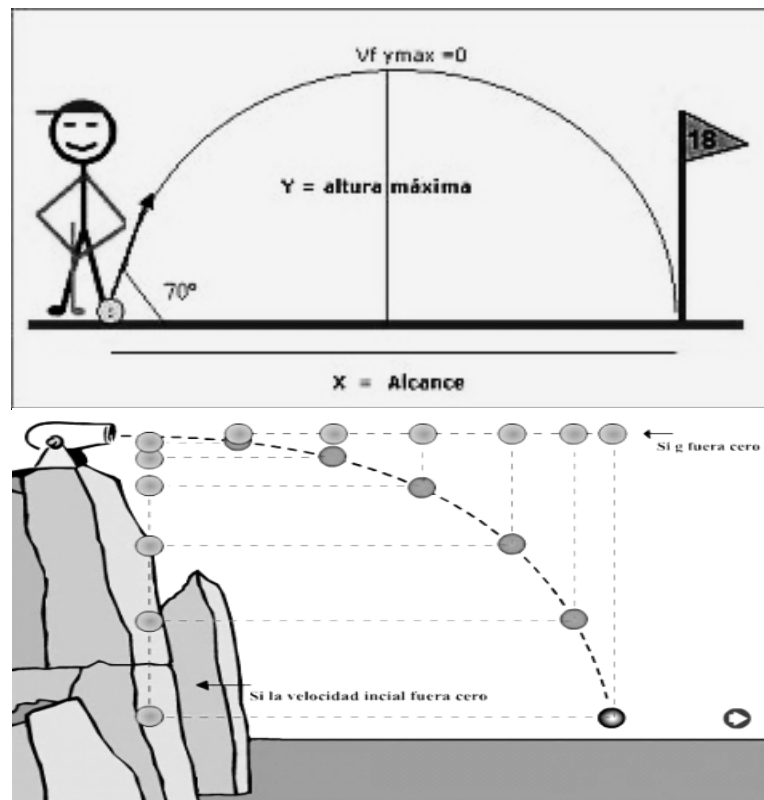
6.1 Movimiento Parabólico

Se denomina **movimiento parabólico** al realizado por un objeto cuya trayectoria describe una parábola. Se corresponde con la trayectoria ideal de un proyectil que se mueve en un medio que no ofrece resistencia al avance y que está sujeto a un campo gravitatorio uniforme.

Puede ser analizado como la composición de dos movimientos rectilíneos: un movimiento rectilíneo uniforme horizontal y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado vertical.

En condiciones ideales de resistencia al avance nulo y campo gravitatorio uniforme, lo anterior implica que:

1. Un cuerpo que se deja caer libremente y otro que es lanzado horizontalmente desde la misma altura tardan lo mismo en llegar al suelo.
2. La independencia de la masa en la caída libre y el lanzamiento vertical es igual de válida en los movimientos parabólicos.
3. Un cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba y otro parabólicamente completo que alcance la misma altura tarda lo mismo en caer.
4. Un cuerpo con movimiento parabólico presenta un cambio en su rapidez vertical, no así en la horizontal, la cual es constante.
5. La aceleración vertical es de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; mientras que la aceleración horizontal es de $a = 0 \text{ m/s}^2$.

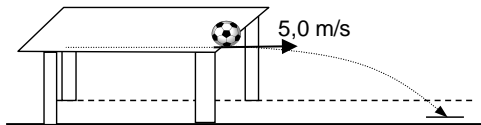


SELECCIÓN ÚNICA

1) Una bola de béisbol al ser golpeada, sale disparada hacia arriba con velocidad v que forma un ángulo de 52° con la horizontal. Si el rozamiento con el aire es despreciable y la trayectoria de la bola es una parábola, entonces, en la parte más alta de su trayectoria

- a) la magnitud de la velocidad es cero
- b) la magnitud de la aceleración es cero
- c) la dirección de la velocidad es horizontal
- d) la dirección de la aceleración es horizontal

2) En el momento en que una bola abandona el borde de la mesa, sale horizontalmente de la misma con rapidez de $5,0 \text{ m/s}$, según muestra la figura.

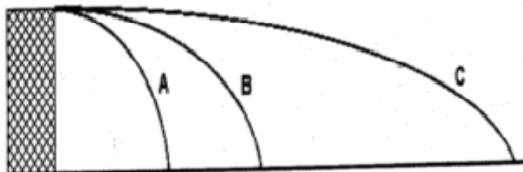


Despreciando la resistencia con el aire, la magnitud de la componente vertical de la velocidad de la bola en el momento que abandona la mesa es

- a) 0 m/s
- b) 49 m/s
- c) $9,8 \text{ m/s}$
- d) $5,0 \text{ m/s}$

3) Desde la azotea de un edificio se lanzan horizontal tres objetos, A, B y C, con diferente velocidad; cada uno describe una trayectoria parabólica, como muestra la figura.

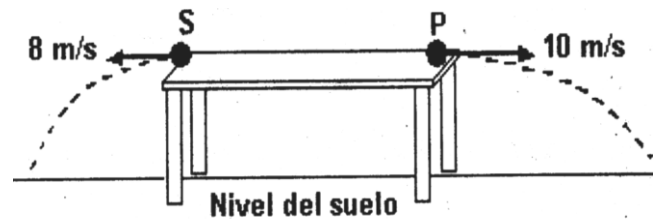
Si los tres objetivos llegan al mismo nivel horizontal del suelo, podemos afirmar que



- a) el objeto A tarda menos en caer que B.
- b) el objeto C tarda más en caer que los otros dos.
- c) los objetos A, B y C tardan el mismo tiempo en caer.
- d) El objeto B tarda la mitad del tiempo de C pero el doble que A en caer.

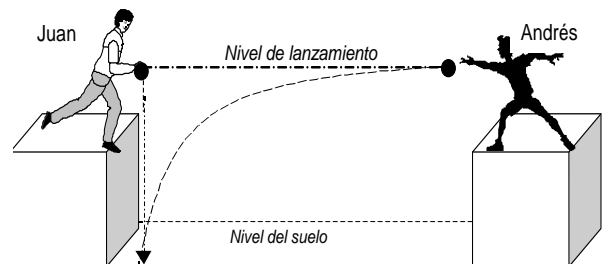
4) Desde dos bordes opuestos de una mesa, dos esferas S y P, salen simultáneamente con velocidades horizontales diferentes y llegan al nivel del suelo, como muestra la figura.

Si el rozamiento con el aire es despreciable, entonces al comparar para las dos esferas el tiempo de vuelo y la velocidad al llegar al nivel del suelo, es correcto afirmar que



- a) la esfera P llega primero al suelo.
- b) ambas esferas llegan al suelo en el mismo instante.
- c) la esfera S llega al suelo con menor velocidad vertical.
- d) ambas esferas llegan al suelo con diferente aceleración.

5) En el instante en que Juan deja caer libremente una pelota, Andrés lanza otra pelota horizontalmente, ambas desde un mismo nivel de lanzamiento, como muestra la figura.



Despreciando el rozamiento con el aire, en ambos casos, el tiempo transcurrido desde que la pelota es dejada caer por Juan, hasta que llega al suelo, comparado con el tiempo transcurrido desde que Andrés lanza la pelota y esta llega al suelo, es

- a) menor.
- b) el doble.
- c) la mitad.
- d) el mismo.

Respuestas de selección única: 1) c, 2) a, 3) c, 4) b, 5) d

Tema # 7

Dinámica (fuerzas)

**Objetivos a desarrollar:**

- Reconocer los conceptos de fuerza, sistema de referencia inercial y sistema de referencia no inercial.
- Reconocer cualitativamente la primera, segunda y tercera ley de Newton.
- Aplicar la primera, segunda y tercera ley de Newton con ejemplos de la vida cotidiana.
- Realizar problemas de cantidad de movimiento, ímpetu y ley de conservación de la cantidad de movimiento (colisiones o choques).
- Diferenciar entre choques elásticos, inelásticos y perfectamente inelásticos.
- Aplicar la segunda ley de Newton en problemas sin fricción, con fricción, con peso.
- Calcular la masa y el peso de un cuerpo.
- Reconocer los diferentes tipos de fuerzas que existen en la naturaleza.
- Realizar problemas de fricción estática, fricción cinética, plano inclinado y poleas.

Contenidos a desarrollar:

- Conceptos de fuerza, sistema de referencia inercial y sistema de referencia no inercial.
- Primera, segunda y tercera Ley de Newton (Análisis cualitativo y cuantitativo)
- Cantidad de movimiento, ímpetu y ley de conservación de la cantidad de movimiento (colisiones o choques).
- Choques elásticos, inelásticos y perfectamente inelásticos.
- Problemas sin fricción, con fricción, con peso.
- Masa y el peso de un cuerpo.
- Tipos de fuerzas que existen en la naturaleza.
- Fricción estática, fricción cinética, plano inclinado y poleas.

"Para cada acción hay siempre una reacción opuesta equivalente." Isaac Newton.

Tema 7

Fuerzas

7.1 Concepto de fuerza

La fuerza *es una magnitud física de carácter vectorial capaz de deformar los cuerpos (efecto estático), modificar su velocidad o vencer su inercia y ponerlos en movimiento si estaban inmóviles (efecto dinámico)*. En este sentido la fuerza puede definirse como toda acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo (imprimiéndole una aceleración que modifica el módulo o la dirección de su velocidad) o bien de deformarlo. En el Sistema Internacional de Unidades, la fuerza se mide en **newton (N)**.

7.2 Sistema de referencia inercial

Los sistemas de referencia inerciales son aquellos en los que se cumplen las leyes de Newton usando sólo las fuerzas reales (no-ficticias) que se ejercen entre sí las partículas del sistema.

7.3 Sistema de referencia no inercial

Un sistema de referencia es **no inercial** cuando en él no se cumplen las Leyes del movimiento de Newton. Dado un sistema de referencia inercial, un segundo sistema de referencia será no inercial cuando describa un movimiento acelerado respecto al primero.

7.4 Leyes de Newton

También conocidas como Leyes del movimiento de Newton, son tres principios a partir de los cuales se explican la mayor parte de los problemas planteados por la dinámica, en particulares aquellos relativos al movimiento de los cuerpos.

7.5 Primera ley de Newton o Ley de la inercia

La primera ley del movimiento rebate la idea aristotélica de que un cuerpo sólo puede mantenerse en movimiento si se le aplica una fuerza. Newton expone que:

“Todo cuerpo mantendrá su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo siempre, a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él.”

$$\sum F = 0 \text{ N}$$

Esta ley postula, por tanto, que un cuerpo no puede cambiar por sí solo su estado inicial, ya sea en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, a menos que se aplique una fuerza o una serie de fuerzas cuyo resultante no sea nulo sobre él. Newton toma en cuenta, así, el que los cuerpos en movimiento están sometidos constantemente a fuerzas de roce o fricción, que los frena de forma progresiva, algo novedoso respecto de concepciones anteriores, que entendían que el movimiento o la detención de un cuerpo se debía exclusivamente a si se ejercía sobre ellos una fuerza, pero nunca entendiendo como ésta sobre la fricción.

En consecuencia, un cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme implica que no existe ninguna fuerza externa neta o, dicho de otra forma, un objeto en movimiento no se detiene de forma natural si no se aplica una fuerza sobre él. En el caso de los cuerpos en reposo, se entiende que su velocidad es cero, por lo que si esta cambia es porque sobre ese cuerpo se ha ejercido una fuerza neta.

7.6 Cantidad de movimiento, ímpetu o momentum

Se define como el producto de la masa del cuerpo y su velocidad en un instante determinado, es una magnitud vectorial y su unidad es (kg m/s). La cantidad de movimiento es un vector, por lo que debe de llevar dirección. La fórmula para determinar la cantidad de movimiento es:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Ejemplo 1: ¿Cuál es la cantidad de movimiento de un cuerpo de 5 kg que se mueve a 20 m/s hacia el norte?

Ejemplo 2: Un cuerpo de 80 kg se mueve en línea recta y lleva una velocidad de 40 m/s. En un instante posterior, su velocidad cambia de magnitud a 15 m/s. ¿Cuál es la variación en su cantidad de movimiento?

7.7 Variación de la cantidad de movimiento (Ímpetu)

Si un cuerpo se mueve con velocidad constante, pero sobre el mismo actúa una fuerza, ésta provoca un cambio en su velocidad (ΔV), lo cual provoca a su vez un cambio en la cantidad de movimiento.

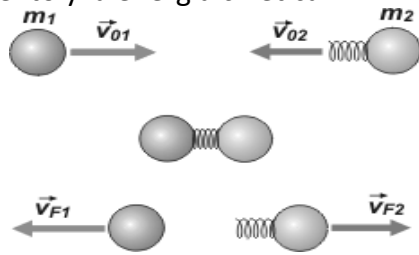
A la variación en la cantidad de movimiento de un cuerpo se le conoce como ímpetu o impulso. Se puede definir también como el producto de la fuerza aplicada por el tiempo.

$$\Delta P = m \cdot \Delta V$$

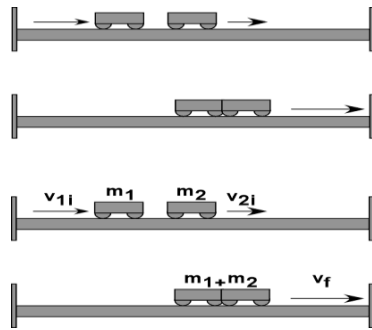
$$I = F \cdot t$$

7.8 Tipos de colisiones o choques

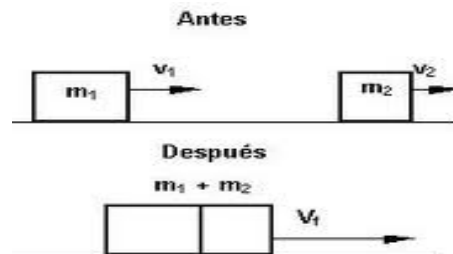
a) **Choque elástico:** Es aquel tipo de choque en donde al chocar los cuerpos, estos rebotan. Se conserva la cantidad de movimiento y la energía cinética.



b) **Choque inelástico:** Los cuerpos al chocar pueden disolverse o seguir en la misma dirección. Sólo se conserva la cantidad de movimiento.



c) **Choque perfectamente inelástico:** Los cuerpos al chocar continúan juntos, conservan la cantidad de movimiento.



7.9 Ley de la conservación de la cantidad de movimiento

En un sistema aislado (con ausencia de fuerzas externas), si dos cuerpos chocan de frente, la cantidad de movimiento total, antes del choque, es igual a la cantidad de movimiento total después del choque.

Cantidad de movimiento antes = Cantidad de movimiento después

$$m1 \cdot v1 + m2 \cdot v2 = m1 \cdot v1 + m2 \cdot v2$$

Ejemplo 3: Una esfera de vidrio de 2 kg se mueve a 6 m/s al este, choca frontalmente con otra esfera del mismo material de 4 kg, que avanza a 5 m/s, en dirección opuesta. Si la segunda esfera rebota con una velocidad de 2,2 m/s, ¿Cuál es la velocidad de la primera esfera después del choque?

Ejemplo 4: Un misil de 2 kg es disparado por un cañón de 200 kg. El misil sale con una velocidad de 300 m/s. Suponga que el cañón no está fijo en el suelo y retrocede después del disparo. ¿A qué velocidad retrocede?

Ejemplo 5. En una feria, un carro “chocón” de 150 kg lleva una velocidad de 5 m/s, antes de chocar frontalmente con otro carro similar, de 200 kg, y que se mueve a una velocidad de 2 m/s. Suponga que después del choque quedan unidos y se mueven juntos. ¿Qué velocidad lleva ahora?

7.10 Segunda ley de Newton o Ley de fuerzas

Newton propone lo siguiente con respecto a la relación que existe entre la fuerza y la aceleración que recibe un cuerpo:

“La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, e inversamente proporcional a su masa.”

A partir de lo anterior plantea la siguiente fórmula:

FUERZA = MASA POR ACELERACIÓN

$$F = m \cdot a$$

7.11 Fuerza resultante

Es la fuerza real aplicada sobre un cuerpo, cuando interactúan sobre él varias fuerzas de la siguiente manera:

- a) Si dos o más fuerzas actúan en el mismo sentido sobre un cuerpo, la fuerza resultante será la suma de dichas fuerzas.
- b) Si dos fuerzas actúan en sentido contrario, la fuerza resultante será la resta de dichas fuerzas.
- c) Si una fuerza se aplica con un ángulo con respecto a la horizontal, la fuerza resultante será:

$$F_r = F \times \cos\theta$$

Ejemplo 6: Un automóvil se encuentra en reposo, se aplica una fuerza durante 18 s y hace que el automóvil cambie su velocidad a 25 m/s. Si la masa del auto es 1000kg. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que lo impulsó?

Ejemplo 7: Una fuerza de 400 N se aplica a un cuerpo de 200 kg que se encuentra en reposo. Suponiendo que no hay fricción. ¿Cuál es la aceleración que experimenta el cuerpo?

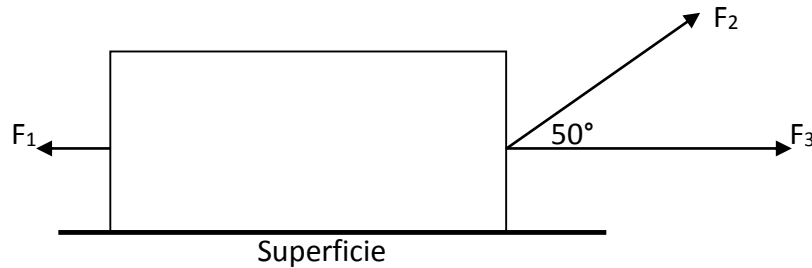
Ejemplo 8: ¿Cuánto es la masa de una caja a la que se le imprimió una fuerza de 120 N con una aceleración de 2,5 m/s², con fricción despreciable?

Ejemplo 9: Una masa de 30 kg sobre una superficie horizontal sin rozamiento es arrastrada por una fuerza de 40 N. La fuerza se aplica formando un ángulo de 60° con la horizontal. ¿Qué aceleración recibe la masa?

7.13 Fuerzas con fricción o rozamiento

La fricción es una fuerza que se opone siempre al desplazamiento de un cuerpo a través de una superficie. Siempre que exista una fricción o rozamiento entre la superficie y el objeto que está en movimiento, ésta actuará en sentido contrario y por ende deberá restarse con la fuerza resultante aplicada a dicho cuerpo.

Ejemplo 10: Sobre un cuerpo de 20 kg actúan tres fuerzas, $F_1 = 10$ N, $F_2 = 20$ N y $F_3 = 15$ N, ¿cuál es la aceleración que experimenta el cuerpo si el rozamiento con el suelo es de 5 N?

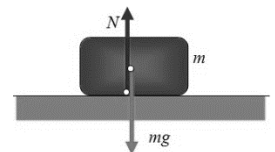


Ejemplo 11: Una caja de 20 kg se desliza sobre una superficie donde se aplica una fuerza horizontal de 85 N, si el rozamiento entre la caja y la superficie es de 10 N, ¿Qué aceleración recibe la caja?

7.13 Peso de los cuerpos

El **peso** es la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, originado por la aceleración de la gravedad, cuando esta actúa sobre la masa del cuerpo. Al ser una fuerza, el peso es en sí mismo una cantidad vectorial, de modo que está caracterizado por su magnitud y dirección, aplicado en el centro de gravedad del cuerpo y dirigido aproximadamente hacia el centro de la Tierra.

7.14 Relación entre peso y masa



Peso y masa son dos conceptos y magnitudes físicas bien diferenciadas, aunque aún en estos momentos, en el habla cotidiana, el término "peso" se utiliza a menudo erróneamente como sinónimo de masa, la cual es una magnitud escalar.

La **masa** de un cuerpo es una propiedad intrínseca del mismo, es la cantidad de materia que posee un cuerpo, independiente de la intensidad del campo gravitatorio y de cualquier otro efecto.

El **peso** de un cuerpo, en cambio, no es una propiedad intrínseca del mismo, ya que depende de la intensidad del campo gravitatorio en el lugar del espacio ocupado por el cuerpo.

En un campo gravitatorio constante la fuerza que ejerce la gravedad sobre un cuerpo (su peso) es directamente proporcional a su masa.

Fórmula para calcular el peso:

$$\begin{aligned}\text{Peso} &= \text{masa} \cdot \text{gravedad} \\ P &= m \cdot g\end{aligned}$$

Nota: La gravedad en la tierra es de $9,8 \text{ m/s}^2$ y en la Luna es de $1,6 \text{ m/s}^2$

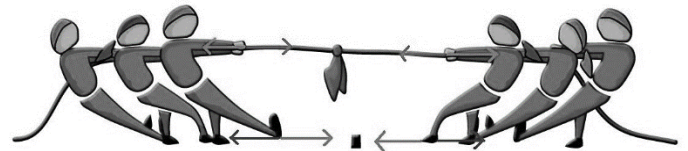
Ejemplo 12: ¿Cuánto pesa un cuerpo de 50 kg de masa en la tierra y en la Luna?

Ejemplo 13: ¿Cuánto es la masa de un cuerpo en la tierra si tiene un peso de 512 N?

Ejemplo 14: Un bloque de madera de 60 kg es levantado por una polea de fricción despreciable. Si la polea aplica una fuerza de 800 N para levantar el bloque. ¿Qué aceleración experimentó el bloque cuando es levantado por la polea?

7.15 Tercera Ley de Newton o Ley de acción y reacción

Isaac Newton menciona que:



“Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: o sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.”

Expone que por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo, este realiza una fuerza de igual intensidad y dirección, pero de sentido contrario sobre el cuerpo que la produjo. Dicho de otra forma, las fuerzas, situadas sobre la misma recta, siempre se presentan en pares de igual magnitud y opuestas en sentido.

Ejemplos:

- 1) La fuerza que ejerce la bala sobre la pistola y la que ejerce la pistola sobre la bala provocando el disparo de esta.
- 2) La fuerza que ejerce el avión sobre el aire, provoca que el aire reaccione sobre el avión provocando el desplazamiento de este.
- 3) La fuerza del misil hacia el aire y la del aire sobre el misil provoca el movimiento del misil.
- 4) La fuerza que la mano ejerce sobre la mesa y la que esta ejerce de vuelta no da como resultado el movimiento debido a que las fuerzas son muy leves como para provocarlo.
- 5) La fuerza que ejerce el remo sobre el muelle no es suficiente como para moverlo pero la fuerza de reacción del muelle si es suficiente como para mover al remo hacia atrás, llevando al hombre hacia atrás, por lo que el bote es arrastrado hacia atrás.

7.16 Tipos de fuerzas

- a) **Fuerza aplicada:** Es la ejercida sobre un cuerpo, por una persona u otro objeto.
- b) **Fuerza de atracción gravitatoria:** Es la fuerza con la cual la tierra atrae hacia su centro a los objetos que están sobre la superficie terrestre o a cierta distancia de ella.
- c) **Fuerza Normal:** Es la fuerza que ejerce una superficie estable de soporte sobre otra superficie que descansa sobre ella. Es siempre perpendicular a la superficie que soporta el objeto.
- d) **Fuerza de tensión:** La fuerza de tensión de una cuerda es la fuerza con la cual la cuerda tira del objeto al cual está unida. La fuerza de tensión siempre tira, nunca empuja y tira por igual en ambos extremos de la cuerda.
- e) **Fuerza del resorte:** La fuerza del resorte es ejercida por este, cuando una fuerza aplicada lo estira o lo comprime.
- f) **Fuerza de fricción:** Es aquella que es aplicada en una superficie paralela sobre el cuerpo y opuesta en dirección a la fuerza aplicada que pretende moverlo.
- g) **Fuerza fricción estática:** Es la fuerza de fricción máxima que ejerce una superficie sobre un cuerpo. ($f_e = \mu_e N$)
- h) **Fuerza de fricción cinética:** Es la fuerza de fricción que se mantiene sobre un cuerpo con su superficie mientras está en movimiento. ($f_c = \mu_c N$)

Nota: Dependiendo de la superficie sobre la que esté un objeto, actuará una fuerza de fricción diferente, es por eso que se necesita conocer los coeficientes de fricción estática y cinética.

Ejemplo de aplicación de la fuerza de fricción estática y cinética

Una persona desea mover una cama que pesa 1000 N, por un piso de madera. Si los coeficientes de fricción son $\mu_e = 0,30$ y $\mu_c = 0,15$. Determine lo siguiente:

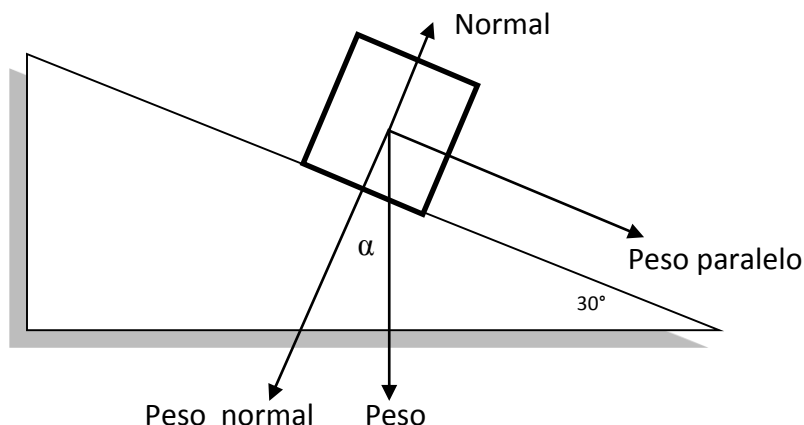
- a) El valor de la fuerza de fricción estática cuando se le aplica una fuerza horizontal de 200 N y la cama no se mueve.
- b) La fuerza de fricción estática máxima.
- c) El valor de la fuerza aplicada para que la cama inicie su movimiento.
- d) El valor de la fuerza de fricción cinética.
- e) El valor de la fuerza aplicada para que la cama se mueva con velocidad constante.

7.17 Fuerzas en el plano inclinado

Un objeto apoyado sobre la superficie de un plano inclinado experimenta, al menos, la acción de dos fuerzas: Su peso (P) y la fuerza normal. La dirección del peso es siempre vertical y hacia el centro de la tierra; la dirección de la fuerza normal es siempre perpendicular a la superficie del plano. El peso está compuesto por dos fuerzas: peso normal (P_N), el cual es perpendicular al plano y peso paralelo (P_P), paralelo a la superficie del plano, el cual puede provocar su movimiento es esa dirección.

$$P_N = P \cos \alpha$$

$$P_P = P \sin \alpha$$

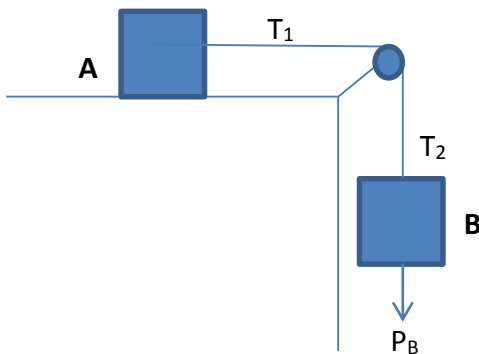


Ejemplo: De acuerdo a figura anterior el bloque de 100 kg está en reposo sobre la superficie del plano inclinado. Determine:

- a) La magnitud del peso normal a la superficie del plano.
- b) La magnitud del peso paralelo al plano.
- c) El valor de la fuerza de fricción.
- d) El valor de la fuerza fricción estática máxima si el coeficiente de fricción es 0,60.
- e) La fuerza adicional que debería aplicarse para que el bloque esté en condición de movimiento inminente.

7.18 Poleas

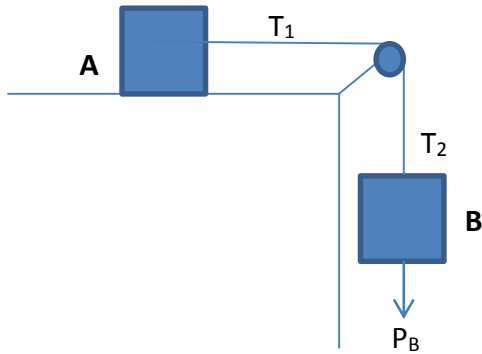
Ejemplo de poleas en equilibrio.



En la figura anterior, el bloque A tiene un peso de 50 N, mientras que el bloque B pesa 10 N. Si el sistema de bloques está en reposo ¿Cuál es el valor de la fuerza de fricción estática?

$$\text{Tenemos que } T_2 = P_B = T_1 = 10\text{N}$$

La T_1 de la cuerda sobre el bloque A es hacia la derecha, la cual es igual a 10 N, la manera de para que el sistema se mantenga en reposo es que la fuerza de fricción estática sea de 10 N, la cual sabemos que tiene una dirección hacia la izquierda. Además si los bloques están en reposo la aceleración del sistema es nula.

Ejemplo de poleas con fuerzas no equilibradas.

En la figura el bloque **A** y **B** tienen ambos una masa de 15 Kg cada uno. Si el sistema de bloques no está equilibrado y el coeficiente de fricción entre el bloque A y la mesa es de 0,25, determine:

- La aceleración del sistema.
- La tensión de la cuerda.

$$\begin{aligned}\sum F_x &= m_A \cdot a \\ T - f &= m_A \cdot a\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_y &= m_B \cdot a \\ m_B g - T &= m_B \cdot a\end{aligned}$$

Práctica

⇒ Resuelva los siguientes problemas del cálculo de fuerzas.

1-) Una moto parte del reposo y al cabo de 10 s su velocidad es de 18 m/s. Si la masa de la moto es de 350 kg. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza aplicada? **R/. 630 N.**

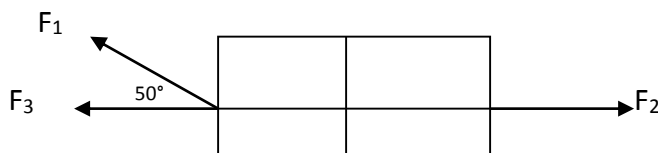
2-) Determine la fuerza aplicada a una caja cuya masa es de 2500 g, si se le imprime una aceleración de 3 m/s^2 . **R/. 7,5 N.**

3-) Si para mover un objeto de 350 kg se aplica una fuerza de 750 N, entonces cual es el valor de su aceleración. **R/. $2,14 \text{ m/s}^2$**

4-) Para mover un armario de 80 Kg en forma horizontal sobre una superficie sin rozamiento, se aplican dos fuerzas desde un mismo lugar, el valor de estas fuerzas son 15 N y 8 N. Determine la fuerza resultante y la aceleración aplicada. **R/. $F_r = 23 \text{ N}$ R/. $0,29 \text{ m/s}^2$**

5-) Para un objeto de 60 kg se le imprime una fuerza de 40 N con un ángulo de 65° . Determine la fuerza resultante y el valor de la aceleración imprimida. **R/. $F_x = 16,90 \text{ N}$. R/. $0,28 \text{ m/s}^2$**

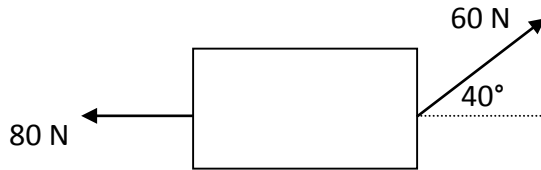
6-) Sobre un cuerpo de 40 kg actúan las fuerzas $F_1 = 20 \text{ N}$, $F_2 = 40 \text{ N}$ y $F_3 = 30 \text{ N}$. ¿Cuál es la fuerza resultante aplicada y la aceleración del sistema? **R/. -2,86 N y $0,25 \text{ m/s}^2$**



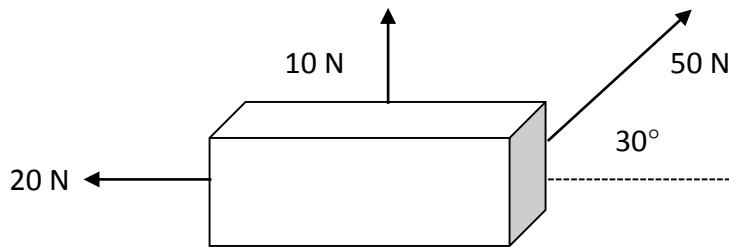
7-) De acuerdo a la figura adjunta determine el valor de la fuerza resultante y a qué dirección se mueve:

R/. 34,04 N, hacia la izquierda.

a)



b)



R/. 23,30 N, hacia la derecha.

8-) Un hombre pesa 700 N en la tierra. ¿Cuánto pesa el mismo hombre en la Luna?

R/. 114,29 N.

9-) ¿Cuál es la masa de un cuerpo en la tierra, si su peso es de 450 N?

R/. 45,92 kg.

10-) ¿Cuál es el peso de un automóvil de 600 kg en la tierra y en la luna? **R/. 5880 N. R/. 960 N**

11-) Una cama pesa 600 N y los coeficientes de fricción $\mu_e = 0,25$ $\mu_c = 0,10$. Determine:

a) El valor de la fuerza de fricción estática, cuando se le imprime una fuerza horizontal de 100 N. **R/. 100N**

b) La fuerza de fricción estática. **R/. 150 N**

c) El valor de la fuerza aplicada para que la cama pueda moverse. **R/. Mayor a 150 N**

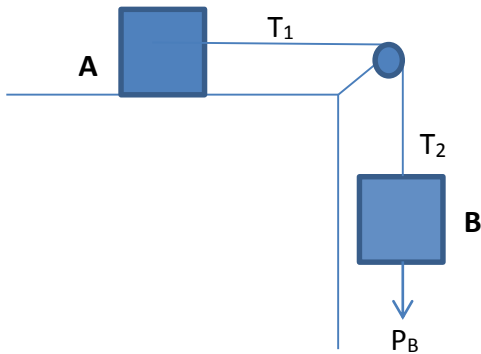
d) El valor de la fuerza de fricción cinética. **R/. 60 N.**

12-) Un auto tiene una masa de 550 kg y los coeficientes de fricción $\mu_e = 0,20$ $\mu_c = 0,18$ del auto con la autopista . Determine:

- a) El valor de la fuerza de fricción estática, cuando se le imprime una fuerza horizontal de 100 N. **R/ 100 N**
- b) La fuerza de fricción estática. **R/. 110 N**
- c) El valor de la fuerza aplicada para que el auto pueda moverse. **R/. Mayor a 110 N**
- d) El valor de la fuerza de fricción cinética. **R/. 108 N**

13) En la figura el bloque **A** y **B** tienen ambos una masa de 12 Kg cada uno. Si el sistema de bloques no está equilibrado y el coeficiente de fricción entre el bloque A y la mesa es de 0,26, determine:

- a) La aceleración del sistema. **R/. 3, 68 m/s²**
- b) La tensión de la cuerda. **R/. 110, 20 N**



Ejercicios de conservación de la cantidad de movimiento

⇒ Resuelva los siguientes problemas sobre la Primer Ley de Newton

1-) Un carrito de 1 kg con velocidad de 3 m/s entra en colisión con otro carrito de 0,5 kg que se encuentra en reposo. Después del choque la velocidad del primer carrito es de 1,5 m/s. ¿Cuál es la velocidad del segundo carrito?
R/. 3 m/s

2-) Una bola de 100 g con una velocidad de 4 m/s choca de frente con otra bola de 300 g que se encuentra en reposo. La primera bola rebota con una velocidad de 1 m/s. ¿Cuál es la velocidad de la segunda bola?
R/. 1 m/s

3-) Un bloque de 1 kg se mueve a una velocidad de 12 m/s y choca de frente con otro bloque que se mueve en dirección opuesta a 24 m/s y cuya masa es el doble de la del primero. Suponga que el segundo bloque queda en reposo después del choque y encuentre la velocidad del primer bloque.
R/. -36 m/s

4-) Una bala de 15 g es disparada con una velocidad de 500 m/s. Si el rifle que la dispara tiene una masa de 4 kg. Con que velocidad retrocede el rifle.
R/. - 1,9 m/s

5-) Un bote de 100 kg se dirige al norte a 4 m/s, otro bote de 120 kg se dirige al sur a 5 m/s. Si los dos botes chocan frontalmente y quedan unidos. ¿Con qué velocidad se mueven ahora?
R/ 0,91 m/s al sur.

Selección Única

1) En el instante que un jugador con su pie aplica una fuerza de 5 N hacia el este sobre una bola, esta ejerce sobre el pie del jugador una fuerza de 5 N hacia el oeste. Para explicar satisfactoriamente la situación interior, se usa la ley de la

- a) Inercia.
- b) Acción y la reacción.
- c) Gravitación universal.
- d) Fuerza y la aceleración.

2) Lea las siguientes afirmaciones.

I. Un cuerpo se mueve con velocidad constante, cuando la fuerza neta que actúa sobre él es mayor que cero.

II. Un cuerpo permanece en reposo o se mueve con velocidad constante, cuando la fuerza neta que actúa sobre él es igual a cero. De ellas,

- a) Solo I es correcta.
- b) Solo II es correcta.
- c) Ninguna es correcta.
- d) Ambas son correctas.

3) Una caja de 30,0 kg está en reposo sobre una superficie horizontal; si mantiene ese estado de reposo durante 20,0 s, a pesar de que actúan tres fuerzas sobre ella, entonces, la magnitud de la fuerza resultante sobre a caja es

- a) 0 N
- b) 392 N
- c) 6000 N
- d) 30,0 N

4) Lea las siguientes afirmaciones.

I. Cuando ninguna fuerza externa actúa sobre un objeto la aceleración de este es cero.

II. La tendencia de un objeto a resistir cualquier intento por cambiar su velocidad se denomina inercia.

De las afirmaciones anteriores,

- a) solo la I es correcta
- b) solo la II es correcta
- c) ninguna es correcta
- d) ambas son correctas

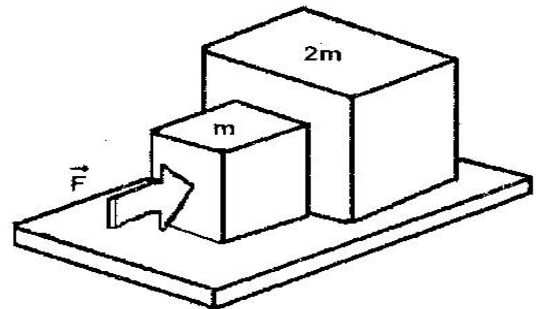
5) En un anuncio publicitario en televisión, aparece un jugador de baloncesto que salta mientras un automóvil pasa a gran velocidad debajo de él. Dada a la interacción del atleta con la superficie del suelo, este puede lograr el salto preciso en cuanto a la altura alcanzada. Esta situación es explicación satisfactoriamente al hacer uso de la ley de la

- a) inercia
- b) acción y la reacción
- c) gravitacional universal
- d) fuerza y la aceleración

6) Una fuerza de 39,2 N es aplicada verticalmente hacia arriba sobre una caja de 3,00 kg, y logra levantarla; la magnitud de la aceleración de la caja es

- a) 3,27 m/s²
- b) 9,80 m/s²
- c) 13,1 m/s²
- d) 22,9 m/s²

7) Se aplica una fuerza **F** de 30 N horizontalmente sobre un conjunto de bloques en contacto, de masa **m** y **2m** respectivamente, como muestra la figura



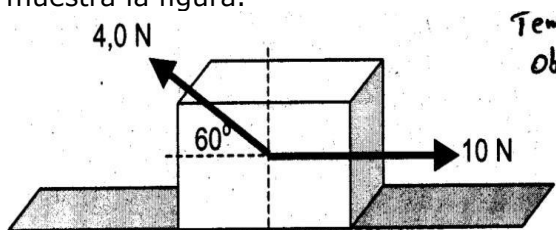
Si la fuerza de fricción entre la superficie y los bloques tiene una magnitud de 3,0 N y la aceleración final del conjunto es 1,5 m/s², entonces, ¿cuál es, respectivamente, la masa de cada bloque?

- a) 10 kg y 20 kg
- b) 9,0 kg y 18 kg
- c) 6,0 kg y 12 kg
- d) 2,0 kg y 4,0 kg

8) Sobre un auto actúan dos fuerzas, una de magnitud 7500 N en la misma dirección del desplazamiento y otra de rozamiento de magnitud 300 N; si el auto acelera a razón de $5,00 \text{ m/s}^2$, ¿cuál es su masa?

- a) 1440 kg
- b) 1500 kg
- c) 1560 kg
- d) 7805 kg

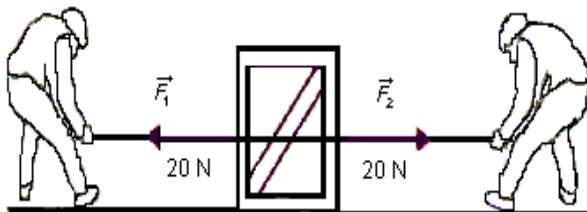
9) Dos fuerzas de magnitudes 4,0 N y 10 N, actúan sobre un bloque de 2,0 kg, como muestra la figura.



Si el rozamiento es despreciable, ¿cuál es la magnitud de la aceleración del bloque?

- a) $3,0 \text{ m/s}^2$
- b) $4,0 \text{ m/s}^2$
- c) $5,0 \text{ m/s}^2$
- d) $7,0 \text{ m/s}^2$

10) Dos hombres tiran horizontalmente de una caja aplicando las fuerzas F_1 y F_2 , como muestra la figura.



Si cada fuerza aplicada es de magnitud 20 N y se desprecian las fuerzas de rozamiento, entonces, la magnitud de la fuerza neta que actúa sobre la caja es

- a) 0 N
- b) 20 N
- c) 40 N
- d) 400 N

11) Un cuerpo de 12,0 N de peso es halado verticalmente hacia arriba por una fuerza de magnitud 28,0 N. Si se desprecian las fuerzas de rozamiento, entonces, ese cuerpo acelera verticalmente a razón constante de

- a) $1,30 \text{ m/s}^2$
- b) $13,1 \text{ m/s}^2$
- c) $32,7 \text{ m/s}^2$
- d) $0,140 \text{ m/s}^2$

12) Si la magnitud de la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual a 500 N, y la magnitud de la aceleración que experimenta el cuerpo es $4,00 \text{ m/s}^2$, entonces, la masa de este cuerpo es

- a) 125 kg
- b) 500 kg
- c) 2000 kg
- d) 0,008 kg

13) En la superficie terrestre se mide la masa de una piedra y se obtiene el valor 2 kg. Si la misma piedra se lleva a la Luna y luego a Marte y en cada uno de ellos se mide su masa, ¿en cuál o cuáles de estos lugares, la masa de la piedra es igual a 2 kg?

- a) Tanto en la Luna como en Marte.
- b) Ni en la Luna ni en Marte.
- c) Solo en la Luna.
- d) Solo en Marte.

Cantidad de movimiento

1) Un proyectil de 0,30 kg impacta con rapidez de 40 m/s en un bloque de madera de 1,5 kg que estaba en reposo sobre una superficie horizontal sin rozamiento. Sí, después del impacto el bloque y el proyectil continúan juntos, entonces, ¿con qué rapidez se mueven?

- a) 0 m/s
- b) 40 m/s
- c) 6,7 m/s
- d) 0,15 m/s

2) Una bola roja de 7,0 g es lanzada con velocidad de 3,0 m/s hacia el este y con esa rapidez choca frontalmente con una bola blanca de 5,0 g que está en reposo. Si inmediatamente después de la colisión la bola blanca sale a 2,0 m/s hacia el este, entonces, la roja adquiere una velocidad de

- a) 1,6 m/s, este.
- b) 2,3 m/s, este.
- c) 1,6 m/s, oeste.
- d) 2,3 m/s, oeste.

3) Una bola se mueve con velocidad de 5,0 m/s hacia el este y choca con una segunda bola que inicialmente estaba en reposo. Si las masas de ambas bolas son iguales, y la segunda bola después del choque adquiere una velocidad de 3,0 m/s hacia el este, la primera bola se mueve con velocidad de

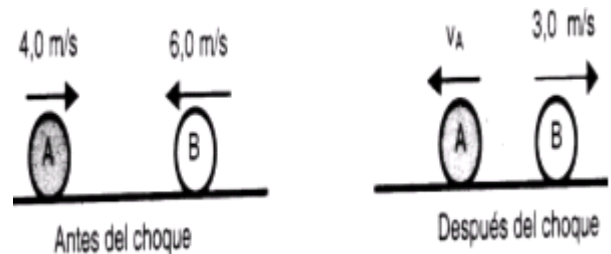
- a) 2,0 m/s, este.
- b) 8,0 m/s, este.
- c) 15 m/s, oeste.
- d) 2,0 m/s, oeste.

4) Una pelota de 1 kg se desplaza a 8 m/s hacia la derecha y choca frontalmente con una segunda pelota de 3 kg que estaba en reposo. Si, inmediatamente después del choque, la primera pelota rebota con rapidez de 2 m/s, entonces, la segunda se mueve con la velocidad

- a) 2,0 m/s hacia la derecha.
- b) 3,3 m/s hacia la derecha.
- c) 2,0 m/s hacia la izquierda.
- d) 3,3 m/s hacia la izquierda.

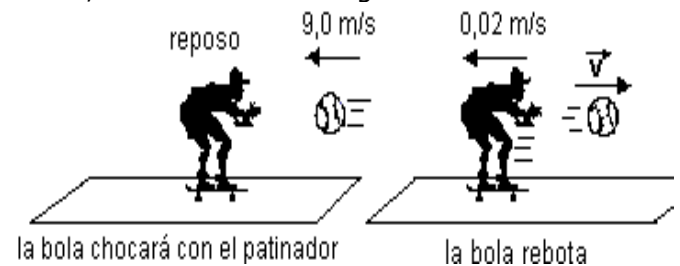
5) Dos pelotas A y B de 0,20 kg cada una, se deslizan una hacia la otra sobre una superficie horizontal, de fricción despreciable, como muestran las figuras y la información que se ofrece en cada una de ellas.

Inmediatamente después del choque, la magnitud de la velocidad de la pelota A es



- a) 1,0 m/s.
- b) 5,0 m/s.
- c) 7,0 m/s.
- d) 13 m/s.

6) Un patinador cuya masa es 75 kg, se encuentra en reposo sobre un suelo sin rozamiento, y hacia él es lanzada horizontalmente una bola de 0,10 kg que lo impacta con velocidad de 9,0 m/s hacia el oeste. Inmediatamente después de que la bola rebota al chocar con el patinador, este adquiere una velocidad de 0,02 m/s hacia el oeste, como muestra la figura.



La bola, inmediatamente después de chocar con el patinador, inicia el rebote con una

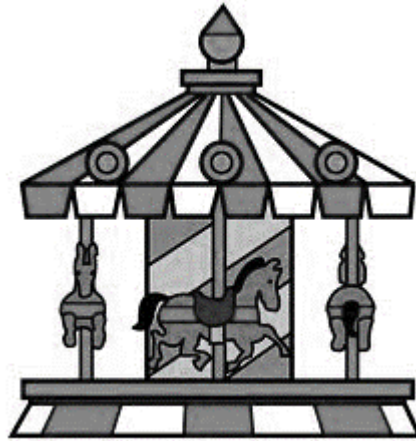
velocidad \vec{v} , cuya magnitud es

- a) 6,0 m/s
- b) 24 m/s
- c) 73 m/s
- d) 76 m/s

Respuestas de selección única: Fuerzas: 1) b, 2) b, 3) a, 4) d, 5) b, 6) a, 7) c, 8) a, 9) b, 10) a, 11) b, 12) a, 13) a
Cantidad de movimiento (choques) 1) c, 2) a, 3) a, 4) b, 5) b, 6) a

Tema # 7

Movimiento Circular Uniforme

**Objetivos a desarrollar:**

- Diferenciar entre los términos frecuencia y periodo.
- Reconocer las características en el movimiento circular de la frecuencia, el periodo y la velocidad lineal o tangencial y la aceleración centrípeta.
- Resolver problemas de frecuencia, periodo, velocidad lineal o tangencial y aceleración centrípeta.
- Diferenciar entre fuerza centrípeta y fuerza centrífuga.
- Calcular problemas de fuerza centrípeta.
- Definir el concepto de peralte en carretera.

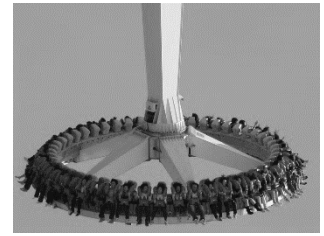
Contenidos a desarrollar:

- Frecuencia y periodo.
- Características del movimiento circular uniforme, la frecuencia, el periodo, la velocidad lineal o tangencial y la aceleración centrípeta.
- Problemas de frecuencia, periodo, velocidad lineal o tangencial y aceleración centrípeta.
- Fuerza centrípeta y fuerza centrífuga.
- Calcular problemas de fuerza centrípeta.
- Peralte en carretera.

“De nada vale darle dos vueltas al parque y caer en el mismo hueco.” Anónimo.

Tema 8

Movimiento Circular Uniforme



8.1 El movimiento circular uniforme

Describe el movimiento de un cuerpo atravesando, con rapidez constante, una trayectoria circular. Aunque la rapidez del objeto es constante, su velocidad no lo es, ya que es una magnitud vectorial, tangente a la trayectoria, en cada instante y por ende cambia de dirección.

En todo movimiento circular podemos observar dos tipos de movimientos:

a) Periodo: Es el tiempo requerido para que se lleve a cabo una vuelta completa, se representa con el símbolo (T) y su unidad de medida es el segundo (s).

b) Frecuencia: Es la cantidad de vueltas completas que realiza un móvil en un tiempo determinado, se representan con el símbolo (f) y su unidad de medida es el hertz (Hz).

$$f = \frac{1}{T}$$

Ejemplo: El secador de una lavadora gira a una velocidad de 2000 revoluciones por minuto (R.P.M). Determine su periodo.

Nota: La frecuencia y el periodo en cualquier punto de un disco giratorio con el mismo eje o punto central de giro, no cambian su valor, son constantes, no así su velocidad lineal.

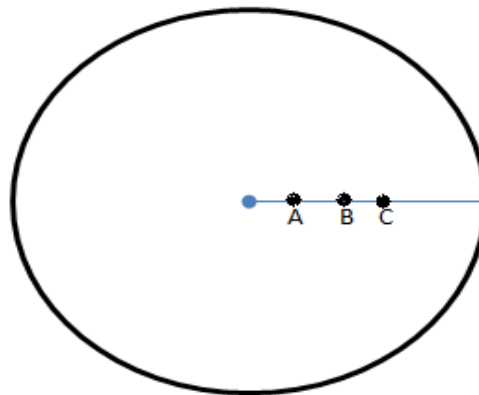


FIGURA 8.1 DISCO GIRATORIO CON UN MISMO EJE

En la figura anterior A, B y C giran sobre un mismo eje, por lo que el periodo y la frecuencia son las mismas en los tres puntos, pues completan cada vuelta al mismo tiempo.

8.2 Velocidad tangencial o lineal

Es aquella que no es constantemente, por ser un vector, su dirección cambia. Esta velocidad se puede determinar en cualquier punto del movimiento realizado. Es tangente al movimiento circular (ver gráfica adjunta).

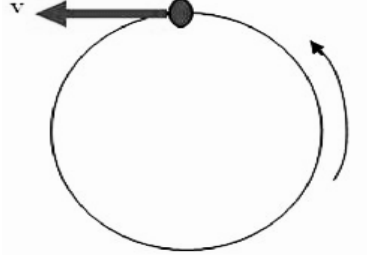


FIGURA 8.2 REPRESENTACIÓN DE LA VELOCIDAD LINEAL

Para determinar la velocidad lineal o tangencial se utilizan las siguientes fórmulas:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot f$$

Características de la Velocidad Tangencial o Lineal

- La magnitud de la velocidad a una misma distancia (radio) de su centro, siempre será la misma, lo que cambia es su dirección, por lo que no es constante.
- Entre más lejos este de su centro de movimiento, la velocidad tangencial aumenta.

Ejemplo 1: La hélice de un avión tiene una frecuencia de revolución de 120 Hz. ¿Cuál será la rapidez de un punto situado a 0,6 m del eje de rotación?

Ejemplo 2: Una rueda de un camión en movimiento lleva una velocidad tangencial de 4 m/s, si la distancia entre el eje y la llanta es 0,60 m. ¿Cuánto es el periodo de dicha rueda a esa velocidad?

Ejemplo 3: Un ventilador gira con una velocidad lineal de 12 m/s. Determinar la frecuencia y periodo del ventilador, si tiene un radio de 0,20 m.

8.3 Aceleración centrípeta

Es la que mide el cambio de la velocidad en forma radial hacia el centro del círculo. Otra forma de definirla, es una magnitud relacionada con el cambio de dirección de la velocidad de una partícula en movimiento cuando recorre una trayectoria curvilínea. Para determinar la aceleración se utiliza la siguiente fórmula:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Nota: La aceleración es inversamente proporcional al radio, esto quiere decir que la aceleración disminuye si el radio aumenta. La aceleración centrípeta es perpendicular a la velocidad tangencial o lineal.

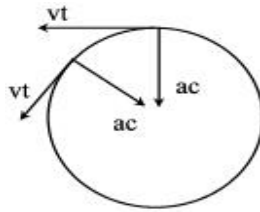


FIGURA 8.3 DIRECCIÓN VELOCIDAD TANGENCIAL Y ACCELERACIÓN CENTRÍPETA

Ejemplo: Calcular la aceleración centrípeta de un objeto que se mueve a 462 m/s en una trayectoria circular de 7500 km de radio.

8.4 Fuerza Centrípeta y fuerza centrífuga

Se llama **Fuerza Centrípeta** a la fuerza, o al componente de la fuerza que actúa sobre un objeto en movimiento sobre una trayectoria curvilínea, y que está dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria. Para calcular la fuerza centrífuga utilizamos la ecuación:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Ejemplo: Determine con que velocidad toma un motocicleta de 125 kg una curva de radio 6 m, si la fuerza centrípeta que la curva sobre la moto es de 750 N.

La **Fuerza Centrífuga** es la que tiende a alejar los objetos del centro de rotación del eje mediante la velocidad tangencial, perpendicular al radio, en un movimiento circular (hacia afuera de la curvatura).

Estos dos conceptos anteriormente mencionados son importantes para conocer el término de **peralte** en una carretera.

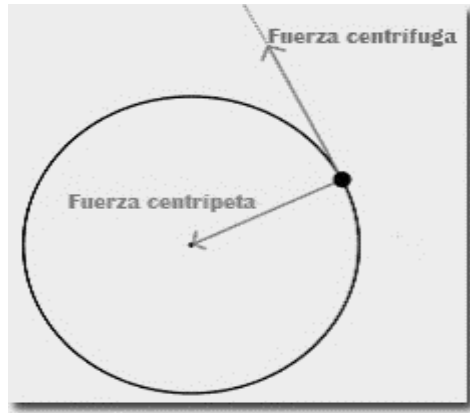


FIGURA 7.4 REPRESENTACIÓN DE FUERZA CENTRÍPETA Y FUERZA CENTRÍFUGA

El **peralte** consiste en una pequeña elevación en la parte más externa de una curva en una carretera, con el fin de evitar que un vehículo se salga de la vía por la fuerza centrífuga.



FIGURA 8.5 PERALTE EN CARRETERA

Selección Única

1) Lea las siguientes afirmaciones

I. En el movimiento circular uniforme el vector velocidad tiene magnitud constante, pero su dirección cambia en forma continua.

II. Un cuerpo que se mueve describiendo una trayectoria circular tiene movimiento circular uniforme.

De ellas, es o son correctas;

- a) ambas
- b) ninguna
- c) solo la I
- d) solo la II

2) Para que una partícula se desplace con movimiento circular uniforme, completando cada vuelta en 5 s, su período y su frecuencia deben ser,

- a) constantes, ambos.
- b) variable el período y variable la frecuencia.
- c) constante el período y variable la frecuencia.
- d) variable el período y constante la frecuencia.

3) Un movimiento en el cual la rapidez es constante, distinta de cero, y la velocidad es variable, es denominado movimiento

- a) rectilíneo uniformemente acelerado.
- b) rectilíneo uniforme.
- c) circular uniforme.
- d) de caída libre.

4) Si en el movimiento circular uniforme de un objeto, el radio se mantiene constante y la velocidad tangencial se hace el doble de la anterior, entonces, la nueva aceleración centrípeta, comparada con la anterior, es

- a) el doble.
- b) la misma.
- c) el cuádruplo.
- d) la cuarta parte.

5) Una partícula localizada a 0,40 m del eje de giro de una rueda se mueve con movimiento circular uniforme. Si su rapidez tangencial es 16 m/s, entonces, ¿cuál es la magnitud de la aceleración centrípeta para esa partícula?

- a) 40 m/s^2
- b) 640 m/s^2
- c) $0,010 \text{ m/s}^2$
- d) $0,025 \text{ m/s}^2$

6) Sobre un carrusel de caballitos se localiza un niño a una distancia de 2,0 m del centro de giro. Si el carrusel tarda en dar una vuelta completa 0,70 s, entonces, la magnitud de la velocidad tangencial del niño es

- a) 18 m/s
- b) 8,8 m/s
- c) 2,9 m/s
- d) 0,40 m/s

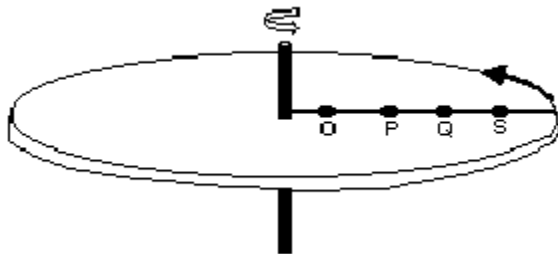
7) Un satélite artificial terrestre tiene un período de $5,96 \times 10^3$ s, al recorrer una órbita circular de radio $7,15 \times 10^6$ m; la magnitud de su velocidad tangencial es

- a) $1,20 \times 10^3$ m/s
- b) $7,53 \times 10^3$ m/s
- c) $6,78 \times 10^9$ m/s
- d) $4,26 \times 10^{10}$ m/s

8) El planeta Mercurio gira con rapidez constante alrededor de su eje, a razón de $1,97 \times 10^{-7}$ Hz, su período de giro es

- a) $1,97 \times 10^{-7}$ s
- b) $1,24 \times 10^{-6}$ s
- c) $8,08 \times 10^5$ s
- d) $5,08 \times 10^6$ s

9) La figura muestra cuatro objetos pegados en las posiciones O, P, Q y S, sobre un disco rígido que gira con rapidez uniforme.



De ellos, el objeto que gira con menor velocidad tangencial, es el que está ubicado en la posición indicada con la letra

- a) O
- b) P
- c) Q
- d) S

10) Las ruedas de un carro giran alrededor de su eje a razón constante de 5 vueltas completas cada dos segundos; por lo tanto, su período de giro es

- a) 2 s
- b) 5 s
- c) 0,4 s
- d) 2,5 s

11) Una piedra atada al extremo de una cuerda de 4,0 m de longitud, describe un movimiento circular uniforme, a razón constante de 3,0 m/s. La piedra gira con una aceleración centrípeta, cuya magnitud es

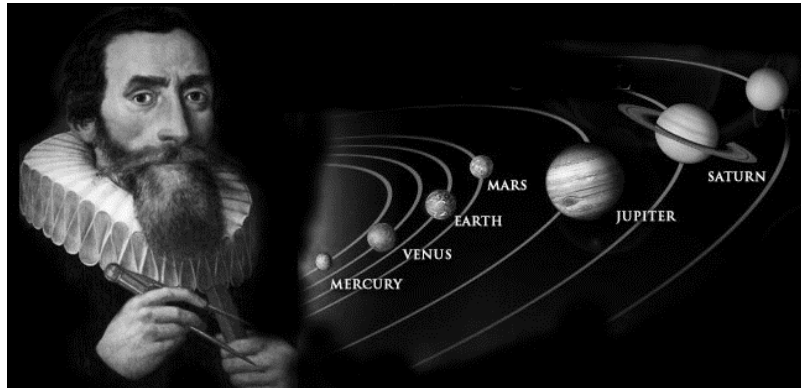
- a) $5,3 \text{ m/s}^2$
- b) $2,2 \text{ m/s}^2$
- c) $1,3 \text{ m/s}^2$
- d) $0,8 \text{ m/s}^2$

Respuestas de selección única

1) a, 2) a, 3) c, 4) c, 5) b, 6) a, 7) b, 8) d, 9) a, 10) c, 11) b

Tema # 9

Movimiento Planetario

**Objetivos a desarrollar:**

- Aplicar la Ley de la Gravitación Universal.
- Calcular el campo gravitacional de un cuerpo celeste.
- Reconocer las tres leyes de Kepler.
- Aplicar la tercera Ley de Kepler para determinar el periodo y la distancia media con el Sol.
- Reconocer cualitativamente las características del movimiento satelital.
- Calcular la rapidez satelital de un cuerpo que orbita sobre otro.

Contenidos a desarrollar:

- Ley de la Gravitación Universal.
- El Campo gravitacional
- Leyes de Kepler.
- Tercera Ley de Kepler.
- fuerza centrípeta y fuerza centrífuga.
- Movimiento Satelital.
- Rapidez Satelital.

“La vista debe aprender de la razón”

Johannes Kepler.

Tema 9

Movimiento Planetario

9.1 Historia del movimiento planetario

A través de la historia han existido dos teorías acerca del movimiento de los planetas:

a) **Teoría Geocéntrica:** Propuesta por Tolomeo, manifestaba que la tierra era el centro del universo y que el sol, las estrellas y demás planetas giraban alrededor de la tierra.

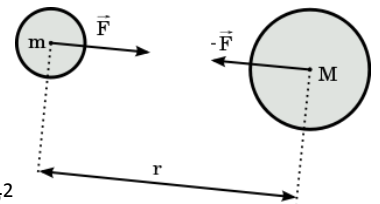
b) **Teoría heliocéntrica:** Propuesta por Nicolás Copérnico, establecía que el sol era el centro del universo y que la tierra, los planetas y demás estrellas giraban alrededor del sol.

9.2 Ley de Gravitación Universal de Newton

La ley de la gravitación universal propuesta por Newton establece que entre dos cuerpos cualesquiera se produce siempre una fuerza gravitatoria de atracción, proporcional al producto de las masas respectivas y al inverso del cuadrado de la distancia entre los mismos. La expresión de esta fuerza, se determina con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

G es la constante gravitacional con un valor de $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$



Ejemplo 1: Determine la fuerza de gravitación entre dos cuerpos cuyas masas son 250 kg y 350 kg respectivamente, y están separados una distancia de 250 cm.

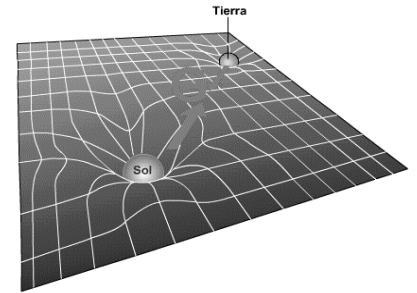
Ejemplo 2: Dos cuerpos experimentan una fuerza de atracción de 150 N, si la masa de uno de ellos es de 200 kg y están separados una distancia de 3,5 m, ¿Cuánto es la masa del otro cuerpo?

Ejemplo 3: ¿A qué distancia se encuentran dos cuerpos que tienen de masa 150 kg y 180 kg y experimentan una fuerza de atracción de 5N?

9.3 El campo gravitatorio o campo gravitacional

Es un campo de fuerzas que representa la gravedad. Si bien sabemos que la gravedad (campo gravitacional de la tierra) es $9,8 \text{ m/s}^2$ la cual es una fuerza que permite atraer los objetos hacia su centro. Esto se logra determinar a partir de la siguiente fórmula:

$$g = \frac{G \cdot m}{r^2}$$



Nota: Cabe aclarar que con esta fórmula se puede calcular la gravedad de cualquier cuerpo celeste, conociendo su masa y radio. La masa de la tierra es de $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ y el radio de la tierra de su centro hasta la superficie es de $6,37 \times 10^6 \text{ m}$.

Ejemplo 1: ¿Cuál es la magnitud del campo gravitacional a una altura, sobre la superficie de la Tierra de 2 radios terrestres?

Ejemplo 2: Determine el campo gravitatorio de la Luna si su masa es $M_L = 7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$ y su radio es de $R_L = 1740 \text{ km} = 1.7 \times 10^6 \text{ m}$

9.4 Leyes de Keppler

Fueron propuestas por Johannes Kepler a inicio de los años 1600, para describir matemáticamente el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. Propuso tres leyes:

a) Primera Ley: Cada planeta se mueve alrededor del Sol en una curva llamada Elipse, con el Sol en un foco de dicha elipse.

Cuando se habla de una elipse quiere decir que el giro de un planeta no siempre va a estar a la misma distancia con respecto al Sol. Cuando un planeta se encuentra en la máxima distancia con respecto al Sol se denomina AFELIO y la mínima distancia se denomina PERIHELIO.

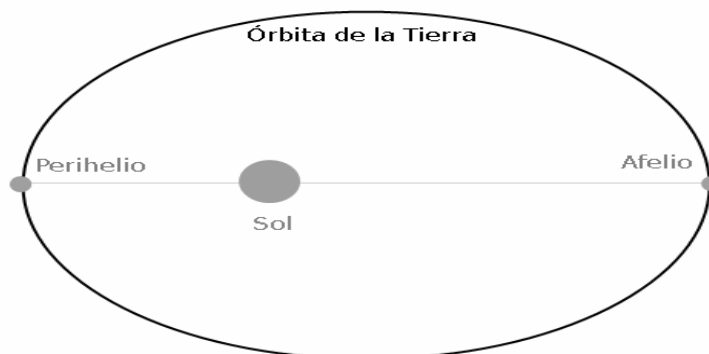


FIGURA 8.1 REPRESENTACIÓN DEL AFELIO Y PERIHELIO DE LA TIERRA

b) Segunda Ley: “Un planeta se mueve de tal forma que una línea trazada desde el Sol a su centro barre áreas iguales en intervalos de tiempos iguales.”

Esta ley establece que la velocidad orbital es variable a lo largo de la trayectoria del planeta. Será máxima en el Perihelio y mínima en el Afelio. Por ejemplo la tierra viaja a 30,75 km/s en el perihelio y en el afelio viaja a 28,76 km/s.

c) Tercera Ley: “Los cuadrados de los períodos de revolución (T) de los planetas son proporcionales a los cubos de las distancias medias al Sol (r).”

$$\frac{T^2}{r^3} = 2,96 \times 10^{-19} \frac{s^2}{m^3}$$

Esta ley propone que los planetas más alejados del Sol muestran una velocidad orbital menor que los que se encuentran más cercanos. En otras palabras, establece que el período de revolución depende de la distancia al Sol.

Ejemplo 1: ¿Cuánto es el periodo de revolución de Mercurio si tiene una distancia con el Sol de $5,8 \times 10^{10}$ m?

Ejemplo 2: Si Saturno tiene un periodo de revolución de $7,6 \times 10^6$ s, ¿Cuánto es la distancia con respecto al Sol?

9.5 Movimiento de los satélites en órbitas circulares

Existen dos tipos de satélites:

1) Artificiales: Son artefactos contruidos por el ser humano que permanecen en órbita alrededor de algún planeta, bajo la acción de la fuerza de atracción gravitatoria. Ejemplo los satélites de comunicación.

2) Naturales: Son cuerpos celestes que permanecen en órbita alrededor de un planeta por acción de la fuerza gravitatoria. Ejemplo la Luna.

Para determinar la velocidad de un satélite cuando orbita sobre un planeta, se determina por la siguiente fórmula:

$$v = \sqrt{\frac{G M}{r}}$$

Nota: Recuerde que M representa la masa del planeta sobre el cual gira el satélite y no la masa del satélite, r representa el radio orbital del satélite.

Características del movimiento satelital

La velocidad con que órbita un satélite no depende de su masa, si no de la masa del cuerpo mayor o planeta sobre el que orbita.

A mayor masa del planeta, mayor velocidad del satélite.

A mayor altura del satélite su velocidad es menor.

A mayor altura mayor periodo.

A mayor velocidad menor periodo.

Ejemplo: Suponga que un satélite de 3000 kg que se encuentra a una distancia sobre la superficie de la tierra de 5×10^7 m. Determine la velocidad orbital del satélite.

Práctica

Resuelva los siguientes ejercicios

1-) ¿Cuánto es la velocidad de la Luna con respecto a la tierra si la masa de la Luna es $M_L = 7,34 \times 10^{22}$ kg y su radio lunar es de $R_L = 1,7 \times 10^6$ m, si la distancia entre las superficies de ambas es de $3,76 \times 10^8$ m?
R/ $1,02 \times 10^3$ m/s

2-) ¿Cuánto es el periodo de Marte si tiene una distancia con respecto al Sol de $2,28 \times 10^{11}$ m?
R/ $5,92 \times 10^7$ s

3-) Si la distancia entre la Tierra y el Sol es de $1,496 \times 10^{11}$ m, ¿Cuál es el periodo de la Tierra?
R/ $3,15 \times 10^7$ s.

4-) Dos masas de 35 kg y 54 kg se encuentran separadas 200 m. ¿Cuál es la fuerza de interacción entre ellas?
R/. $3,15 \times 10^{-12}$ N.

5-) Una masa de $4,3 \times 10^{-3}$ kg se encuentra separada una distancia de 3×10^2 m de otro cuerpo de $3,2 \times 10^{-2}$ kg. ¿Cuál es el valor de la fuerza de atracción entre los dos cuerpos? **R/. $1,02 \times 10^{-19}$ N.**

6-) Dos masas iguales y separadas a 0,5 m, experimentan una fuerza de 1×10^{-7} N. ¿Cuál es el valor de cada masa?
R/. 19,36 kg

7-) ¿A qué distancia se encuentran 2 esferas de masas 150 kg y 350 kg, si experimentan una fuerza de atracción de $3,5 \times 10^{-3}$ N?
R/. 0,032 m.

8-) Determine el campo gravitatorio de Júpiter, si tiene un radio de $7,15 \times 10^7$ m y una masa de $1,90 \times 10^{27}$ kg.
R/. 24,79 m/s².

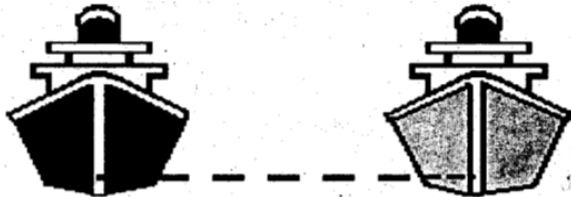
9-) Si la gravedad en Venus es de 8.9 m/s^2 y tiene una masa de $4,869 \times 10^{24}$ kg, ¿Cuánto es el radio de Venus?
R/. $6,04 \times 10^6$ m.

Selección Única

1) La masa de Júpiter es $1,9 \times 10^{27}$ kg y a su alrededor gira el satélite Ganimedes. En el momento en que sus centros de masa se encuentran separados $7,9 \times 10^6$ m, ambos se atraen con una fuerza gravitatoria de magnitud $3,0 \times 10^{26}$ N; ¿cuál es la masa de Ganimedes?

- a) $1,2 \times 10^6$ kg
- b) $1,9 \times 10^{16}$ kg
- c) $1,5 \times 10^{23}$ kg
- d) $6,1 \times 10^{29}$ kg

2) Dos barcos de $2,00 \times 10^4$ kg cada uno, se encuentran anclados a una distancia fija, desde sus centros de masa, como muestra la figura



Si la magnitud de la fuerza de atracción gravitacional entre ambos es $1,20 \times 10^{-7}$ N, ¿cuál es la distancia de separación entre los centros de masa de los barcos?

- a) $4,72 \times 10^2$ m
- b) $2,22 \times 10^5$ m
- c) $5,77 \times 10^7$ m
- d) $3,33 \times 10^{15}$ m

3) Dos cuerpos de igual masa, separados 20 m experimentan una fuerza gravitacional de magnitud $4,17 \times 10^{-10}$ N; ¿cuál es la masa de cada cuerpo?

- a) 2501 kg
- b) 1250 kg
- c) 50,0 kg
- d) 11,1 kg

4) Dos masas de $5,25 \times 10^8$ kg y $7,06 \times 10^9$ kg respectivamente, separadas una distancia de $3,25 \times 10^3$ m, se atraen entre sí con una fuerza gravitacional cuya magnitud es

- a) $2,34 \times 10^1$ N
- b) $2,12 \times 10^4$ N
- c) $3,80 \times 10^4$ N
- d) $3,51 \times 10^{11}$ N

5) Dos cuerpos de igual masa y separados una distancia r , se atraen con una fuerza gravitacional de magnitud F . Si la distancia de separación entre ambos cuerpos se duplica entonces, la magnitud de la nueva fuerza de atracción gravitacional entre ellos, con respecto a F será

- a) $\frac{F}{2}$
- b) $\frac{F}{4}$
- c) $2F$
- d) $4F$

6) Dos cuerpos de masas m_1 y m_2 , separados una distancia r_1 , experimentan una fuerza de atracción gravitacional de magnitud F . Para que la fuerza entre esas masas se haga igual a $4F$, la nueva distancia de separación r_2 , con respecto a r_1 , debe ser igual a

- a) $\frac{r_1}{2}$
- b) $\frac{r_1}{4}$
- c) $2r_1$
- d) $4r_1$

7) Sabiendo que el planeta Tierra tiene una masa de $5,98 \times 10^{24}$ kg, y su radio es de $6,37 \times 10^6$ m; el valor del campo gravitatorio a una altura de un radio terrestre sobre su superficie es

- a) $1,47 \text{ m/s}^2$
- b) $2,46 \text{ m/s}^2$
- c) $3,13 \text{ m/s}^2$
- d) $9,83 \text{ m/s}^2$

8) La intensidad del campo gravitatorio en la superficie del planeta Marte es $3,70 \text{ m/s}^2$. Si su radio ecuatorial es $3,40 \times 10^6$ m, ¿cuál es la masa de Marte?

- a) $6,41 \times 10^{23}$ kg
- b) $4,28 \times 10^{13}$ kg
- c) $1,89 \times 10^{17}$ kg
- d) $1,26 \times 10^7$ kg

9) La masa de la Luna es $7,34 \times 10^{22}$ kg. ¿A qué distancia del centro de masa de la Luna la intensidad de su campo gravitatorio es $1,0 \text{ m/s}^2$?

- a) $4,6 \times 10^5$ m
- b) $2,2 \times 10^6$ m
- c) $4,9 \times 10^{12}$ m
- d) $1,1 \times 10^{33}$ m

10) Los astrónomos han calculado para una estrella de neutrones de radio $1,00 \times 10^4$ m, un campo gravitacional en su superficie de magnitud $1,33 \times 10^{12} \text{ m/s}^2$; por lo tanto, ¿cuál sería aproximadamente su masa?

- a) $1,41 \times 10^{13}$ kg
- b) $1,40 \times 10^{15}$ kg
- c) $1,47 \times 10^{19}$ kg
- d) $1,99 \times 10^{30}$ kg

11) La masa del Sol, es $1,99 \times 10^{30}$ kg. En un punto distante $2,50 \times 10^{12}$ m del centro del Sol, la intensidad del campo gravitacional solar es

- a) $3,14 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$
- b) $2,12 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
- c) $3,18 \times 10^5 \text{ m/s}^2$
- d) $5,31 \times 10^7 \text{ m/s}^2$

12) La frecuencia con que un satélite artificial en órbita terrestre pasa sobre un punto fijo en tierra depende, entre otros factores, de su

- a) peso
- b) masa
- c) altitud
- d) tamaño

13) En el planeta Marte, a una distancia de dos radios marcianos sobre su superficie, tiene un campo gravitatorio de magnitud $0,410 \text{ m/s}^2$. Si la masa de Marte es $6,42 \times 10^{23}$ kg, ¿cuál es el radio ecuatorial de Marte?

- a) $3,41 \times 10^6$ m
- b) $5,11 \times 10^6$ m
- c) $1,02 \times 10^7$ m
- d) $1,04 \times 10^{14}$ m

14) El radio ecuatorial de un satélite natural del planeta Marte es $2,52 \times 10^5$ m, y la intensidad del campo gravitacional que genera a una distancia de un radio ecuatorial sobre su superficie es $4,72 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$. ¿Cuál es la masa del satélite?

- a) $3,00 \times 10^4$ kg
- b) $4,49 \times 10^{14}$ kg
- c) $1,80 \times 10^{15}$ kg
- d) $1,13 \times 10^{18}$ kg

15) Considere las siguientes afirmaciones relativas al movimiento de un satélite artificial alrededor de un planeta, en órbita circular.

I. Solo los satélites que tienen igual masa, tienen igual velocidad orbital.

II. Los satélites más lejanos se mueven más rápido que los más cercanos.

III. Los satélites más cercanos al planeta completan una vuelta alrededor de él en menos tiempo que los más lejanos.

De ellas son correctas, solo

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I y II

16) Suponga cuatro satélites artificiales identificados con M, N, P y Q, en órbita alrededor de la Tierra, localizados así con respecto a la superficie terrestre: M a 300 km, N a 500 km, P a 7000 km y Q a 36 000 km; de ellos, el que gira alrededor de la Tierra con mayor rapidez es el satélite identificado con la letra

- a) M
- b) N
- c) P
- d) Q

17) Un satélite artificial orbita la Tierra a una distancia r a partir de su centro. Para que el satélite orbite la Tierra con mayor velocidad, este debe ubicarse en un radio orbital que, comparado con el anterior, sea

- a) menor
- b) mayor
- c) igual
- d) nulo

Respuesta de ejercicios de selección única

- 1 – c
- 2 – a
- 3 – c
- 4 – a
- 5 – b
- 6 – a
- 7 – b
- 8 – a
- 9 – b
- 10 – d
- 11 – b
- 12 – c
- 13 – a
- 14 – c
- 15 – c
- 16 – a
- 17 – a

Tema # 10

Trabajo Energía y Ambiente



Objetivos a desarrollar:

- Reconocer el concepto y características del trabajo y la potencia.
- Resolver problemas de trabajo y potencia.
- Reconocer los conceptos de energía potencial gravitatoria, energía cinética, energía mecánica y su relación con el trabajo.
- Resolver problemas de energía cinética, potencial, mecánica y de la Ley de la Conservación de la Energía.
- Reconocer la relación del péndulo simple con la ley de la conservación de la energía.
- Diferenciar entre fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas o disipativas.
- Aplicar la Ley de Hooke y su relación con la ley de la conservación de la energía Mecánica.
- Reconocer los conceptos de termodinámica, calor, temperatura y entropía.
- Reconocer las leyes de la termodinámica.
- Reconocer las diferentes formas de transmisión del calor.
- Reconocer la influencia del efecto invernadero y la capa de ozono sobre el ambiente.

Contenidos a desarrollar:

- Energía, Trabajo y Potencia.
- Problemas de trabajo y potencia.
- Energía potencial gravitatoria, energía cinética, energía mecánica y su relación con el trabajo.
- Problemas de energía cinética, potencial, mecánica y de la Ley de la Conservación de la Energía.
- El péndulo simple y su relación con la ley de la conservación de la energía.
- Fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas o disipativas.
- Ley de Hooke y su relación con la ley de la conservación de la energía Mecánica.
- Termodinámica, calor, temperatura y entropía.
- Leyes de la termodinámica.
- Formas de transmisión del calor.
- El efecto invernadero y la capa de ozono sobre el ambiente.

“Hay dos cosas infinitas: el Universo y la estupidez humana. Y del Universo no estoy seguro.”

Albert Einstein.

Tema: 10

Trabajo, Energía y Ambiente

10.1 Concepto de energía

Es la capacidad de un cuerpo de producir trabajo. Su unidad de medida es el **Julios (J)**.

10.2 Trabajo

Es la fuerza aplicada a lo largo de una distancia. Es una forma de medir el gasto de energía a cierta distancia. La unidad de medida es el Julios (J)

$$w = F \cdot d$$

$$w = F \cdot \cos \phi \cdot d$$

- Nota:**
- Para que exista un trabajo es necesario que a la hora de aplicar una fuerza sobre un cuerpo este deba moverse.
 - El trabajo de una fuerza perpendicular al desplazamiento es igual a cero.
 - El trabajo de una fuerza opuesta al desplazamiento siempre es negativo.

Ejemplo 1: ¿Qué trabajo realiza un muchacho que levanta su maletín de 40 N de peso, hasta una altura de 1,5m.

Ejemplo 2: Un muchacho tira de un cajón con una fuerza de 80 N, la cual forma un ángulo de 40° con la horizontal, si logra mover el cajón a lo largo de 20 m. ¿Qué trabajo realizó el joven?

Ejemplo 3: ¿Qué trabajo realiza un bailarín al levantar a su pareja a una altura de 1,5 m, si la bailarina tiene una masa de 56 kg?

Ejemplo 4: ¿Cuánta fuerza aplicó una señora para empujar el coche de su bebé a una distancia de 25 m, si realizó un trabajo de 150 J?

10.3 Potencia

Es la cantidad de trabajo que se realiza en determinado tiempo. Su unidad de medida es el Watt (W).

$$P = \frac{W}{t} \qquad P = F \cdot V$$

Ejemplo 5: Un obrero sube un saco de cemento de 50 kg desde el suelo hasta una altura de 2.5 m. Si lo realiza con un tiempo de 5 segundos. ¿Cuánto fue el trabajo realizado y la potencia que desarrolló?

Ejemplo 6: Un auto tiene una potencia de 12000 W, ¿qué trabajo realizó durante un tiempo de 2 min en que se logró moverse?

10.4 Energía potencial gravitatoria

Es aquella que todo objeto posee, en virtud de su masa y su posición con respecto a un nivel de referencia, del campo gravitacional. Es la energía que posee un cuerpo en reposo.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

10.5 Energía Cinética

Es la energía que posee un cuerpo en virtud de su masa y su rapidez.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

10.6 Energía mecánica

Es la suma de las energías cinética y potencial de un cuerpo, o de un sistema de cuerpos.

$$E_m = E_c + E_p$$

Es importante señalar algunos aspectos relacionados con el trabajo y su relación con la energía potencial y cinética:

- El trabajo es igual al cambio de la energía cinética que actúa en un mismo sistema físico. Dicho de otra forma: $w = E_{c\text{final}} - E_{c\text{inicial}}$
- El trabajo es igual al cambio de la energía potencial que actúa en un mismo sistema físico. Dicho de otra forma: $w = E_{p\text{final}} - E_{p\text{inicial}}$
- Si en un sistema físico existe movimiento constante, su energía cinética no varía, por lo que el trabajo en todo momento va hacer cero.

10.7 Ley de la conservación de la energía

La cantidad total de energía permanece constante, no se crea ni se destruye, sólo se transforma de una forma a otra.

Ejemplo 7: Un estudiante se encuentra en el séptimo piso de un edificio, a una altura de 20 m. Si la masa del estudiante es 60 kg. ¿Cuál es su energía potencial con respecto al suelo y qué trabajo realizó el estudiante para llegar al séptimo piso?

Ejemplo 8: ¿Qué altura tiene un globo que se encuentra sujetado del suelo en una posición fija, si su masa es de 0,15 kg y tiene una energía potencial de 60 J?

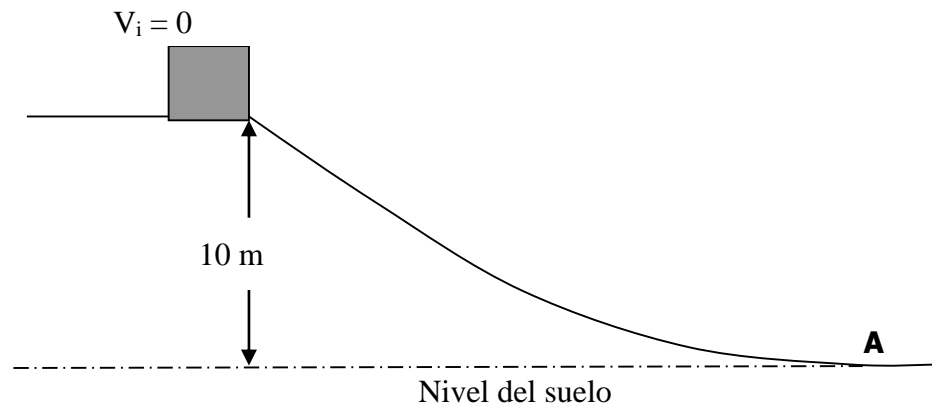
Ejemplo 9: Un automóvil de 1200 kg parte del reposo y alcanza una velocidad de 72 km/h. determine su energía cinética y que potencia desarrolló el motor durante los primeros 6s.

Ejemplo 10: ¿Qué masa tiene una pelota que en el instante en que el jugador la patea lo hace con una velocidad de 5 m/s, con una energía cinética de 100 J?

Ejemplo 11: ¿Qué velocidad lleva un ave en el aire que tiene una masa de 2,5 kg, si en un instante tiene una energía cinética de 80 J?

Ejemplo 12: Un auto móvil de 1500 kg de masa se desplaza con movimiento uniforme por la carretera, a 90 km/h. ¿Cuál es la energía cinética del auto, y el trabajo que realiza el motor?

Ejemplo 13: Desde lo alto de un tobogán a 10 m del nivel del suelo, una caja de 20 kg se encuentra en reposo, según se muestra la figura.



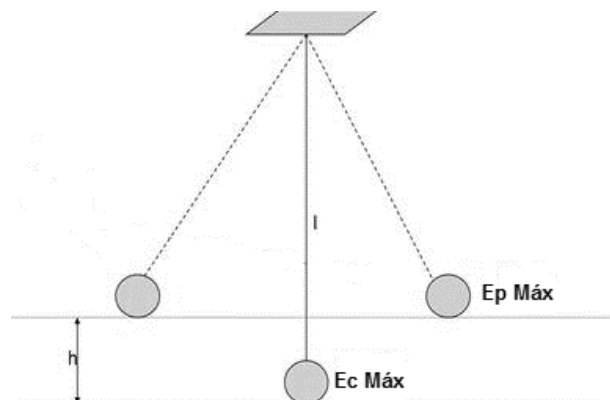
Si la caja se desliza hacia abajo y se desprecia el rozamiento, Determine:

- La energía potencial en la parte más alta del tobogán.
- La energía cinética en el punto más alto del tobogán.
- La energía cinética en el punto A
- La velocidad de la caja en el punto A
- El trabajo total realizado desde el punto más alto hasta A.

10.8 El Péndulo Simple

El péndulo simple es un sistema idealizado constituido por una partícula de **masa** m que está suspendida de un punto fijo o mediante un hilo inextensible y sin peso.

Es importante recalcar, que cuando el péndulo empieza a oscilar, en su punto de máxima altura (amplitud) tendrá la mayor cantidad almacenada de energía potencial y cuando pase por el punto más bajo de oscilación alcanzará la mayor energía cinética y por ende la mayor velocidad de oscilamiento. La energía mecánica se conserva a través de todo el trayecto de la oscilación.



Ejemplo: Un péndulo simple de 2 kg oscila y alcanza una altura máxima de 0,75 m, despreciando la masa de la cuerda que lo sostiene. Determine la velocidad máxima cuando oscila en el punto más bajo con respecto al suelo.

10.9 Fuerzas conservativas y Fuerzas no conservativas o disipativas.

Una fuerza es conservativa si el trabajo total que realiza a lo largo de una trayectoria cerrada, es decir regresando a la misma posición de la que parte, es cero. Esta afirmación es equivalente al hecho de que si el trabajo necesario para llevar a una partícula de una posición a otra del espacio es independiente de la trayectoria que une los dos puntos la fuerza que realiza este trabajo es conservativa.

Ejemplos: El peso, la fuerza elástica, la fuerza electrostática.

Por ejemplo, si subes al cuarto piso la fuerza peso de tu cuerpo realiza un trabajo que será igual a la energía potencial, si lo haces por la escalera o por el ascensor el trabajo será el mismo porque solo depende de la altura.

Cuando cae un cuerpo, es sometido a su peso, que es una fuerza conservativa porque si solo se somete a su peso, su energía mecánica va a ser la misma en todo el recorrido, pero si existe roce, que es una fuerza no conservativa, su energía mecánica se transformará en calor, y disminuye.

Las fuerzas no conservativas o disipativas son aquellas en las que el trabajo a lo largo de un camino cerrado es distinto de cero. Estas fuerzas realizan más trabajo cuando el camino es más largo, por lo tanto el trabajo no es independiente del camino.

El trabajo realizado por las fuerzas para mover una partícula entre dos puntos, depende de la trayectoria que se realice para unir los puntos.

Por ejemplo, si alguien mueve un objeto sobre una superficie horizontal y lo regresa a la misma posición y al mismo estado de movimiento, pero encuentra que fue necesario realizar una cantidad de trabajo neta sobre el objeto, entonces algo debe haber disipado esa energía transferida al objeto. Esa fuerza disipativa se conoce como fricción entre la superficie y el objeto. La fricción es una fuerza disipativa o “no conservativa”

10.10 Ley de Hooke y conservación de la energía mecánica en resortes

Ley de Hooke.

La elongación de un resorte (su estiramiento o compresión) es directamente proporcional a la fuerza que soporta.

$$F = - K \cdot X$$

Donde K es la constante elástica del resorte y X la elongación del resorte.

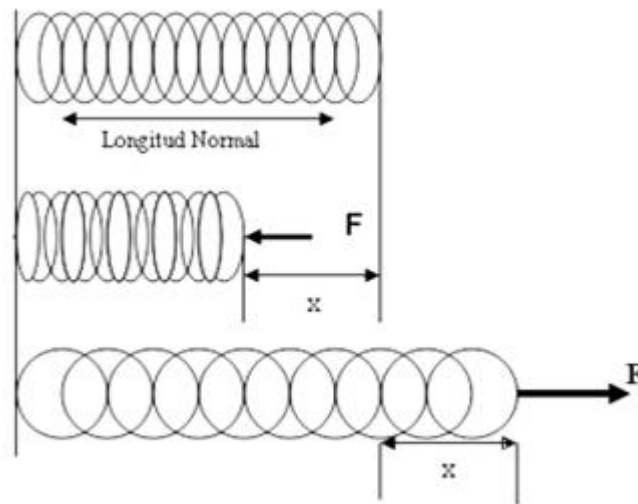


Fig. Deformación elástica de un resorte

10.11 Energía potencial elástica

Al tener una fuerza elástica la cual depende únicamente de la elongación y si tenemos un resorte ideal, cuando este se encuentra comprimido o estirado se encuentra almacenando energía potencial elástica, la cual se determina mediante la siguiente fórmula:

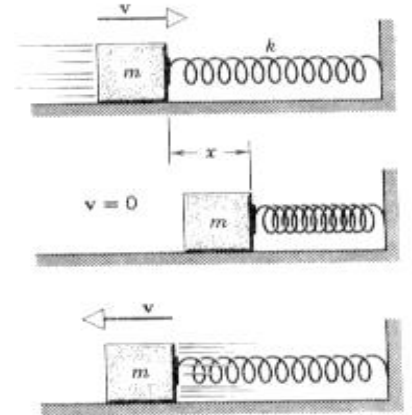
$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Ejemplo 14: Determine la energía potencial elástica que almacena un resorte cuya constante es de 100 N/m y cual se encuentra comprimido por una fuerza una longitud de 0,22 m.

Ejemplo 15: Un resorte estirado se encuentra almacenando una energía de 400 J, si la constante elástica del resorte es de 20 N/m, ¿cuál es la elongación del resorte?

10.12 Conservación de la energía mecánica en resortes.

Cuando tenemos un resorte estirado o comprimido y al extremo de este se encuentra una masa, en el momento en que el resorte vuelve a su estado de equilibrio, este lo hace por la acción de la fuerza elástica la cual es conservativa, lo que permite convertir esta energía potencial almacenada por el resorte en energía cinética transmitida a la masa, siempre y cuando entre la masa y la superficie no exista una fuerza de rozamiento.



Ejemplo 16: Una masa de 5 Kg choca con un resorte de 90 N/m y lo comprime 0,5 m sobre una superficie horizontal sin rozamiento, ¿qué rapidez tenía la masa en el momento en que impactó el resorte?

Ejemplo 17: Un bloque de 3 Kg comprime un resorte una longitud X, en el momento en que el resorte de constante 15 N/m empuja el bloque sobre una superficie horizontal sin rozamiento con una rapidez de 5 m/s ¿cuál era la elongación del resorte?

10.13 Termodinámica

10.13.1 Concepto de Termodinámica: La termodinámica es una rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con el calor. Estudia además, los intercambios de energía térmica entre sistemas y los fenómenos mecánicos y químicos que implican tales intercambios.

10.13.2 Concepto de Calor: Es la forma de energía que se transfiere entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas, sin embargo en termodinámica generalmente el término calor significa simplemente transferencia de energía. Este flujo de energía siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico (ejemplo: una bebida fría dejada en la mesa se entibia).

10.13.3 Concepto de Temperatura: La Temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y al revés de calor. Sin embargo, aunque tengan una estrecha relación, no debemos confundir la temperatura con el calor.

Cuando dos cuerpos, que se encuentran a distinta temperatura, se ponen en contacto, se producen una transferencia de energía, en forma de calor, desde el cuerpo caliente al frío, esto ocurre hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan. En este sentido, la temperatura es un indicador de la dirección que toma la energía en su tránsito de unos cuerpos a otros.

10.13.4 Leyes de la Termodinámica:

- **I ley de la Termodinámica:** "La energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma."

En otras palabras cuando un sistema recibe calor, este se transforma en una cantidad igual de alguna otra forma de energía

Esta ley se expresa como:

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - W$$

Cambio en la energía interna en el sistema = Calor agregado (Q) - Trabajo efectuado por el sistema (W).

- **II ley de la Termodinámica:** "El calor fluye del objeto más caliente hacia el objeto más frío, no a la inversa."

10.13.5 Concepto de Entropía: Es una magnitud física que, mediante cálculo, permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. En otras palabras mide el grado de desorden molecular de un sistema. Mayor entropía, mayor desorden molecular.

10.13.6 Formas de transmisión del calor: Existen tres tipos:

- **Conducción:** Es transferencia de calor que se produce a través de un medio estacionario -que puede ser un sólido- cuando existe una diferencia de temperatura.
- **Convección:** La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos.
Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido, por ejemplo: Al calentar agua en una olla, la que está en contacto con la parte de abajo de la olla se mueve hacia arriba, mientras que el agua que está en la superficie, desciende, ocupando el lugar que dejó la caliente.
- **Radiación:** se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivos. En ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas, debido a que todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas.

10.13.7 El Efecto Invernadero: El efecto invernadero es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura.



Figura que representa el efecto invernadero

10.13.8 La Capa de Ozono: El término "capa de ozono" se refiere a las moléculas de ozono presentes en la estratosfera. La capa de ozono se extiende alrededor de todo el globo terráqueo como una burbuja que filtra la dañina radiación ultravioleta del sol. La destrucción de la capa de ozono aumenta la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la Tierra y puede afectar severamente la salud humana y el medio ambiente.

Práctica

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con el trabajo.**

1-) Determine el trabajo necesario para levantar un saco de cemento de 50 kg a una altura de 3 m.

R/ 1470 J

2-) ¿Cuánto trabajo se necesita para mover una caja a una distancia de 500 cm, si se aplica una fuerza de 60 N, con un ángulo de 65° ?

R/ 126,79 J

3-) Para empujar una motocicleta se necesita una fuerza de 500 N. ¿Qué distancia se logró mover, si el trabajo realizado fue de 150 J?

R/ 0,3 m

4-) ¿Cuánto trabajo necesita un bailarín para levantar a su pareja a una altura de 1,75 m del suelo, si la masa de la bailarina es de 54 kg y le imprimió una aceleración de 4 m/s^2 ?

R/ 378 J

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con potencia.**

1-) ¿Cuánta potencia imprimió un obrero para mover un carrito lleno de arena, durante un tiempo de 4 min, si realizó un trabajo de 400 J?

R/. 1,67 W.

2-) Si un auto al subir una pendiente aplica una fuerza de 3500 N, a una velocidad de 72 km/h. ¿Cuánto es la potencia aplicada por el auto en un tiempo de 60 s?

R/. $7 \times 10^4 \text{ W}$.

3-) ¿Qué trabajo puede realizar un motor de una motocicleta de 20000 W de potencia en un tiempo de 3,0 min?

R/. $3,60 \times 10^6 \text{ J}$

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con energía.**

1-) Una buseta de 1500 kg viaja a una velocidad de 90 km/h.

a) ¿Cuál es su energía cinética?

R/. $4,69 \times 10^5 \text{ J}$

b) Si alcanzó esa velocidad desde el reposo en 12 s. ¿Qué potencia desarrolló el motor?

R/. $3,91 \times 10^4 \text{ W}$

2-) ¿Qué velocidad lleva un ciclista, si la masa total (bicicleta y ciclista) es de 75 kg y su energía cinética es de 8 438 J?

R/. 15 m/s.

3-) Encuentre la energía cinética de una patinadora de 60 kg que se mueve a 6 m/s.

R/. 1080 J.

4-) Una carga de varillas de 400 kg se encuentra sobre un andamio a una altura de 30 m del suelo.

a) ¿Cuál es la energía potencial de la carga de varillas?

R/. $1,18 \times 10^5 \text{ J}$.

b) ¿Cuánto trabajo fue necesario para llevar la carga hasta esa posición?

R/. $1,18 \times 10^5 \text{ J}$.

5-) Una persona se encuentra en el tercer piso a una altura de 45 m. Si posee una energía potencial de 30 000 J. ¿Cuánto es la masa de esa persona?

R/. 68 Kg.

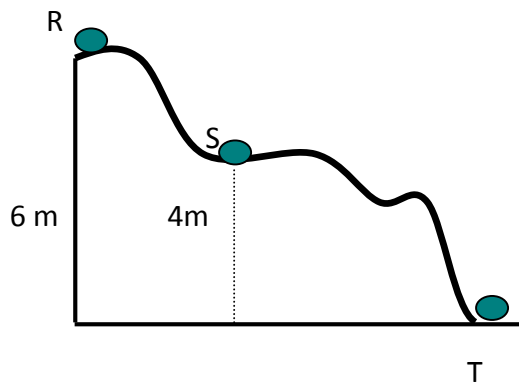
6-) En la máxima altura de un plano inclinado, a 10 m del suelo, un cajón de 12 kg se encuentra en reposo y empieza a deslizarse por la rampa del plano, sin fricción; ¿con qué velocidad llega al pie del plano, antes de tocar el suelo?

R/. 14 m/s

7-) Una sandía de 1,5 kg de masa se deja caer desde 44,1 m de altura. Complete el siguiente cuadro, donde se determina la altura y velocidad en cada segundo durante su caída.

Tiempo	Altura	Velocidad	Energía cinética	Energía potencial	Energía Mecánica
0 s	44,1 m	0 m/s			
1 s	39,2 m	9,8 m/s			
2 s	24,5 m	19,6 m/s			
3 s	0 m	29,4 m/s			

8-) Una pelota de boliche de 2 kg que se encuentra en reposo empieza a deslizarse por una rampa sin rozamiento, como se muestra en la figura adjunta:



Determine:

- La energía potencial en el punto S. **R/. 78,4 J**
- La energía cinética en el punto S. **R/. 39,2 J**
- La velocidad de la bola en el punto T. **R/. 10,84 m/s**
- El trabajo total realizado desde el punto R hasta el punto T. **R/. 117,6 J.**

9-) Una piedra de 5 kg es soltada desde una altura de 15 m. Si se desprecia la resistencia del aire, en el instante en que se encuentra a 10 m del suelo, ¿cuánto será la energía mecánica en ese instante?

R/. 735 J

10-) ¿Qué ocurre con la energía potencial de un objeto, si su masa se reduce a la mitad y su altura se duplica?

Selección Única

1) A un cuerpo en movimiento se le aplica cierta fuerza durante 20,0 s, con lo cual su energía cinética se incrementa en 100 J. Por lo tanto, el trabajo realizado por esa fuerza en ese tiempo es

- a) 100J
- b) -100J
- c) 5,00 J
- d) 2000 J

2) En el instante en que una persona de 50 kg camina con rapidez de 1,2 m/s, empieza a ser empujada por una fuerza, de manera que la energía cinética de la persona se hace el triple de la anterior. ¿Cuál es el trabajo efectuado por esa fuerza sobre la persona para que se produzca ese cambio de energía?

- a) 108 J
- b) 90 J
- c) 72 J
- d) 36 J

3) Un camión de 3500 kg con movimiento rectilíneo, cambia la magnitud de su velocidad de 10,0 m/s a 25,0 m/s; el trabajo neto realizado sobre el camión es

- a) $1,27 \times 10^6$ J
- b) $1,09 \times 10^6$ J
- c) $1,75 \times 10^5$ J
- d) $9,19 \times 10^5$ J

4) Una caja es dejada caer desde una altura donde su energía potencial gravitatoria es 980 J. Cuando la caja ha descendido cierta distancia, su energía potencial gravitatoria es 100 J. El trabajo realizado por la fuerza de gravedad sobre la caja durante ese recorrido es

- a) 100J
- b) 880 J
- c) 980 J
- d) 1080 J

5) Un auto de 1000 kg se mueve con velocidad constante en un trayecto de 100 m. Si la magnitud de esa velocidad es 20 m/s, el trabajo efectuado por la fuerza resultante sobre el auto es

- a) 0J b) $2,0 \times 10^5$ J c) $1,0 \times 10^4$ J d) $9,8 \times 10^5$ J

6) Una bala de 0,01600 kg es disparada horizontalmente contra una pared, atravesándola; si la magnitud de la velocidad de impacto es 600,0 m/s y la magnitud de la velocidad con que sale al otro lado de la pared es 480,0 m/s; entonces, ¿qué trabajo hace la pared sobre la bala que la atraviesa?

- a) -1037 J
- b) -1843 J
- c) -2880 J
- d) -4723 J

7) Un mono de 15,0 kg se encuentra sentado en la rama de un árbol, a una altura de 3,00 m con respecto al nivel del suelo. Este observa una fruta en una rama situada a 2,70 m más arriba de donde se encuentra y decide ir a recogerla; a partir de su posición en la rama inferior, el trabajo mínimo realizado por el mono para desplazarse hasta la fruta es

- a) 44 J
- b) 397 J
- c) 441 J
- d) 838 J

8) Lea las siguientes afirmaciones:

I. La fuerza de atracción gravitatoria es una fuerza conservativa

II. El trabajo hecho por una fuerza conservativa, para llevar un objeto desde un punto **M** hasta otro punto **S**, es independiente de la trayectoria seguida por el objeto

De ellas,

- a) solo la I es correcta
- b) solo la II es correcta
- c) ninguna es correcta
- d) ambas son correctas

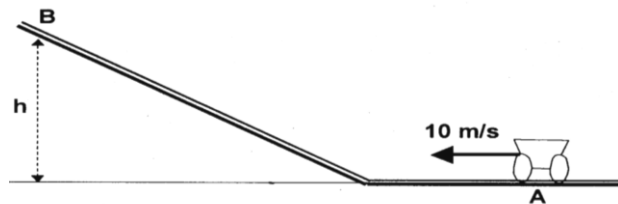
9) Un objeto es lanzado desde el suelo, alcanza su altura máxima, y luego regresa hasta quedar nuevamente en la misma posición que tenía inicialmente sobre el suelo. El trabajo neto realizado sobre el objeto es nulo, debido a que sobre él actuaron, en la subida y en la bajada, respectivamente, fuerzas de tipo

- a) conservativa y conservativa.
- b) disipativa y conservativa.
- c) conservativa y disipativa.
- d) disipativa y disipativa.

10) Un tornillo de 0,01 kg es dejado caer libremente. Cuando se encuentra a 2,00 m del nivel del suelo, la magnitud de su velocidad es de 25,0 m/s. ¿Cuál es la altura, respecto del nivel del suelo, desde la cual es dejado caer el tornillo?

- a) 33,9 m
- b) 11,0 m
- c) 65,0 m
- d) 10,3 m

11) Un móvil viaja con velocidad constante a nivel del suelo. Al pasar por la posición A su velocidad es de magnitud 10 m/s y sube por un plano inclinado hasta detenerse en el punto B, a una altura h , como muestra la figura.



Si la pérdida de energía es despreciable, ¿cuál es la altura h ?

- a) 5,1 m
- b) 0,98 m
- c) 0,51 m
- d) 0,20 m

12) La energía potencial gravitatoria de un objeto en reposo, a cierta altura con respecto al nivel del suelo es 490 J. Si el objeto es soltado desde esa altura y en un instante de la caída su energía cinética es de 200 J, entonces, en ese instante su energía mecánica es

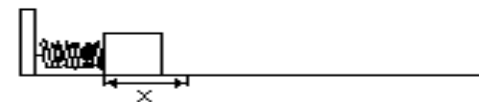
- a) 200 J
- b) 290 J
- c) 490 J
- d) 690 J

13) Un resorte de constante elástica $2,5 \times 10^3 \text{ N/m}$, es comprimido por la acción de una fuerza. En el instante que el resorte acumula una energía potencial elástica de 50 J, ¿cuál es la longitud a la cual fue comprimido?

- a) 0,020 m
- b) 0,040 m
- c) 0,14 m
- d) 0,20 m

14) Una caja se desliza sobre una superficie horizontal sin rozamiento, con una energía cinética de 80 J al chocar contra un resorte, al cual comprime una longitud máxima x , como muestra la figura.

Instante en que la caja hace contacto con el resorte



Instante en que el resorte sufre la máxima compresión

Si la constante elástica del resorte es $5,2 \times 10^3 \text{ N/m}$ ¿cuál es la longitud máxima que se comprime ese resorte?

- a) 0,18 m
- b) 0,008 m
- c) 0,031 m
- d) 0,088 m

Respuestas de Selección Única: 1) a, 2) c, 3) d, 4) b, 5) a, 6) a, 7) b, 8) d, 9) a, 10) a, 11) a, 12) c, 13) d, 14) a

Tema # 11

Hidrostática

**Objetivos a desarrollar:**

- Reconocer el concepto de hidrostática y fluido.
- Reconocer las características de los gases y líquidos.
- Reconocer el concepto y las características de la densidad de un cuerpo.
- Resolver problemas de densidad.
- Reconocer el concepto y características de la presión, presión interior de un líquido y presión atmosférica.
- Resolver problemas de presión y presión en el interior de un líquido.
- Aplicar el Principio de Pascal.
- Aplicar el Principio de Arquímedes.
- Resolver problemas aplicando la Ley de Boyle.

Contenidos a desarrollar:

- Hidrostática y fluidos.
- Características de los gases y líquidos.
- Densidad de un cuerpo.
- Presión, presión en el interior de un líquido y presión atmosférica.
- Principio de Pascal.
- Principio de Arquímedes.
- Ley de Boyle.

“La vista debe aprender de la razón”

Johannes Kepler.

Tema 11 Hidrostática



11.1 Conceptos importantes

⇒ **La hidrostática** tiene como objetivo estudiar los líquidos en reposo. Generalmente sus principios también se aplican a los gases.

⇒ **Fluido**: Es una sustancia que cede inmediatamente a cualquier fuerza tendente a alterar su forma, con lo que fluye y se adapta a la forma del recipiente. Los fluidos pueden ser líquidos o gases. Las partículas que componen un líquido no están rígidamente adheridas entre sí, pero están más unidas que las de un gas.

11.2 Características de los líquidos y gases

⇒ **Estado Líquido**:

- Tiene volumen definido
- No tiene forma definida, se adapta a la forma del recipiente.
- La Fuerza de cohesión molecular es menor que los sólidos.

⇒ **Estado Gaseoso**:

- No tiene forma, ni volumen definido.
- La fuerza de cohesión es muy débil.

11.3 Densidad

Concepto: Es una magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).

$$\text{Fórmula: } \rho = \frac{m}{v}$$

Simbología: (ρ) densidad (m) masa (v) volumen

Características:

- a) La densidad de una sustancia varía cuando cambia la presión o la temperatura.
- b) Cuando aumenta la presión, la densidad de cualquier material estable también aumenta.
- c) Como regla general, al aumentar la temperatura, la densidad disminuye (si la presión permanece constante).
- d) Si la masa de un cuerpo no varía y su volumen aumenta, su densidad disminuye.

Tabla 11.1 Densidad de algunas sustancias

Sustancia	Densidad en kg/m^3	Densidad en g/cm^3
Agua	1000	1
Aceite	920	0,92
Gasolina	680	0,68
Plomo	11300	11,3
Acero	7800	7,8
Mercurio	13600	13,6
Madera	900	0,9
Aire	1,3	0,0013
Butano	2,6	0,026
Dióxido de carbono	1,8	0,018

Ejemplos:

1-) El oro es un metal precioso químicamente inerte. Se usa principalmente en joyería, odontología y dispositivos electrónicos. Un lingote de oro con una masa de 301 g tiene un volumen de $15,6 \text{ cm}^3$. Calcule la densidad del oro.

2-) La densidad del mercurio, el único metal líquido a temperatura ambiente, es $13,6 \text{ g/mL}$. Calcule la masa de 5,50 mL de líquido.

3-) ¿Cuál será el volumen que ocupará una pulsera de oro de 24 kilates, si ésta tiene una masa de 20g? La densidad del oro es de $19,3 \text{ g/cm}^3$.

11.4 Presión

Es la fuerza aplicada perpendicularmente sobre una superficie dividida por el área de esa superficie. La unidad de medida es el Pascal (Pa), aunque también se utiliza las unidades Torr y atm.

- Nota:**
- A mayor área menor presión.
 - Si el área se reduce a la mitad la presión se duplica.
 - Un fluido tiende a moverse de las zonas de mayor presión a las zonas de menor presión.

$$p = \frac{f_{\perp}}{A}$$

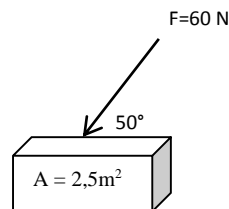
Simbología: Presión (p) Fuerza (f) Área (A). El área debe estar siempre en m²

Ejemplos:

1-) Calcule la presión que ejerce Luis cuando está sobre sus dos pies suponiendo que cada pie tiene una superficie de 200 cm² y que Luis tiene una masa de 70 kg. También determine la presión que ejerce sobre un pie.

2-) Una fuerza de 40 N está ejerciendo 60000 Pa, calcule la superficie de apoyo.

3-) Determine la presión aplicada sobre una caja, de acuerdo a la siguiente figura



11.4.1 Presión en el interior de un líquido

En un punto cualquiera dentro de un líquido, la presión que ejerce el líquido sobre ese punto es la misma desde todas direcciones.

Fórmula: $P = \rho \cdot g \cdot h$

Simbología: (p) presión (ρ) densidad (g) gravedad (h) profundidad

Es importante recordar que:

- La presión en todos los puntos que están a la misma profundidad en un líquido en cualquier dirección es la misma.
- A mayor profundidad, mayor presión.
- Si varios recipientes de diferentes formas contienen el mismo líquido, la presión en el fondo es la misma sin importar la cantidad de líquido que cada uno aloje.

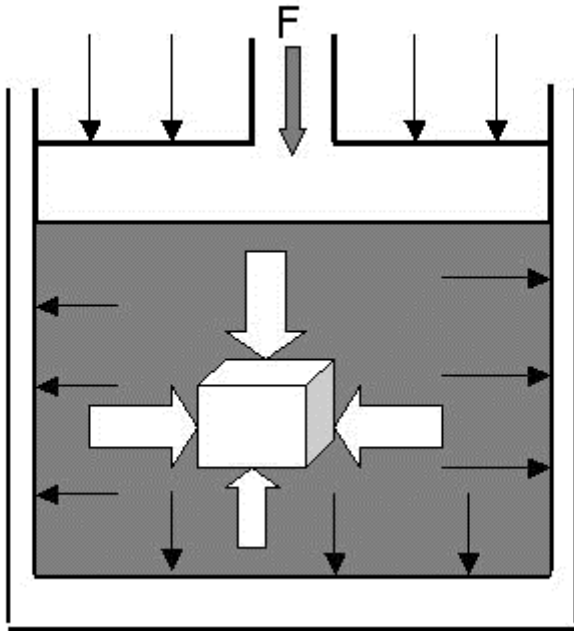


Figura 11.1 Presión en el interior de un fluido

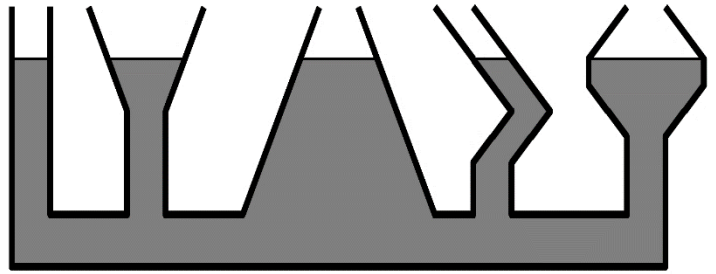


Figura 11.2 Presión en vasos comunicantes

Ejemplos:

1-) Determine la presión que ejerce el agua de mar sobre una persona que se encuentra a 5 m de profundidad.

2-) ¿A qué profundidad se encuentra una persona en una piscina, si el agua ejerce una presión de 19600 Pa?

11.4.2 Presión atmosférica

Existen diferentes definiciones de la presión atmosférica:

- Es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.
- Es la presión que ejerce la masa de aire sobre un cuerpo.
- Es el peso que ejerce el aire de la atmósfera como consecuencia de la gravedad sobre la superficie terrestre o sobre una de sus capas de aire.

En este tipo de presión, se utiliza el instrumento denominado **Manómetro** y la unidad denominada es la atmósfera.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 101\,300 \text{ Pa} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

Características:

- a) La presión atmosférica determina las condiciones meteorológicas en una región.
- b) La presión atmosférica varía con la altitud y temperatura.
- c) A mayor altura la presión atmosférica disminuye, por existir menor densidad del aire.

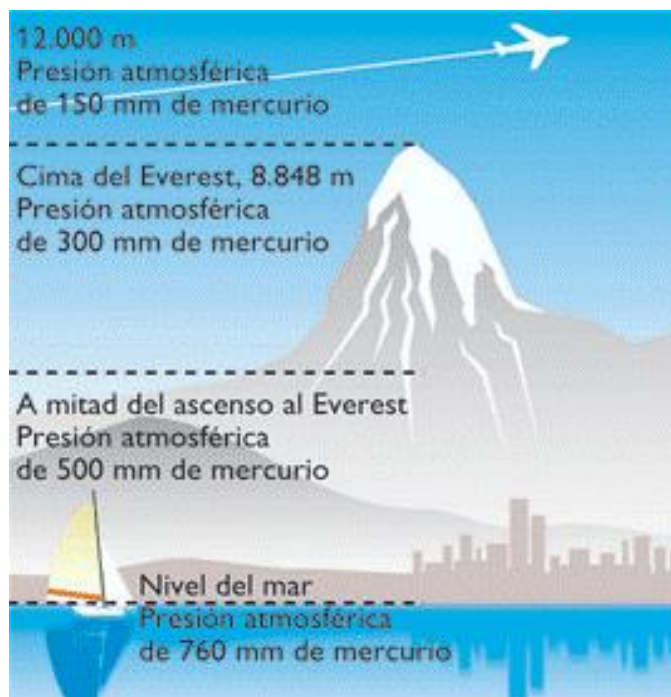


Figura 11.3 Variación de la presión atmosférica con la altitud

11.5 El Principio de Pascal

Es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal que se resume en la frase: **“Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja.”**

Fórmula:
$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

Simbología: (F) Fuerza mayor (A) Área mayor
(f) Fuerza menor (a) Área menor

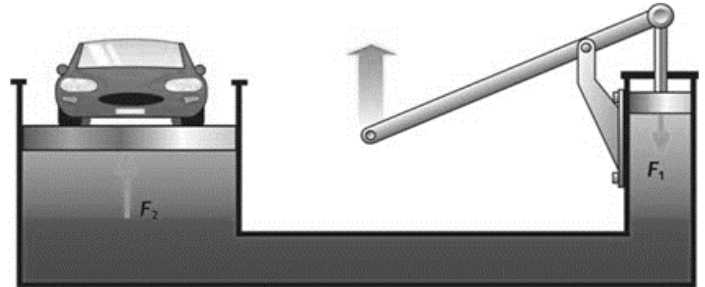


Figura 11.4 Aplicación del Principio de Pascal

Ejemplos

1-) Se desea elevar un cuerpo de 1000 kg utilizando una elevadora hidráulica de plato grande circular de 0,50 m de radio y plato pequeño circular de 0,08 m de radio, calcula cuánta fuerza hay que hacer en el émbolo pequeño. **Recuerde: Área del círculo** $A = \pi \cdot r^2$

2-) ¿Cuál es el área menor de una prensa hidráulica, si el área mayor es de 6,5 m² y la fuerza que es aplicada en el área menor es de 45 N provoca que en el área mayor se libere una fuerza de 400 N?

11 .6 Principio de Arquímedes

Ley física que establece que cuando un objeto se sumerge total o parcialmente en un líquido, éste experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del líquido desalojado.

El concepto clave de este principio es el ‘empuje’, que es la fuerza que actúa hacia arriba reduciendo el peso aparente del objeto cuando éste se encuentra en el agua.

Por el principio de Arquímedes, los barcos flotan más bajos en el agua cuando están muy cargados (ya que se necesita desplazar mayor cantidad de agua para generar el empuje necesario).

Además, si se va a navegar en agua dulce no se puede cargar tanto como si va a navegar en agua salada, ya que el agua dulce es menos densa que el agua de mar y, por tanto, se necesita desplazar un volumen de agua mayor para obtener el empuje necesario. Esto implica que el barco se hunda más.

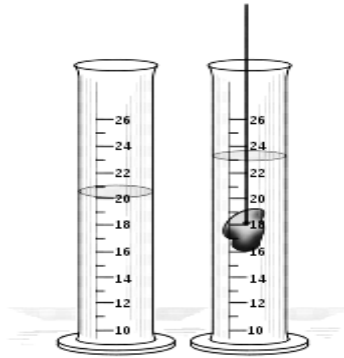


Figura 11.5 Demostración Principio de Arquímedes

Fórmula: $E = \rho_{liq} \cdot V \cdot g$

Simbología: (ρ_{liq}) densidad del líquido (V) volumen del líquido desalojado (g) gravedad

Nota: $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{H_2O \text{ de mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$

Según sean los valores del Empuje y el Peso pueden darse tres casos:

1. Que el peso y el empuje sean iguales: **$E = \text{Peso}$** . El cuerpo estará en equilibrio (fuerza resultante nula) y "**flotará entre aguas**".
2. Que el empuje sea mayor que el peso: **$E > \text{Peso}$** . El cuerpo ascenderá y **quedará flotando**.
3. Que el empuje sea menor que el peso: **$E < \text{Peso}$** . El cuerpo **se hundirá**.

Ejemplos:

1-) Determine el empuje que realiza el agua de mar sobre un trozo de hierro ($\rho = 7860 \text{ kg/m}^3$) que se encuentra sumergido totalmente a 5 m de profundidad y tiene un volumen de 8 m^3 .

2-) Determine el volumen de un trozo de madera en el agua, si experimenta un empuje de 150 N.

3-) ¿Cuánto es el empuje que realiza el agua sobre una caja que tiene un volumen de 15 m^3 y se encuentra sumergida en un 60%?

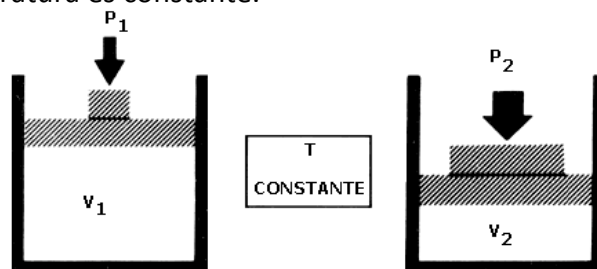
11.7 Ley de Boyle

La ley de Boyle establece que la presión de un gas en un recipiente cerrado es inversamente proporcional al volumen del recipiente, cuando la temperatura es constante.

El volumen es inversamente proporcional a la presión:

- Si la presión aumenta, el volumen disminuye.
- Si la presión disminuye, el volumen aumenta.

Fórmula: $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

**Ejemplos:**

1-) Un gas ocupa un volumen de 200 cm³ a una presión de 760 mmHg. ¿Cuál será su volumen en cm³ si la presión recibida aumenta a 900 mmHg.

2-) Calcular el volumen de un gas al recibir una presión de 2 atm, si su volumen es de 0,75 litros a una presión de 1.5 atm.

Práctica general del tema hidrostática

⇒ Resuelva los siguientes problemas relacionados con densidad.

1-) Determine la densidad (kg/m³) de un objeto cuya masa es de 10 kg y tiene un volumen de 120 cm³.
R/ 8.3x10⁴ kg/m³

2-) Determine la masa de un trozo de aluminio cilíndrico, si tiene un volumen de 4,5 m³.
Nota: ($\rho_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$)
R/ 12150 kg

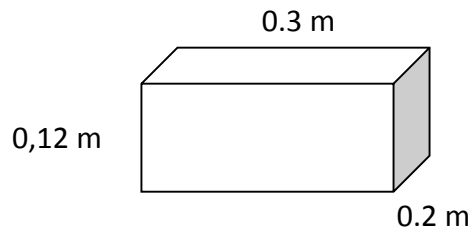
3-) ¿Cuánto es el volumen en m³ de agua que puede contener una piscina si tiene una masa de 30000 kg?
R/ 30 m³

4-) ¿Cuánto es la masa y el peso de un balón de plomo de 0,05 m de radio y un volumen de 12 m³?
($\rho = 11300 \text{ kg/m}^3$)

R/ m= 135600 kg p= $1.3 \times 10^6 \text{ N}$

5-) El bloque de la figura es de concreto y de masa 17 kg.

Nota: $V_{\text{bloque}} = \text{largo} \bullet \text{ancho} \bullet \text{altura}$



Determine:

a) ¿Cuál es su densidad?

R/ 2361,1 kg/m³

b) Si lo partimos a la mitad, ¿cuál es la densidad de cada trozo?

R/ la misma no cambia

c) ¿Cuál es la masa de 1m³ de este concreto?

R/ 2361,1 kg

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con presión.**

1-) Una persona de 75 kg está de pie sobre un piso horizontal, cubriendo un área de 450 cm².

Determine la presión del señor sobre el piso cuando:

a) Está apoyado con los dos pies.

R/ 16333,33 Pa

b) Está apoyado sobre un pie.

R/ 32666,67 Pa

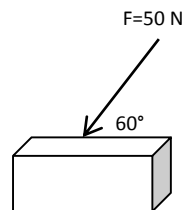
c) Esta apoyado todo su peso sobre un talón cuya área de contacto con el piso es de 5 cm².

R/ $1,47 \times 10^6 \text{ Pa}$

2-) Si una caja ejerce una presión sobre el suelo de 8 Pa y tiene un peso de 90 N. ¿Cuánto es el área en m^2 que ocupa la caja?
R/ 11,25 m^2

3-) ¿Cuánto es el peso que tiene un objeto, si ejerce una presión sobre el suelo de 20 Pa en un área de 1,2 m^2 ?
R/ 24 N

4-) De acuerdo a la figura adjunta, determine la presión que se ejerce sobre el bloque. **R/ 28,9 Pa**



5-) ¿Qué presión en Pa soportan los tímpanos de los oídos de un nadador sumergido en una piscina, que se encuentra horizontalmente a 10 m de profundidad?
R/ 98000 Pa

6-) Determine la presión en una piscina a 15 m de profundidad. **R/ 147 000 Pa**

7-) Un operario debe levantar un camión de 20 000 N de peso, con la ayuda de un elevador hidráulico. Si el área del pistón debajo del camión es 5 000 cm^2 y el área del pistón que empuja es 50 cm^2 , ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que hace el operario?
R/ 200 N

8-) En una prensa hidráulica, una fuerza de 250 N se aplica a un pistón de 0,5 m^2 de área transversal. El otro pistón tiene un área de 8 m^2 . Determine qué fuerza experimenta este pistón. **R/ 4000 N**

9-) ¿Qué peso o fuerza se debe aplicar sobre un pistón pequeño de área $0,25 \text{ m}^2$ para equilibrar el peso de un automóvil de $20\,000 \text{ N}$ sobre un pistón de 4 m^2 ? **R/ 1250 N**

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con el principio de Arquímedes**

1-) Un cubo sólido de madera de 6 m^3 flota en un estanque de agua, con la mitad de su volumen sumergido. ¿Cuál es el empuje del agua sobre el cubo de madera? **R/ 29400 N**

2-) Una pieza está sumergida en el agua; si experimenta un empuje de 6000 N , ¿cuánto es el volumen de dicha pieza? **R/ 0,61 m³**

3-) ¿Cuánto es el volumen de un cuerpo que se encuentra sumergido en agua de mar y experimenta un empuje de 12000 N ? **R/ 1,20 m³**

4-) ¿Cuál es el empuje que experimenta un cubo de madera que tiene de volumen 5 m^3 y que flota con un 45 % de su volumen fuera del agua? $\rho_{\text{madera}} = 700 \text{ kg/m}^3$ **R/26950 N**

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con la Ley de Boyle**

1-) Un gas es sometido a una presión de 8 atm ocupa un volumen de 3 litros . Si no cambia su temperatura, al aumentar su volumen a 4 litros ¿cuál será la nueva presión en atm? **R/ 6 atm**

2-) Un cilindro provisto de un pistón, contiene un gas que está a $1,5 \text{ atm}$ de presión y ocupa un volumen de $2,0 \text{ dm}^3$, si la masa del gas y su temperatura no cambia al disminuir la presión a $1,0 \text{ atm}$, ¿Cuál será su volumen? **R/ 3 dm³**

3-) Un gas dentro de un cilindro ocupa un volumen de $4,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ a una presión de $2,5 \times 10^5 \text{ Pa}$. ¿Cuánto será su nueva presión si su volumen se reduce a $3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$? **R/ 3,75x10⁵**

**Práctica selección única
HIDROSTATICA**

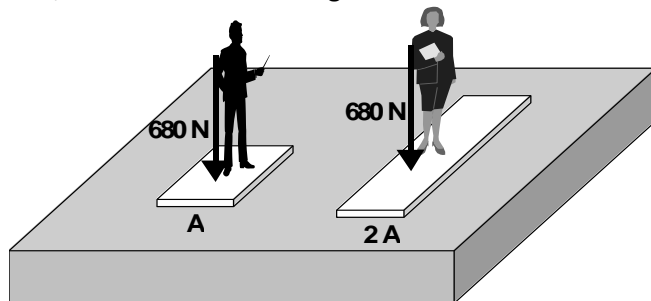
1) Analice las siguientes afirmaciones.

- I. Si un cuerpo constituido con material homogéneo se divide en dos partes iguales, entonces, cada parte queda con la mitad de la densidad del cuerpo original.
- II. La densidad de un cuerpo homogéneo corresponde al cociente entre su masa y el volumen ocupado por esa masa.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
B) solo II es correcta.
C) ninguna es correcta.
D) ambas son correctas.

2) Dentro de un recipiente con arena, Luis está sobre una tabla de área A y Laura sobre otra tabla de área $2A$, tal como muestra la figura.



Si se desprecia el peso de las tablas y cada individuo pesa 680 N, entonces, la presión que ejerce Luis sobre la arena, en comparación con la que ejerce Laura es,

- A) igual.
B) el doble.
C) la mitad.
D) el cuádruple.

3) Una persona aplica una fuerza de 50 N hacia abajo, formando un ángulo de 30° con respecto a la superficie horizontal del suelo. Si el área de contacto con el suelo es $0,045 \text{ m}^2$, entonces, la persona ejerce contra esa sección del suelo una presión de

- A) $1,1 \times 10^3 \text{ Pa}$
B) $9,6 \times 10^2 \text{ Pa}$
C) $6,4 \times 10^2 \text{ Pa}$
D) $5,6 \times 10^2 \text{ Pa}$

4) Si una habitación de 90 m^3 de capacidad, contiene 117 kg de aire, entonces, la densidad de ese aire es

- A) $10\,530 \text{ kg/m}^3$
B) $0,77 \text{ kg/m}^3$
C) 207 kg/m^3
D) $1,3 \text{ kg/m}^3$

5) Un gas confinado en un cilindro ocupaba un volumen de $0,80 \text{ m}^3$ cuando la presión era 3,0 atm; si un émbolo reduce el volumen ocupado por el gas a $0,60 \text{ m}^3$ y la temperatura y masa se mantienen constantes, la presión es ahora

- A) 0,2 atm
B) 1,4 atm
C) 4,0 atm
D) 12 atm

6) Un gas está sometido a una presión de 3,0 atm. Si se mantiene constantes su masa y temperatura y se aumenta la presión a 4,0 atm comprimiéndolo hasta ocupar un volumen de 2,0 litros, entonces, el volumen inicial del gas era

- A) 24 litros.
B) 12 litros.
C) 2,7 litros.
D) 1,5 litros.

7) En un recipiente con suficiente agua líquida, flota un cubo de hielo de densidad 917 kg/m^3 y volumen $3,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3$. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de empuje del agua líquida sobre el cubo de hielo?

- A) 0,35 N
B) 0,32 N
C) 0,029 N
D) 0,000 32 N

8) Para un gas contenido en un cilindro se expresa lo siguiente:

I. Si el volumen del cilindro que lo contiene se mantiene constante, y la masa se duplica al introducirle una cantidad igual del mismo gas, entonces, la densidad del contenido se duplica.

II. Si la masa del gas se mantiene constante y el volumen del recipiente que lo contiene se reduce a la mitad, entonces, su densidad se reduce a la mitad.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

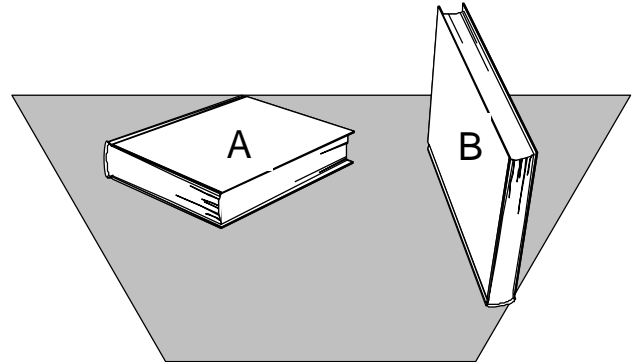
9) Si se mantienen constantes la temperatura y la masa de un gas, y se le comprime de modo que su volumen se reduce a la cuarta parte del que tenía inicialmente, la presión final que presenta el gas con respecto a la inicial es,

- A) tres cuartos
- B) el cuádruplo
- C) cuatro tercios
- D) la cuarta parte

10) Un niño de 35 kg se encuentra apoyado sobre sus dos pies en una superficie horizontal. Si el niño tiene puestos unos zapatos cuya área total de apoyo es $0,03 \text{ m}^2$, ¿cuál es la presión que ejerce el niño sobre el suelo debido a su peso?

- A) $5,8 \times 10^2 \text{ Pa}$
- B) $1,2 \times 10^3 \text{ Pa}$
- C) $1,1 \times 10^4 \text{ Pa}$
- D) $5,7 \times 10^3 \text{ Pa}$

11) De acuerdo con la figura, en la situación A, un libro está apoyado en la mesa sobre su portada; en la situación B, el mismo libro está apoyado en la mesa sobre su lomo. El área del lomo del libro es menor que el área de la portada.



Con respecto a la presión del libro sobre la mesa en ambas situaciones, es correcto afirmar que

- A) es la misma.
- B) es mayor en A que en B.
- C) es mayor en B que en A.
- D) no hay un criterio para compararla.

12) Con respecto al valor de la presión atmosférica en condiciones normales, se afirma lo siguiente.

- I. A nivel del mar, la presión atmosférica es 76 cm Hg.
- II. A 400 m de altura con respecto al nivel del mar, la presión atmosférica es mayor que 1 atm

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

13) Dos objetos sólidos tienen igual volumen, además la densidad del primero es 19 g/cm^3 y la del segundo 11 g/cm^3 . Si la masa del primero es **m**, entonces, la masa del segundo, respecto de **m**, es

- A) **8 m**
- B) **19 m**
- C) **11/19 m**
- D) **19/11 m**

Respuestas de selección única: 1)B, 2)B, 3)D, 4)D, 5)C, 6)C, 7)A, 8)A, 9)B, 10)C, 11)C, 12)A, 13)C

Tema # 12

Electrostática

**Objetivos a desarrollar:**

- Definir el concepto de carga eléctrica y su unidad de medida.
- Reconocer formas en que un cuerpo puede adquirir carga.
- Aplicar la Ley de Coulomb.
- Determinar el campo eléctrico de un cuerpo, el potencial eléctrico y la diferencia de potencial.
- Reconocer el concepto de corriente eléctrica y resistencia eléctrica.
- Diferenciar entre corriente alterna y corriente continua.
- Clasificar materiales de acuerdo de conducir o no eficientemente la corriente eléctrica.
- Resolver problemas de corriente eléctrica.
- Aplicar la Ley de Ohm.
- Diferenciar entre un circuito en serie, paralelo y mixto.
- Resolver problemas de circuitos equivalentes.

Contenidos a desarrollar:

- Carga eléctrica.
- Cuerpos electrizados.
- Ley de coulomb.
- Campo Eléctrico, potencial eléctrico y diferencia de potencial.
- Corriente Eléctrica y Resistencia Eléctrica.
- Corriente Continua y corriente alterna.
- Materiales Eléctricos.
- Ley de Ohm
- Circuito en serie, paralelo y mixto.
- Circuitos Equivalentes.

“La electricidad es el alma del universo”

John Wesley.

Tema 12

Electrostática



12.1 Carga Eléctrica

La **carga eléctrica** es una propiedad intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante atracciones y repulsiones, que determinan las interacciones electromagnéticas entre ellas. Dicho de otra manera mide la ganancia o pérdida de electrones de una sustancia. La unidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional de unidades es el culombio (C).

Nota: La carga de 1 e = 1.602×10^{-19} C

Un átomo eléctricamente neutro tiene el mismo número de protones que de electrones. Todo cuerpo material contiene gran número de átomos y su carga global es nula salvo si ha perdido o captado electrones, en cuyo caso posee carga neta positiva o negativa, respectivamente. Sin embargo, un cuerpo, aunque eléctricamente neutro, puede tener cargas eléctricas positivas en ciertas zonas y cargas negativas en otras.

12.2 Cuerpos Electrizados

Todo cuerpo al perder o ganar electrones, lo puede hacer de tres maneras:

- 1) Por frotamiento o rozamiento: Al frotar con una lana o seda a un objeto este se carga.
- 2) Por contacto: Cuando un cuerpo con exceso de carga se pone en contacto con otro que está neutro, el cual absorbe el exceso de carga.
- 3) Por inducción: Cuando un cuerpo cargado se acerca a otro que está neutro, provocando un reacomodo de su carga pero no lo toca.

12.3 Ley de Coulomb

Propuesta por Charles Coulomb menciona que:

“La intensidad de las fuerzas atractivas o repulsivas entre dos cuerpos puntuales es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que las separa.”

$$\text{Fórmula: } F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Simbología: $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ (q_1 y q_2) son las cargas puntuales (r) distancia entre cargas

Ejemplos:

1-) Dos cargas puntuales de $5 \mu\text{C}$ y $-3 \mu\text{C}$ se distribuyen en esferas idénticas de 6 cm de diámetro. Si están separadas 50 cm, ¿Cuál es la intensidad de la fuerza de atracción o de repulsión que experimentan?

2-) Determine a que distancia se encuentran dos cargas eléctricas si cada una tiene un valor de 6 C y experimentan una fuerza de repulsión de 12 N.

3-) Determine el valor de una de las cargas si experimenta una fuerza de atracción de 25 N si una de ellas tiene un valor de 3 C y están separadas una distancia de 4 m.

11.4 Campo Eléctrico

Definición: Es la región del espacio donde se ponen de manifiesto los fenómenos eléctricos. Se representa por **(E)** y es de naturaleza vectorial. En el Sistema Internacional de unidades el campo eléctrico se mide en newton/culombio **(N/C)**.

La intensidad de campo eléctrico en un punto se define como la fuerza que actúa sobre la unidad de carga situada en él. Si E es la intensidad de campo, sobre una carga Q actuará una fuerza

Fórmulas: $F = Q \cdot E$ $E = \frac{k \cdot Q}{r^2}$

Simbología: **(Q)** carga de la partícula

Las líneas de fuerza en un campo eléctrico están trazadas de modo que son, en todos sus puntos, tangentes a la dirección del campo, y su sentido positivo se considera que es el que partiendo de las cargas positivas termina en las negativas.

Si la carga q que genera el Campo es negativa, el Vector E apunta hacia la carga; pero si es positiva apunta en dirección opuesta a la carga.

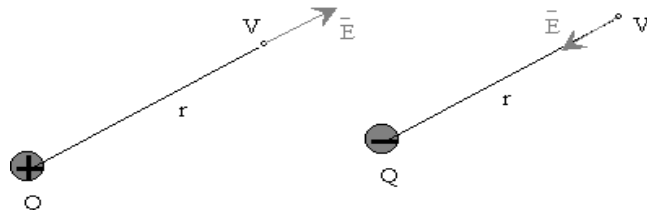


Figura 12.1 Dirección del Campo Eléctrico según la carga

Ejemplos:

1-) Determine la intensidad de campo eléctrico debido a una carga puntual $Q = 1,6 \times 10^{-6} \text{ C}$ en un punto situado a una distancia de 0,5 m de la carga. ¿Cuál es la fuerza eléctrica que se ejerce sobre otra carga $q = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$ si se coloca en un punto P?

2-) ¿A qué distancia se encuentra el campo eléctrico de una carga puntual A, si la carga del campo eléctrico es de $8 \mu\text{C}$ y su intensidad es de $1,2 \times 10^{-3} \text{ N/C}$?

12.5 Potencial Eléctrico y Diferencia de Potencial

Potencial eléctrico: Es el trabajo por unidad de carga para trasladar una carga eléctrica desde el infinito hasta un punto determinado de una región. Se representa con V y su unidad de medida es el voltio (V).

$$V = \frac{K \cdot q}{r}$$

Diferencia de potencial: Es cuando una carga se acerca a otra y se acumula una nueva carga, por lo que se genera una diferencia de potencial.

$$\Delta V = V_a - V_b$$

Ejemplo: Determine el potencial eléctrico de una carga puntual que se encuentra a una distancia de 25 cm de un punto determinado y presenta una carga de $6 \times 10^{-9} \text{ C}$. ¿cuál sería la diferencia de potencial con otra carga que presenta un potencial eléctrico de 2 V?

Ejercicios de práctica

1-) Si dos cargas $q_1 = -3 \times 10^{-2} \text{ C}$ y $q_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ C}$ a una distancia de 30 cm, ¿Cuál será la fuerza de atracción de dichas cargas?

R/ $-6 \times 10^7 \text{ N}$

2-) Determine el campo eléctrico para una carga de $3 \times 10^{-2} \text{ C}$ si está a una distancia de P de 100 cm.

R/ $2,70 \times 10^8 \text{ N/C}$

3-) Si un campo eléctrico es de 50 N/C, con una carga de 20 C, ¿ A qué distancia se encuentra la carga del campo eléctrico?

R/ 60000 m

4-) ¿Qué potencial eléctrico a una distancia de 3 cm genera una carga de 2 μC ?

R/ $6,0 \times 10^5 \text{ V}$

5-) ¿Cuánta carga eléctrica se necesita para generar un campo eléctrico de 1 N/C, a una distancia de 10 cm?

R/ $1,11 \times 10^{-12} \text{ C}$

6-) Si una carga de 50 C genera un campo eléctrico de 60 N/C, a que distancia se encuentra dicha carga para que se genere ese campo eléctrico?

R/ $8,66 \times 10^4 \text{ m}$

7-) Dos cargas generan una fuerza de repulsión de 150 N, si una de ellas es de 75 C y están separadas 80 cm. ¿Cuánto es el valor de la otra carga para generar dicha fuerza?

R/ $1,42 \times 10^{-10} \text{ C}$

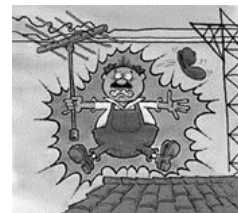
12.6 Corriente Eléctrica

Concepto: Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM) o también desde un punto de menor potencial a uno de mayor potencial

La corriente eléctrica se representa con una I y la unidad de medida es el Amperios (**A**).

Fórmula:
$$I = \frac{q}{t}$$

Existen dos tipos de corriente:



A) Corriente Alterna: Una corriente alterna es aquella que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o Hertz posea esa corriente. No obstante, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo, tal como ocurre en las fuentes de FEM que suministran corriente directa.

Ejemplo: La instalación de la corriente eléctrica en una casa.

B) Corriente continua: La corriente directa (CD) o corriente continua (CC) es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), tal como ocurre en las baterías, las dinamos o en cualquier otra fuente generadora de ese tipo de corriente eléctrica.

Ejemplo: Una batería conectada a un foco.

La corriente eléctrica se puede producir de diferentes formas:

- a) **Generadores de corriente continua (Plantas hidroeléctricas)**
- b) **Generadores de corriente alterna (Tomacorrientes de las casas)**
- c) **Pilas**
- d) **Baterías**

Ejemplo 1: Por una sección transversal de un conductor pasa una carga de $4 \mu\text{C}$ en 0.02 s . Determine la intensidad de la corriente que pasó por el conductor.

Ejemplo 2: Por un conductor pasa una corriente de 10 A , generando una carga eléctrica de 6 C . Determine el tiempo que necesitó dicho conductor para generar dicha corriente.

12.7 Materiales Eléctricos

Existen materiales que permiten o no el paso de la corriente eléctrica, y se clasifican en:

- a) **Conductores:** Posibilitan el paso de la corriente fácilmente. Ej: oro, plata, cobre, platino y aluminio.
- b) **Semiconductores:** Permiten el paso de cierta cantidad de corriente. Ej: Germanio, Silicio, Arseniuro de Galio.
- c) **Superconductores:** Son materiales que a temperatura crítica, permiten el paso de la corriente sin oponerse a ella. Ej: Mercurio, aluminio, estaño, plomo, zinc, indio.
- d) **Aislantes o dieléctricos:** Son materiales que resisten o no permiten el paso de la corriente eléctrica. Ej: Azufre, madera, oxígeno, nitrógeno, hule, seda, vidrio.

12.8 Resistencia Eléctrica

Es una característica con la que se puede determinar la capacidad de los conductores para impedir con mayor o menor facilidad el paso de la corriente eléctrica a través de un circuito. Se representa con la letra R y su unidad es el ohmio (Ω). En un circuito se representa con la simbología



La resistencia va a depender de: La longitud del sistema eléctrico, el grueso del sistema, el tipo de material usado y la temperatura.

12.9 Ley de Ohm

El flujo de corriente que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia.

Fórmulas:

$$V = R \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$



Nota: Recordemos que P es la potencia que se genera en un circuito y su unidad de medida es el watt (W).

Ej: Considere una resistencia de 5Ω conectada a una fuente de 10 V. ¿Cuál es la intensidad de la corriente que circula por la resistencia y cuál es la potencia que se consume?

Ejercicios de práctica

⇒ Resuelva los siguientes problemas relacionados con corriente eléctrica y Ley de Ohm.

1) ¿Cuál es el valor de la corriente eléctrica que pasa por una sección transversal de un alambre en 15 s, si tiene una carga de 6,0 C?

R/ 0,4 A

2) ¿Qué cantidad de carga pasa por la sección transversal de un conductor cada 3,0 s, si la corriente que circula por el mismo tiene una intensidad de 2,0 A?

R/ 6C

3) Si la intensidad de la corriente eléctrica en un cable es 0,5 A. En cuánto tiempo pasa por una sección transversal de ese conductor una carga de 3,0 C?

R/ 6 s

4) Por la sección transversal de un alambre conductor pasa una carga de 6 C cada 2 s. ¿Cuál es la intensidad de la corriente de ese conductor?

R/ 3 A

5) ¿Cuánta cantidad de carga pasa en un tiempo de 2,0 s si el conductor genera una intensidad de corriente de 1,5 A?

R/ 3 C

6) Calcular la corriente que atraviesa un alambre, si una carga de 6 C, entra por un extremo del alambre en 0,2 s.

R/ 30 A

7) Una corriente de 3×10^{-2} A, pasa de un alambre hacia una película de plata. Calcule la cantidad de carga que pasa por la película en 20 min.

R/ 36 C

8) Una bobina disipa 5 W cuando está sometida a un voltaje de 200 V. Otra bobina, construida con el mismo tipo de alambre, disipa 15 W sometida a los mismos 200 V. Compare las resistencias de cada una de ellas.

R/ 8000Ω y $2,7 \times 10^3 \Omega$

9) Una resistencia de 50Ω puede disipar 0,5 W. Calcule la corriente y voltaje máximos que se le puede aplicar.

R/ 0.1 A y 5 V

10) Por una resistencia fluyen 5 mA, cuando está sometido a una diferencia de potencial de 25 V. ¿Qué valor tiene dicha resistencia?

R/ 5000Ω

11) ¿A qué diferencia de potencial o voltaje, habrá que someter una resistencia de 50Ω para que atraviese una corriente de 5 A?

R/ 250 V

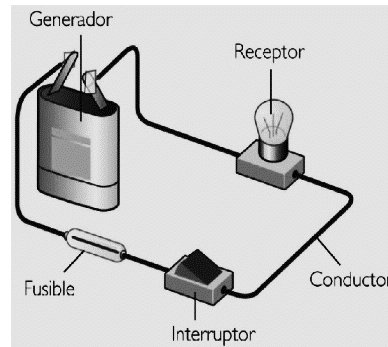
12) Calcular la resistencia de un calentador de 500 W, diseñada para funcionar a 110 V. **R/ $24,2 \Omega$**

13) Un asador de 1000 W de potencia consume 10 A. ¿Qué valor tiene la resistencia? **R/ 10 Ω**

14) La resistencia de una bombilla de 60 W, se quema en una hora, si la misma está sometida a un voltaje de 110 V. ¿Cuál es el valor de la corriente? **R/ 0,55 A**

12.10 Circuitos Eléctricos

Definición: Trayecto o ruta de una corriente eléctrica. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de fuerza electromotriz que transporta la corriente por el circuito. Un circuito de este tipo se denomina circuito cerrado, y aquéllos en los que el trayecto no es continuo se denominan abiertos.

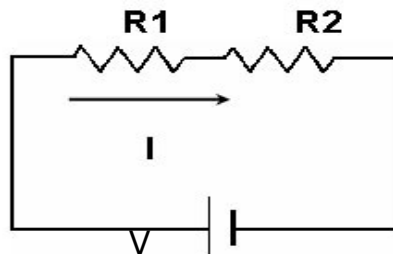


12.11 Tipos de Circuitos

Existen tres tipos de circuitos:

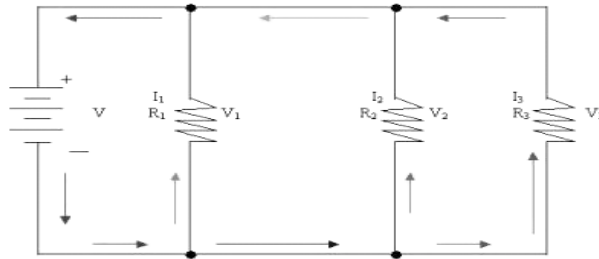
A) En serie:

En este tipo de circuitos las resistencias se colocan una seguida de otra. La corriente que circula por una resistencia es la misma que circula por la siguiente y así sucesivamente.

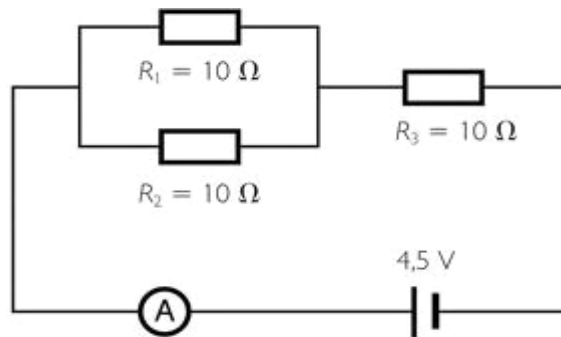


B) En paralelo:

En este tipo de circuitos, los elementos que lo integran se encuentran acomodados en varias ramas.

**C) Mixto**

Son circuitos que contienen conexiones en serie y paralelo.

**12.12 Circuitos Equivalentes**

Para determinar la resistencia equivalente, la corriente y la resistencia total a través de un circuito, va a depender del tipo de circuito empleado.

- Si es un circuito en serie entonces se cumple lo siguiente:
 - a) La resistencia equivalente es igual a la suma de todas las resistencias del circuito.

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

- b) La corriente total del circuito es la misma corriente en cualquier parte del circuito, y se obtiene a partir de la resistencia equivalente y el voltaje total del circuito.

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3$$

- c) La diferencia de potencial o voltaje total del circuito va hacer la suma de la diferencia de potencial obtenida en cada resistencia.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

- Si es un circuito paralelo entonces se cumple lo siguiente:
 - a) La resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de todas las resistencias.

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{\text{equivalente}}}$$

- b) La corriente total del circuito es la suma de todas las corrientes de cada resistencia de dicho circuito.

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

- c) El voltaje siempre va a ser el mismo en todo el circuito.

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3$$

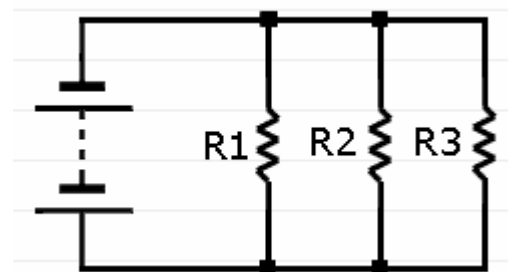
- Si es un circuito mixto se debe analizar por partes, tanto el de serie como el paralelo y luego determinar el resultado final.

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con circuitos equivalentes.**

1-) Se tiene tres resistencias iguales de $5\ \Omega$ cada una. Se conectan en serie a una fuente de 23 V . Determine la corriente que circula por cada resistencia.

2-) Si dos resistencias de $3\ \Omega$ cada una se conectan en paralelo a una fuente de 12 V , ¿qué corriente circula por cada resistencia y cuál es la corriente total del circuito?

3-) Para el circuito de la figura, considere que $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$ y $R_3 = 7\ \Omega$. Si la fuente ofrece 25 V , determine la corriente que pasa por cada resistencia y la resistencia equivalente.



Práctica selección única

1) Dos cargas eléctricas puntuales se encuentran separadas $8,0 \times 10^{-3}$ m, cuando se repelen mutuamente con una fuerza electrostática, cuya magnitud es $5,0 \times 10^{-2}$ N. Si el valor de una de las cargas eléctricas es $4,2 \times 10^{-8}$ C, entonces, el valor de la otra carga es

- A) $1,1 \times 10^{-6}$ C
- B) $3,2 \times 10^{-6}$ C
- C) $8,5 \times 10^{-9}$ C
- D) $7,6 \times 10$ C

2) Dos electrones separados una distancia de $3,5 \times 10^{-3}$ m, experimentan entre ellos, una fuerza de repulsión electrostática cuya magnitud es

- A) $1,9 \times 10^{-23}$ N
- B) $6,6 \times 10^{-26}$ N
- C) $2,1 \times 10^{-33}$ N
- D) $7,3 \times 10^{-36}$ N

3) Con respecto a la superconductividad en materiales, se afirma lo siguiente

I. La superconductividad se presenta por debajo de una temperatura denominada crítica, la cual es cercana al cero absoluto y depende de cada material.

II. A temperatura ambiente, los materiales superconductores presentan resistencia eléctrica al paso de la corriente.

De las afirmaciones anteriores,

- A) solo la I es correcta
- B) solo la II es correcta
- C) ninguna es correcta
- D) la I y la II son correctas

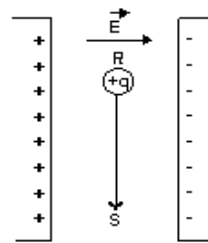
4) A una distancia de $8,0 \times 10^{-3}$ m, una carga puntual de $7,2 \times 10^{-7}$ C, genera a su alrededor un campo eléctrico cuya magnitud es

- A) $1,0 \times 10^8$ N/C
- B) $1,1 \times 10^{-2}$ N/C
- C) $8,1 \times 10^5$ N/C
- D) $9,0 \times 10^{-5}$ N/C

5) ¿A qué distancia de una carga eléctrica de $4,3 \times 10^{-6}$ C, se genera un campo eléctrico cuya magnitud es $5,0 \times 10^3$ N/C?

- A) 2,8 m
- B) 7,7 m
- C) $3,2 \times 10^9$ m
- D) $1,0 \times 10^{19}$ m

6) Dentro de un campo eléctrico uniforme, una carga de prueba se desplaza desde el punto R hasta el punto S, en dirección perpendicular al campo eléctrico, como muestra la figura.



El potencial eléctrico en el punto R, comparado con el potencial eléctrico en el punto S es,

- A) igual.
- B) mayor.
- C) menor.
- D) no comparable.

7) La intensidad de corriente eléctrica que fluye por un conductor es 2,50 A. Por la sección transversal de ese conductor pasa en 5,00 s una carga eléctrica de

- A) 2,0 C
- B) 0,5 C
- C) 2,5 C
- D) 12,5 C

8) Dos cargas iguales de 4×10^{-9} C cada una, experimentan entre ellas una fuerza electrostática de magnitud $9,5 \times 10^{-6}$ N. ¿Cuál es la distancia de separación entre las cargas?

- A) $1,5 \times 10^{-2}$ m
- B) $1,2 \times 10^{-1}$ m
- C) $1,1 \times 10^{-6}$ m
- D) $1,0 \times 10^{-12}$ m

9) Una corriente I fluye por la sección transversal de un alambre conductor, transportando una carga q en un tiempo t . Si, en el mismo tiempo, la carga transportada es incrementada en $3/2q$, la intensidad de corriente eléctrica que circula es

- A) $3/2 I$
- B) $2/3 I$
- C) $3 I$
- D) $2 I$

10) Dos cargas eléctricas puntuales se encuentran separadas $5,5 \times 10^{-4} \text{ m}$, y se atraen con una fuerza electrostática cuya magnitud es $2,2 \times 10^{-3} \text{ N}$. Si una de las cargas es $-3,0 \times 10^{-9} \text{ C}$, entonces, la otra carga es

- A) $2,0 \times 10^5 \text{ C}$
- B) $4,5 \times 10^{-8} \text{ C}$
- C) $6,7 \times 10^{-10} \text{ C}$
- D) $2,5 \times 10^{-11} \text{ C}$

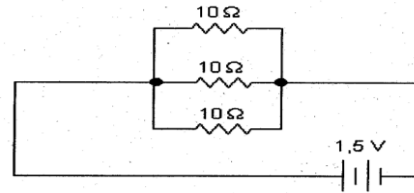
11) Si la magnitud del campo eléctrico generado por una carga eléctrica puntual, a una distancia de ella de $8,0 \times 10^{-3} \text{ m}$, es $5,0 \times 10^5 \text{ N/C}$, entonces, la magnitud de la carga eléctrica es

- A) $3,2 \times 10^1 \text{ C}$
- B) $2,2 \times 10^{-1} \text{ C}$
- C) $4,4 \times 10^{-7} \text{ C}$
- D) $3,6 \times 10^{-9} \text{ C}$

12) En un circuito sencillo, una fuente de $5,0 \text{ V}$ provoca el flujo de una corriente de $1,0 \text{ A}$; el valor de la resistencia al paso de la corriente en el circuito es

- A) $0,2 \Omega$
- B) $1,0 \Omega$
- C) $4,0 \Omega$
- D) $5,0 \Omega$

13) Tres resistencias de 10Ω están conectadas cada una en paralelo a una fuente de poder de $1,5 \text{ V}$, como muestra la figura.



¿Cuál es la corriente eléctrica que circula a través de cada una de las resistencias?

- A) $0,45 \text{ A}$
- B) $0,15 \text{ A}$
- C) $0,050 \text{ A}$
- D) $0,017 \text{ A}$

14) Una carga eléctrica puntual de $8,2 \times 10^{-7} \text{ C}$ se encuentra a una distancia de $3,0 \times 10^{-2} \text{ m}$ de otra carga puntual de $7,0 \times 10^{-6} \text{ C}$. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de repulsión eléctrica entre las dos cargas?

- A) 57 N
- B) $1,7 \text{ N}$
- C) $6,4 \times 10^{-9} \text{ N}$
- D) $1,9 \times 10^{-10} \text{ N}$

15) Si una carga eléctrica genera, a una distancia de $5,4 \times 10^{-2} \text{ m}$, un campo eléctrico cuya magnitud es $4,0 \times 10^3 \text{ N/C}$, entonces, esa carga eléctrica tiene un valor de

- A) $2,4 \times 10^{-8} \text{ C}$
- B) $1,3 \times 10^{-9} \text{ C}$
- C) $2,5 \times 10^2 \text{ C}$
- D) $1,2 \times 10 \text{ C}$

16) ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico producido por una carga puntual de $5,0 \times 10^{-5} \text{ C}$, a una distancia de $0,30 \text{ m}$?

- A) $1,5 \times 10^0 \text{ N/C}$
- B) $1,5 \times 10^6 \text{ N/C}$
- C) $5,0 \times 10^6 \text{ N/C}$
- D) $1,7 \times 10^{-4} \text{ N/C}$

17) En un tomacorriente de voltaje V , se conecta un aparato eléctrico con resistencia R , en el cual circula una corriente I . Suponga que este mismo artefacto se pudiera conectar a un tomacorriente cuyo voltaje es $2 V$ y aun así funcionaría, entonces, la nueva corriente eléctrica que circularía por el artefacto, con respecto a la inicial, sería

- A) igual
- B) el doble
- C) la mitad
- D) el crádruplo

18) Por un circuito con dos resistencias conectadas en serie, R_1 de $7,0 \Omega$ y R_2 de $5,0 \Omega$, circula una corriente de $5,0 A$. Las diferencias de potencial eléctrico que se establecen entre los extremos de cada una de las resistencias R_1 y R_2 , son respectivamente,

- A) $60 V$ y $60 V$
- B) $35 V$ y $25 V$
- C) $20 V$ y $15 V$
- D) $1,4 V$ y $1,0 V$

19) La diferencia de potencial eléctrico a la que está sometida una resistencia de 250Ω , cuando por ella fluye una corriente de $0,44 A$, es

- A) $0,0018 V$
- B) $110 V$
- C) $294 V$
- D) $568 V$

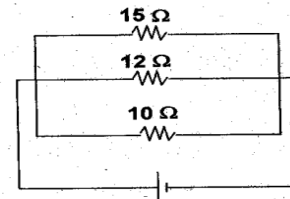
20) Una bombilla construida con materiales óhmicos ofrece una resistencia de 25Ω al paso de la corriente eléctrica. Al conectarla a una fuente de poder de $60 V$, ¿cuál es la corriente eléctrica que fluye por ella?

- A) $1500 A$
- B) $0,42 A$
- C) $2,4 A$
- D) $85 A$

21) Una resistencia eléctrica de 55Ω está conectada a una fuente de $220 V$; ¿cuál es la corriente eléctrica que fluye por esa resistencia?

- A) $0,000\ 083 A$
- B) $12\ 100 A$
- C) $0,25 A$
- D) $4,0 A$

22) Un circuito eléctrico consta de tres resistencias de 15Ω , 12Ω y 10Ω , las cuales están conectadas a una fuente, como se muestra a continuación



Para ese circuito, ¿cuál es la resistencia equivalente?

- A) $0,25 \Omega$
- B) $4,0 \Omega$
- C) $7,3 \Omega$
- D) 37Ω

23) Las siguientes expresiones se refieren a características de materiales eléctricos.

I. Se cargan eléctricamente por frotamiento. Solo el área que se frota se carga y ésta no se mueve hacia las otras regiones del material.

II. Las propiedades eléctricas de estos materiales varían al agregarles cantidades controladas de ciertos átomos.

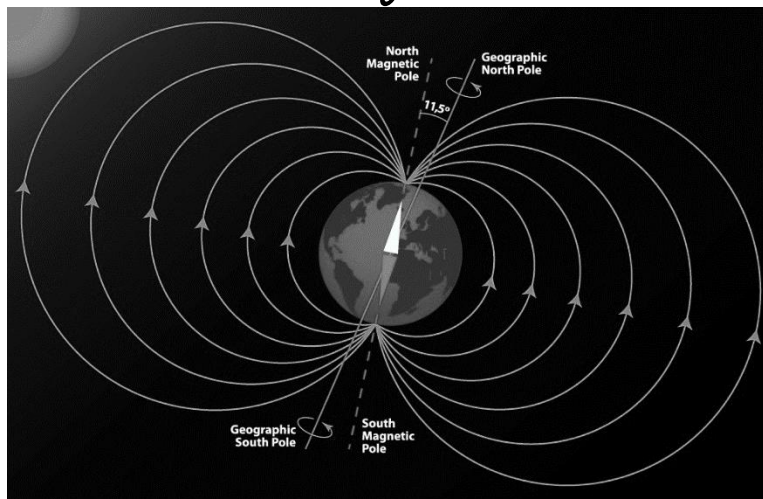
Las expresiones anteriores, corresponden respectivamente a materiales denominados

- A) conductores y superconductores
- B) superconductores y dieléctricos
- C) conductores y semiconductores
- D) dieléctricos y semiconductores

Respuestas Selección Única: 1 C, 2 A, 3 A, 4 A, 5 A, 6 A, 7 D, 8 B, 9 A, 10 D, 11 A, 12 D, 13 A, 14 A, 15 B, 16 C, 17 C, 18 A, 19 B, 20 C, 21 D, 22 B, 23 A

Tema # 13

Electromagnetismo

**Objetivos a desarrollar:**

- Reconocer el concepto de imán y sus propiedades.
- Determinar el campo magnético de un imán.
- Reconocer la Ley de la mano derecha.
- Determinar el campo magnético en un conductor rectilíneo, solenoide y bobina.

Contenidos a desarrollar:

- El imán y sus propiedades.
- Campo magnético de un imán.
- Ley de la mano derecha.
- El campo magnético en un conductor rectilíneo, solenoide y bobina.

“Así decía el hierro al imán: te odio porque me atraes sin que poseas fuerza suficiente para unirte a ti.” Nietzsche.

Tema 13

Electromagnetismo

13.1 Los imanes

Definición de imán: Capacidad de un cuerpo de atraer los metales.

Todo imán genera un campo magnético. Un campo magnético es la región que rodea a un imán, donde al acercar objetos metálicos a esta zona experimentan fuerzas de atracción conocidas como fuerzas magnéticas.

Propiedades de los imanes:

- a) Los imanes atraen sustancias llamadas sustancias magnéticas como el hierro y el acero, en cambio no atraen otras sustancias como la madera, el cobre, el hule.
- b) Los imanes poseen dos polos (Norte y Sur). Polos diferentes se atraen, polos iguales se repelan o generan una fuerza de repulsión.
- c) Si se rompe un imán se vuelve a formar otro con dos polos, sólo que tendrá un campo magnético más débil.

13.2 Fuerzas y Campo Magnético

Para determinar la magnitud del campo magnético, se deben de estudiar los efectos que este ejerce sobre partículas en movimiento. Estos efectos se denominan fuerzas magnéticas.

Si se tiene una región donde ocurre un campo magnético constante y se dispara una partícula cargada, esta partícula experimenta una fuerza que depende de las siguientes condiciones:

- a) La carga de la partícula.
- b) Magnitud y dirección de la velocidad con que penetra la partícula en el campo magnético.
- c) La Magnitud y dirección del campo magnético.

$$F = q \cdot V \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

Nota: Donde **q** es la magnitud de la carga que penetró en el campo magnético **B** con una velocidad **V**.

13.3 El experimento de Oersted

Hans Oersted, determinó que la electricidad posee propiedades magnéticas, y determinó como calcular el campo magnético (B) que genera una carga eléctrica. La unidad del campo magnético es el Tesla (T).

$$B = \frac{F}{q \cdot v \cdot \text{sen}\theta}$$

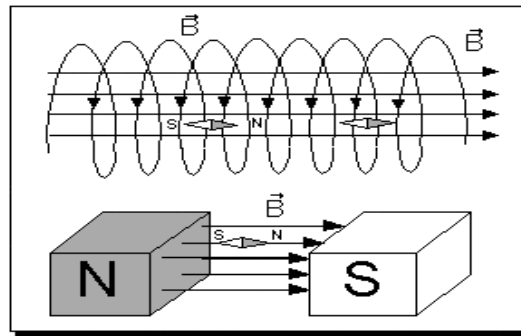


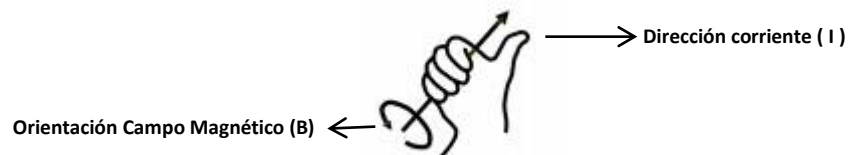
Figura 13.1 Orientación del Campo Magnético y la corriente

Ejemplo 1: Una partícula con una carga de $3\mu\text{ C}$ penetra en un campo magnético de $0,5\text{ T}$ con una velocidad de 3 m/s perpendicular al campo. ¿Qué fuerza experimenta la partícula?

Ejemplo 2: Considere una partícula con carga de $-2\mu\text{ C}$ que penetra a un campo magnético con un ángulo de 30° . Si experimenta una fuerza de 5 N cuando su rapidez es de 10 m/s , ¿qué magnitud tiene el campo magnético con el que interactúa?

13.4 Generación del campo magnético

Regla de la mano derecha: Esta regla determina la dirección por donde fluye la corriente eléctrica y como se mueve el campo magnético.



Dependiendo de la forma del conductor existen tres fórmulas para calcular el campo magnético:

A) Si es un conductor rectilíneo y largo:
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

B) Si es un solenoide:
$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{L}$$

C) Si es una bobina:
$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 r}$$

Nota: El valor de la constante $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, (N) representa el número de espiras, (L) longitud del solenoide, (r) el radio de cada una de las espiras.

Ejemplo 1: Se tiene un conductor recto y largo por el que circula una corriente de 2A. Determine la intensidad del campo magnético a una distancia de 2cm del conductor.

Ejemplo2: Una bobina plana circular está formada por 40 espiras de alambre y es de un diámetro de 16 cm. ¿Qué corriente debe pasar a través de la bobina para producir en su centro un campo de $5 \times 10^{-4}\text{T}$?

Ejemplo 3: Un solenoide de 2 metros de longitud y 4 cm de diámetro se bobina con 12 espiras por cm de longitud. ¿Cuál es la intensidad del campo en el centro del solenoide si pasa una corriente de 0,5 A?

Práctica

Resuelva los siguientes ejercicios

1) ¿cuánto es el campo magnético generado por solenoide de longitud 2 m si tiene un total de 50 espiras y por él circula una corriente de 0.5 A?

R/ $1,57 \times 10^{-5} \text{ T}$

2) Determine el campo magnético de una bobina de 10 vueltas; si el radio es de 0.04 m, y por ella circula una corriente de 0,5 A.

R/ $7,85 \times 10^{-5} \text{ T}$

3) Una corriente de 2 mA circula por un conductor recto y largo y produce un campo magnético de 2×10^{-10} T. ¿A qué distancia se encuentra el campo magnético del conductor? **R/ 2 m**

4) La intensidad de la corriente que circula por un alambre largo y recto es 20 A. ¿cuál es la intensidad del campo magnético que se genera en un punto perpendicularmente al alambre a 1,5 m de él? **R/ $2,7 \times 10^{-6}$ T**

5) ¿Cuál es la intensidad de la corriente que genera un solenoide de 200 espiras y de 0,5 m de longitud, si el campo magnético del solenoide es de $3,8 \times 10^{-3}$ T? **R/ 7,56 A**

6) Un solenoide de 1000 espiras conduce una corriente eléctrica de 2,0 A. Si la longitud del solenoide es 0,30 m, ¿cuál es la magnitud del campo magnético en su interior? **R/ $8,37 \times 10^{-3}$ T**

Práctica de selección única

1) A través de un solenoide circula una corriente eléctrica de 8,0 A. Si el solenoide posee 180 espiras repartidas a lo largo de 0,040 m, entonces, en su interior se genera un campo magnético con magnitud

- A) $5,7 \times 10^{-7}$ T
- B) $4,5 \times 10^{-2}$ T
- C) $2,3 \times 10^{-2}$ T
- D) $1,1 \times 10^{-6}$ T

2) Una corriente eléctrica de 6,0 A circula por una bobina plana y circular de 300 vueltas de alambre conductor, siendo 0,050 m el radio. La magnitud del campo magnético en el centro de la bobina es

- A) $2,3 \times 10^{-2}$ T
- B) $2,3 \times 10^{-3}$ T
- C) $2,3 \times 10^{-4}$ T
- D) $1,6 \times 10^{-6}$ T

3) Una bobina circular y plana de 20 vueltas de alambre con un radio de 0,25 m conduce una corriente eléctrica de 1,5 A; la magnitud del campo magnético en el centro de la bobina es

- A) $7,5 \times 10^{-5} \text{ T}$
- B) $1,2 \times 10^2 \text{ T}$
- C) $1,9 \times 10 \text{ T}$
- D) $6,0 \times 10 \text{ T}$

4) Por la sección transversal de un alambre conductor fluye una corriente eléctrica de intensidad 6,0 A, por lo tanto, a una distancia de 0,10 m, la intensidad del campo magnético es

- A) $3,8 \times 10^5 \text{ T}$
- B) $1,2 \times 10^{-5} \text{ T}$
- C) $2,0 \times 10^{-6} \text{ T}$
- D) $7,6 \times 10^{-6} \text{ T}$

5) Un solenoide de 1000 espiras conduce una corriente eléctrica de 2,0 A. Si la longitud del solenoide es 0,30 m, ¿cuál es la magnitud del campo magnético en su interior?

- A) $6,0 \times 10^2 \text{ T}$
- B) $6,7 \times 10^3 \text{ T}$
- C) $2,5 \times 10^{-3} \text{ T}$
- D) $8,4 \times 10^{-3} \text{ T}$

6) Si un solenoide con 240 espiras y $8,0 \times 10^{-2} \text{ m}$ de longitud es recorrido por una corriente eléctrica de 5,0 A, entonces, en su interior se experimenta un campo magnético cuya magnitud es

- A) $1,9 \times 10^{-2} \text{ T}$
- B) $9,4 \times 10^{-3} \text{ T}$
- C) $2,4 \times 10^{-6} \text{ T}$
- D) $4,8 \times 10^{-6} \text{ T}$

7) Una bobina plana y circular de 0,030 m de radio, consta de un arrollado de 190 vueltas de alambre conductor. Si por ella se hace pasar una corriente eléctrica de 2,5 A, entonces, la magnitud del campo magnético en el centro de la bobina es

- A) $2,0 \times 10^{-2} \text{ T}$
- B) $9,9 \times 10^{-3} \text{ T}$
- C) $1,4 \times 10^{-6} \text{ T}$
- D) $2,9 \times 10^{-6} \text{ T}$

8) Una bobina circular de 0,10m de radio tiene 25 espitas de alambre. Si la corriente que pasa por el alambre es de 6,0 A, ¿cuál es el valor del campo magnético en el centro de la bobina?

- A) $1,9 \times 10^{-3} \text{ T}$
- B) $1,9 \times 10^{-4} \text{ T}$
- C) $3,0 \times 10^{-4} \text{ T}$
- D) $9,4 \times 10^{-4} \text{ T}$

9) Una bobina circular de radio $4,50 \times 10^{-3} \text{ m}$, consta de 750 vueltas de alambre y por ella fluye una corriente eléctrica de 0,300 A. En el centro de la bobina, la intensidad del campo magnético que se produce es

- A) $1,41 \times 10^{-5} \text{ T}$
- B) $3,14 \times 10^{-2} \text{ T}$
- C) $6,28 \times 10^{-2} \text{ T}$
- D) $7,07 \times 10^{-6} \text{ T}$

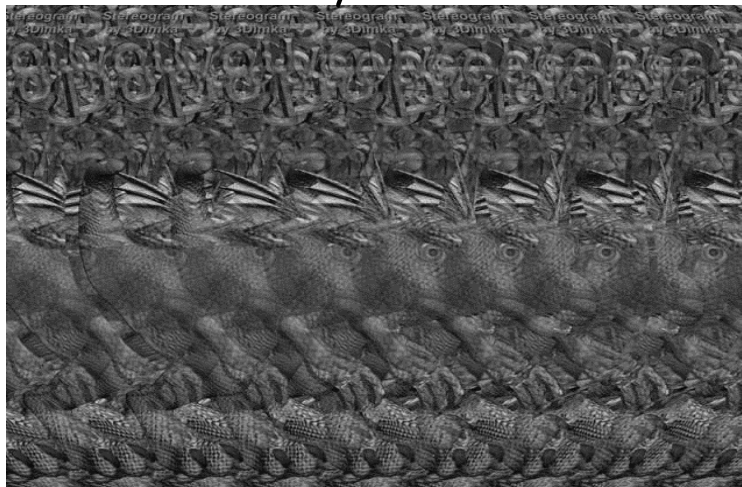
10) Por la sección transversal de un alambre conductor recto y largo, circula una corriente de 2,5 A; como efecto de esa corriente, a una distancia de 0,20 m del conductor, se produce un campo magnético cuya intensidad es

- A) $6,3 \times 10^{-7} \text{ T}$
- B) $7,8 \times 10^{-6} \text{ T}$
- C) $1,0 \times 10^{-6} \text{ T}$
- D) $2,5 \times 10^{-6} \text{ T}$

Respuestas de Selección Única: 1) B, 2) A, 3) A, 4) B, 5) D, 6) A, 7) B, 8) D, 9) B, 10) D.

Tema # 14

Óptica

**Objetivos a desarrollar:**

- Reconocer el desarrollo histórico sobre la definición de la luz.
- Reconocer las características del espectro electromagnético.
- Reconocer fuentes naturales y artificiales de la luz.
- Identificar los fenómenos y leyes relacionados con la reflexión de la luz.
- Reconocer las características de los espejos planos, cóncavos y convexos.
- Reconocer los diferentes tipos de lentes.
- Aplicar las leyes relacionados con la refracción de la luz.
- Reconocer las características de la reflexión interna total.

Contenidos a desarrollar:

- La Luz y sus propiedades.
- Espectro Electromagnético.
- Fuentes naturales y artificiales de la luz.
- La reflexión de la luz
- Espejos planos, cóncavos y convexos.
- Lentes.
- Refracción de la luz.
- Reflexión interna total.

“No debemos olvidar que lo que el espejo nos ofrece no es otra cosa que la imagen más fiel y al mismo tiempo más extraña de nuestra propia realidad.”

Ana María Matute.

Tema 14

Óptica

14.1 Naturaleza de la Luz

Definición de Óptica: Parte de la física que estudia los fenómenos de la luz.

Definición de la luz: A través de la historia han existido diferentes definiciones acerca del concepto de la luz, estos son algunos ejemplos de dichas definiciones:

- **Isaac Newton:** Propuso que las fuentes luminosas emiten corpúsculos muy livianos que se desplazan a gran velocidad y en línea recta. La intensidad de la luz es proporcional a la cantidad de corpúsculos que se emiten en determinado tiempo.
- **Christian Huygens:** Definió que la luz es una perturbación ondulatoria, parecida al sonido y que necesita de un medio para poder propagarse.
- **Teoría actual:** La luz es una onda. Es una oscilación electromagnética que se propaga en el vacío o en un medio transparente y se desplaza a una velocidad de 300 000 km/s ó 3×10^8 m/s.

14.2 El Espectro Electromagnético

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina *espectro electromagnético* o simplemente *espectro* a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.

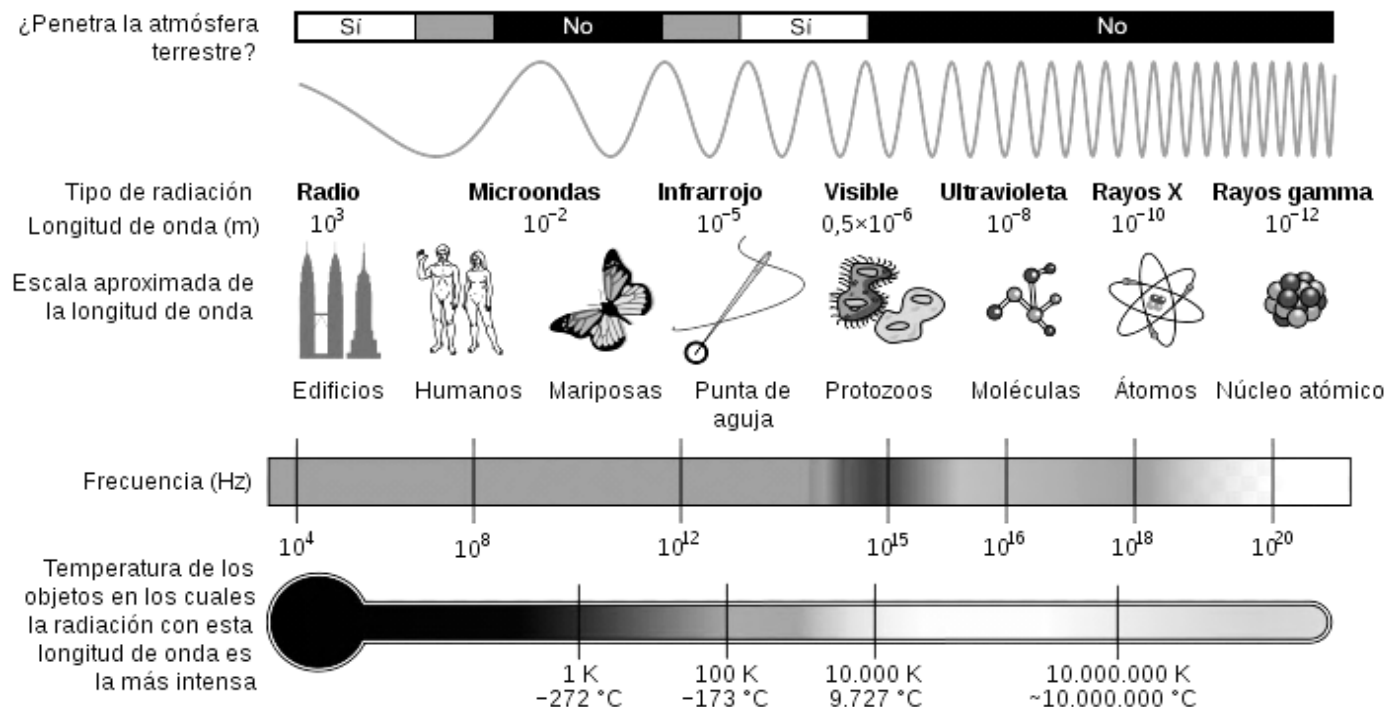


Figura 14.1 Espectro Electromagnético

Nota:

- La luz visible se encuentra entre los 400 nm y 700nm de longitud de onda.
- La luz blanca está compuesta por la unión de siete colores: Rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo(azul y violeta) y violeta.

14.3 Fuentes de luz

- Naturales: Son cuerpos que emiten luz propia, ej: El Sol, las estrellas, insectos luminosos.
- Artificiales: Cuerpos que emiten luz por la transformación de la energía. Ej: Lámparas, fluorescentes, luces de neón.

14.4 Reflexión de la luz

Es un fenómeno que se produce cuando un rayo luminoso, después de incidir en una superficie que no puede atravesar, se desvía por el mismo medio, pero en otra dirección. Ej: El espejo.



Figura 14.2 Reflexión de la Luz

Leyes de la reflexión

1 Ley: El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal se encuentran en el mismo plano.

2 Ley: El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son congruentes.

Nota: La normal es la línea imaginaria que se traza perpendicularmente a la superficie de incidencia.

14.5 Imágenes en espejos planos y curvos

Un espejo plano es una superficie plana muy pulimentada que puede reflejar la luz que le llega con una capacidad reflectora de la intensidad de la luz incidente del 95% (o superior).

Los espejos planos se utilizan con mucha frecuencia. Son los que usamos cada mañana para mirarnos. En ellos vemos nuestro reflejo, una imagen que no está distorsionada.

La cantidad de luz reflejada por un cuerpo depende de:

- **La naturaleza de la superficie (composición, estructura, densidad, color, entre otras)**
- **La textura de la superficie (plana, rugosa, regular, irregular, opaca, pulida , etc.)**
- **La longitud de onda de la luz, y de si está o no polarizada.**
- **El ángulo de incidencia de la luz sobre la superficie.**

Características generales del espejo plano:

- Una imagen en un espejo se ve como si el objeto estuviera detrás y no frente a éste ni en la superficie. *(Ojo, es un error frecuente el pensar que la imagen la vemos en la superficie del espejo).*
- El sistema óptico del ojo recoge los rayos que salen divergentes del objeto y los hace converger en la retina.
- El ojo identifica la posición que ocupa un objeto como el lugar donde convergen las prolongaciones del haz de rayos divergentes que le llegan. Esas prolongaciones no coinciden con la posición real del objeto. En ese punto se forma la imagen virtual del objeto.
- La imagen obtenida en un espejo plano no se puede proyectar sobre una pantalla, colocando una pantalla donde parece estar la imagen no recogería nada. Es, por lo tanto virtual, una copia del objeto "que parece estar" detrás del espejo.
- El espejo sí puede reflejar la luz de un objeto y recogerse esta sobre una pantalla, pero esto no es lo que queremos decir cuando afirmamos que la imagen virtual no se recoge sobre una pantalla. El sistema óptico del ojo es el que recoge los rayos divergentes del espejo y el cerebro interpreta como procedentes de detrás del espejo (justo donde se cortan sus prolongaciones)

La imagen formada es:

- simétrica**, porque aparentemente está a la misma distancia del espejo,
- virtual**, porque se ve como si estuviera dentro del espejo, no se puede formar sobre una pantalla pero puede ser vista cuando la enfocamos con los ojos.
- del mismo tamaño** que el objeto.
- derecha**, porque conserva la misma orientación que el objeto.

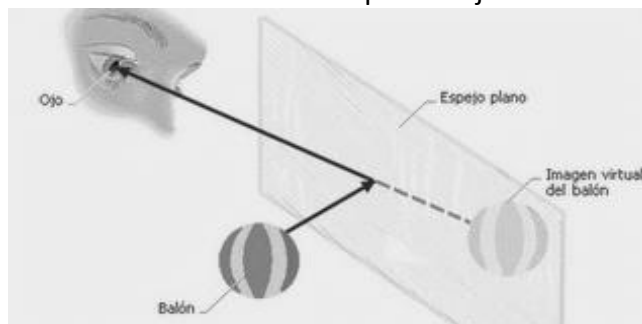


Figura 14.3 Imagen virtual en un espejo plano

14.6 Espejos curvos o Espejos cóncavos

Un espejo cóncavo refleja luz desde la parte curva interna. Cuando los rayos de luz que provienen de un objeto inciden paralelos al eje principal siguen la ley de reflexión. Los rayos que se reflejan sobre el espejo, a igual distancia del eje principal, son simétricos. Donde estos rayos se encuentran se haya el foco principal o punto focal del espejo.

Este punto queda en el medio del objeto reflejado y el punto que esta al medio del espejo. Un espejo cóncavo es un espejo convergente ya que los rayos reflejados se encuentran en el punto focal.

Cualquier rayo que incida sobre el espejo se reflejará y pasará por el punto focal. El rayo incidente que pase por el foco se reflejará en una dirección paralela al eje principal.

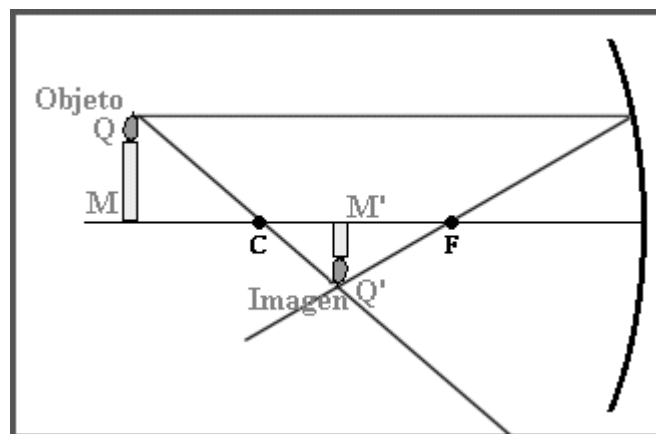


Figura 14.4 Imagen en un espejo Cóncavo

Características espejo cóncavo

Según la distancia entre el objeto y el espejo la imagen es diferente. Consideremos un observador que se sitúa en distintas posiciones:

- El observador está detrás del centro de curvatura (C). La imagen es real, invertida y más pequeña que él.
- Cuando el observador se encuentra justo en el centro de curvatura, ve su imagen a tamaño real pero invertida.
- Cuando el observador se sitúa entre el centro de curvatura y el foco (F), su imagen, real e invertida, es de mayor tamaño que él y seguirá agrandándose hasta que el observador se sitúe en el foco. En el foco los rayos no convergen, siguen paralelos hasta distancia infinita; el observador verá una imagen borrosa e irreconocible que llena la totalidad del espejo.
- La imagen pasa a ser virtual y aparece derecha y aumentada cuando el observador se acerca al espejo, por lo tanto la figura aparece más grande que la real.

14.7 Espejos convexos

En un espejo convexo la imagen es siempre virtual, derecha y más pequeña que el objeto, independientemente de la posición en que lo situemos.

Este tipo de espejos se suelen utilizar en los retrovisores de coches y motos, debido a que proporcionan un mayor campo de visión, aunque debemos tener en cuenta que nuestro cerebro interpreta que los objetos están más alejados de lo que realmente están.

También se colocan grandes espejos convexos en las esquinas de algunos cruces de poca visibilidad o en algunas tiendas para observar a los "ladrones".

Una forma muy sencilla de experimentar con este tipo de espejo es utilizar una bola del árbol de Navidad que tenga una superficie muy pulida o un cazo. Fíjate que desde cualquier lado que mires, aunque muevas la esfera o te muevas tu, siempre te vas a ver reflejado.

14.8 Lentes

Una lente es un medio u objeto que concentra o dispersa rayos de luz. Las lentes más comunes se basan en el distinto grado de refracción que experimentan los rayos de luz al incidir en puntos diferentes de la lente.

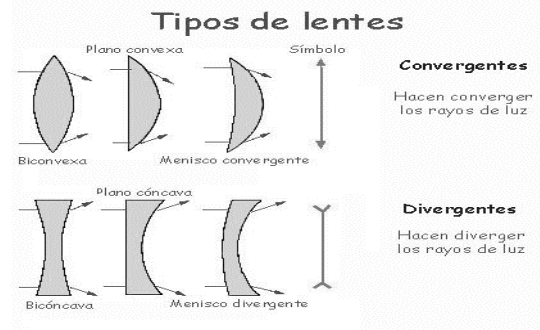
Las lentes convergentes son más gruesas por el centro que por el borde, y concentran (hacen converger) en un punto los rayos de luz que las atraviesan. A este punto se le llama foco (F) y la separación entre él y la lente se conoce como distancia focal (f).

Las lentes convergentes se utilizan en muchos instrumentos ópticos y también para la corrección de la hipermetropía. Las personas hipermétropes no ven bien de cerca y tienen que alejarse los objetos. Una posible causa de la hipermetropía es el achatamiento anteroposterior del ojo que supone que las imágenes se formarían con nitidez por detrás de la retina.

Si las lentes son más gruesas por los bordes que por el centro, hacen diverger (separan) los rayos de luz que pasan por ellas, por lo que se conocen como lentes divergentes.

La miopía puede deberse a una deformación del ojo consistente en un alargamiento anteroposterior que hace que las imágenes se formen con nitidez antes de alcanzar la retina. Los miopes no ven bien de lejos y tienden a acercarse demasiado a los objetos. Las lentes divergentes sirven para corregir este defecto.

Figura 14.5 Lentes Convergentes y Divergentes



14.9 Refracción de la luz

Es un fenómeno que se origina cuando la luz pasa de un medio a otro de diferente densidad. Existe un cambio de dirección de la luz y se pueden descomponer en sus colores que la original.

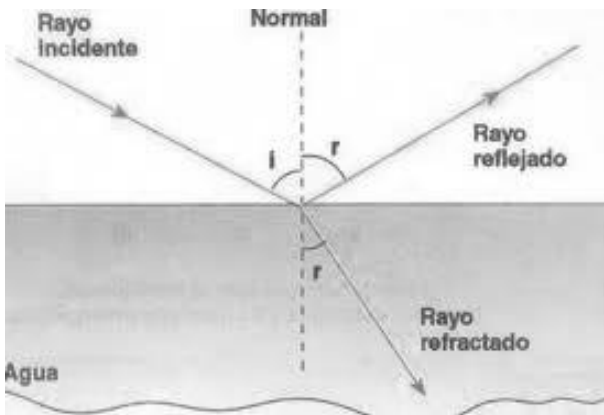


Figura 14.6 Refracción de la luz

Leyes de la refracción:

1 Ley: El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal se encuentran en el mismo plano.

2 Ley: Cuando un rayo luminoso pasa de un medio a otro de mayor densidad, se propaga en este último acercándose a la normal, y si el medio es de menor densidad, se aleja de la normal. A esta ley se le conoce como Ley de Snell.

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2$$

14.10 Reflexión total interna

Es cuando la luz se refracta con un ángulo de 90° y el ángulo de incidencia recibe el nombre de ángulo crítico.

El ángulo crítico o ángulo límite también es el ángulo mínimo de incidencia en el cual se produce la reflexión interna total. El ángulo de incidencia se mide respecto a la normal de la separación de los medios.

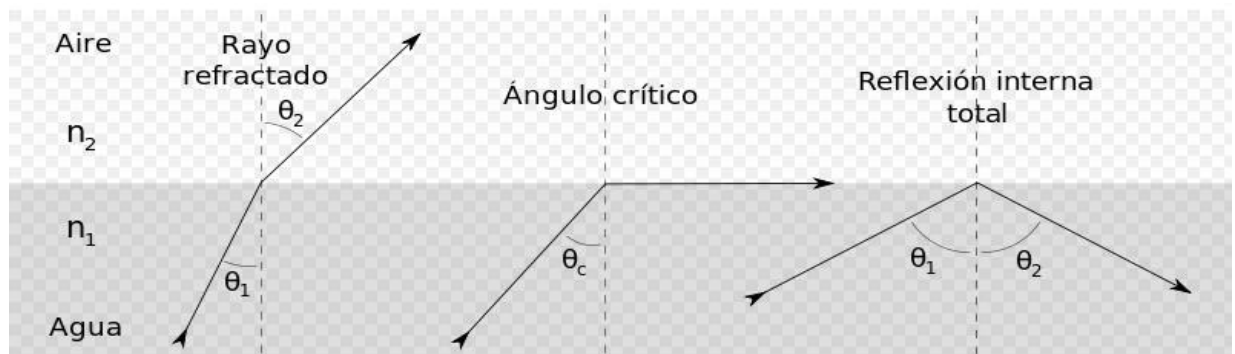


Figura 14.7 Reflexión total interna

Tabla 14.1 Índices de refracción de algunas sustancias

Material	Índice de refracción
Vacío	1
Aire (*)	1,0002926
Agua	1,3330
Acetaldehído	1,35
Solución de azúcar (30%)	1,38
1-butanol (a 20 °C)	1,399
Glicerina	1,473
Heptanol (a 25 °C)	1,423
Solución de azúcar (80%)	1,52
Benceno (a 20 °C)	1,501
Metanol (a 20 °C)	1,329
Cuarzo	1,544
Vidrio (corriente)	1,52
Disulfuro de carbono	1,6295
Cloruro de sodio	1,544
Diamante	2,42

Ejemplos propuestos:

- a) Un rayo incide con un ángulo de 35° sobre una superficie pulida. ¿cuál es el ángulo formado entre el rayo y la superficie pulida?
- b) Un pescador observa un pez bajo el agua de un río. Si el ángulo de observación del pescador es de 40° con respecto a la normal, ¿con qué ángulo debe tirar el arpón para acertar sobre el pez?
- c) ¿Cuál es el ángulo crítico para un vidrio sumergido en agua?

Ejercicios de práctica

- 1-) Si un rayo de luz procedente del aire incide a un ángulo de 35° y se refracta a 29° , ¿cuál es el índice de refracción del otro medio?

R/ 1.18

2-) Dos personas se ubican frente a un espejo plano. Si se encuentran separadas 3 m entre sí y a 2m del espejo, ¿con qué ángulo, respecto a la superficie del espejo, se debe dirigir un rayo de luz de una de las personas hacia el espejo, para que ilumine a la otra persona directamente? **R/ 48,59°**

3-) Un rayo de luz incide del aire al agua con un ángulo de 30°, ¿cuánto sería el ángulo de refracción? **R/ 22°**

4-) ¿Cuál es la medida del ángulo de reflexión, si un rayo de luz incide sobre una superficie pulida y forma un ángulo de 40° con la superficie de incidencia? **R/ 50°**

5-) El ángulo crítico de un rayo de luz que viaja del agua hacia el aire es 48°. Para que un rayo de luz que se mueve dentro del agua, experimente el fenómeno de reflexión interna total, ¿Cuál será el ángulo de incidencia de dicho rayo de luz? **R/ mayor a 48°**

Práctica selección única

1) Lea las siguientes afirmaciones.

I. En la reflexión de la luz, la medida del ángulo de incidencia es igual a la medida del ángulo de reflexión.

II. En la reflexión de la luz, el ángulo formado por el rayo incidente y la normal a la superficie reflectora se denomina ángulo de incidencia.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

2) Lea las siguientes afirmaciones.

- I. Los espejos planos permiten percibir imágenes virtuales.
- II. Las imágenes virtuales no pueden proyectarse sobre una pantalla.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) I y II son correctas.
- D) ninguna es correcta.

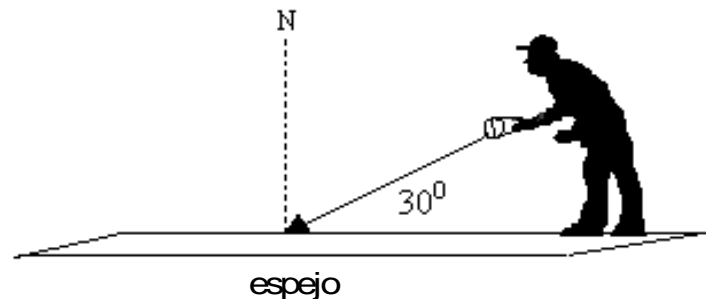
3) Si un rayo de luz se refracta al pasar de un medio 1 a un medio 2, y su velocidad de propagación en el medio 1 es mayor que la velocidad en el medio 2, entonces el ángulo de incidencia, respecto del ángulo de refracción es,

- A) menor.
- B) mayor.
- C) el mismo.
- D) no comparable.

4) El ángulo crítico de un rayo de luz que viaja del agua hacia el aire es 48° . Para que un rayo de luz que se mueve dentro del agua, experimente el fenómeno de reflexión interna total, el ángulo de incidencia de dicho rayo de luz debe ser

- A) igual a 48° .
- B) mayor que 48° .
- C) menor que 48° .
- D) mayor o igual que 48° .

5) Un señor con un foco proyecta un rayo de luz sobre un espejo plano colocado horizontalmente en el suelo, formando un ángulo de 30° con la horizontal, como muestra la figura.



La medida del ángulo de reflexión asociado a ese rayo de luz es

- A) 0°
- B) 30°
- C) 60°
- D) 90°

6) Lea las siguientes expresiones.

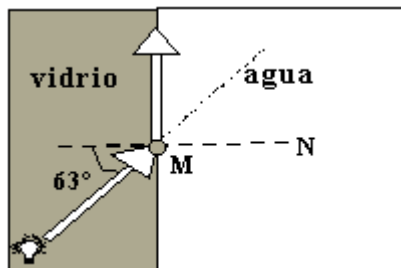
I. Está formada por rayos de luz que convergen en la imagen.

II. Se puede proyectar directamente en una pantalla.

De ellas, se refieren a características de una imagen real,

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) ambas.
- D) ninguna.

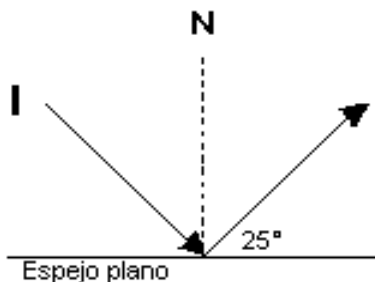
7) Un rayo de luz viaja por un vidrio hacia la superficie de separación con el agua. Después que el rayo de luz incide en el punto M con un ángulo de 63° , este queda atrapado entre las dos superficies, como muestra el dibujo.



Por lo tanto, el ángulo crítico para un rayo de luz entre ese vidrio y el agua es

- A) igual a 63°
- B) mayor que 63°
- C) menor que 63°
- D) exactamente 90°

8) Un rayo de luz (**I**) incide y se refleja en un espejo plano, como muestra la figura.

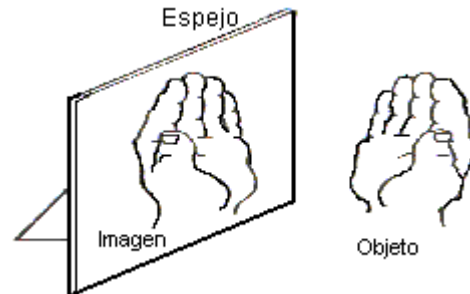


La medida del ángulo de reflexión es

- A) 155°
- B) 90°
- C) 65°
- D) 25°

Respuestas selección Única: 1) D, 2) C, 3) B, 4) B, 5) C, 6) C, 7) A, 8) C, 9) B, 10) B, 11) A

9) La imagen producida por un espejo plano tiene inversión lateral, es decir, la parte derecha de la imagen corresponde a la parte izquierda del objeto y viceversa, como muestra la figura.



Esta imagen se clasifica como

- A) real.
- B) virtual.
- C) ampliada.
- D) refractada.

10) Considere las siguientes afirmaciones.

- I. En la refracción de la luz, el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción siempre miden lo mismo.
- II. En la refracción de la luz, el rayo incidente y el rayo refractado están en un mismo plano con la normal.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

11) Considere las siguientes afirmaciones.

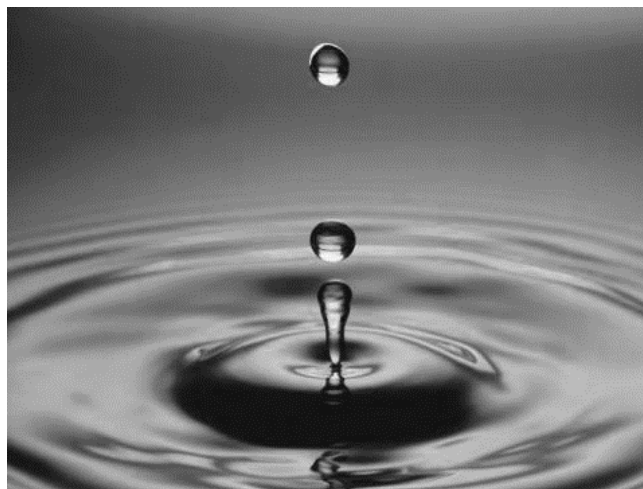
- I. Para un ángulo crítico de 21° , caso del diamante y aire, un rayo incidente con ángulo de 26° produce reflexión interna total.
- II. Si el ángulo crítico para el agua y aire es 48° , entonces, para un rayo incidente con ángulo de 48° se produce reflexión interna total.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

Tema # 15

Ondas

**Objetivos a desarrollar:**

- Definir el concepto de onda, onda mecánica y onda electromagnética.
- Diferenciar entre ondas longitudinales y ondas transversales.
- Identificar las partes de una onda.
- Determinar la rapidez, la frecuencia y el periodo de una onda.

Contenidos a desarrollar:

- Onda, onda mecánica y onda electromagnética.
- Ondas longitudinales y ondas transversales.
- Partes de una onda.
- Rapidez, frecuencia y periodo de una onda.

“La expansión de la totalidad del cosmos no era sino la reducción de todas sus unidades físicas y de la longitud de onda de su luz.”

Olaf Stapledon

Tema 15

Ondas

15.1 Movimiento Ondulatorio

Concepto: El movimiento ondulatorio se origina cuando un medio es perturbado a causa de un pulso que se repite varias veces. Las ondas son fundamentalmente de dos clases: Mecánicas (necesitan un medio para propagarse) y electromagnéticas (Pueden propagarse en el vacío).

15.2 Tipos de ondas

- a) **Transversales:** La perturbación del medio se lleva a cabo en dirección perpendicular a la de propagación. Ejemplo: Cuando tiramos una piedra al agua y origina ondas, el movimiento de una cuerda estirada.
- b) **Longitudinales:** El movimiento del medio alcanzado por la perturbación se efectúa en la dirección de avance de la onda. Ejemplo: Cuando se comprime y se suelta un resorte.

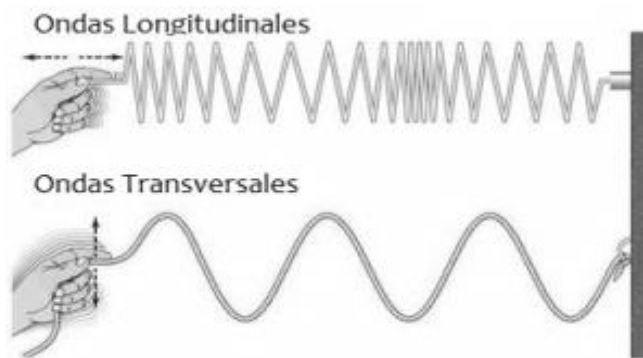


Figura 15.1 Ondas longitudinales y transversales

15.3 Partes de una onda

- a) **Cresta:** Es la parte más elevada de una onda.
- b) **Valle:** Es la parte más baja de una onda.
- c) **Nodo:** Punto de la cuerda que no se mueve al paso de la onda.
- d) **Longitud de onda:** Es la distancia comprendida entre dos crestas o dos valles consecutivos. Se identifica con la letra (λ) y se expresa en metros.
- e) **Amplitud:** Es la máxima elongación, es decir el desplazamiento desde un punto de equilibrio hasta la cresta o el valle.
- f) **Oscilación:** Se lleva a cabo cuando un punto en vibración ha tomado todos los valores positivos y negativos, o sea, ha recorrido una longitud de onda completa.
- g) **Frecuencia:** Corresponde al número de veces que se da una oscilación por unidad de tiempo. Se expresa en Hertz (Hz) que equivale al inverso del segundo y su símbolo es (**f**).
- h) **Período:** Es el tiempo necesario para que se cumpla una oscilación completa o que el pulso recorra una longitud de onda completa. Se expresa en segundos, es el inverso de la frecuencia y su símbolo es (**T**).

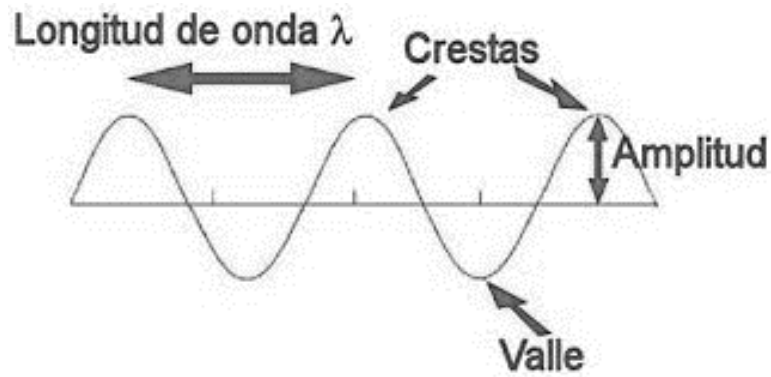


Figura 15.2 partes de una onda

FÓRMULAS

Velocidad de propagación de una onda:

Fórmulas: $v = \frac{\lambda}{T}$ $v = f \cdot \lambda$ $f = \frac{1}{T}$

Ejemplos: 1) El sonido viaja a 340 m/s en el aire. Una onda sonora contiene una frecuencia de 10^4 Hz, para esa onda. ¿Cuál es la longitud y el período?

2) Una onda mecánica se propaga en una frecuencia de 6×10^{11} Hz y con una longitud de onda de 2m. ¿Cuál es la velocidad de la onda y cuanto es su período?

Práctica

⇒ **Resuelva los siguientes problemas relacionados con movimiento ondulatorio.**

- a) Una embarcación sube y baja por el paso de las olas cada 2,5 s, si la distancia entre las crestas consecutivas es de 24,5 m. ¿Con qué velocidad se mueven las ondas? **R/ 9.8 m/s**
- b) ¿Qué longitud de onda muestran las ondas que se propagan por una cuerda tensa si tienen una frecuencia de 200 Hz y se propagan con una velocidad de 130 m/s? **R/ 0,65 m**
- c) Determine la longitud de onda de dos sonidos con frecuencias de 300 Hz y 2500 Hz, si el sonido viaja en el agua con una rapidez de 1345 m/s. **R/ 4,48 m y 0,54 m**
- d) Se lanza una piedra en un estanque tranquilo y se observa que la distancia entre crestas es de 0,03 m. Si se observan 9 ondas completas cada segundo, ¿con qué velocidad viajan las ondas en el estanque? **R/ 0,27 m/s**
- e) ¿Cuál es la longitud de onda de la luz si viaja a 3×10^8 m/s y su frecuencia es 7×10^{10} Hz? **R/ $4,28 \times 10^{-3}$ m**
- f) Una onda emite vibraciones a razón de 3×10^7 Hz. Si su longitud de onda es 0,05 m, ¿cuál es la velocidad de propagación de la onda? **R/ $1,5 \times 10^6$ m/s**

Práctica de selección única

1) Las ondas que viajan a través de un resorte horizontal ocasionan que el resorte vibre en la misma dirección de propagación de las ondas; por lo tanto, estas ondas son de tipo

- A) longitudinal.
- B) transversal.
- C) interferencial.
- D) perturbacional.

2) Un pescador observa como las ondas en el agua golpean sus piernas, como ilustra la figura.



Si las ondas golpean sus piernas a razón de "dos ondas completas cada segundo"; esta expresión corresponde al concepto de

- A) período
- B) frecuencia.
- C) longitud de onda.
- D) amplitud de onda.

3) Dos crestas sucesivas de una onda están separadas 0,60 m y viajan a 1,5 m/s; el período de oscilación de estas ondas es

- A) 2,5 s
- B) 1,5 s
- C) 0,90 s
- D) 0,40 s

4) La frecuencia de una onda es 700 Hz y su longitud de onda 2,0 m; la magnitud de su velocidad de propagación es

- A) 1400 m/s
- B) 700 m/s
- C) 350 m/s
- D) 0 m/s

5) Lea las siguientes afirmaciones, relativas a ondas mecánicas.

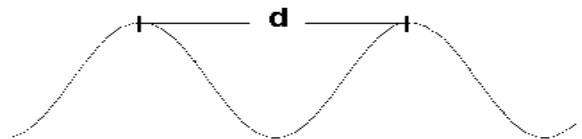
I. En una onda longitudinal, las partículas del medio perturbado se mueven en la misma dirección de propagación de la onda.

II. En una onda transversal, las partículas del medio perturbado se mueven perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

De ellas,

- A) solo I es correcta.
- B) solo II es correcta.
- C) ninguna es correcta.
- D) ambas son correctas.

6) Observe la siguiente figura que representa una onda.



De ella, la distancia indicada con la letra **d** corresponde a

- A) el período.
- B) la amplitud.
- C) la frecuencia.
- D) la longitud de onda.

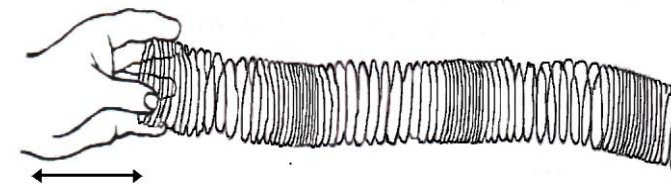
7) Una onda viaja en el aire a 310 m/s, y su frecuencia es 450 Hz; ¿cuál es su longitud de onda?

- A) 0,69 m
- B) 1,45 m
- C) 140 m
- D) 310 m

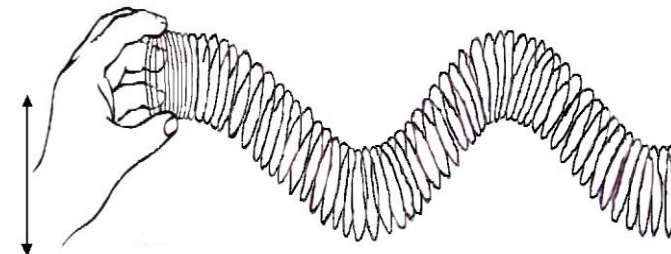
8) El período de una onda es 0,05 s, y su longitud de onda es 10 m; ¿cuál es la magnitud de su velocidad de propagación?

- A) 0,5 m/s
- B) 200 m/s
- C) 1256 m/s
- D) 0,005 m/s

9) Una joven sostiene con su mano un resorte y ejecuta dos tipos de movimiento con él, uno a la vez, como muestra la figura.



A



B

En los movimientos A y B del resorte, se observa, respectivamente, la formación de ondas

- A) transversales y longitudinales.
- B) longitudinales y transversales.
- C) transversales y transversales.
- D) longitudinales y longitudinales.

10) Una onda mecánica cuya longitud de onda es 0,800 m se propaga a razón de 300 m/s. Su frecuencia es

- A) $2,40 \times 10^2$ Hz
- B) $3,00 \times 10^2$ Hz
- C) $3,75 \times 10^2$ Hz
- D) $2,70 \times 10^{-3}$ Hz

11) Una fuente produce ondas mecánicas con una frecuencia de 110 Hz; si se propagan con una rapidez de 12 m/s, entonces, el valor de la longitud de onda es

- A) 12 m
- B) 9,2 m
- C) 0,11 m
- D) 1320 m

12) Lea la siguiente definición:

“Se define formalmente como la distancia que separa, en una onda, a dos puntos consecutivos en fase”

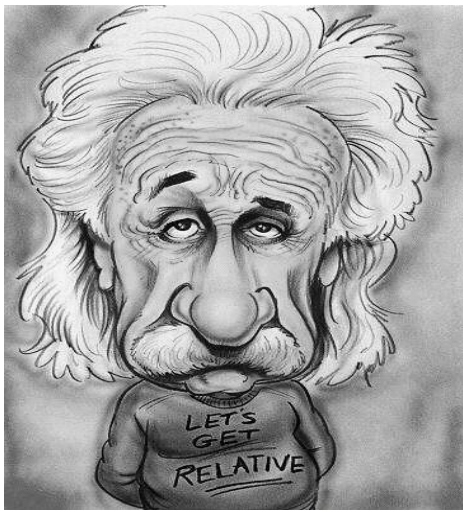
La definición presentada corresponde a la característica de las ondas llamada

- A) período
- B) amplitud
- C) frecuencia
- D) longitud de onda

Respuestas Selección Única: 1)A, 2)B, 3)D, 4)A, 5)D, 6)D, 7)A, 8)B, 9)B, 10)C, 11)C, 12)D

Tema # 16

Física Moderna

**Objetivos a desarrollar:**

- Reconocer los postulados de la teoría general de la relatividad y la relatividad especial.
- Determinar la relatividad del tiempo, masa y longitud de un cuerpo en movimiento..
- Determinar el concepto de onda-fotón.
- Reconocer las características del efecto fotoeléctrico.
- Reconocer el Principio de Incertidumbre de Heisenberg

Contenidos a desarrollar:

- Teoría general de la relatividad y la relatividad especial.
- Relatividad del tiempo, masa y longitud de un cuerpo en movimiento.
- Dualidad Onda-fotón.
- Principio de Incertidumbre de Heisenberg.

“No importa lo rápido que viaje la luz, siempre se encuentra con que la oscuridad ha llegado antes y la está esperando.”

Terry Pratchett

Tema: 16

Física Moderna

16.1 Teoría General de la Relatividad

La teoría general de la relatividad o relatividad general es una teoría del campo gravitatorio y de los sistemas de referencia generales, publicada por Albert Einstein en 1915 y 1916.

El nombre de la teoría se debe a que generaliza la llamada teoría especial de la relatividad. Los principios fundamentales introducidos en esta generalización son el Principio de equivalencia, que describe la aceleración y la gravedad como aspectos distintos de la misma realidad, la noción de la curvatura del espacio-tiempo y el principio de covariancia generalizado.

16.2 Teoría de la relatividad especial

En 1905, Einstein publicó el primero de dos importantes artículos sobre la teoría de la relatividad, en el que eliminaba el problema del movimiento absoluto negando su existencia. Según Einstein, ningún objeto del Universo se distingue por proporcionar un marco de referencia absoluto en reposo en relación al espacio. Cualquier objeto (por ejemplo, el centro del Sistema Solar) proporciona un sistema de referencia igualmente válido, y el movimiento de cualquier objeto puede referirse a ese sistema.

Así, es igual de correcto afirmar que el tren se desplaza respecto a la estación como que la estación se desplaza respecto al tren. Este ejemplo no es tan absurdo como parece a primera vista, porque la estación también se mueve debido al movimiento de la Tierra sobre su eje y a su rotación en torno al Sol. Según Einstein, todo el movimiento es relativo.

Ninguna de las premisas básicas de Einstein era revolucionaria; Newton ya había afirmado que “el reposo absoluto no puede determinarse a partir de la posición de los cuerpos en nuestras regiones”. Lo revolucionario era afirmar, como hizo Einstein, que la velocidad relativa de un rayo de luz respecto a cualquier observador es siempre la misma, aproximadamente unos 300.000 km/s

16.3 Invariabilidad de las leyes de la física

La teoría de la relatividad de Einstein propuso una solución sencilla a las dificultades que presentaban algunos fenómenos físicos que no se habían podido medir tales como la velocidad del éter con respecto a la tierra y la ley galileana de suma de velocidades en el caso de la luz y al mismo tiempo altero por completo nuestra noción de espacio y tiempo. Einstein fundamentó su teoría en dos postulados:

1) El principio de la relatividad: Todas las leyes de la física son las mismas en todos los marcos de referencia inerciales.

2) La constancia de la velocidad de la luz: La velocidad de la luz en el vacío tiene el mismo valor $c = 3 \times 10^8$ m/s, en todos los marcos inerciales, independientemente de la velocidad del observador o de la velocidad de la fuente que emite la luz.

16.4 Relatividad del tiempo

Einstein también sostiene en su teoría que una medida de intervalo de tiempo depende del marco de referencia en el cual se efectúa la medida; contradiciendo de esta forma al postulado de Newton en donde se afirmaba que el tiempo era absoluto, verdadero y matemático por si mismo y a partir de su naturaleza fluye uniformemente sin relación a nada externo.

Einstein afirma que por la misma relatividad del tiempo, dos eventos que son simultáneos en un marco de referencia, no son en general simultáneos en un segundo marco de referencia que se mueve en relación al primero. La hipótesis fundamental en la que se basaba la teoría de Einstein era la inexistencia del reposo absoluto en el Universo. Einstein postuló que dos observadores que se mueven a velocidad constante uno respecto de otro observarán unas leyes naturales idénticas.

Sin embargo, uno de los dos podría percibir que dos hechos en estrellas distantes han ocurrido simultáneamente, mientras que el otro hallaría que uno ha ocurrido antes que otro; esta disparidad no es de hecho una objeción a la teoría de la relatividad porque según esta teoría, la simultaneidad no existe para acontecimientos distantes.

En otras palabras, no es posible especificar de forma unívoca el momento en que ocurre un hecho sin una referencia al lugar donde ocurre.

Fórmula de la relatividad del tiempo

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Fórmula de la relatividad de la longitud

$$L' = L \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Fórmula de la relatividad de la masa

$$m' = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Nota: (L') significa longitud relativa. (L) longitud real.

(t') significa tiempo relativo. (t) tiempo real.

(m') significa masa relativa. (m) masa real.

(v) velocidad real del objeto.

(c) velocidad de la luz.

Ejemplos:

1) La masa de Clark Kent es de 90 kg y su estatura es de 1,9 m. Si se sabe que supermán vuela horizontalmente a $0,9c$, determine lo siguiente:

- a) La estatura de supermán según como lo observa Luisa cuando está en reposo.
- b) La masa relativa de supermán según la misma observadora.
- c) Si para supermán transcurren 10 s, ¿cuánto tiempo ha transcurrido en el reloj de Luisa.

2) Se mide una nave espacial y se encuentra que tiene 120m de largo mientras esta en reposo respecto de un observador. Si esta nave espacial después de es tripulada por el observador con una velocidad de $0,99c$ ¿Qué longitud mide el observador?

3) Un tren cuya longitud propia es de 1200 m pasa a gran velocidad por una estación cuyo andén mide 900 m , y el jefe de la estación observa que al pasar el tren ocupa exactamente toda la longitud del andén. Se pide calcular la velocidad del tren.

16.5 Ondas y fotones

En física moderna, el **fotón** es la partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético. Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo a los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible (espectro electromagnético), la luz infrarroja, las microondas, y las ondas de radio.

El fotón tiene una masa invariante cero y viaja en el vacío con una velocidad constante c . Como todos los cuantos, el fotón presenta tanto propiedades corpusculares como ondulatorias ("dualidad onda-corpúsculo"). Se comporta como una onda en fenómenos como la refracción que tiene lugar en una lente, o en la cancelación por interferencia destructiva de ondas reflejadas; sin embargo, se comporta como una partícula cuando interacciona con la materia para transferir una cantidad fija de energía, que viene dada por la expresión.

Fórmulas:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E_n = n \cdot h \cdot f$$

Nota: h es la constante de Planck, c es la velocidad de la luz, y λ es la longitud de onda, f la frecuencia de la onda y n el nivel de energía. Esto difiere de lo que ocurre con las ondas clásicas, que pueden ganar o perder cantidades arbitrarias de energía. Para la luz visible, la energía portada por un fotón es de alrededor de 4×10^{-19} joules; esta energía es suficiente para excitar un ojo y dar lugar a la visión.

Ejemplo:

1) Suponga que un átomo es estimulado con una onda cuya frecuencia es de 3×10^{20} Hz, lo que provoca que los electrones pasen al segundo nivel ($n=2$) ¿Cuánta energía le transfirió la onda?

16.6 Dualidad onda - partícula

La dualidad onda-corpúsculo, también llamada dualidad onda-partícula, resolvió una aparente paradoja, demostrando que la luz puede poseer propiedades de partícula y propiedades ondulatorias.

De acuerdo con la física clásica existen diferencias entre onda y partícula. Una partícula ocupa un lugar en el espacio y tiene masa mientras que una onda se extiende en el espacio caracterizándose por tener una velocidad definida y masa nula.

Actualmente se considera que la dualidad onda-partícula es un ***“concepto de la mecánica cuántica según el cual no hay diferencias fundamentales entre partículas y ondas: las partículas pueden comportarse como ondas y viceversa”***. (Según Stephen Hawking, 2001).

Éste es un hecho comprobado experimentalmente en múltiples ocasiones. Fue introducido por Louis-Victor de Broglie, físico francés de principios del siglo XX. En 1924 en su tesis doctoral propuso la existencia de ondas de materia, es decir que toda materia tenía una onda asociada a ella.

Esta idea revolucionaria, fundada en la analogía con que la radiación tenía una partícula asociada, propiedad ya demostrada entonces, no despertó gran interés, pese a lo acertado de sus planteamientos, ya que no tenía evidencias de producirse. Sin embargo, Einstein reconoció su importancia y cinco años después, en 1929, De Broglie recibió el Nobel en Física por su trabajo.

Su trabajo decía que la longitud de onda λ de la onda asociada a la materia era

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

donde h es la constante de Planck y p es la cantidad de movimiento de la partícula de materia.

Ejemplo:

1-) Suponga que un cuerpo de 10 kg se desplaza con una velocidad de 25 m/s. ¿Cuál es la longitud de onda asociada a este cuerpo?

16.7 El Efecto Fotoeléctrico

El **efecto fotoeléctrico** consiste en la emisión de electrones por un metal cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general). El efecto fotoeléctrico fue descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887, al observar que el arco que salta entre dos electrodos conectados a alta tensión alcanza distancias mayores cuando se ilumina con luz ultravioleta que cuando se deja en la oscuridad.

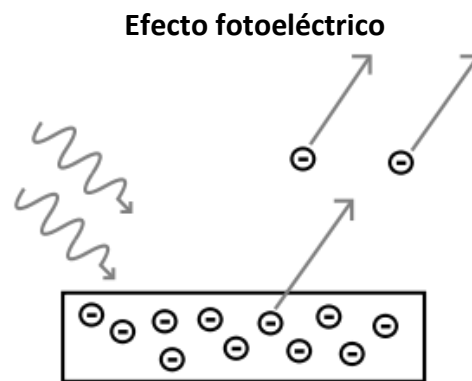


Figura 16.1 Efecto Fotoeléctrico

La explicación teórica fue hecha por Albert Einstein, quien publicó en 1905 el revolucionario artículo “Heurística de la generación y conversión de la luz”, basando su formulación de la fotoelectricidad en una extensión del trabajo sobre los cuantos de Max Planck. Más tarde Robert Andrews Millikan pasó diez años experimentando para demostrar que la teoría de Einstein no era correcta, para finalmente concluir que sí lo era. Eso permitió que Einstein y Millikan fueran condecorados con premios Nobel en 1921 y 1923, respectivamente.

Se podría decir que el efecto fotoeléctrico es lo opuesto a los rayos X, ya que el efecto fotoeléctrico dice que los fotones luminosos pueden transferir energía a los electrones. Los rayos X (no se sabía que eran en ese tiempo, por eso la incógnita "X") son transformaciones de toda o parte de la energía cinética de un electrón en movimiento, en un fotón. Esto no solamente es posible, sino da la casualidad de que se descubrió antes de que salieran a la luz los trabajos de Planck y Einstein (aunque no se comprendió entonces).

16.8 Principio de incertidumbre de Heisenberg

En mecánica cuántica, la relación de indeterminación de Heisenberg o principio de incertidumbre establece la imposibilidad de que determinados pares de magnitudes físicas sean conocidas con precisión arbitraria. Sucintamente, afirma que no se puede determinar, en términos de la física clásica, simultáneamente y con precisión arbitraria, ciertos pares de variables físicas, como son, por ejemplo, la posición y el momento lineal (cantidad de movimiento) de un objeto dado.

En otras palabras, cuanto mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su cantidad de movimiento lineal y, por tanto, su velocidad. Esto implica que las partículas, en su movimiento, no tienen asociada una trayectoria definida como lo tienen en la física newtoniana. Este principio fue enunciado por Werner Heisenberg en 1925.

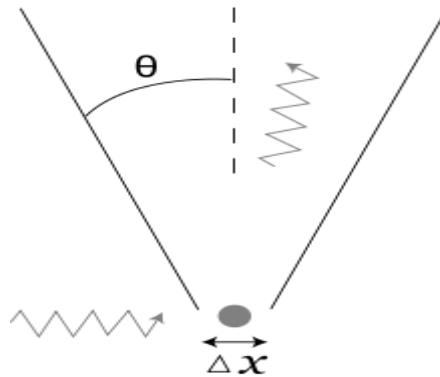


Figura 16.2 indeterminación de Heisenberg